

Kortlægning af spild i byggeriet

Omfang, årsager og forslag til indsatser

de Place Hansen, Ernst Jan; Søder, Peter Højrup; Fredslund, Lasse

Creative Commons License
Ikke-specificeret

Publication date:
2021

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

de Place Hansen, E. J., Søder, P. H., & Fredslund, L. (2021). *Kortlægning af spild i byggeriet: Omfang, årsager og forslag til indsatser*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Nr. 2021:14

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

BUILD RAPPORT 2021:14

Kortlægning af spild i byggeriet

Omfang, årsager og forslag til indsatser



KORTLÆGNING AF SPILD I BYGGERIET

Omfang, årsager og forslag til indsatser

Ernst Jan de Place Hansen
Peter Højrup Søder
Lasse Fredslund

BUILD rapport 2021:14
Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet
2021

TITEL	Kortlægning af spild i byggeriet
UNDERTITEL	Omfang, årsager og forslag til indsatser
SERIETITEL	BUILD rapport 2021:14
FORMAT	Digitalt
UDGIVELSEÅR	2021
UDGIVET DIGITALT	Juni 2021
FORFATTER	Ernst Jan de Place Hansen, Peter Højrup Søder og Lasse Fredslund
SPROG	Dansk
SIDETAL	192
LITTERATURHENVISNINGER	Side 49
EMNEORD	Spild, byggeproces, bæredygtighed, dokumentation, byggeri
ISBN	978-87-563-1993-5
LAYOUT	BUILD
OMSLAG - FOTO	Niels Samsø
UDGIVER	Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post build@build.aau.dk www.anvisninger.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

INDHOLD

FORORD	4
SAMMENFATNING	6
Begrebet spild og omfanget af spild	6
Årsager til og løsningsmekanismer i forhold til spild	8
Forslag til indsatser	9
1 INDLEDNING	12
2 SPILDINDEKS	16
2.1 Definition og rubricering af spild	16
2.2 Ny beregning af spildindeks	16
2.3 Udvidelse af database	18
2.4 Opgørelse af økonomiske konsekvenser af spild	20
2.5 Omregning af spild til CO ₂	21
2.6 Forbedring af datagrundlag	22
3 LITTERATURSTUDIE OM PROCES- OG PRODUKTSPILD	26
3.1 Byggebranchens strukturer	26
3.2 Digitalisering og teknologianvendelse	27
3.3 Vurdering af spild	28
4 KVALITATIVE INTERVIEWS	30
4.1 Problemfelter	31
4.2 Løsningsmekanismer	31
5 FORMER FOR, ÅRSAGER TIL OG KONSEKVENSER AF SPILD	34
5.1 De mest udbredte former for spild	34
5.2 Årsager til og konsekvenser af spild	35
6 FORSLAG TIL INDSATSER MOD SPILD	40
6.1 Forslag baseret på interviews og litteraturstudier	40
6.2 Forslag til yderligere analyser af spild	47
7 REFERENCER	50
BILAG 1 DOKUMENTATION AF BEREKNING AF SPILDINDEKS	52
BILAG 2 DEFINITION OG RUBRICERING AF SPILD	91
BILAG 3 LITTERATURSØGNING OM PROCES- OG PRODUKTSPILD	117
BILAG 4 INTERVIEWRAPPORT	152

FORORD

Denne rapport er udarbejdet af BUILD/AAU for Bolig- og Planstyrelsen (BPST), det tidligere Trafik- Bygge- og Boligstyrelsen, og sammenfatter analyser og aktiviteter i myndighedsprojektet 'Indsats mod spild, svigt, fejl og mangler i byggeriet' gennemført i perioden juli 2020 – marts 2021. Projektet finansieres af BPST og Realdania, og er en opfølgning på en tidligere undersøgelse af omfanget af svigt i byggeriet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004), og inkluderer en opdatering af det svigtindeks, der blev udviklet efterfølgende (Nielsen & de Place Hansen, 2007).

Rapporten udtrykker hverken i sin helhed eller i enkeltheder nødvendigvis BPST's eller Realdanias holdning.

Projektet er gennemført af en arbejdsgruppe fra BUILD/AAU bestående af seniorforsker, civilingeniør, ph.d. Ernst Jan de Place Hansen (projektleder), forskningsassistent Peter H. Søder og forskningsassistent Lasse Fredslund. Arbejdsgruppen har været bistået af systemudvikler Kaspar Kjeldsen samt seniorforsker Nils Lykke Sørensen.

I forbindelse med projektet har en række organisationer mv. bidraget med information:

- Direktør Lene Ahlmann-Olsen, Voldgiftsnævnet for Bygge- og anlægsvirksomhed
- Projektleder Lene Lundin, Sweco Danmark A/S
- Sekretariatschef Louise Larsen, Byggeriets Ankenævn
- Direktør Morten Søgaaard-Larsen, Byggeskadefonden
- Vicedirektør Paw Engsbye Rasmussen, Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornylse
- Seniorchefkonsulent Søren Cajus, DI Byg
- Adm. direktør Ulrik Branner, SiteHub

Et antal repræsentanter for rådgivere, entreprenører, bygherrer mv. er blevet interviewet i forbindelse med projektet. De interviewede er lovet anonymitet og nævnes derfor ikke her.

Til projektet har været knyttet en følgegruppe bestående af:

- Bolig- og Planstyrelsen, v/ fuldmægtig August Schwensen, fuldmægtig Luzie Rück og chefkonsulent Charlotte Micheelsen
- Byggeskadefonden, v/ direktør Morten Søgaaard-Larsen
- Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse, v/ vicedirektør Paw Engsbye Rasmussen,
- Bygherreforeningen v/ direktør Henrik L. Bang
- Danske Arkitektvirksomheder, v/ chefkonsulent Paul K. Jeppesen og ledelseschef Tine W. Holmboe
- Dansk Håndværk v/ direktør Morten Frihagen
- DI Byg v/ branchedirektør Elly Kjems Hove
- DI Dansk Byggeri, v/ underdirektør Michael H. Nielsen og chefkonsulent Torben Helsing-Olsen
- Foreningen af Rådgivende Ingeniører, v/ direktør Henrik Garver
- Forsikring & Pension, v/ cheffingeniør Tine Aabye
- Realdania, v/ programchef Lennie Clausen
- TEKNIQ Arbejdsgiverne v/ underdirektør Jan Eske Schmidt

Vi vil gerne takke for de værdifulde input og engagementet i projektet.

BUILD, Aalborg Universitet
Marts 2021

Ruut Peuhkuri, Forskningschef

SAMMENFATNING

Fejl og mangler medfører væsentlige værditab i byggeriet og har negative konsekvenser for bl.a. produktiviteten og ressourceforbruget. Det fører til øget CO₂-udledning, når fejl og mangler skal udbedres, og nye byggematerialer forbruges. Der er behov for systematisk viden om årsagerne til fejl og mangler, som kan kvalificere og målrette kommende indsatser.

Den foreliggende rapport skal opfattes som et led i dette arbejde. Den giver et overblik over den gældende viden i forhold til årsager og mulige veje at håndtere fejl og mangler, baseret på en række interviews med repræsentanter for byggebranchen samt gennemgang af international, videnskabelig litteratur. På baggrund af dette arbejde skitseres en række forslag til indsatser for at nedbringe de forskellige former for fejl og mangler mv. (herefter benævnt 'spild'). Der henvises også til eksisterende initiativer for at sikre en mere effektiv byggeproces, herunder imødegå dette spild.

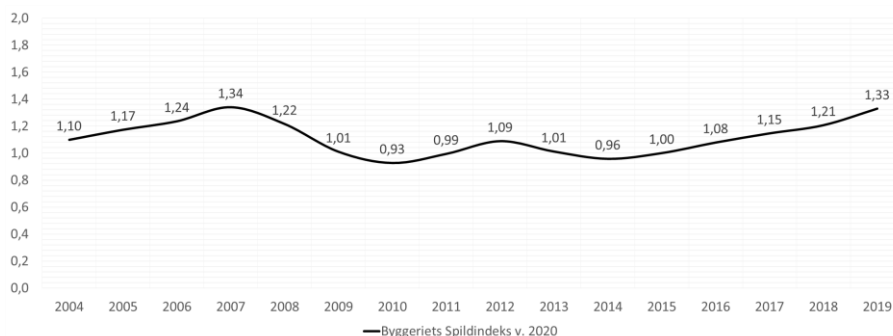
Som en del af projektet er det svigtindeks, der blev udviklet i 2007 (Nielsen & de Place Hansen, 2007) blevet opdateret til og med 2019. Det er undersøgt, hvordan indekset i fremtiden kan udvides med datakilder der rummer andre segmenter end de nuværende, for at sikre at det bliver mere repræsentativt og dermed mere retvisende. Samtidig er det undersøgt, hvorvidt eksisterende og yderligere datakilder rummer data, der gør det muligt at koble omfanget af spild sammen fx med årsager til og typer af spild, den fase, hvor spild opstår, og byggeprojektets størrelse i kroner og m². Denne sammenkobling ville gøre det muligt yderligere at målrette indsatsen for at nedbringe spild.

Begrebet spild og omfanget af spild

Spild vurderes på baggrund af dansk og international litteratur at være et mere retvisende begreb end svigt, da det fx også omfatter uhensigtsmæssig brug af ressourcer (materialer, materiel og arbejdskraft), som ikke giver sig udtryk i den færdige bygning, men som kan påvirke byggeprojektets tidsplan og økonomi. Inspireret af den internationale litteratur bør det overvejes at differentiere graden af spild i forhold til dets konsekvenser for kvalitet, økonomi, sikkerhed osv., i forhold til at prioritere indsatsen for at nedbringe omfanget af spild.

Figur 1 udtrykker udviklingen i omfanget af spild, korigeret i forhold til byggeomkostninger og byggeaktivitet, benævnt 'Byggeriets Spildindeks v. 2020' (version 2020), baseret på data fra Byggeskadefonden, Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse, Byggeriets Evaluerings Center og Byggeriets Ankenævn. Ændringen i spildindekset fra 2004 til 2019 svarer nogenlunde til stigningen i nettoprisindekset, en indikation af, at omfanget af spild ikke er øget i den pågældende periode, men altså heller ikke er mindsket. En opdateret opgørelse af omfanget af spild i kroner er ikke foretaget, da det vurderes mere sikkert at foretage, når datagrundlaget for indekset er udvidet med flere datakilder og mere detaljerede data i forhold til fx typer af spild. Vurderingen af at omfanget af spild i 2019 er omtrent det samme som i 2004, stemmer overens med nyere udenlandske studier. Når det gælder omfanget vil det afhænge af, om man primært opgør direkte afledte omkostninger, som i opgørelsen fra 2004 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004), eller om spild udvides til også at omfatte omkostninger som følge af at ressourcer ikke bruges optimalt, eller følgeomkostninger som fx at efterfølgende projekter forsinkes. I så fald skønnes omkostningerne at være 2-3 gange større. Et sådant mere komplet billede af omfanget og de forbundne omkostninger og

konsekvenser, vil til gengæld gøre opdateringen af svigtindekset mere komplekst. Det anbefales derfor i første omgang at holde den form for spild ude af Byggeriets Spildindeks v. 2020.



Figur 1 Byggeriets Spildindeks v. 2020 for perioden 2004-2019, korrigeret for udviklingen i byggeomkostninger og byggeaktivitet. Baseret på data fra Byggeskadefonden, Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse, Byggeriets Evalueringscenter og Byggeriets Ankenævn, vægtet i forhold til den datamængde de hver især repræsenterer. Basisår 2015.

Det har ikke været muligt at analysere om omfanget af spild hænger sammen med fx entrepriseform eller projektets størrelse (m² eller kroner), med det nuværende datagrundlag for spildindekset. Men flere af de datakilder, som er indeholdt i indekset, samt eksisterende datakilder, der i første omgang foreslås tilføjet (Den obligatoriske byggeskadeforsikring og Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed), ligger inde med data, der med tiden vil kunne gøre sådanne analyser mulige. Det samme gælder fx typer af og årsag til spild. Et forbedret datagrundlag vil gøre det muligt at opgøre de mest udbredte former for spild samt målrette indsatser i forhold til at nedbringe omfanget af spild, hvad enten det fx viser sig at handle om specifikke udførelsestekniske forhold, om et forbedret projektmateriale eller har dybereliggende organisatoriske eller strukturelle årsager.

Strategien om bæredygtigt byggeri indeholder en række tiltag, der har som mål at nedbringe CO₂-belastningen fra byggeriet. Ligeledes forventes den nye bæredygtighedsklasse i Bygningsreglementet samt anbefalingerne fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren at medvirke til at reducere CO₂-belastningen fra byggeriet. En reduktion af omfanget af spild vil medvirke til dette, men der findes ikke en enkel måde at omregne spild til CO₂ på. En metode til opgørelse af CO₂-belastning som afledt effekt af spild bør udvikles som led i de kommende års arbejde med udvikling af metoder til opgørelse af CO₂-belastning for henholdsvis nybyggeri og renovering. Som et første skridt foreslås en opgørelse af mængden af materialer ved bygge- og renoveringsprojekter, der går til spildev, omregnet i nogle hovedmateriale kategorier, hvorefter CO₂-belastningen opgøres baseret på miljøvaredeklarationer (EPD'er). Ønskes en mere fintmasket beregning er der brug for realistiske skøn på, hvordan omfanget af spild fordeler sig på byggeriets faser, hvilke former for spild der er de mest udbredte, hvor meget spild udgør pr. m² byggeri, og hvor mange og hvilke byggematerialer der går til spildev, fordi de går til under transport eller fordi de skal udskiftes/erstattes.

Det vurderes ikke realistisk på nuværende tidspunkt at lave en systematisk registrering, der er mere detaljeret end hvad der kan hentes i eksisterende datakilder, evt. udvidet med data fra forsikringsselskaber, samt mangellister fra offentlige byggerier eller en byggeskadeordning for offentligt byggeri. Det begrundes dels i kommerciel fortrolighed omkring visse former for data, dels fordi det er tvivlsomt om arbejdet står mål med den mulige gevinst i form af øget indsigt. Endvidere vil virksomhedsbaserede opgørelser af spild ofte være fragmenterede og opgjort på forskellig vis, særligt i komplekse entrepriseformer, med mange parter og forsyningskæder. Det peger på et behov for at udvikle mere sammenhængende begreber, klassifikationer og databaser.

Spild som det blev opgjort i det oprindelige svigtindeks fra 2007 og som det opgøres i Byggeriets Spildindeks v. 2020, fokuserer på produktspild, dvs. en mangel eller et svigt i den færdige, fysiske bygning. Men det nye udvidede spildbegreb omfatter også spild fx i form af en uhensigtsmæssig brug af ressourcer, eller en uhensigtsmæssig byggeproces i det hele taget. Det understreger behovet for at arbejde både med kvalitative og kvantitative data for at vurdere omfanget af spild, herunder forstå årsager og pege på mulige løsninger. Endvidere peges på brugen af værktøjer som 'Failure mode and effects analysis' (FMEA), der kan estimere systematisk mulige processvigt, samt deres mulige konsekvenser, ved at opstille risici ift. prioritet, vurderet på baggrund af sandsynlighed og alvor. Det kræver dog, at begreber som spild og omarbejde defineres entydigt.

Årsager til og løsningsmekanismer i forhold til spild

For at afdække processpild og for at indhente opdateret viden om årsager til spild samt mulige løsninger, er der gennemført en række interviews og gennemgået videnskabelig litteratur. Analysen af litteratur og interviews viser et stort sammenfald, både når det gælder årsager til spild og forslag til, hvordan eller hvor der kan sættes ind.

Analysen peger på at spild og omarbejde især hænger sammen med:

- For lidt samarbejde, bl.a. som følge af, at der er forskel på, hvordan aktørerne tjener penge.
- At der ikke afsættes tilstrækkeligt med ressourcer tidligt i projektfaserne, og at de forskellige aktører bliver involveret på et forkert tidspunkt med videnstab til følge.
- For meget fokus på laveste udbudspris, hvilket ikke er en garanti for det billigste byggeri i sidste ende.
- For stort tidspres med manglende kvalitet i udførelsen som resultat.
- Uklare aftaler og dårligt udført projektmateriale.
- Bygherres manglende kompetencer eller at rådgiver ikke tilpasser sin rådgivning til bygherres kompetencer.
- Ikke tilstrækkeligt uddannet arbejdskraft.
- At byggebranchen overordnet set har misforstået nogle grundlæggende koncepter ved digitalisering og derfor ikke udnytter dets potentiale i tilstrækkelig grad.
- Fejl eller udeladelser i designfasen, som følge af utilstrækkelig kvalitetsstyring og erfaringsopsamling.
- Mangelfuld byggeledelse, planlægning og tilsyn under selve udførelsen.
- De mange ændringer, der sker undervejs i et byggeri, hvad enten de skyldes ønsker fra bygherre eller designfejl (rådgivers eller udførendes, afhængig af entreprisformen), da de ofte fører til manglende motivation og engagement.
- At det almene tekniske fælleseje overordnet set udnyttes alt for lidt i forbindelse med projektering, samt at det ikke har været muligt at lave egentlige målinger af effekten af konkrete initiativer, fx Det Digitale Byggeri, Værdibyg eller Lean.

Manglen på standardiserede definitioner af omarbejde betyder endvidere, at det er svært at skabe et effektivt benchmarkingsystem, der kan medvirke til kontinuerlige forbedringer af byggeprocessen.

Af løsningsmekanismer bl.a. peges på:

- Øget (længerevarende) samarbejde, fx i form af partnerskaber, med tidlig inddragelse af alle parter og en procesorienteret tilgang, for at øge videndeling og kommunikation, og som modsvar til byggeriets konkurrenceudsættelse og udbudsformer.
- Alternative udbudsformer med fokus på værdisætning, risikoafdækning og totaløkonomiske perspektiver.

- Behovet for, at aktørerne mander op i opstarten af de enkelte faser, og at der sikres et gennemarbejdet projektgrundlag, da det spiller en væsentlig rolle i forhold til at nedbringe spild i de senere projektfaser. Tidlig inddragelse anses dog ikke altid som en fordel, idet der så kan komme for meget fokus på, *hvordan* der skal bygges, på et tidspunkt, hvor det ikke er afklaret, *hvad* der skal bygges.
- Behovet for, at ledelsen kommunikerer mere/bedre for at sikre motiverede medarbejdere, særligt i forhold til ændringer i projektet, ligesom der peges på behovet for ledere med en byggeteknisk forståelse.
- En større grad af transparens i forhold til fejl, mangler og omarbejde med fokus på at identificere og løse problematikker så hurtigt som muligt og uden, at der opstår negative konsekvenser eller yderligere eskaleringer. Udfordringen kan være, at data af forretningsmæssige overvejelser ikke nødvendigvis ønskes stillet til rådighed.
- Mere fokus på logistikken på og til/fra byggepladsen samt etablering af centrale distributionscentre for byggevarer for at nedbringe såvel proces- som produktspild.
- Forbedrede kompetencer hos bygherrer kombineret med, at rådgivere bliver mere bevidste om, at bygherrer ikke nødvendigvis ved ret meget om byggeri.
- Behovet for at skabe bevidsthed om bygherrens rolle i forhold til IKT-bekendtgørelsen og byggeriets digitalisering.
- Øget brug af digitalisering for at fremme deling af viden og information med henblik på at der bruges færre ressourcer på omarbejde, fordi fejl i højere grad vil kunne opdages i designfasen.

I forhold til at skaffe et mere præcist billede af omfanget af spild samt for bedre at forstå årsager til spild peges på behovet for systematisk indsamlede data, der er tilstrækkeligt fint-maskede til at påvise omfanget af spild på forskellige kategorier. Endvidere at der udvikles mere sammenhængende begreber og klassifikationer, herunder en entydig definition af omarbejde. Der peges også på behovet for mere transparent og tilgængelig viden fra byggeprojekter, vel vidende at det typisk vil begrænses af kommerciel fortrolighed.

Forslag til indsatser

Det ligger uden for det foreliggende projekt at pege på, hvor mange af løsningsmulighederne fremhævet i interviews og litteratur, der skal gøres en indsats i forhold til, i hvilken rækkefølge og i hvilket tempo. I rapporten gives en række forslag til indsatser, der skal ses i sammenhæng med allerede iværksatte initiativer, som skal fremme videndeling og en smidig byggeproces, muliggøre benchmarking og vejlede byggebranchen i at vælge bygbare løsninger.

Øget forståelse

- En indsats for at sikre en gensidig forståelse af, hvorfor der løbende sker ændringer i et projekt, for at undgå, at motivation og manglende engagement påvirker forløbet af byggeprojektet.
- At der i byggeriets grundskoler i højere grad formidler en forståelse af hvorfor der opstår afvigelser, hvornår de opstår, samt hvorfor disse leder til spild.
- En indsats for at hjælpe især engangs- eller førstegangsbymaster med at klargøre deres behov og hvordan det passer sammen med budgettet.
- En indsats for at især bygherrer forstår hvad digitalisering betyder og hvad gevinsten af det er.
- Større fokus på digitalisering som et værktøj til at fremme videndeling og kommunikation, samt til at øge sikkerheden på arbejdspladsen.

- Entydig definition af omarbejde og hvad der er omfattet af spild.
- Analyse af de mest udbredte former for, omfang af, og årsager til især processpild i de forskellige faser.
- Analyse af specifikke årsager til hvorfor, og under hvilke forudsætninger, proces- og produktspild opstår, ved at kvantificere sammenfald i bestemte tendenser
- Et initiativ til at skabe data, som kan identificere 'kvalitetsomkostninger', dvs. omkostninger forbundet med de problemer, som opstår før og efter at et produkt eller en service er leveret

Bedre beslutningsgrundlag

- En afdækning af, på hvilke områder byggebranchen ser en potentiel risiko for øgede problemer fremover i forhold til spild. Det kan ske i regi af eller i samarbejde med Det Stående Byggepanel, suppleret med spørgeskemaundersøgelser, workshops mv.
- Indhente mere detaljerede data fra kilder indeholdt i indekset for at kunne pege på hvilke former for spild, der er de mest udbredte
- Indhente data fra især den obligatoriske byggeskadeforsikring og Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed for at øge repræsentativiteten af grundlaget for spildindekset
- Udvide datagrundlaget til flere typer byggeri ved fx at opsamle digitale udtræk af mangellister fra offentlige byggerier afleveret til et centralt register eller etablering af en byggeskadeordning for offentligt byggeri.

I forhold til hvordan nedbringelse af spild kan reducere CO₂-belastningen fra byggeriet, peges på tiltag, der også er foreslået af Klimapartnerskabet for Bygge- og Anlægssektoren.

Forslag til virkemidler

- Tiltag der udbreder kendskab til Alment Teknisk Fælleseje (ATF) og dens rolle i byggeri, og gør ATF lettere tilgængelig for at sikre en øget brug, fx via en vidensportal
- En indsats for at motivere til, at håndværkerne løbende tager efteruddannelse og opdaterer deres viden

Samarbejdsaftaler, udbudsformer, tidlig involvering og brugerinddragelse

- Etablering af samarbejdsaftaler der tilskynder til bedre indtjeningsmulighed, så der ikke bliver gået på kompromis med hverken den frie konkurrence eller innovationshøjden.
- Fordeling af risici, fx ved at materialepriser fjernes som en konkurrenceparameter ved at bygherre leverer alle materialer.
- Øget brug af digitale værktøjer som støtte til bygherren i de indledende faser, hvor behov, totaløkonomi mv. afklares, for at reducere ændringer affødt af bygherre senere i projektet.
- En tosporet udbudsmodel, hvor aptering og råhus adskilles, for at tilgodese funktionskrav og bygbarhed i tidlig inddragelse.
- Øget fokus på værdisætning, risikoafdækning og totaløkonomiske perspektiver ved udbud.
- Et brancheinitiativ der fremmer en større åbenhed i det enkelte byggeprojekt i forhold til at anmelde forhold, der kan medføre spild uden at det skaber mistillid parterne imellem, fx i form af en whistle-blower funktion. Som supplement til tiltag på brancheniveau som fx Det Stående Byggepanel og Byggeriets Evaluerings Center.

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '1'.

1

INDLEDNING

1 INDLEDNING

Fejl og mangler medfører væsentlige værditab i byggeriet og har negative konsekvenser for bl.a. produktiviteten og ressourceforbruget. Det fører til øget CO₂-udledning, når fejl og mangler skal udbedres, og nye byggematerialer forbruges. Der er behov for systematisk viden om årsagerne til fejl og mangler, som kan kvalificere og målrette kommende indsatser.

Denne rapport sammenfatter hovedresultaterne fra myndighedsprojektet 'Indsats mod spild, svigt, fejl og mangler i byggeriet'. Projektets formål er at identificere forekomsten af spild, svigt, fejl og mangler i byggeriet (herefter benævnt under ét som 'spild', jf. bilag 2), herunder at indsamle data, som kan benyttes til at kvantificere spild og anvendes til at afgøre, i hvilken grad sådanne spild kan henføres til særlige faser, udbudsformer, bygningstyper, værktøjer mv. Desuden analyseres årsager til og konsekvenser af spild, og der udarbejdes anbefalinger til at nedbringe disse.

Specifikt har Bolig- og Planstyrelsen ønsket at få belyst de 10 mest væsentlige fejl, svigt og mangler i byggeriet målt på hyppighed og konsekvenser. Opgaven var også at identificere en række relevante karakteristika ved de fejl, svigt og mangler, der fremhæves. Endvidere skulle projektet levere en opgørelse over omfang af fejl, svigt og mangler i byggeriet, der for så vidt muligt er sammenligneligt med tidligere opgørelser over fejl, svigt og mangler, og efterprøve den økonomiske opgørelse af svigt til 12 mia. kr. om året, som BUILD tidligere har estimeret. Endelig skulle der på baggrund af undersøgelsen udarbejdes anbefalinger til indsatser mod fejl, svigt og mangler, fx uddannelsesmæssige, standardiseringsmæssige, politiske og branchedrevne tiltag eller initiativer.

Til det formål definerede BUILD følgende ni aktiviteter, samt udarbejdede nærværende rapport med fire bilagsrapporter:

1. Gennemførelse af beregning af spildindeks jf. metode beskrevet i SBi 2007:09 (afsnit 2.2, 2.4 og 2.5 i rapporten)
Bilag 1: Dokumentation af beregning af spildindeks
2. Definition og rubricering af spild (afsnit 2.1)
Bilag 2: Definition og rubricering af spild
3. Udvidelse af database for spildindeks (afsnit 2.3 og 2.6 samt bilag 1, afsnit 6)
4. Udvidet litteraturstudie (afsnit 3)
Bilag 3: Litteratursøgning – proces- og produktspild
5. Kvalitative interviews (afsnit 4)
Bilag 4: Interviewrapport
6. De mest udbredte former for spild (afsnit 5.1)
7. Udredning af 10 former for spild med potentiale for sikkerhedsmæssige og/eller økonomiske forbedringer (afsnit 5.1)
8. Analyse af årsager til og konsekvenser af spild (afsnit 5.2)
9. Forslag til indsatser mod spild (afsnit 6)

Denne rapport forholder sig til alle ni aktiviteter og sammenfatter, hvad projektet er kommet frem til på hver af disse. For flere af aktiviteterne vedkommende er udarbejdet baggrundsrapporter, vedlagt som bilag, der går i dybden med de gennemførte analyser og studier, herunder de anvendte analysemetoder. Flere af aktiviteterne hænger naturligt sammen, og som indikeret i listen ovenfor, rummer rapporten derfor fem hovedafsnit. Afsnit 2, 3 og 4 ser på omfang og årsager til spild ud fra hvad henholdsvis spildindekset, den nyeste videnskabelige litteratur samt interviews med repræsentanter for den danske byggesektor, kan fortælle.

I afsnit 5 sammenholdes problemfelter og årsager, som henholdsvis litteraturen og interviews peger på, og der ses på mulige konsekvenser. Afsnit 6 giver, med udgangspunkt i de løsningsmuligheder som litteraturen og interviews fremhæver, samt læringen af det opdaterede svigtindeks muligheder og begrænsninger, en række forslag til indsatsområder, med reference til igangværende initiativer for at imødegå spild m.m.

SPILDINDEKS

2 SPILDINDEKS

2.1 Definition og rubricering af spild

Projektet har indeholdt en begrebsafklarende analyse for at få redegjort for de eksisterende definitioner, der knytter sig til forskningsfeltet omkring svigt m.m. (bilag 2). Analysen har endvidere været en del af grundlaget for strategien for litteraturstudiet (afsnit 3), samt udformningen af spørgerammen for interviews (afsnit 4). Endvidere er arbejdet med at rubricere det anvendte sprogbrug det første skridt mod et klassifikationssystem til kvantitativ opgørelse af proces- og produktspild. Ved at inddеле observationer i forhold til klasser kan der fx sorteres på processpild alene, eller foretages en opgørelse af spild fordelt på projektfaser. Ved at lave en klassificering på baggrund af begrebsdefinitioner og begrebernes indbyrdes følgevirkning, kan en opgørelse af en bestemt type begreb være med til at indsnævre konkrete årsager til spild, samt hvorfor de opstår. Med følgevirkning menes, at en fejl begået af en person kan medføre en defekt, der kan lede til et svigt. Afsnit 1.3 i bilag 2 indeholder et eksempel på en praktisk anvendelse af det foreslåede klassifikationssystem.

Analysen har ført frem til, at begrebet 'spild' vurderes at være mere dækkende end 'svigt' og derfor anvendes dette som et hovedbegreb i projektet. Begrebet 'spild' er jf. Den Danske Ordbog *"unyttig, uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse eller forbrug af noget så (noget af) dette forsvinder eller går tabt."*, og dækker således over en række beslægtede begreber, herunder bl.a. 'fejl', 'mangler' og 'svigt'. Svigt kobles typisk sammen til forhold i den færdige bygning, der ikke er i orden, dvs. en kvalitet, der ikke er tilstede, mens spild også dækker over en uhensigtsmæssig byggeproces, der kan lede til at tidsplan og budget overskrides; forhold der ikke nødvendigvis giver sig udslag i den færdige bygning, men som omvendt kan være et udtryk for en uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse af ressourcer.

I den internationale litteratur fremfundet i forbindelse med litteraturstudiet (afsnit 3) ses begreberne 'deviation', 'criticality' og 'rework' ofte anvendt. 'Deviation' (afvigelse) udtrykker, at et produkt eller et resultat ikke til fulde lever op til alle krav, uden at der nødvendigvis er tale om et svigt, mens 'criticality' ses benyttet som mål for graden af svigt i et produkt, proces eller service i forhold til at efterkomme de aftalte specifikationer. Endelig er behovet for at foretage 'rework' (omarbejde) et udtryk for afvigelse i kvalitet, manglende kvalitet, uoverensstemmelse eller (kvalitets)fejl. 'Rework' opfattes som ekstraarbejde, fordi det ikke blev gjort godt nok første gang. 'Spild' vurderes på den baggrund at være et retvisende begreb, da man også i den internationale litteratur inkluderer andre forhold, end hvad der dækkes af begrebet 'svigt'. Inspireret af den internationale litteratur bør det overvejes at differentiere graden af spild i forhold til dets konsekvenser for kvalitet, økonomi, sikkerhed, osv., i forbindelse med at prioritere indsatsen for nedbringelse af spild

2.2 Ny beregning af spildindeks

Det oprindelige indeks beskrevet i (Nielsen & de Place Hansen, 2007), er baseret på data fra følgende kilder:

- Byggeskadefonden og Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse, udtrykt som den andel af eftersete bygningsdele, hvor der er registreret svigt.
- Byggeriets Evalueringscenter, udtrykt som antal mangler pr. mio. kr. i entreprisenum.

- Byggeriets Ankenævn, udtrykt som antal indkomne sager pr. mio. kr. i byggeaktivitet på privatkundemarkedet.
- Foreningen af Rådgivende Ingeniører (FRI) og Danske Arkitektvirksomheder (DanskeArk), udtrykt som antal skader omfattet af den professionelle ansvarsforsikring i forhold til den samlede byggeaktivitet.

Et indeks kan benyttes til at følge en udvikling over tid på baggrund af uensartede tal fra forskellige kilder; i denne sammenhæng for at sammenligne data, der opererer med forskellige udtryk for spild (svigt, mangler, skader) og forskellige økonomital mv. For hver datakilde er der udarbejdet et delindeks, som beskrevet i bilag 1 og disse delindekser samles så til et samlet spildindeks.

Opdateringen af spildindekset bestod først i at fremskaffe data fra de nævnte kilder for perioden 2007 – 2019, som beskrevet i bilag 1, således at et årligt spildindeks kunne beregnes for hver af årene fra og med 2004. Endvidere blev grundlaget for beregningen af de enkelte delindeks vurderet. I den forbindelse blev det besluttet at lade data fra FRI og Danske Ark udgå af indekset, idet medlemmerne af de to organisationer siden 1. januar 2016 (DanskeArk) og 1. januar 2017 (FRI) selv tegner ansvarsforsikring, og FRI/Danske Ark derfor ikke længere ligger inde med data vedrørende skader.

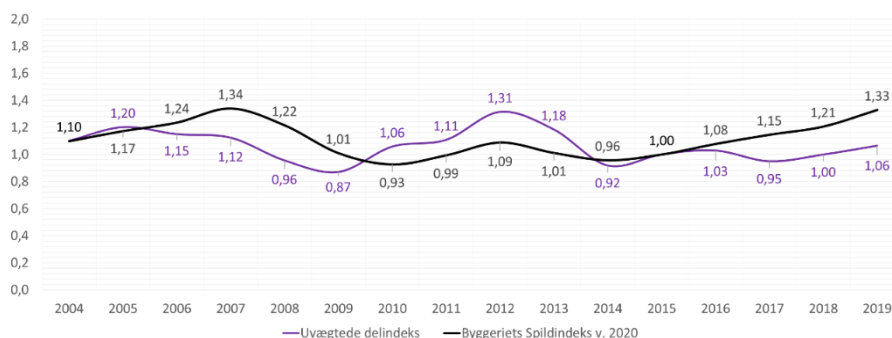
Det blev også vurderet, bl.a. efter drøftelse med følgegruppen, at fastholde at delindeks for Byggeriets Ankenævn (BA) skulle relateres til omsætningen på privatkundemarkedet, dog således, at antal sager med medhold skulle indgå, og ikke det totale antal sager, som i (Nielsen & de Place Hansen, 2007), idet forbrugerne kun får medhold, hvis der vurderes at være en mangel. Om der i de sager, hvor klager ikke får medhold, og der derfor ikke kan siges at være tale om en mangel, så er tale om et svigt, kan ikke afgøres. Det vil kræve en nærmere analyse af enkeltsager i samarbejde med BA. BA vedrører segmenter, hvor der er tale om forbrugere, der har fået udført arbejde på bolig eller sommerhus (nybyg eller renovering).

I (Nielsen & de Place Hansen, 2007) indgik data fra Dansk Byggeris konjunkturanalyse (Dansk Byggeri, 2005), i form af posterne 'Hovedreparation af boliger' og 'Reparation og vedligeholdelse af boliger' som udtryk for omsætningen på privatkundemarkedet. Men da Byggeriets Ankenævn behandler klager fra forbrugere, er det vurderet, at det er mere relevant at basere delindekset på data vedrørende privates forbrug på reparation og vedligehold af egen bolig, inkl. sommerhus (DST, 2021a). I øvrigt opdateres førnævnte tal fra Dansk Byggeri ikke længere.

Ved udviklingen af det oprindelige indeks (Nielsen & de Place Hansen, 2007) blev der ikke fundet et rationelt grundlag for at differentiere en vægtning af de forskellige kilder, primært fordi udviklingen i indekset kun i mindre grad var følsomt over for ændringen i vægtningen. Ved beregningen af spildindekset version 2020 ses tilsvarende en begrænset følsomhed, men som forberedelse til, at indekset på længere sigt udvides med flere datakilder (afsnit 2.3), er der sket en vægtning af data fra de fire resterende kilder. Vægtningen er sket i forhold til, hvor mange sager de repræsenterer, ligesom det samlede, vægtede indeks for et givent år er sammenstillet med den samlede byggeaktivitet, samt de samlede byggeomkostninger, for at tilgodese, at såvel byggeaktivitet som omkostninger varierer fra år til år. Resultatet af denne genberegning og opdatering af indekset fremgår af Figur 2, sammenholdt med en genberegning, der følger metoden fra 2007 (Nielsen & de Place Hansen, 2007), dvs. uden vægtning af delindeks og uden at være sammenholdt med udviklingen i byggeaktivitet og byggeomkostninger. For en detaljeret dokumentation af opdateringen henvises til bilag 1.

Det opdaterede spildindeks, herefter betegnet 'Byggeriets Spildindeks v. 2020', dækker perioden 2004 til 2019, hvor der findes data for alle de indgående datakilder. Perioden 2009 til 2019 er særligt interessant, fordi spildindekset ikke skævvrides i forhold til ekstraordinære

hændelser som finanskrisen i 2007-2008, og det er derved en indikation af udviklingen af spild under relativt neutrale betingelser. 2015 er valgt som basisår for Byggeriets Spildindeks v. 2020, idet Danmarks Statistik anvender det som reference for byggeomkostningsindekset, som indgår i spildindekset.



Figur 2: Byggeriets Spildindeks v. 2020 for perioden 2004-2019 med basisår 2015. Dels vist i den endelige version, dels i en version ('uvægtede delindeks'), hvor der ingen vægtning eller indeksering er foretaget, hverken i forhold til den enkelte datakildes størrelse (antal sager), byggeaktivitet eller byggeomkostninger. Perioden 2009-2019 er kendetegnet ved at være en periode uden ekstraordinære hændelser (finanskriser o.lign.).

Figur 2 viser en stigning i indekset fra 1,01 til 1,33 i perioden 2009 til 2019, eller 32 %, men også at der ikke har været en jævn stigning i perioden. Stigningen i perioden frem til 2012 og i de seneste år vurderes at være et udtryk for stigende omkostninger som følge af øget travlhed i byggeriet, som igen udløser et stigende spild, i og med at indekset v. 2020 tager højde for den løbende udvikling i byggeaktivitet og byggeomkostninger.

2.3 Udvidelse af database

Det er undersøgt hvordan Byggeriets Spildindeks v. 2020 kan blive mere repræsentativt ved at inddrage flere datakilder end de nuværende. Endvidere er det undersøgt om detaljeringsgraden af data kan øges, fx for at kunne undersøge, om entreprisformen har betydning for omfanget af spild. Til det formål udviklede BUILD en "ønskeliste" (se Tabel 1), som blev brugt til at vurdere datakilders relevans for spildindekset. Med "ønskeliste" menes, at det er de former for data det i en ideel verden er relevant at have adgang til, vel vidende at der kan være stor forskel på, i hvor høj grad de enkelte datakilder kan leve op til det. For at bedre kunne sammenligne på tværs af kilder – såvel nuværende som kommende – er det vigtigt at nogle grundlæggende parametre går igen i alle kilder: forventet og realiseret budget, forventet og realiseret tidsplan samt omfang af det byggede, opgjort i m². Disse er markeret med (*) i Tabel 1.

Tabel 1: Data som efterspørges med henblik på at øge detaljeringsgraden af databasen for Byggeriets Spildindeks v. 2020. Et antal særligt centrale data er markeret med (*).

Data	Bemærkninger
Grundlæggende data	
Antal sager på årsbasis	Dvs. hvor der er oprettet en sag, klage e.l.
Antal sager med medhold	Relevant hvis datakilde er en klageinstans, en forsikringsordning e.l.
Samlet antal m ² som sagerne vedrører (*)	Kan fungere som grundlag for at vægte delindeks
Specifikke data	
Alvoren af svigt, skade, ...	Opdelt i forskellige klasser

Typen af svigt, skade ...	Fx relateret til en bestemt bygningsdel
Årsag	Fx om det er en udførelsesfejl, jo mere specifikt beskrevet jo bedre
Fase i byggeriet hvor svigt, skade ... er opstået/registreret	Fx om det i projekterings-, udførelses- eller driftsfasen
Type af byggeri	Fx enfamiliehuse, etageboliger, nybyggeri, ombygning ...
År	Hvornår sagen/klagen/ ... blev indberettet
Start- og slutdato for byggeprojektet (*)	Forventet og realiseret tidsplan; for at kunne sammenholde spild med tidsforsinkelse
Entrepriseform	Fx hovedentreprise eller fagentreprise
Ejerforhold	Fx privat/offentlig bygherre
Bygge-/projektsum (*)	Forventet og realiseret budget; for at kunne sammenholde spild med overskridelse af budget
Geografisk placering	Fx postnummer eller kommune

For at øge repræsentativiteten af spildindekset har følgende datakilder været under overvejelse:

- Den obligatoriske byggeskadeforsikring
- Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed
- Forsikringsselskaber
- Huseftersynsordningen
- Ankenævnet for tekniske installationer

I første omgang foreslås det at udvide spildindekset med data fra de to førstnævnte, der begge vurderes som valide og pålidelige, ligesom de vil kunne øge repræsentativiteten af data, da de dækker andre segmenter af byggeriet end byggeskadefondene og Byggeriets Ankenævn. For begge de nævnte kilders vedkommende kan hovedparten af data listet i Tabel 1 fremskaffes, om end det for en del datas vedkommende vil kræve en gennemgang af sagerne. I nogle tilfælde er der ikke garanti for, at data foreligger på sagen. Muligheden for at inkludere data fra forsikringsselskaber skal undersøges nærmere, bl.a. inspireret af en svensk analyse (Boverket, 2018), da det kan medvirke til at målrette indsatsen med spild, mens Ankenævnet for tekniske installationer ikke råder over relevante data. Huseftersynsordningen er i første omgang valgt fra, da den rummer samme type sager som den obligatoriske byggeskadeforsikring.

I forhold til de eksisterende fire datakilder, kan alle de nævnte data i Tabel 1 fremskaffes fra Byggeskadefonden ved træk på deres databaser. Billedet er det samme for Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse, med nogle få undtagelser. Fx registreres ikke, i hvilken fase af byggeriet at spildet opstår. For data fra Byggeriets Evalueringscenter og Byggeriets Ankenævn er detaljeringsgraden væsentlig mindre, fx rummer ingen af kilderne data vedrørende type af eller årsag til spild, hvilket naturligvis hæmmer muligheden for at få et samlet billede af disse to centrale kategorier.

I forhold til datatyperne markeret med * i Tabel 1 gælder det ligeledes, at kun nogle af de undersøgte datakilder råder over disse data i dag.

Se bilag 1, afsnit 6 for detaljer vedrørende tilgængelige data. I forhold til, hvordan den udvidede datamængde kan organiseres henvises til omtalen af et klassifikationssystem i afsnit 2.1 og bilag 2.

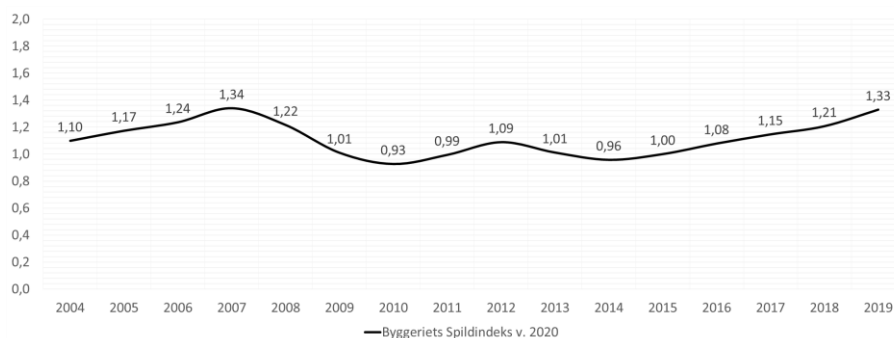
2.4 Opgørelse af økonomiske konsekvenser af spild

I (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004) er beskrevet en metode til at beregne de økonomiske konsekvenser af svigt, opdelt på direkte omkostninger som følge af svigt (fx ødelagte materialer), følgeomkostninger i form af ineffektiv udnyttelse af arbejdskraft, byggematerialer og materiel, velfærdstab, og kapitaltab som følge af forsinkelser. Metoden ser altså ikke kun på omkostninger, der kan knyttes til produktspild, men ser også på processpild og er derfor "forberedt" for den udvidede definition af spild, der benyttes i det foreliggende projekt. I den oprindelige analyse blev følgeomkostninger dog sat lavt i erkendelse af at data manglede.

Det har været et ønske at få foretaget en opdatering af beregningen, baseret på det opdaterede indeks og metoden beskrevet i (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004), men en sådan beregning er ikke udført i det foreliggende projekt, primært af følgende grunde:

- Grundlaget for fastlæggelse af de parametre, der udtrykker direkte omkostninger og følgeomkostninger relateret til svigt er fortsat usikkert, da tilstrækkeligt detaljerede studier ikke foreligger
- Beregning bør afvente at nye datakilder, beskrevet i afsnit 2.3, indarbejdes i indekset, idet indekset så vil være mere repræsentativt og dermed retvisende
- Ligeledes vil det være relevant at se nærmere på de metoder, som er anvendt i de udenlandske studier nævnt nedenfor, da de i deres vurderinger af de økonomiske konsekvenser i inkluderer skøn på afledte omkostninger.

Som beskrevet i afsnit 2.2 er der i metodikken for Byggeriets Spildindeks v. 2020 indregnet en indeksering i forhold til udviklingen i byggeaktivitet og byggeomkostninger, dvs. den udvikling, der ses i Figur 3 indeholder en prisindeksregulering. I 2019 er indekset 1,33 eller 21 % højere end i 2004 (1,10). Nettoprisindekset er i perioden 2004 til 2019 steget 26% (DST, 2021b); umiddelbart synes udviklingen i Byggeriets Spildindeks v. 2020 derfor at have fulgt den generelle prisudvikling. Det er dog ikke det samme som at sige, at der ikke skal gøres noget for at nedbringe omfanget af spild, hvilket understøttes af udenlandske studier, der bl.a. har forsøgt at kvantificere følgeomkostninger.



Figur 3: Byggeriets Spildindeks v.2020 for perioden 2004-2019, med 2015 som basisår. Beregnet som beskrevet i afsnit 2.2 og bilag 1.

Udenlandske studier af omfang af spild er yderst sparsomme; der kan primært peges på svenske og australske studier. De australske studier, senest rapporteret i (Love & Smith, 2018) peger på at direkte og indirekte omkostninger samlet set kan udgøre op til ca. 12 % af byggesummen, dvs. på niveau med de 10 % som blev skønnet i analysen fra 2004 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004). De australske studier, baseret på 161 byggeprojekter, peger på at fordelingen mellem direkte omkostninger og følgeomkostninger er 50/50, en fordeling som kan genfindes i svenske studier (Boverket, 2018), mens følgeomkostninger blev

sat meget lavt i (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004), hvorved resultatet ikke er direkte sammenlignelige med omkostningerne opgjort i de udenlandske studier. Følgeomkostninger dækker tab for virksomheden som følge af at andre projekter forsinkes, fx kontrakter der ikke kan overholdes, eller tab af goodwill.

Det svenske studie sætter de samlede omkostninger noget højere end de australske studier, idet direkte omkostninger og følgeomkostninger hver skønnes at udgøre 7-11 % af byggesummen, i alt 14-22 %. Direkte omkostninger er således på niveau med det oprindelige danske skøn fra 2004 (10 %). Svenskerne har – i modsætning til de australske og danske studier – også set på omkostninger knyttet til ineffektiv ressourceanvendelse, som alene skønnes at udgøre 10 %. Den ineffektive ressourceanvendelse vurderes primært at være knyttet til ineffektiv udnyttelse af arbejdstiden, og afspejler hvor godt (eller mindre godt) at projektorganisationen, samt projektledelse og -planlægning fungerer. De totale omkostninger i det svenske regnestykke skønnes således at svare til 24-32 % af byggesummen (Boverket, 2018). Overført til danske forhold skulle de totale omkostninger således være 2-3 gange større end tidligere skønnet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004). Det stemmer godt overens med Neve et al. (2020), der skelner mellem værdiskabende tid og tid brugt på andet arbejde, fx intern transport på byggepladsen af materialer og materiel, drøftelse af tegninger, og ventetid som følge af at der skal foregå for mange ting samme sted på samme tid; aktiviteter der på renoveringsopgaver skønnes at udgøre op til 2/3 af den forbrugte tid. I praksis kan man ikke undgå sådanne aktiviteter 100 %, men der vil givet være noget at hente på at have mere fokus fx på logistik på byggepladsen.

Ved at inddrage spildtid i form af ineffektiv udnyttelse af arbejdstiden, fås et mere komplet billede af omfanget og de forbundne omkostninger, til gengæld bliver opdateringen af svigtindekset langt mere komplekst. Det anbefales derfor i første omgang at holde den form for spild ude af indekset.

2.5 Omregning af spild til CO₂

De data, der ligger til grund for Byggeriets Spildindeks v. 2020, er ikke tilstrækkeligt fintmasket til at omregne spild til CO₂. Det ville bl.a. kræve realistiske skøn på, hvordan omfanget af spild fordeler sig på byggeriets faser, hvilke former for spild, der er de mest udbredte, hvor meget spild udgør pr. m² byggeri, og hvor mange og hvilke byggematerialer der går til spildev, fordi de går til under transport eller fordi de skal udskiftes/erstattes. Ligeledes er det ikke via litteraturen (afsnit 3) eller interviews (afsnit 4) muligt at identificere data med en detaljeringsgrad, der gør en sådan omregning mulig. Se også afsnit 5.1.

Branchefolk peger på, at en nedbringelse af CO₂ grundet spild vil kræve indsatser på flere fronter samtidigt, fx at omfanget af spild reduceres, at der anvendes mere bæredygtige materialer, at logistikken forbedres, sådan at materialer modtages, når de skal bruges og ikke flyttes mere rundt på byggepladsen end højst nødvendigt, en øget elektrificering af varevogne og lastbiler, m.m. Ved at forbedre logistikken vil materialespildet reduceres og dermed CO₂-belastningen, ligesom der spares penge. Det vil også give mindre frustration på byggepladsen, fordi der er færre materialer der skal kasseres, og behovet for at bestille nye og vente på at de kommer, bliver mindre. Alt i alt vil det bidrage til et mere bæredygtigt byggeri. Brugen af den nye frivillige bæredygtighedsklasse (<https://baeredygtighedsklasse.dk/>), introduceret som et supplement til bestemmelserne i Bygningsreglementet (BR), forventes at kunne reducere CO₂-udslippet fra byggeriet. Bæredygtighedsklassen forventes fra 2023 at blive indført som krav i BR og indeholder bl.a. krav om brug af livscyklusvurdering, at ressourceanvendelse på byggepladsen dokumenteres, samt at der er foretaget en totaløkonomisk analyse; forhold der alle vil påvirke valget og forbruget af byggematerialer mv. Ligeledes vil initiativerne i den netop offentliggjorte Strategi for Bæredygtigt Byggeri (Indenrigs- og

Boligministeriet, 2021) samt anbefalingerne fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2020) medvirke til at reducere CO₂-belastningen fra byggeriet.

2.6 Forbedring af datagrundlag

Afsnit 2.3 beskriver data, som vil gøre det muligt at foretage mere detaljerede analyser af data fra såvel nuværende som fremtidige datakilder, herunder se på, om fx entrepriseformen har betydning for omfanget af spild, vel vidende at de forskellige kilder ikke opgør spild på samme måde. For at kunne sammenligne på tværs af kilder nævnes specifikt data vedrørende antal m², byggesum, samt start- og slutdato for byggeriet (se Tabel 1). I en fremtidig opdatering af indekset vil det gøre det muligt at vægte de enkelte delindeks i forhold til, hvor stor en del af den samlede byggeaktivitet de repræsenterer, målt i m² eller kr. Da det vurderes at være mere repræsentativt end antallet af sager, som det til gengæld er enkelt at opgøre.

En svensk undersøgelse af omfang og årsager til svigt (Boverket, 2018) inkluderer først og fremmest data fra forsikringsselskaber og lignende. Det forklarer, hvorfor der peges på vandskader som de mest almindelige og dyreste skader. Svenske myndigheder råder ikke over systematiske data, der knytter sig til byggeskader, og konkurrencehensyn betyder at entreprenører ikke ønsker at udlevere data. Sammenfattende peger de svenske erfaringer derfor primært på data fra forsikringsselskaber som værende relevante at få inkluderet i Byggeriets Spildindeks v. 2020, ud over de der allerede er skabt kontakt til, jf. afsnit 2.3.

Ud over at udnytte eksisterende datakilder kunne man udvide datagrundlaget til flere typer byggeri og dermed øge repræsentativiteten af spilddata, ved fx at opsamle digitale udtræk af mangellister fra offentlige byggerier afleveret til et centralt register eller etablering af en byggeskadeordning for offentligt byggeri, der indsamler den type data, som fremgår af Tabel 1.

I en ideel datamodel for opgørelse af spild, også med henblik på konvertering til CO₂-aftryk, bør det være muligt at opstille et ressourceindledt tidsforløb, som er inddelt efter projektfaser. Det bør ligeledes være muligt at udtrække, hvor stort budgettet har været til de forskellige faser, hvor meget materiale der er købt ind, og hvor meget af det der er blevet indbygget, hvor stor bemanningen har været, samt hvor mange afvigelser der har været. Derudover skal det være muligt at tilbageføre en afvigelse (et spild) til en årsag, hvilket kan ske via en klassificering af afvigelsen i forhold til, hvornår den er opstået, som argumenteret i bilag 2.

At gøre dette på en ensartet måde på tværs af projektyper er en væsentlig udfordring, hvor man gennem et komplekst system kan risikere en utilstrækkelig dataregistrering. Det skal derfor overvejes, hvor stor en fejlmargen man må forvente der vil være, samt hvor præcis den reelt behøver at være, før det er muligt at vurdere, hvilke tiltag der vil have den ønskede effekt (mindre spild). Den grundlæggende registrering af afvigelser som fører til spild, er meget kompleks, hvilket er en uundgåelig præmis i denne problematik. Det bør derfor overvejes hvor præcis man reelt behøver at være, for at opnå den indsigt, man ønsker – om udviklingen går op eller ned, samt hvad der forårsager og styrer den.

Det vurderes ikke realistisk på nuværende tidspunkt at lave en systematisk registrering, der er mere detaljeret end hvad der kan hentes i eksisterende datakilder, evt. udvidet med mangellister fra offentlige byggerier eller en byggeskadeordning for offentligt byggeri (jf. ovenfor). For det første kan det være en udfordring overhovedet at få mere detaljerede data, pga. kommerciel fortrolighed. For det andet er det tvivlsomt, om det arbejde, der vil ligge i at skulle involvere byggesagens parter, og sikre at data er repræsentative, står mål med den mulige gevinst i form øget indsigt og viden. I hvert fald ikke så længe effekten af at trække

flere tilgængelige data fra kilder, der allerede indgår i spildindekset, samt inkludere data fra to andre, eksisterende datakilder (jf. afsnit 2.3) ikke kendes.

LITTERATURSTUDIE OM PROCES- OG PRODUKTSPILD

3 LITTERATURSTUDIE OM PROCES- OG PRODUKTSPILD

Litteraturstudiet har haft til formål at undersøge, hvilke former for spild, der peges på som mest udbredte i publicerede, hovedsageligt engelsksprogede, videnskabelige artikler fra 2015 og frem (bilag 3). Det viste sig, at der kun i begrænset omfang er publiceret resultater i forhold til omfang og typer af spild, mens der kan findes en masse litteratur, der beskæftiger sig med årsager til spild, herunder i hvilket omfang anvendelsen af digitale bygningsmodeller (BIM; Building Information Modeling) kan benyttes til at nedbringe spild. Sammenfatningen af litteraturstudiet nedenfor er organiseret under tre hovedtemaer: Byggebranchens strukturer, Digitalisering og teknologianvendelse, og Vurdering af spild. Referencer er udeladt af hensyn til læsevenligheden; her må henvises til den fulde tekst i bilag 3.

3.1 Byggebranchens strukturer

Til trods for dens samfundsmæssige betydning er byggebranchen stadig kendetegnet ved komplekse forretningsprocesser og projektbaserede organiseringer med deraf følgende usikkerhed, risiko og manglende kvalitet. Kun en mindre del af byggebranchens aktører fokuserer ifølge litteraturen direkte på succeskriterier og risikoindikatorer, som ligger ud over et snævert fokus på budget, tid og kvalitet. Set i lyset af at de hyppige overskridelser af budget og tid, giver det god mening at fokusere på alternative udbudsformer, med fokus på værdisætning, risikoafdækning og totaløkonomiske perspektiver.

Der peges på at alle parter bør inddrages tidligt i processen for at øge videndeling og kommunikation (projektstartsmøder mv.), med henblik på at minimere bl.a. leveringer af fejlbehæftede og uegnede produkter på byggepladsen, og på et forkert tidspunkt i processen. På længere sigt peges på projektalliancer og længerevarende samarbejder med forsyningskæden som tiltag for at gøre byggeriet mere effektivt og ressourcebesparende. Endvidere, at ledelsespraksisser med fokus på indledende vurderinger af materialer, indkøbsplaner og koordinering af leverancer, er de faktorer som har den største indflydelse på produktiviteten i udførelsesfasen. Spild, fejl og mangler kan ofte relateres til overdragelser mellem de forskellige faser i byggeriet, hvor aktørerne overtager mange fejlbehæftede beslutninger og løsninger.

Det betyder at der skal fokuseres på en mere procesorienteret tilgang med fokus på planlægning og koordinering af effektive arbejdsstrømme. Specifikt ved løbende at advare, vurdere og indikere arbejdsstrømme med fokus på hastighed, stabilitet, kontinuitet i arbejdet, og forstyrrelser, som medfører spild, fejl og mangler. I den sammenhæng peges bl.a. på, at det er få virksomheder i byggebranchen, som vurderer deres 'kvalitetsomkostninger', forstået som interne og eksterne omkostninger før og efter at et produkt eller en service er leveret, fx omarbejde, materiale- eller processpild. Men også at adgang til sådanne data ofte begrænses af kommerciel fortrolighed.

Fejl eller udeladelser i designfasen, som følge af utilstrækkelig kvalitetsstyring og erfaringsopsamling, eller hyppige ændringer og beslutninger fra bygherres eller slutbrugernes side, som følge af bygherres manglende kompetencer, fremhæves som væsentlige årsager til spild. Der peges derfor på, at bygherre og slutbrugere bliver mere bevidste om deres krav/behov, men også at de bygningsprofessionelle er opmærksomme på, at bygherre ikke

nødvendigt er fuldt afklaret om sine behov når byggeprojektet igangsættes. Utilstrækkelige ressourcer og kompetencer ved opstart, manglende erfaring i designfasen, ukomplette tegninger og specifikationer, mangelfuld forståelse for bygbarhed og manglende projektranskning, samt mangelfuld byggeledelse, planlægning og tilsyn under selve udførelsen fører til øget omarbejde. Specifikt peges på, at byggeprocessen ofte igangsættes før projektet er klar til at håndtere de udførende processer, uden afholdelse af projektopstartsmøder, med hyppige afbrydelser, omarbejde, forsinkelser og komplikationer som resultat. Endvidere at projektlederen ofte har fokus på at finde en praktisk løsning, fremfor at finde hovedårsagen til problematikken. Samtidig betyder manglen på standardiserede definitioner af omarbejde, at det er svært at skabe et effektivt benchmarkingsystem, der kan medvirke til kontinuerlige forbedringer af byggeprocessen. Set fra udførendes side er de største risici, der kan påvirke tidsplan og budget, uklare aftaler og dårligt udført projektmateriale, herunder fejlbehæftede eller ukomplette tegninger. Hertil kommer udefrakommende faktorer som vejret, med mindre man anvender totalinddækning.

De mange ændringer der sker undervejs i et byggeri, hvad enten de skyldes ønsker fra bygherre eller designfejl (hvad enten de kan føres tilbage til rådgiver eller udførende, afhængig af entreprisformen), fører ofte til manglende motivation og engagement, som kan resultere i glemsomhed, uopmærksomhed, uhensigtsmæssige beslutninger/handlinger, lavere produktivitet og øget sandsynlighed for ulykker. Dette forstærkes en kultur med evigt tidspres og heftig konkurrence om pris. Langt hen ad vejen kan det løses ved en mere målrettet kommunikation, sådan at de forskellige aktører får en forståelse for, hvorfor der sker ændringer, og at de motiveres til selv at "blande sig" og melde tilbage, hvis de bliver opmærksomme på forhold, der kan føre til spild. Derudover peger undersøgelser på, at der er større risiko for budgetoverskridelser i projekter som oplever mangel på håndværksmæssig (kompetencedrevet) arbejdskraft. Endvidere at det fysiske og mentale krævende arbejdsmiljø er en udfordring i forhold til at fastholde en stabil arbejdskraft.

3.2 Digitalisering og teknologianvendelse

En øget integration af informations- og kommunikationsteknologi i byggebranchen og specifikt brugen af Building Information Modeling (BIM), fremhæves i litteraturen som et værktøj i "kampen" for at reducere spild i byggeriet, forudsat at der etableres en fælles platform, som alle parter kan tilgå, både bygherre, rådgivere, udførende og leverandører. BIM vurderes at kunne fremme deling af viden og information med henblik på at der bruges færre ressourcer på omarbejde, fordi fejl i højere grad vil kunne opdages i designfasen. Særligt kan BIM bidrage i forbindelse med komplekse forhold i udførelsen, og fordi behovet for ændringer af født af ønsker fra bygherre reduceres. BIM giver også mulighed for custom made production, hvilket vil mindske materialespild. Digitalisering skal også ses i forhold til et ønske om øget internationalisering af byggebranchen, hvor fælles digitaliseringsstandarder kan bidrage til at reducere fejl og mangler, der opstår som følge af sprogbarrierer o.l. En øget anvendelse af BIM kan ifølge litteraturen også medvirke til at øge sikkerheden på byggepladsen ved på et tidligt tidspunkt at identificere løsninger, der kan medføre en sikkerhedsrisiko. Der peges også på behovet for at arbejde med design reviews, have fokus på bygbarhed, og benytte et tracking system for at forhindre fremtidige forekomster af 'rework'. Det forudsætter dog, at der gøres et stykke arbejde for at sikre, at BIM bruges korrekt; beslutningstagerne mangler viden om, hvordan implementering af digitalisering kan skabe værdi i praksis, ligesom det kan være vanskeligt at navigere rundt blandt de mange digitale udbydere og platforme, om end der løbende sker en bedre integration af forskellige it-systemer. Endvidere vil kravene til uddannelse øges som følge af byggeriets digitalisering og den øgede

kompleksitet af standarder; forhold der særligt for små og mellemstore virksomheder er en udfordring.

3.3 Vurdering af spild

En række forskellige metoder til at opgøre spild præsenteres og anvendes i litteraturen, både kvalitative (fx interviews, feltstudier) og kvantitative (data fra databaser, forsikringsstatistik, årsberetninger, m.m.). Begge typer af data er nødvendige for at vurdere omfanget af spild, herunder forstå årsager og pege på mulige løsninger. En kvantitativ tilgang kunne være at analysere udgifter forbundet med omarbejde, fx ved hjælp af 'Total Field Rework Factor' (TFRF), hvor direkte omkostninger forbundet med omarbejde, divideres med de samlede byggeomkostninger for en given byggefase. Derved kan der beregnes en omkostningseffekt for omarbejde, for et givent byggeprojekt. I forhold til at kunne identificere og evaluere mulige svigttyper med henblik på at eliminere årsagen til svigt og afbøde konsekvenserne af disse, peges i litteraturen på 'Failure mode and effects analysis' (FMEA). FMEA estimerer systematisk mulige processvigt, samt deres mulige konsekvenser, ved at opstille risici ift. prioritet, vurderet på baggrund af sandsynlighed og alvor. FMEA kan derfor ses i sammenhæng med begrebet 'criticality' nævnt i afsnit 2.1. Før værktøjer som TFRF og FMEA kan vise deres værd, er det dog nødvendigt med en entydig definition af omarbejde, og en enkel måde at opgøre det på.

Flere forskellige analyser anvendes til statistisk behandling af data for at påvise sammenhænge eller mangel på samme (variansanalyse), fx mellem graden af omarbejde og type af byggeri, eller til at rangordne forskellige årsager (fejlkilder) til omarbejde (Spearman rank-order correlation). Sidstnævnte kan også anvendes til at se om rangordningen er den samme, uanset om data sorteres efter fx bygningstype eller projektstørrelse, for at se om de typiske årsager til spild er de samme på tværs af projektkarakteristika. Både variansanalyse og rangordning anvendes i dette projekt i forbindelse med analysen af interviews (afsnit 4). Andre eksempler på analysemetoder omtalt i litteraturen, er stianalyse ('path analysis' eller 'root cause analysis'), der er egnet til at analysere årsagssammenhænge, samt Markovkæder, der beskriver en talfølge af mulige begivenheder, hvor sandsynligheden af hver begivenhed udelukkende afhænger af det, som bliver opnået ved den foregående begivenhed. Det kan fx være relevant i en driftssituation, i forbindelse med en vurdering af, om en bygningsdel skal inspiceres før den udskiftes, om den skal udskiftes uden inspicering, eller om der intet skal gøres. Hver af disse handlinger medfører en økonomisk risiko af en vis størrelse, akt efter hvornår bygningsdelen sidst blev inspiceret.

Dataindsamling kompliceres af, at opgørelserne af svigt ofte vil være fragmenterede og opgjort på forskellig vis, særligt i komplekse entrepriseformer, med mange parter og forsyningskæder. Det peger på et behov for at udvikle mere sammenhængende begreber, klassifikationer og databaser. Endvidere peger litteraturen på, at data, der kan påvise omfanget af 'rework' og spild, samt identificere deres indflydelse på virksomheders indtjening mangler, hvilket ofte skyldes kommerciel fortrolighed. Kun få virksomheder i byggebranchen vurderer deres 'kvalitetsomkostninger', defineret som omkostninger forbundet med de problemer, som opstår før og efter, at et produkt eller en service er leveret, fx udgifter til omarbejde eller materialespild eller omkostninger relateret til kontraktuelle krav. Øget fokus på kvalitetsomkostninger vil kunne forbedre kvaliteten af det byggede, reducere omkostningerne og give byggebranchen et bedre renommé. Tankesættet omkring fejl, mangler og omarbejde skal ændres, så der opnås en større grad af transparens med fokus på at identificere og løse problematikker så hurtigt som muligt, og uden at der opstår negative konsekvenser eller yderligere eskaleringer. I praksis er det imidlertid ikke så enkelt, da forretningsmæssige overvejelser betyder, at data ikke nødvendigvis ønskes stillet til rådighed.

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '4'.

4

KVALITATIVE INTERVIEWS

4 KVALITATIVE INTERVIEWS

Der er udført interviews med tre rådgivere, to entreprenører, to bygherrer, en softwareudvikler, en leverandør, en forsker og en forsikringsrepræsentant, se bilag 4 for detaljerne. Formålet med interviewene var at skabe et kvalitativt grundlag for at identificere forekomsten af spild i byggeriet, herunder i hvilken grad sådanne spild kan henføres til særlige faser, udbudsformer, bygningstyper, værktøjer mv. Det skete ud fra en overordnet tematisering, hvor der blev spurgt til, hvordan eller i hvor høj grad henholdsvis programmeringsfasen, udførelsesfasen, eksterne aktører og byggebranchens strukturer medfører processpild. Fokus i interview kom derfor til at være på problemfelter som udtryk for underliggende problematikker, samt løsningsmekanismer, som faktorer der kan afhjælpe problemfelter. Ud fra en forventning om, at hvis de problematikker, der kendetegner byggeriet løses, så vil man også nedbringe omfanget af spild.

Sammenfattende peger en simpel statistisk analyse af respondenternes udtalelser på de 10 problemfelter og 10 løsningsmekanismer listet i Tabel 2 og Tabel 3 som de væsentligste. De problemfelter, som interviewene peger på, understøttes af tidligere undersøgelser (BvB, 2017), (Boverket, 2018).

Tabel 2: Top-10 over problemfelter baseret på interviews

	Problemfelter
1	Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter
2	Konkurrenceudsættelse og genudbud
3	Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer
4	Konservativisme og manglende professionalisering
5	Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau
6	Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttes ikke
7	Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation
8	Korte projekthorisonter og kortvarige relationer
9	Digitalisering kan medføre mere spild, BIM-modeller udnyttes ikke
10	Tidspres

Tabel 3: Top-10 over løsningsmekanismer baseret på interviews

	Løsningsmekanismer
1	Samarbejde og fælles erkendelse
2	Partnerskaber og rammeaftaler
3	Flere ressourcer inden byggestart og brugerinddragelse
4	Tidlig involvering og procesplanlægning
5	Professionalisering (især af bygherre)
6	Centralisering
7	Socialisering, menneskelige relationer og tillid
8	Synlig ledelse med praktisk forståelse og motivation af hinanden
9	Nye udbudsformer og akkvisitionsmetoder
10	Erfaringsopsamling og tilgængelighed af viden

4.1 Problemfelter

Således peger de gennemførte interviews på, at der er for lidt samarbejde, bl.a. som følge af, at der er forskel på, hvordan aktørerne tjener penge, at der er for meget fokus på laveste udbudspris, hvilket ikke er en garanti for det billigste byggeri i sidste ende, at tidspresset generelt er for stort med manglende kvalitet i udførelsen som resultat, at der ikke afsættes tilstrækkeligt med ressourcer tidligt i projektfaserne i opstartsfasen, at de forskellige aktører bliver involveret på et forkert tidspunkt med videnstab til følge, og at byggebranchen overordnet set har misforstået nogle grundlæggende koncepter ved digitalisering, jf. problemfelt nr. 6 og 9. At 'digitalisering kan medføre mere spild' skyldes udsagn fra interview med bygherrerepræsentant om, at bygherrer oplevede, at de skulle tvangsdigitaliseres ved at være tvunget til at opstille nogle krav, man som bygherre ikke havde behov for og ikke selv forstod. Et eksempel på denne misforståelse er, at 'BIM' i sin grundform betyder modellering af bygningsinformation, mens det af branchen sidestilles med 3D-modellering af bygninger. 'IKT' betyder informations- og kommunikationsteknologi, og kan ikke blot sidestilles med digitalisering. Et andet eksempel er selve digitaliseringsbegrebet, hvor arbejdshandlingen 'at digitalisere noget' grundlæggende handler om at omsætte analogt til digitalt, fx data, lyd eller billeder til digital form, mens den generelle opfattelse synes at være at omstille til brug af computere og IT-systemer i arbejdsgangen. Begge opfattelser er teknisk set korrekte jf. Den Danske Ordbog, men alene det at arbejde med digitale værktøjer, er ikke det samme som at arbejde digitalt. Et indscannet dokument er fx ikke det samme som en redigerbar pdf-fil.

4.2 Løsningsmekanismer

Der peges heldigvis også på en række tiltag som kan gøres for at imødegå de beskrevne problemer, jf. Tabel 3 med henblik på at opnå en byggeproces med færre "bump" på vejen og på den måde nedbringe omfanget af såvel proces- som produktspild. Øget (længerevarende) samarbejde med tidlig inddragelse af alle parter, herunder leverandørledet, er den løsningsmekanisme, der er mest enighed om blandt de interviewede. Længerevarende samarbejder vurderes at være en måde at nedbringe processpildet affødt af byggeriets konkurrenceudsættelse og udbudsformer. Der var en erkendelse blandt de interviewede af, at det delvis er branchens egen skyld, at der er kommet så meget fokus på pris, fordi der har været fokus på at levere en billigere ydelse frem for en bedre ydelse, som man så tager mere for. Det har skabt en forventning om, at bygherre altid kan presse prisen længere ned. Mere fokus på logistikken peges der også på som en måde at nedbringe såvel proces- som produktspild; dels ved at minimere intern transport af byggevarer og personer på byggepladsen med risiko for, at ting går i stykker, dels ved at minimere antallet af leverancer udefra eller håndværkernes ture væk fra pladsen. Specifikt peges på centrale distributionscentre som en løsning.

En anden mekanisme der peges på er behovet for, at aktørerne mander op i opstarten af de enkelte faser, og at der sikres et gennearbejdet projektgrundlag, da det spiller en væsentlig rolle i forhold til at nedbringe spild i de senere projektfaser. Tidlig inddragelse anses dog ikke altid som en fordel, idet der så kan komme for meget fokus på, *hvordan* der skal bygges, på et tidspunkt, hvor det ikke er afklaret, *hvad* der skal bygges. Endvidere peges på behovet for at skabe bevidsthed om bygherrens rolle i forhold til IKT-bekendtgørelsen og byggeriets digitalisering, da dette kan være en væsentlig forklaring på, at bygherren opfattes som uvidende, inkompetent, eller ikke at være professionaliseret. Omvendt er det vigtigt, at bygherren sætter ressourcer af i den indledende fase for at gennemtænke sit behov og sine

ønsker, da det vil være dyrt at lave om senere. Hertil kommer behovet for at ledelsen kommunikerer mere/bedre for at sikre motiverede medarbejdere, særligt i forhold til ændringer i projektet, ligesom der peges på behovet for ledere med en byggeteknisk forståelse.

Det almene tekniske fælleseje fremhæves i enkelte interviews som en løsningsmekanisme, uden at konkrete eksempler nævnes. Når der spørges til om konkrete initiativer, fx Det Digitale Byggeri, Værdibyg eller Lean, synes at have haft en effekt, er svaret typisk ja, men at det ikke har været muligt at lave egentlige målinger af effekten. Samtidig peges på, at det almene tekniske fælleseje overordnet set udnyttes alt for lidt i forbindelse med projektering, hvilket hænger godt sammen med byggebranchens misforståelse af nogle grundlæggende koncepter ved digitalisering, som blev nævnt under 'Problemfeltet' ovenfor.

FORMER FOR, ÅRSAGER TIL OG KONSEKVENSER AF SPILD

5 FORMER FOR, ÅRSAGER TIL OG KONSEKVENSER AF SPILD

5.1 De mest udbredte former for spild

Hverken ud fra den gennemgåede litteratur (afsnit 3 og bilag 3) eller de udførte interviews (afsnit 4 og bilag 4) samt de foreliggende data i Byggeriets Spildindeks v. 2020 (afsnit 2 og bilag 1), er det muligt at lave en systematisk opgørelse over de mest udbredte former for spild. Litteraturen og interviews peger på en lang række årsager til spild, som beskrevet i afsnit 3 og 4, mens opgørelser over spild opdelt i forskellige kategorier, fx opdelt på bygningsdele, stort set er umuligt at finde i litteraturen. Derimod opgør både Byggeskadefonden (BSF), Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse (BvB) og den obligatoriske byggeskadeforsikring bl.a. svigt på bygningsdele (afsnit 2.3). Byggeskadefondens statistik for perioden 2017-2019 peger fx på at skader i ydervægge inkl. vinduer og døre dominerer for nybyggeri, mens der i renoveringssager også anmeldes mange skader på rør og altaner (Byggeskadefonden, 2020). I perioden 2011-2016 var der også en del svigt på fundamenter, rør samt i forhold til stabilitet i nybyggeri. Desuden var der i perioden 2015-2017 særlig mange svigt relateret til MgO vindspærreplader (Byggeskadefonden, 2017; 2014). BvB's seneste statistik, der dækker perioden 1993-2019, viser at langt de fleste anerkendte skader registreres for tagkonstruktioner, men at også skader på facader samt i vådrum og vandinstallationer fylder for disse renoveringssager (BvB, 2020). I en udvidelse af databasen for svigtindekset vil det være naturligt at dykke yderligere ned i dette datamateriale, samt materialet fra den obligatoriske byggeskadeforsikring.

Den svenske undersøgelse omtalt i afsnit 2 (Boverket, 2018), som primært var baseret på data fra forsikringsselskaber, peger på, at skadesbilledet i flere årtier har været domineret af fejl, mangler og skader forårsaget af fugt og vand, ligesom forekomsten af de almindeligste fejl, mangler og skader har været relativt uforandret de seneste 10 år. Typisk er det relateret til, at klimaskærmen ikke er sikret mod indtrængende vand, at byggeriet ikke er tilstrækkeligt beskyttet mod fugt i byggeperioden, samt rørskader. Endvidere er der rapporteret en del skader som følge af manglende/utilstrækkelig justering af ventilationsanlæg. På samme måde anses fugt at være den væsentligste årsag til skader på bygninger i Danmark (Brandt, 2013).

Byggeriets Spildindeks v. 2020 er baseret 'antal bygningsdele, hvor der registreres svigt' (BSF, BvB), 'antal mangler' (Byggeriets Evaluerings Center), samt 'antal klager fra forbrugere over mangler' (Byggeriets Ankenævn). Mens svigt registreret af BSF og BvB må opfattes som produktpild, kan mangler og klager både være udtryk for et processpild, fx fordi tid brugt "unyttigt" har gjort, at man ikke blev færdig til tiden, og et produktpild, fordi den forventede kvalitet ikke blev leveret. Forsikringsdata, som de der er indsamlet i Sverige, er ligeledes et udtryk for et produktpild, idet spildet har udviklet sig til en skade, som skal afhjælpes.

Samlet set rummer eksisterende datakilder, både de der i dag er inkluderet i spildindekset, og kilder som spildindekset foreslås udvidet med (afsnit 2.3), materiale, der kan bidrage til øget viden om de mest udbredte former for spild, dog især i form af produktpild. En afdekning af de mest udbredte former for processpild, vil kræve casestudier, hvor et antal byggeprojekter følges, som beskrevet i afsnit 6.2.

5.2 Årsager til og konsekvenser af spild

Tabel 4 sammenstiller problemfelter fra interviews og årsager til spild fra litteraturstudiet. Det er sket ved at se på, hvordan de forskellige årsager omtalt i litteraturen, passer ind under de problemfelter, der er nævnt som de hyppigste i interviews. Indholdet af de to kolonner er derfor et udtryk for, om beslægtede problemfelter/årsager kan genfindes, men også hvordan de italesættes i de to analyser. På den måde fås et mere nuanceret billede end ved blot at konstatere, om det i litteraturen er muligt at identificere årsager, der matcher de problemfelter, der peges på i litteraturen eller ej.

Som nævnt i afsnit 4 viste analysen af interviews (bilag 4), at de problemfelter, der blev nævnt hyppigst, stemte overens med en tidligere svensk og en tidligere dansk undersøgelse. Litteraturstudiet (afsnit 3) understøtter dette sammenfald, om end fx BIM får en noget større vægt i litteraturen sammenholdt med forhold som forretningsmodeller og konkurrenceudsættelse. Det understreger, at de udfordringer den danske byggesektor står over for, som det er udtrykt af de interviewede personer, stemmer overens med udenlandske erfaringer, som de beskrives i den videnskabelige litteratur.

Tabel 4: De 10 hyppigst omtalte problemfelter nævnt i interviews sammenholdt med årsager påpeget i litteraturen. Problemfelterne er nævnt i samme rækkefølge som i Tabel 2, dog uden nummerering, da det ikke på tilsvarende vis er muligt at rangordne årsager fremfundet via litteraturen.

Problemfelter (interviews)	Årsager (litteratur)
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatte incitamenter	Komplekse forretningsprocesser og projektbaserede organiseringer
Konkurrenceudsættelse og genudbud	Kultur med evigt tidspres og heftig konkurrence om pris
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	Uklare aftaler og dårligt udført projektmateriale Hyppige ændringer/beslutninger fra bygherre
Konservativisme og manglende professionalisering	Bygherres manglende kompetencer
Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau	Manglende (efter)uddannelse af håndværksmæssig arbejdskraft Fysisk og mentalt krævende arbejdsmiljø er en udfordring i forhold til fastholde en stabil arbejdskraft
Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttes ikke	Mangler at sikre, at BIM bruges korrekt/hensigtsmæssigt Beslutningstagerne mangler viden om, hvordan implementering af digitalisering kan skabe værdi i praksis
Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation	Manglende erfaring i designfasen, samt mangelfuld byggeledelse, planlægning og tilsyn Manglende motivation og engagement, som kan resultere i glemsomhed, uopmærksomhed, uhensigtsmæssige beslutninger/handlinger, lavere produktivitet og øget sandsynlighed for ulykker
Korte projekthorisonter og kortvarige relationer	For lidt samarbejde, ikke mindst med leverandørledet

Digitalisering kan medføre mere spild; bygherrer der oplever at de skal "tvangsdigitaliseres" ved at skulle opstille nogle krav, man som bygherre ikke havde behov for og ikke selv forstod	For lidt brug af / opmærksomhed på muligheden af BIM som værktøj til at fremme videndeling og kommunikation; fejl vil i højere grad kunne opdages i designfasen
BIM-modeller udnyttes ikke	For lidt brug af / opmærksomhed på muligheden af at bruge BIM til at øge sikkerheden på arbejdspladsen; tidlig identifikation af løsninger der kan medføre en sikkerhedsrisiko Standardiserede definitioner af omarbejde (rework) mangler
Tidspres	Kultur med evigt tidspres og heftig konkurrence om pris

De anførte problemfelter og årsager viser en række forskellige udfordringer i forhold til at nedbringe omfanget af spild. Der peges bl.a. på, at der er for lidt samarbejde, særligt med leverandørledet, bl.a. som følge af, at der er forskel på, hvordan aktørerne tjener penge, at der ikke afsættes tilstrækkeligt med ressourcer tidligt i projektfaserne, og at de forskellige aktører bliver involveret på et forkert tidspunkt med videnstab til følge. Der peges også på, at der er for meget fokus på laveste udbudspris, hvilket ikke er en garanti for det billigste byggeri i sidste ende, og at et for stort tidspres resulterer i manglende kvalitet i udførelsen. Omvendt kan det være et udtryk for, at bygherre ikke er afklaret i forhold til sine behov, eller at rådgiver ikke tilpasser sin rådgivning til bygherres kompetencer, så der kan foregå en forventningsafstemning mellem budget og behov.

Konsekvensen af det store tidspres forstærkes af uklare aftaler og dårligt udført projektmateriale, utilstrækkelig kvalitetsstyring og erfaringsopsamling, mangelfuld byggeledelse, planlægning og tilsyn under selve udførelsen, samt at arbejdskraften ikke er tilstrækkelig uddannet eller opdateret med faglig viden. Som konsekvens af, at bygherre ikke er afklaret eller ikke rådgives godt nok, eller at projektmateriale er mangelfuldt, sker der mange ændringer undervejs, der ofte fører til manglende motivation og engagement, som igen kan afføde mere spild eller en øget risiko for ulykker.

Endelig peges på, at byggebranchen overordnet set har misforstået nogle grundlæggende koncepter ved digitalisering og derfor ikke udnytter dets potentiale i tilstrækkelig grad, herunder at der sker videnstab ved faseskift, fordi BIM-modeller må omtegnes. Disse udfordringer skal ses i sammenhæng med, at det almene tekniske fælleseje overordnet set udnyttes alt for lidt i forbindelse med projektering, samt at det ikke har været muligt at lave egentlige målinger af effekten af konkrete initiativer, fx Det Digitale Byggeri, Værdibyg eller Lean.

Konsekvenser af spild

Spild i byggeriet har en række konsekvenser, dels for det specifikke projekt, dels for branchen som sådan, ikke mindst når spild får et omfang, som kan medføre alvorlige problemer med sikkerheden (fx Njals Tårn på Amager) eller usædvanlig store økonomiske konsekvenser (fx Niels Bohr bygningen på Københavns Universitet). Både danske og svenske undersøgelser peger på, at mange skader kan føres tilbage til, at der observeres for meget fugt de forkerte steder, men indtil der er foretaget en nærmere analyse af de hyppigste former for spild, baseret på eksisterende datakilder (primært produktspild) samt cases (processpild) (jf. afsnit 5.1), er det vanskeligt at sige noget konkret i forhold til konsekvenserne for sikkerhed og klima (CO₂). De økonomiske konsekvenser af spild kan opgøres til alt mellem 10 % og 30 % af omsætningen i byggesektoren, afhængig af om det alene er de direkte afledte omkostninger der regnes med, eller det udvides til også at omfatte omkostninger som følge af, at

ressourcer ikke bruges optimalt, eller følgeomkostninger, som fx at efterfølgende projekter forsinkes (afsnit 2.4).

I den ideelle verden, og for at kunne konvertere de mest udbredte former for spild til et CO₂-aftryk, sker der en systematisk registrering af, hvordan et byggeprojekt forløber, samt hvornår i forløbet og hvorfor spild opstår, hvordan spild fordeler sig på forskellige typer af byggematerialer, evt. opgjort pr. m² opført byggeri, i hvor høj grad spild kan reduceres ved øget tildannelse på fabrik, osv. Derefter kan der analyseres på fx entrepriseformer og nybyggeri vs. renovering, som en indikation på, under hvilke forudsætninger der typisk opstår spild. På den baggrund kan der udvikles en systematik, som på en effektiv måde kan indsamle data på et større antal byggeprojekter for at få et mere repræsentativt billede af de mest udbredte former for spild og de afledte konsekvenser. Ideelt set skal dataindsamlingen i praksis være så simpel/lidt ressourcekrævende, at det efterfølgende vil være en naturlig del af en kvalitetsstyring af alle byggeprojekter at registrere spild, med henblik på at levere detaljerede data til spildindekset, uden at det belaster det enkelte byggeprojekt nævneværdigt. Det vil være naturligt som et led i denne analyse at se på, i hvor høj grad BIM og eksisterende kvalitetsstyringsværktøjer kan bidrage til at udvikle en systematik.

I praksis er en sådan detaljeringsgrad næppe realistisk at etablere. I stedet bør der i første omgang som en simpel tilgang med fokus på produktspild – som et led i de kommende års arbejde med nedbringelse af CO₂-belastningen for byggeriet – udvikles en metode, hvor spildmaterialer ved bygge- og renoveringsprojekter opgøres i et antal hovedmaterialekategorier, og at CO₂-belastning herefter opgøres ud fra miljøvaredeklarationer (EPD'er) for de pågældende materialer.

Ud over de overfor nævnte konsekvenser for spild i form af de økonomiske, klimamæssige (CO₂) og sikkerhedsmæssige tab, kan spild også medføre konsekvenser for fx sundhed. I det følgende er der nævnt nogle af de identificerede konsekvenser, kategoriseret i forhold til disses aftryk på hhv. økonomi, klima, sikkerhed og sundhed:

- U hensigtsmæssig anvendelse af ressourcer (arbejdskraft, materialer, materiel), *hvilket afføder et aftryk på klimaet (CO₂)*.
- Manglende motivation og engagement som følge af utilstrækkelig kommunikation omkring ændringer, hvilket kan føre til
 - glemsomhed, uopmærksomhed (*aftryk på økonomi og sikkerhed*).
 - uhensigtsmæssige beslutninger/handlinger (*aftryk på økonomi og klima*).
 - lavere produktivitet (*aftryk på økonomi*).
 - øget sandsynlighed for ulykker (*aftryk på sikkerhed*).
- Forsinkelse i tidsplan (*aftryk på økonomi, samt evt. klima*).
- Overskridelse af budget (*aftryk på økonomi*).
- Lavere kvalitet af den færdige bygning og dermed øget behov for vedligehold (*aftryk på økonomi, klima og evt. sundhed*).
- Øget energiforbrug og CO₂-belastning, som følge af kuldebroer og utætheder (*aftryk på økonomi og klima*).
- Dårligt indeklima pga. fugtrelaterede skader og skimmelsvampevækst (*aftryk på sundhed*).
- Forsinkelse af efterfølgende projekter, der ikke kan komme i gang til tiden, hvilket kan føre til yderligere forsinkelse eller fordyrelse, fordi andre parter i projektet så måske har prioriteret andre projekter og derfor ikke kan afsætte det fornødne mandskab (*aftryk på økonomi*).
- Dårligt omdømme af byggebranchen generelt, med deraf følgende vanskeligheder ved at tiltrække arbejdskraft, hvilket betyder at det tager længere tid at renovere bygningsmassen (*aftryk på økonomi, klima og evt. sundhed*).



6

FORSLAG TIL INDSATSER MOD SPILD

6 FORSLAG TIL INDSATSER MOD SPILD

På baggrund af de gennemførte interviews, litteraturstudiet samt opdateringen af spildindekset, sammenfattes i det følgende en række forslag til indsatsområder for at nedbringe spild i byggeriet samt forslag til yderligere analyser for at forstå, hvordan og hvorfor spild opstår.

6.1 Forslag baseret på interviews og litteraturstudier

I Tabel 5 sammenstilles løsningsmekanismer/muligheder fra henholdsvis interviews (Tabel 3) og litteratur. Sammenstillingen er foregået på samme måde som for problemfelter/årsager i Tabel 4, dvs. de forskellige løsningsmuligheder omtalt i litteraturen er forsøgt parret med en løsningsmekanisme omtalt i interviews. Indholdet af de to kolonner er derfor et udtryk for, om beslægtede løsningsmekanismer/muligheder kan genfindes, og hvordan de italesættes i de to analyser. Overordnet set er der et stort overlap mellem de tiltag, der fremhæves som en måde at nedbringe spild i byggeriet på og i det hele taget forbedre resultatet af byggeprojekter i forhold til kvalitet, tid og økonomi. Det er værd at bemærke, at litteraturen har meget fokus på behovet for flere og bedre data vedrørende spild. Det er på linje med forslag i afsnit 2 til udvidelse af datagrundlaget for Byggeriets Spildindeks v. 2020, for at kunne målrette indsatsen i forhold til at nedbringe spild og CO₂.

Tabel 5: De hyppigst omtalte løsningsmekanismer (interviews) sammenstillet med løsningsmuligheder påpeget i litteraturen.

Løsningsmekanismer (interviews)	Løsningsmuligheder (litteratur)
Samarbejde og fælles erkendelse	Projektalliancer og længerevarende samarbejder med forsyningskæden
Partnerskaber og rammeaftaler	At bygherre og slutbrugere bliver mere bevidste om deres krav/behov
Flere ressourcer inden byggestart og brugerinddragelse	Flere ressourcer og kompetencer ved opstart
Tidlig involvering og procesplanlægning	Inddragelse af alle parter tidligt i processen for at øge videndeling Mere procesorienteret tilgang med fokus på planlægning og koordinering af effektive arbejdsstrømme.
Professionalisering (især af bygherre)	Forbedring af bl.a. bygherres kompetencer Bedre projekt/byggeledelse med fokus på at finde hovedårsagen til problematikken Øget/korrekt brug af digitalisering, herunder en forståelse blandt bygherrer om nødvendigheden/gevinsten af digitalisering
Centralisering (distributionslagre)	Ledelsespraksisser med fokus på indledende vurderinger af materialer, indkøbsplaner og koordinering af leverancer

Socialisering, menneskelige relationer og tillid	En kultur i byggeteamet, der fremmer at man påpeger forhold, der kan føre til spild (skal ske på initiativ oppefra)
Synlig ledelse med praktisk forståelse og motivation af hinanden	Mere kvalitetsstyring Måltrettet kommunikation for at sikre bedre forståelse for, hvorfor der sker ændringer
Nye udbudsformer og akkvisitionsmetoder	Alternative udbudsformer med fokus på værdisætning, risikoafdækning og totaløkonomiske perspektiver
Erfaringsopsamling og tilgængelighed af viden	Erfaringsopsamling generelt; specifikt arbejde med design reviews, fokus på bygbarhed og benytte et tracking-system for at forhindre fremtidige forekomster af 'rework' Flere data, der kan påvise omfanget af spild og rework Flere / mere detaljerede data, der muliggør statistiske analyser på et mere detaljeret niveau end muligt i dag (værktøjerne findes) Behov for at udvikle mere sammenhængende begreber, klassifikation og databaser Mere ensartet opgørelse af svigt mv. Inddrage vejrforhold i planlægning

Det ligger udenfor det foreliggende projekt at pege på, hvor mange af løsningsmulighederne i Tabel 5, der skal gøres en indsats i forhold til, i hvilken rækkefølge og i hvilket tempo. Projektet har alene peget på en række løsningsmuligheder/mekanismer, hvor det ifølge repræsentanter for den danske byggebranche samt den videnskabelige litteratur, vil være relevant at sætte ind. De forslag til indsatsområder, der fremsættes nedenfor, skal ses i sammenhæng med allerede iværksatte initiativer, der skal fremme videndeling og en smidig byggeproces, muliggøre benchmarking, og vejlede byggebranchen i at vælge byggbare og holdbare løsninger. Den rækkefølge forslagene nævnes i, refererer til rækkefølgen i Tabel 5.

Der blev tilbage i 2005 som en opfølgning på rapporten om omfanget af svigt i byggeriet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004), udarbejdet en handlingsplan mod fejl og mangler i byggeriet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2005). Handlingsplanen pegede på en række forskellige indsatser, fx i forhold til uddannelse, aftaler, fejlfri aflevering til tiden, og synliggørelse af omfanget af svigt (sidstnævnte udmøntet i svigtindekset). Den foreliggende rapport peger ligeledes på forskellige former for indsatser i forhold til samarbejde, uddannelse, brancherettede tiltag, erfaringsopsamling mv. Det har ikke været en del af det foreliggende arbejde at følge op på, i hvor høj grad den tidligere handlingsplan er opfyldt, ud over at svigtindekset blev etableret, og nu er opdateret.

6.1.1 Etablering af strategiske partnerskaber, projektalliancer og længerevarende samarbejder

Alle parter bør inddrages tidligt i processen for at øge videndeling og kommunikation (projektstartsmøder mv.), med henblik på at minimere bl.a. leveringer af fejlbehæftede og uegnede produkter på byggepladsen, og på et forkert tidspunkt i processen. På længere sigt

peges på projektalliancer og længerevarende samarbejder med forsyningskæden som tiltag for at gøre byggeriet mere effektivt og ressourcebesparende.

Samarbejdstiltag som partnerskaber kan være med til at sikre et mere roligt tilbudsklima, som kan medføre mindre processpild forbundet med akquisition, men dét alene vil ikke nødvendigvis nedbringe forekomsten af produktspild. Mindre tidspres og bedre koordinering på byggepladsen kan derimod tænkes at gøre det, men før der etableres en samarbejdsform, hvor alle parter har mulighed for at sikre sig et fornuftigt dækningsbidrag, gennem hele hierarkiet og forsyningskæden, vil dette formentlig ikke ændre sig. Mere end at sikre en vedvarende portefølje, bør samarbejdsaftaler tilskynde bedre indtjeningsmulighed, så der ikke bliver gået på kompromis med hverken den frie konkurrence eller innovationshøjden. Som et eksempel på en tidligere indsats inden for dette område er Værdibyg (Værdiskabende Byggeproces), etableret i 2008. Værdibyg udgiver løbende vejledninger med anbefalinger og konkrete værktøjer til byggeriets parter, fx om at komme rigtigt fra start, om brugerinvolvering, og om etablering af samarbejde i fasen fra projekt til udførelse, hvor tidlig og rettidig inddragelse af de udførende er vigtig. Disse har vist sig som nyttige i forhold til at sikre en effektiv og fejlfri produktion.

Fordeling af risici, fx vha. risikopuljer mellem store entreprenører og rådgivere m.fl., er et bud på, hvordan evt. spild opstået under projektets levetid kan imødekommes, uden man som stor aktør skal gå efter de mindre (fx underentreprenørerne), for at få afdækket udgifter til uforudsete afvigelser. Konkret kunne denne problematik imødekommes ved at fjerne materialepriser som en konkurrenceparameter, hvor små entreprenører, som har mange midler bundet op i udlæg til materialer, risikerer at gå konkurs, fordi der bliver tilbageholdt betalinger fra større entreprenører ved fx tvister o. lign. Hvis samtlige byggematerialer var bygherre-relevanter, som gennem udbud af købsaftaler med leverandører kunne sikre en central forsyningskæde, ville det i højere grad være bygge- og samarbejdsprocessen der blev konkurreret på, mere end materialepriser. Dette ville også give entreprenørerne en kontinuerlig indtjening, fremfor først at blive betalt når hele projektet er afsluttet. Offentlige bygherrer ville formentlig skulle gå forrest med et sådant initiativ, ligesom man tidligere har gjort i forbindelse med digitalisering.

6.1.2 Flere ressourcer ved projektstart, brugerinddragelse, tidlig involvering, procesplanlægning

Det er bygherres eller dennes rådgivers ansvar at allokere ressourcer til de tidlige faser. Disse ressourcer kan fx være brugerinddragelse, analyse af interessenter, tidligere involvering, planlægning af processer mv. På det tidspunkt i projektet kan digitale værktøjer som VDC ('virtual design and construction'), VR ('virtual reality') og AR ('augmented reality') styrke brugerinddragelse, fx ved at vise brugerne tredimensionelle eksempler på lignende byggeri. Samtidig kan en udarbejdelse af en egentlig business case for projektet, hvor behov, totaløkonomi mv. grundlæggende afklares, inden der gøres overvejelser om bygbarhed, medføre en mere afklaret bygherre, så der ikke opstår bygherreændringer senere i projektet.

Ved at allokere flere ressourcer til de tidlige projektfaser, tilskyndes et mere velfunderet udgangspunkt for et byggeprojekt, som vil opfylde bygherres og slutbrugernes forventninger. Men bygherre og dennes rådgiver bør være opmærksom på, at ikke alt spild i projektet nødvendigvis kan tilskrives tidlige beslutninger. Om et færdigt byggeri opfylder funktionskrav er én ting – om det har været billigt og klimavenligt at opføre, er en anden ting. Derfor bør tildeling af ressourcer i de tidlige projektfaser have bygherres og slutbrugernes forventninger for øje, mens tildeling af ressourcer under udførelsen bør have økonomi og klimapåvirkning for øje. At involvere de udførende parter tidligt, kan være en måde til at tilgodese fx brugerinddragelse og bygbarhed på tværs af projektfaserne, men det kan også medføre, at projektet

bliver fastlåst, så evt. senere ændringer i funktion kan være svære at indarbejde uden store økonomiske konsekvenser.

Et konkret forslag til, hvordan funktionskrav og bygbarhed kan tilgodeses i tidlig inddragelse, er en tosporet udbudsmodel, hvor aptering og råhus adskilles, som det fx ses ved laboratoriebyggeri. Ikke alle projekttyper kan umiddelbart omstilles til denne model, fx renoveringsopgaver, hvor råhuset allerede er opført, men tanken om at adskille funktionskrav og bygbarhed for at undgå omarbejde og andet spild i udførelsen, som følge af fx bygherreændringer, kan med fordel anlægges i en bredere kontekst.

6.1.3 Uddannelse og digitalisering

Det foreslås at man fx i byggeriets grundskoler i højere grad formidler en forståelse af, at projektets indledende forhold, dvs. præprojekt og til dels programmering, er en indikation mere end en regel for, hvordan et projekt kommer til at forløbe. Produktspild opfattes typisk som en konsekvens af processpild, hvilket kan skyldes en forventning om, at man kan 'planlægge sig ud af alt', hvilket praksis viser, ikke er tilfældet. Der er derfor brug for et nyt perspektiv på, hvordan et byggeprojekt opfører sig som system, og som kan bidrage til en forståelse af, hvorfor der opstår afvigelser, hvornår de opstår, samt hvorfor disse leder til spild.

Ligeledes er der behov for at både den eksisterende og den nyeste viden om de gode byggetekniske løsninger nemmere finder vej ind på uddannelserne og til byggeriets praktiskere. Alment Teknisk Fælleseje (ATF) anvendes som en samlebetegnelse for den viden og praksis, der til et hvert tidspunkt eksisterer i branchen som korrekt praksis inden for et fagfællesskab eller er udtryk for den ypperste viden på et givent område, fx i form af publikationer og SBI-Anvisninger fra BUILD (tidl. SBI), BYG-ERFA og Byggeskedefonden. Hvis ATF blev brugt bredere, kunne mange tvister om fejl og mangler undgås i byggeriet. Derfor foreslås det, at der sættes gang i tiltag, som udbreder kendskab til ATF og dens rolle i byggeri samtidigt med, at denne viden gøres nemmere tilgængelig, fx via en vidensportal.

Der skal også gøres en indsats for at motivere til, at håndværkerne løbende tager efteruddannelse og opdaterer deres viden. Det er en stor udfordring for branchen, at der er faglært arbejdskraft, som fravælger efteruddannelse og derfor har en forældet viden. Undersøgelser peger på, at manglen på håndværksmæssig (kompetencedrevet) arbejdskraft bl.a. kan øge risikoen for budgetoverskridelser.

Udvikling af professionelle bygherrers kompetencer er et vigtigt fokusområde i Bygherreforeningen, så i forhold til bygherrer bør fokus være på engangsbygherrer. Her kunne man spørge, om ikke rådgiverbranchen burde blive bedre til at servicere den type bygherrer, gøre sig klart hvilke kompetencer de har (eller ikke har), hjælpe dem med at klargøre deres behov, og hvordan det passer sammen med budgettet.

Der bør gøres en indsats for, at bygherrer forstår, hvad digitalisering betyder, og hvad gevinsten af det er, så at de ikke oplever, at det bliver trukket ned over hovedet på dem. Som et eksempel, at det er billigere at lave ændringer på computerskærmen end ude på byggepladsen. Og at digitalisering vil skabe et bedre grundlag for grønne beregninger.

Det forudsætter samtidig, at der gøres et stykke arbejde for at sikre, at BIM bruges korrekt; beslutningstagerne mangler viden om, hvordan implementering af digitalisering kan skabe værdi i praksis. Det kan ligeledes være vanskeligt at navigere rundt blandt de mange digitale udbydere og platforme, selvom der løbende sker en bedre integration af forskellige it-systemer. Endvidere vil kravene til uddannelse øges som følge af byggeriets digitalisering og den øgede kompleksitet af standarder; forhold der særligt for små og mellemstore virksomheder er en udfordring.

Der skal større fokus på digitalisering som et værktøj til at fremme videndeling og kommunikation, herunder at fejl i højere grad vil kunne opdages i designfasen, samt til at øge

sikkerheden på arbejdspladsen, ved tidligt at identificere løsninger, der kan medføre en sikkerhedsrisiko. Der kommer også flere værktøjer, som kan skabe 3D-modeller af eksisterende bygninger. Disse værktøjer kan mindske spild ved renoveringsprojekter.

6.1.4 Initiativer på brancheniveau, der skal fremme åbenhed, tillid og øget videndeling

Det er vigtigt med åbenhed mellem parter i et byggeprojekt samt i branchen generelt, i forhold til at dele viden og erfaring, og at gøre opmærksom på forhold, der kan føre til spild. Specifikt handler det om at sikre en gensidig forståelse af, hvorfor der løbende sker ændringer i et projekt, for at undgå, at motivation og manglende engagement påvirker forløbet af byggeprojektet.

Initiativer bør ske på brancheniveau for at sikre, at der er bred opbakning til at forhold der kan medføre spild, åbent lægges frem uden at det skaber mistillid, fx i form af en whistle-blower funktion. Det Stående Byggepanel (beskrevet under 'Erfaringsopsamling og tilgængelighed af viden' nedenfor) har netop sådan en funktion på brancheniveau, men der peges også på behovet for at der i det enkelte byggeprojekt er behov for en større åbenhed i forhold til at anmelde forhold, der kan udvikle sig til en skade, uden at det skal opfattes som at man "sladrer" om hinandens arbejde. Derfor er det vigtigt at etablere initiativer, der kan motivere branchen til selv at finde løsninger på, hvordan omfanget af spild i byggeriet nedbringes.

Byggeriets Evalueringscenter (BEC), etableret i 2002, er et eksempel på et tidligere initiativ for at øge åbenhed og sikre tillid aktørerne imellem. Centret blev etableret med henblik på at udvikle og drive et benchmarking system med nøgletal for både byggeprocessen og det færdige byggeri. Specifikt skulle man som entreprenør (og senere rådgiver) i en årrække aflevere nøgletal (bl.a. antal mangler med aflevering, opdelt på kategorier efter alvor), hvis man ville byde ind på statsligt byggeri af en vis størrelse.

Et nyt samarbejde om fortsat udvikling og drift af evalueringer i det byggede miljø blev i 2019 indgået mellem BEC og SBI/Aalborg Universitet (nu BUILD) og BEC's data, ressourcer mv. er siden overført til BUILD. BEC hedder i dag byggeevaluering.dk. Inspireret af lignende initiativer i bl.a. Norge, Storbritannien og USA er et nyt offentligt/privat innovationspartnerskab under navnet DECADE under planlægning i tæt samarbejde med BEC's nuværende medlemmer, øvrige dataoperatører og forskningspartnere. Partnerskabets opgave bliver at finde nye veje til at nyttiggøre de mange data, som er tilgængelige i Danmark, for derigennem at kunne medvirke til at fremme byggebranchens værdiskabelse og bæredygtighed i bred forstand.

6.1.5 Nye udbuds- og samarbejdsformer

Alene det at forsøge at gøre byggebranchen 'klogere' gennem uddannelse og tekniske kompetencer er én ting (jf. 'Uddannelse og digitalisering' ovenfor), men uden at have forståelse for under hvilke forudsætninger man arbejder, vil nye initiativer formentlig have begrænset effekt, illustreret ved udviklingen af Byggeriets Spildindeks v. 2020 udvikling de seneste 10 år (afsnit 2.2). Dertil kommer, at netop denne udvikling kan være et udtryk for, at en vis del af spild ikke kan undgås pga. byggeprojekters natur; men ved at sætte mere fokus på de tidlige projektfaser, fx ved tidlig involvering af de udførende, kan opnås et effektivitetsløft i byggeriet generelt.

Endvidere bør der i en indsats mod spild tænkes over, hvordan man udbyder og vinder opgaver i byggeriet; fx med øget fokus på værdisætning, risikoafdækning og totaløkonomiske perspektiver.

Incitamentet til at 'opføre sig ordentligt' kan tilskyndes gennem længerevarende samarbejde og mindre pres på tid og økonomi, så aktørerne har mulighed for at gå med på bløde

værdier. Dette kan fx være i forhold til samarbejde og åbenhed overfor nye teknologiske muligheder, sammenlignet med hårde værdier som tid og pris. I det øjeblik der opstår usikkerhed, ser man sig typisk nødsaget til at gå tilbage til det velkendte, ganske enkelt fordi det er for svært at tjene penge i byggeriet. Dertil kommer også, at byggeriet traditionelt følger konjunkturudsving. Det må der tages hensyn til, i et givent initiativ til at nedbringe omfanget af spild.

6.1.6 Erfaringsopsamling og tilgængelighed af viden

I forhold til erfaringsopsamling og tilgængelighed af viden bør indsatsen indeholde flere forskellige elementer. Der er behov for flere og mere detaljerede data (beskrevet særskilt nedenfor), der fortæller om omfang af spild og om hvor, hvornår, hvordan og hvorfor spild opstår. Både af hensyn til Byggeriets Spildindeks v. 2020 (eksternt brug) og erfaringsopsamling i virksomhederne (intern brug).

Interviews peger på, at Alment Teknisk Fælleseje (ATF) overordnet set udnyttes alt for lidt i forbindelse med projektering. Der er derfor behov for at sikre en øget brug af denne viden og gøre den til en naturlig del af redskaberne i forbindelse med projekteringen. ATF er afgørende for at kunne opføre eller renovere byggeri, der skal leve op til bygningsreglementets funktionsbaserede krav, fx når det gælder materialers og konstruktioners ydeevne. Både bygherre, rådgiverne og ikke mindst myndigheder skal klædes bedre på til at kunne vurdere løsningers fugtsikkerhed og holdbarhed. Virkemidlerne er de samme som allerede nævnt under 'Uddannelse og digitalisering' ovenfor, altså at udbrede kendskabet til ATF samt at gøre den nemt tilgængelig, men især er der brug for en kulturændring.

DUKO (Dampspærre- og Undertagsklassifikationsordning) er et eksempel på en branchedrevet standardisering for at nedbringe produktspild. DUKO blev etableret i 2004 som løsning på de omfattende problemer med undertage i 1980'erne og frem. DUKO skal sikre, at undertagsmaterialer og dampspærresystemer lever op til en række minimumskrav. Producenter og leverandører kan mod gebyr få deres materialer klassificeret.

Udvikling af "weather delay maps" med henblik på at optimere udførelsen til at blive mindst muligt påvirket af vejret. Vejrforhold kan dog argumenteres at være definitivt uforudsigelige, når man kigger længere end et par dage frem, hvorfor det kan være en mere sikker løsning at arbejde med fx totalinddækninger, for på den måde at forebygge problemet centralt. En totalinddækning kan man kontrollere, modsat vejret. Øget brug af totalinddækning vil fremme brugen af tørre byggeprocesser, med færre udgifter til udtørring, mindre risiko for at byggeriet afleveres med indbygget fugt, og fx mindre risiko for skimmelsvampevækst.

Der skal sikres en løbende dialog mellem branchen, myndigheder, forskningsinstitutioner mv. om ny viden på området. Specifikt foreslås en afdækning af, på hvilke områder byggebranchen oplever en potentiel risiko for øgede problemer fremover. I Sverige peges bl.a. på emner som udtørring af beton, brand i høje træhusbyggerier og manglende brug af totaloverdækning (Boverket, 2018). I Danmark foregår en sådan vidensudveksling allerede i form af Det Stående Byggepanel, der blev etableret i 2015. Panelet er et samarbejde om videndeling mellem en kreds af byggeriets parter, der ønsker at forebygge og afhjælpe centrale problemer og øge byggeriets troværdighed; en slags early-warning. Som eksempler kan nævnes markedsovervågning af byggevarer, anvendelse af genbrugsplast og svigt i altan- og gitterspærskonstruktioner. Panelets arbejde kunne fx suppleres med en spørgeskemaundersøgelse eller ved indkalde til et antal workshops, specifikt rettet mod nedbringelse af spild. Her kan arbejdet i Klimapartnerskabet for Bygge- og Anlægssektoren også indgå (se under 'Spild og CO₂' nedenfor).

6.1.7 Flere og mere detaljerede data

Arbejdet med etableringen af Byggeriets Spildindeks v. 2020 tydeliggjorde et behov for at udvide datagrundlaget for at sikre større repræsentativitet, som beskrevet i afsnit 2.3 og 2.6. Dette indebærer bl.a. følgende tiltag:

- Indhente flere data fra de kilder, der allerede er indeholdt i indekset. Der er tydeligvis brug for mere fintmaskede data for at kunne pege på, hvilke former for spild, der er de mest udbredte, for på den baggrund at målrette indsatsen mod at reducere omfanget af spild. Dette hænger også sammen med behovet for at definere omarbejde mv. (se afsnit 6.2). Af de eksisterende kilder rummer særligt Byggeskadebogen og Byggeskadebogen vedrørende Bygningsfornyelse de nødvendige data
- Sikre at grundlaget for at sammenholde delindeks bliver så sammenligneligt som muligt, fx om det er muligt for Byggeriets Ankenævns vedkommende at identificere svigt frem for mangler, forudsat at det kan gøres på en anonymiseret måde, da det kan involvere firmainterne data.
- Indhente data fra andre eksisterende kilder, i første omgang den obligatoriske byggeskadeforsikring og Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed. Særligt den obligatoriske byggeskadeforsikring råder over detaljerede, umiddelbart tilgængelige data.
- Udvide datagrundlaget til flere typer byggeri ved fx at opsamle digitale udtræk af mangellister fra offentlige byggerier afleveret til et centralt register eller etablering af en byggeskadeordning for offentligt byggeri.

6.1.8 Spild og CO₂

Om end projektet ikke har haft mulighed for at omregne spild til CO₂ (afsnit 2.5), så har samtaler med folk fra branchen i den forbindelse peget på flere tiltag, man kunne sætte ind med for at nedbringe CO₂ forårsaget af spild. Der er tale om tiltag, som også er foreslået af Klimapartnerskabet for Bygge- og Anlægssektoren, etableret i 2019. Det gælder:

- Øget tildannelse af byggevarer på fabrik baseret på opmåling på byggeplads ved brug af robot, for at minimere materialehåndtering og –spild på byggepladsen.
- Øget brug af digitale værktøjer til at optimere produktionen før der produceres.
- Bedre logistik på byggepladsen i forhold til opbevaring og intern transport af byggevarer og deraf følgende ventetid for håndværkere.
- Færre leverancer og levering der minimerer opbevaring på byggepladsen.
- Reduceret brug af biler og entreprenørmaskiner der kører på fossile brændstoffer.

Klimapartnerskabet har prioriteret en lang række tiltag med det formål at reducere CO₂-belastningen fra bygge- og anlægssektoren med 70 % i 2030. Tiltagene retter sig både mod energieffektivisering af eksisterende bygninger, CO₂-reduktion på byggepladsen eller i bygningsdriften, projektering og CO₂ i bygninger, samt CO₂-reduktion i anlægssektoren. Nogle af disse tiltag relaterer til en reduceret CO₂-belastning som en følge af et lavere spild, i form af et mindre energiforbrug eller forbrug af materialer mv. Ud over de allerede nævnte, foreslår Klimapartnerskabet fx

- Øget brug af totalinddækning, bl.a. for at gøre byggeriet mindre vejrafhængigt og dermed mindske behovet for udtørring.
- En byggeproces med anvendelse af materialer med mindst mulig byggefugt for at minimere behovet for energiforbrug til udtørring.
- Elforsyning og fjernvarme på byggepladsen for at mindske brugen af fossile brændstoffer.

En metode til opgørelse af CO₂-belastning som afledt effekt af spild bør udvikles som led i de kommende års arbejde med udvikling af metoder til opgørelse af CO₂-belastning for hen-

holdsvis nybyggeri og renovering. En forenklet metode kunne være opgørelse af spildmaterialer ved bygge- og renoveringsprojekter omregnet i nogle hovedmaterialekategorier og der ud fra opgjørt CO₂-belastning baseret på miljøvaredeklarationer (EPD'er).

6.2 Forslag til yderligere analyser af spild

Det foreliggende projekt har haft til hensigt at gøre status på den foreliggende viden om omfang og årsager til spild, samt pege på mulige indsatsområder for at nedbringe spild samt pege på, hvordan et forbedret datagrundlag kan målrette indsatsen. Projektet har vist, at der ved siden af udvidelsen af datagrundlaget for svigtindekset beskrevet ovenfor ('Flere og mere detaljerede data'), er behov for en entydig definition af spild, samt mere dybtgående analyser for at forstå hvorfor og hvordan spild opstår i en dansk kontekst, med henblik på at nedbringe spild:

- Entydig definition af omarbejde og hvad der er omfattet af spild, for at skabe et effektivt benchmarkingsystem, der kan medvirke til forbedringer af byggeprocessen. Her kan fx tages udgangspunkt i arbejdet beskrevet i Neve et al. (2020), som skelner mellem direkte værdiskabende arbejde og forskellige former for andet arbejde, fx kombineret med værktøjer som 'Total Field Rework Factor' (TFRF) til beregning af en omkostningseffekt for omarbejde eller 'Failure mode and effects analysis' (FMEA), der estimerer mulige processvigt, samt deres mulige konsekvenser (afsnit 3).
- Analyse af de mest udbredte former for, omfang af, og årsager til især processpild i de forskellige faser. Et antal byggesager følges, ideelt set hele vejen fra idegenerering til den færdige/ombyggede bygning afleveres, alternativt på kritiske tidspunkter i byggesagen, bl.a. ved overdragelse af projektet (faseskift). Der foretages registreringer af det arbejde, der udføres og det noteres, om der er tale om produktivt arbejde eller anden form for arbejde, jf. ovenfor. Ved at vælge casestudier fra byggeprojekter omfattet af de datakilder, der indgår i spildindekset, vil det være muligt at sammenkoble de indsamlede data med de systematisk indsamlede data, som de pågældende datakilder rummer. Analysen kan også anvendes til at afdække, om den registrering af data, som foretages af Byggeskadefonden m.fl. med fordel kan gøres endnu mere fintmasket, fx i forhold til typer af svigt. Da der vil være en udfordring i at opnå repræsentativitet af data baseret på casestudier, vil udveksling af generelle erfaringer på tværs af byggesektoren i fora som Det Stående Byggepanel, BYG-ERFA o.lign., være et vigtigt element i forhold til at nedbringe processpild.
- Analyse af specifikke årsager til hvorfor, og under hvilke forudsætninger, proces- og produktspild opstår, ved at kvantificere sammenfald i bestemte tendenser. Fx om der er en statistisk signifikant sammenhæng mellem tidspres (evt. udtrykt som antal dage pr. m²) og antal projektændringer; mellem udbudstype og budgetoverskridelser; eller mellem projektfaser og antal projektmedarbejdere. Derved kan generiske problemfelter som 'forskellige forretningsmodeller og kulturer', 'konkurrenceudsættelse', eller 'usikkert projektgrundlag' indsnævres til konkrete og kvantitativt påviselige problematikker, såfremt et tilstrækkeligt datagrundlag kan tilvejebringes. En indgang til at opstøve dette datagrundlag kunne være gennem én central database, som fx Byggeskadefondens (2021), eller en offentlig bygherre, som må forventes at være i besiddelse af dokumentation på hvilke aktører, der har været involveret i et givent projekt. Herefter kunne tilgangen være, at man ringede rundt og fik indsamlet anonyme data, på de parametre, der måtte vurderes at være relevante. Derved kan man komme problematikken 'et spadestik nærmere', så det kan blive muligt at sætte ind, hvor spildet er størst.

- Et initiativ til at skabe data, som kan identificere 'kvalitetsomkostninger', dvs. omkostninger forbundet med de problemer, som opstår før og efter, at et produkt eller en service er leveret. Det kan være en organisations udgifter til omarbejde eller materialespild eller omkostninger, der skyldes kontraktuelle krav eller tab i forbindelse med en fremtidig forretningsskabelse. Der er brug for et nyt tankesæt omkring fejl, mangler og omarbejde, som involverer en større grad af transparens med fokus på at identificere og løse problematikker så hurtigt som muligt og uden, at der opstår negative konsekvenser eller yderligere eskaleringer. Det handler derfor om at skabe videndeling og kommunikation, som skal forebygge, at de samme fejl optræder igen, hvilket kræver en mere systemisk tilgang med fokus på den adfærd og de underliggende strukturer, som skaber omarbejde. I praksis er det imidlertid ikke så enkelt, da forretningsmæssige overvejelser betyder, at data ikke nødvendigvis ønskes stillet til rådighed. Derudover er det svært at bevise, at systemer og ledelsesprocesser, som fokuserer på kvalitetsproblematikker er effektive og nedsætter omkostninger uden et validt datagrundlag. Og uden standardiserede definitioner af omarbejde er det svært at skabe et effektivt benchmarkingsystem, der kan medvirke til kontinuerlige forbedringer og optimeringer af byggeprocessen.

REFERENCER

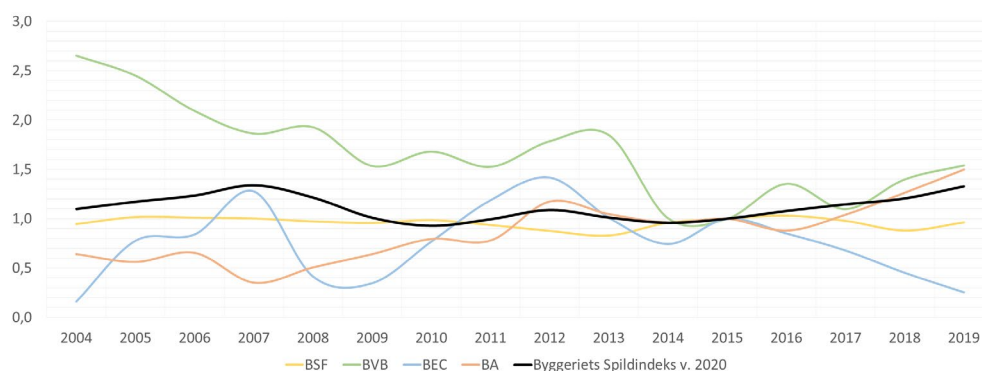
7 REFERENCER

- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*. Karlskrona: Boverket.
- Brandt, E. (2013). *Fugt i bygninger* (2. udg., Årg. SBI-anvisning 224). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- BvB. (2017). *Beretning 2016*. Hentet fra Byggeskedefonden vedrørende Bygningsfornyelse: https://bvb.dk/media/vvkh233i/bvb_beretning_2016_opslag.pdf
- BvB. (2020). *Beretning 2019*. København: Byggeskedefonden vedrørende Bygningsfornyelse.
- Byggeskedefonden. (2014). *Årsberetning 2013*. København.
- Byggeskedefonden. (2017). *Årsberetning 2016*. København.
- Byggeskedefonden. (2020). *Årsberetning 2019*. København.
- Byggeskedefonden. (2021). *Søg i database med eftersyn*. Hentet fra Byggeskedefonden: <https://bsf.dk/eftersyn/sog-i-database-med-eftersyn>
- Dansk Byggeri. (2005). *Dansk Byggeris konjunkturanalyse november 2005*. København.
- DST. (2021a). *FU03: Forbrug efter forbrugsgruppe, husstand og prisenhed. 04.3 Vedligeholdelse og reparation af bolig*. København: Danmarks Statistik.
- DST. (2021b). *PRIS115: Nettoprisindeks (2015=100) efter hovedtal*. København: Danmarks Statistik.
- DST. (2021c). *Tabel BYGV01: Landstal for den samlede byggeaktivitet (ikke korrigeret for forsinkelser) efter byggefase, anvendelse og bygherreforhold*. København: Danmarks Statistik.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2004). *Svigt i byggeriet - økonomiske konsekvenser og muligheder for en reduktion*. Udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut for EBST. København.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2007). *Bekendtgørelse om byggeskadeforsikring (BEK nr 1292 af 24/10/2007)*. København.
- Indenrigs- og Boligministeriet. (2021). *National strategi for bæredygtigt byggeri*. Hentet fra https://im.dk/Media/C/4/Endelig_aftaletekst_-_Bæredygtigt_byggeri_-_5._marts_2021.pdf.
- Josephson, P.-E. (1998). *Causes of Defects in Construction - a study of seven building projects in Sweden*. Chalmers University of Technology, Department of Management of Construction and Facilities. Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. (2020). *Anbefalinger til regeringen fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektoren*. Hentet fra <https://kefm.dk/media/6649/klimapartnerskab-bygge-og-anlaegssektoren-hovedrapport.pdf>
- Love, P., & Smith, J. (2018). Unpacking the ambiguity of rework in construction: making sense of the literature. *Civil engineering and environmental systems* Vol. 35(1-4), 180-203.
- Neve, H., Wandahl, S., Lindhard, S., Teizer, J., & Lerche, J. (2020). Learning to see value-adding and non-value-adding work time in renovation production systems. *Production Planning & Control*, (E-pub ahead-of-print), 1-13, <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1843730>.

- Nielsen, J., & de Place Hansen, E. (2007). *Synliggørelse af svigt i byggeriet (SBI 2007:09)*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- VBA. (2021). *Voldgiftsnævnets statut 2020*. Hentet fra <https://voldgift.dk/wordpress/wp-content/uploads/2021/02/Voldgiftsn%C3%A6vnets-statut-2020.pdf>

KORTLÆGNING AF SPILD I BYGGERIET

Bilag 1: Dokumentation af beregning af spildindeks



INDHOLD

1 INDLEDNING	56
2 DATASTRØMME	58
2.1 Struktureret analyse	58
2.2 Datastrømsdiagrammer	58
3 GENEREL BEREGNINGSMETODE FOR INDEKSTAL	62
4 OPGØRELSESMETODER FOR BYGGERIETS SPILDINDEKS V. 2020	64
4.1 Oversigt	64
4.2 Byggeskadefonden (BSF)	65
4.3 Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB)	66
4.4 Byggeriets Evalueringscenter (BEC)	67
4.5 Byggeriets Ankenævn (BA)	68
5 BYGGERIETS SPILDINDEKS V. 2020	72
5.1 Vægtning af datasæt	72
5.2 Tomme datalinjer	72
5.3 Byggeaktivitet og byggeomkostninger	73
5.4 Generering af Byggeriets Spildindeks v. 2020	74
6 UDVIDELSE AF DATABASE	80
6.1 Relevante nye datakilder	81
6.2 Andre datakilder under overvejelse	81
6.3 Tilgængelighed af data fra den obligatoriske byggeskadeforsikring og Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed	82
6.4 Tilgængelighed af data fra de nuværende datakilder til indekset	83
7 REFERENCER	88

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '1'.

1

INDLEDNING

1 INDLEDNING

Nærværende bilag redegør for beregninger af Byggeriets Spildindeks v. 2020, der er gennemført i 2020, efter samme metode der blev anvendt i 2007-modellen (Nielsen & de Place Hansen, 2007), men med visse ændringer i forhold til, hvordan delindeks beregnes, vægtes og pristalsreguleres. Bilagets formål er dels at beskrive det anvendte datagrundlag, og dels at dokumentere den reviderede metode til beregning af indeks for at muliggøre en gentagelse om et antal år.

Afsnit 2 beskriver de overordnede principper for beregningen af svigtindeks og de processer, det består af. Afsnit 3 beskriver princippet for beregning af et indekstal. Afsnit 4 beskriver datagrundlaget og hvordan de enkelte delindeks er fremkommet. Afsnit 5 beskriver de trin som svigtindekset gennemløber frem mod slutresultatet; Byggeriets Spildindeks v. 2020.

I beregningen af svigtindekset for 2020 indgår følgende datakilder:

- Byggeriets Evalueringscenter (BEC)
- Byggeskadefonden (BSF)
- Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB)
- Byggeriets Ankenævn (BA)

Oprindeligt indgik også Foreningen af Rådgivende Ingeniører (FRI) og Danske Arkitektvirksomheder (DA) i opgørelsen. Denne er ikke medtaget i 2020-indekset, da FRI/DA's medlemmer nu selv tegner ansvarsforsikring, hvorfor FRI/DA ikke længere leverer disse tal.

For hver datakilde er der beregnet et delindeks (beskrevet i afsnit 5), som efterfølgende indgår i beregningen af det Byggeriets Spildindeks v. 2020.

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '2'.

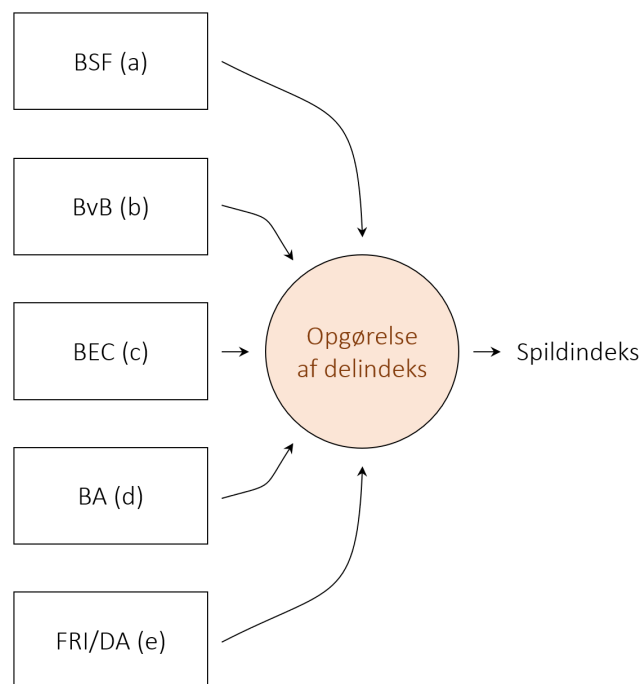
2

DATASTRØMME

2 DATASTRØMME

2.1 Struktureret analyse

Til at beskrive hvordan svigtindekset for 2020 er frembragt, anvendes Struktureret Analyse, baseret på definitionerne af Delskov & Lange (1991). Anvendelsen er forsimplet i den forstand, at der hovedsageligt er anvendt visualiseringsværktøjer fra SA-metoden. Der anvendes alene *datastrømsdiagrammer* i den eksplicite beskrivelse af systemet (Figur 1).

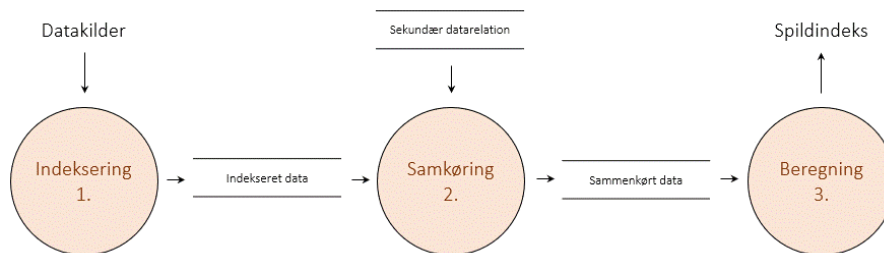


Figur 1 – Kontekstdiagram fra SA for svigtindekset.

Opgørelsen af datakilderne er resultatet af fem parallelle processer på samme niveau, som deler overordnede funktioner. Dette gør det nødvendigt at holde beskrivelsen af dem fra hinanden i dette bilag. Derfor benævnes datakilderne her (Figur 1) med et lille bogstav i parentes, så de på et senere tidspunkt ikke forveksles med hinanden.

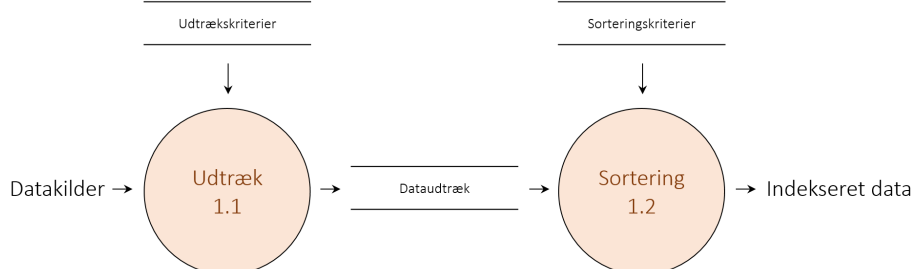
2.2 Datastrømsdiagrammer

Processerne for generering af svigtindekset i oversigtsdiagrammet (Figur 2), er fælles for hele systemet 'Byggeriets Spildindeks v. 2020'. Det samme gælder principielt processerne på niveau 1, som vist i Figur 3. Alle datakilderne gennemgår en indeksering, som består i udtræk og sortering. Det der varierer ift. de respektive datakilder, er de kriterier hvormed data bliver indekseret, samkørt og beregnet til et delindeks.



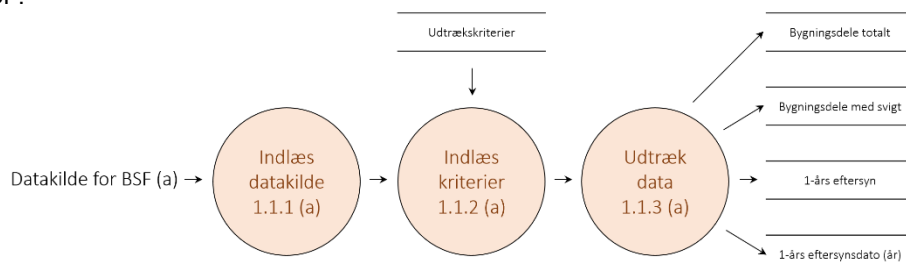
Figur 2 – Oversigtsdiagram for processer til etablering af svigtindekset (niv. 0). Sekundær datarelation vil typisk være det år, som det enkelte datasæt repræsenterer.

Figur 3 viser hvordan indeksering af datakilderne foregår på niveau 1:



Figur 3 – Åbning af proces '1. Indeksering' (Figur 2) på niv. 1

Udtrækkene for de respektive datakilder foregår som parallelle processer, da datakilderens natur og repræsentation kræver forskellige udtræksmetoder. Figur 4 viser udtrækket for BSF.

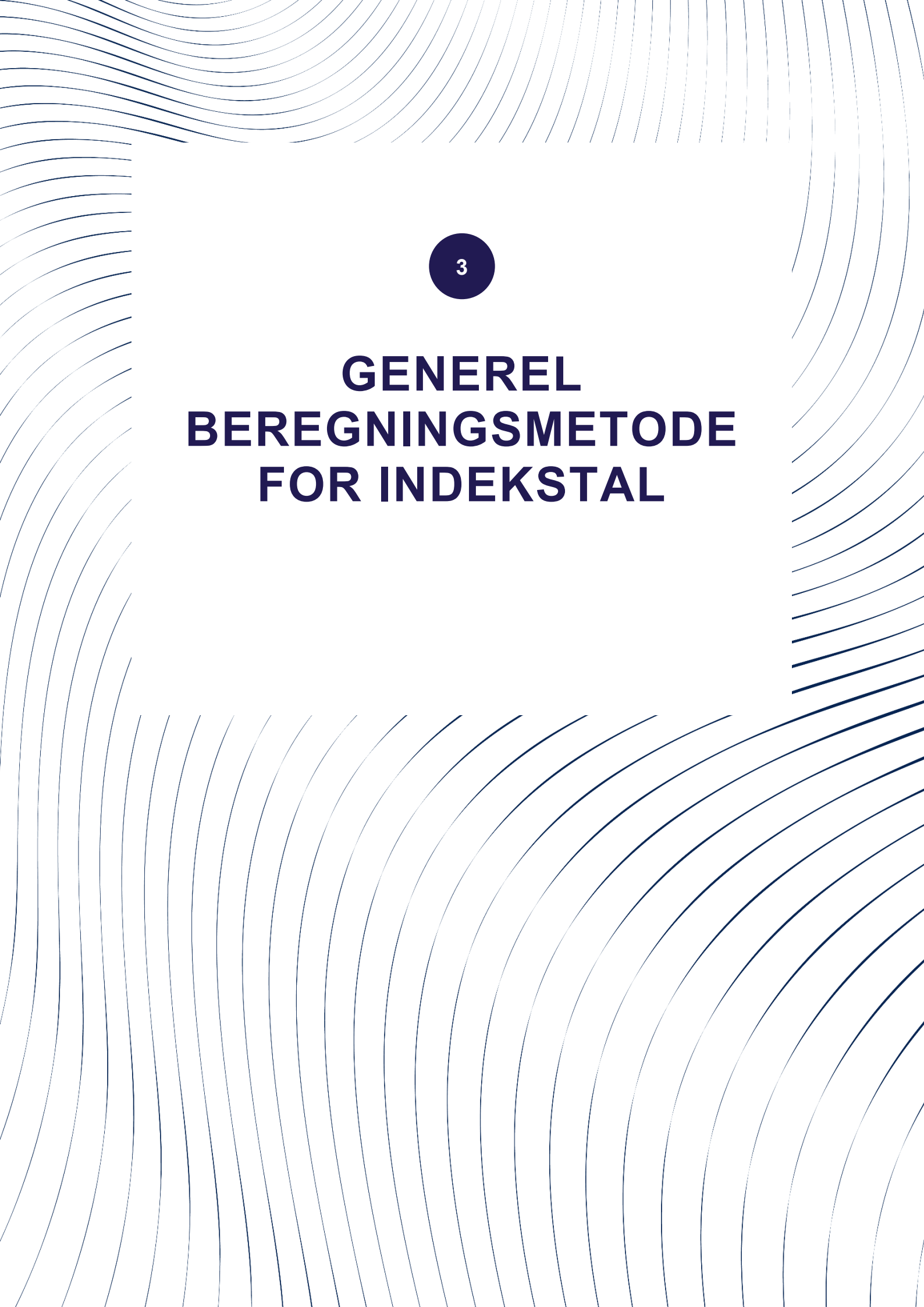


Figur 4 – Åbning af proces '1.1 Udtræk' (Figur 3) på niv. 2

Udtrækskriterierne for BSF kan beskrives som:

1. Filtrer udelukkende på gennemført 1-årseftersyn,
2. Udtræk alle registrerede bygningsdele,
3. Udtræk udelukkende bygningsdele med svigt,
4. Udtræk dato for 1-årseftersyn, for alle udtrukne datalinjer.

Derved genereres der et dataudtræk (de fire datalagre som resultatet af proces 1.1.3 (a) *Udtræk data* i Figur 4), som kan grupperes og sorteres efter dato i proces 1.2 *Sortering* (Figur 3).

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '3'.

3

GENEREL BEREGNINGSMETODE FOR INDEKSTAL

3 GENEREL BEREGNINGSMETODE FOR INDEKSTAL

Indekstal kan bruges til at sammenligne talmæssig udvikling over tid i ellers umiddelbart usammenlignelige datasæt, der fx er opgjort på forskellige måder, eller kommer fra forskellige kilder. Først fastsættes der et grundtal for indekset, som typisk er enten 1,00 eller 100. Grundtallet sammenstilles derefter med et basisår og det er dette tal, datasættene for de øvrige årstal sammenlignes med. År 2005 vælges i eksemplet her som basisår, hvormed indekstallet for 2005 bliver 1,00.

Indekstallet for et givet år beregnes som:

$$\text{Indekstal} = \frac{\text{Årets værdi}}{\text{Værdi i basisåret}}$$

Indekstallet I er for fx 2003 i Tabel 1, beregnet som:

$$I_{2003} = \frac{6272}{7155} = 0,87$$

hvor 6272 er *årets værdi* for 2003 og 7155 er *værdi i basisåret* 2005. Beregningsmetodens delelementer er fremhævet med en asterisk (*) i Tabel 1.

Tabel 1 – Eksempel på beregning af indekstal baseret på fiktive datasæt.

År	Værdi	Beregning	Indekstal
*2003	*6272	*6272 / 7155 =	*0,87
2004	7402	7402 / 7155 =	1,03
Basis: *2005	*7155	7155 / 7155 =	1,00
2006	8917	8917 / 7155 =	1,24
...	-	-	-

OPGØRELSES- METODER FOR BYGGERIETS SPILDINDEKS V. 2020

4 OPGØRELSESMETODER FOR BYGGERIETS SPILDINDEKS V. 2020

4.1 Oversigt

Sammenstillingen i Tabel 2 viser hvordan de enkelte delindeks blev opgjort og beregnet oprindeligt i 2007, samt hvordan metoden i 2020 evt. adskiller sig fra denne. For beregningerne i 2007 er der opstillet en formel, der beskriver den grundlæggende relation i beregningsprincippet. I de efterfølgende underafsnit uddybes de enkelte datakilder ift. det oprindelige svigtindeks (Nielsen & de Place Hansen, 2007), ligesom de konkrete metoder for hver datakilde i det nye svigtindeks præciseres kortfattet.

Udviklingen af delindeks vises for perioden 2004-2019, idet hverken BEC, eller byggeomkostningsindekset BYG52 (DST, 2021b), som Byggeriets Spildindeks v. 2020 er korrigeret efter, rummer data fra før 2004. 2015 er anvendt som basisår for delindeks. Danmarks Statistik benytter 2015 referenceår i de nyeste statistikker, fx for BYG52.

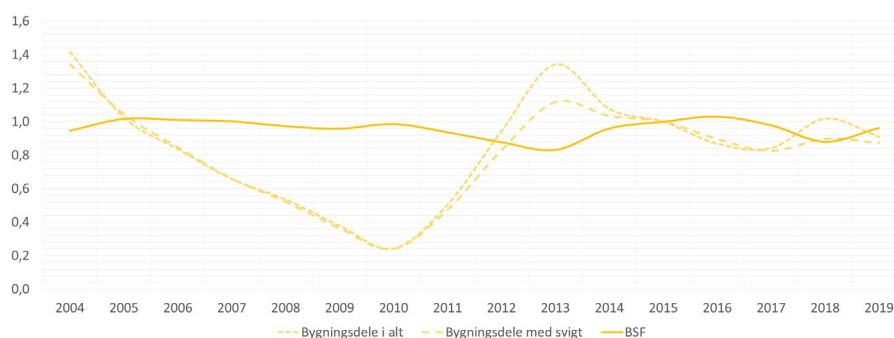
Tabel 2 – Oversigt over opgørelses- og beregningsmetoder for Dansk Svigtindeks, anno 2007 og 2020.

Dansk Svigtindeks 2007		Byggeriets Spildindeks v. 2020
BSF	Andel af bygningsdele med svigt konstateret ved 1-års eftersyn: $\text{Andel svigt} = \frac{\text{Antal bygningsdele med svigt}}{\text{Antal bygningsdele i alt}}$ Byggeskadefonden opererer med ni emner (bygningsdele) i deres 1-års eftersyn, og opgør antal eftersete bygningsdele og antal bygningsdele med svigt for hver af disse. <i>Andel svigt</i> opgøres som et procenttal på basis af det samlede antal for hver af de to størrelser.	Samme beregningsmetode.
BvB	Andel af bygningsdele med svigt konstateret ved 1-års eftersyn: $\text{Andel svigt} = 100\% - \text{Andel intakt}$ BvB oplyser ikke det samlede antal bygningsdele med svigt, som BSF, men i stedet <i>andel intakt</i> og <i>andel svigt</i> som procenttal beregnet ift. samlet antal eftersete bygningsdele for et givent år.	Samme beregningsmetode. Nye data til 2020-indeks indhentet ved henvendelse til BvB.
BEC	Antal mangler pr. mio. kr. opgøres som: $\text{Antal mangler pr. mio. kr.} = \frac{\text{Samlet antal mangler}}{\text{Entreprisenum}}$ Antal mangler og entreprisenum blev af BEC opgjort kvartalsvist opdelt efter manglers alvor. For hvert år blev først den samlede <i>entreprisenum</i> og det samlede <i>antal mangler opgjort for hver</i> mangeltipe, hvorefter entreprisenummer og antal mangler blev summeret på tværs af mangeltyper.	I det nye 2020-indeks erstattes entreprisenum med gennemsnitlig kvadratmeterpris, ligesom annullerede eller helt afbrudte sager som blev inkluderet i det oprindelige 2007-indeks, ikke inkluderes i 2020-indekset. Driften af BEC er pr. 1. juli 2020 overgået til BUILD, hvorfor der nu er fri adgang for BUILD til denne datakilde.

BA	Antal sager pr. mia. kr. byggeaktivitet:	Da indekset skal repræsentere faktiske svigt, er dette i 2020-indekset ændret til at være andelen af sager med medhold, hentet fra BA's årsberetninger, ift. husstandenes gennemsnitlige forbrug til vedligehold og reparation af boliger (DST, 2021d), som er en nyfortolkning af 'privatkundemarkedet'.
	$\text{Sager pr. mia. kr.} = \frac{\text{Antal indkomne sager}}{\text{Byggeaktivitet på privatkundemarkedet}}$ Data for byggeaktiviteten på privatkunde-markedet er hentet i Dansk Byggeris konjunkturanalyse, hvor det fremkommer som summen af posterne <i>Hovedreparation af boliger</i> og <i>Reparation og vedligeholdelse af boliger</i> (Nielsen & de Place Hansen, 2007).	
FRI/DA	Antal skader omfattet af den løbende professionelle ansvarsforsikring ift. den samlede byggeaktivitet i mia. kr.:	Indgår ikke i 2020-indekset, da FRI/DA's medlemmer nu selv tegner ansvarsforsikring, hvorfor FRI/DA ikke længere kan levere disse tal.
	$\text{Skader pr. mia. kr.} = \frac{\text{Antal skader i alt}}{\text{Samlet byggeaktivitet}}$	

4.2 Byggeskadefonden (BSF)

Data fra BSF blev i svigtindekset anno 2007 opgjort således: *"Med baggrund i de viste data [i den her refererede rapport, red.] er det valgt at benytte andelen af bygningsdele med svigt som grundlag for BSF's delindeks. [...] Opgørelserne er baseret på de 1-års eftersyn, der er gennemført for byggeri, som er afleveret det pågældende år."* (Nielsen & de Place Hansen, 2007). Indekset anno 2020 (Figur 5) anvender samme grundlag. BSF fører en svigtdatabase¹ over byggerier der er afleveret siden 1997, samt renoveringer afleveret siden 2011. Databasen indeholder oplysninger om godt 5000 byggerier.



Figur 5 – Delindeks for BSF ('Bygningsdele med svigt' divideret med 'Bygningsdele i alt') for perioden 2004-2019 (basisår 2015). Jo tættere de stiplede kurver ligger på hinanden, dets mindre udsving er der i delindekset.

Dataudtræk er foretaget vha. af et program skrevet til lejligheden af systemudvikler Kaspar Boel Kjeldsen, som går ind og henter data for alle bygningsdele, samt bygningsdele uden svigt, for 1-års eftersyn. Disse data sorteres og samkøres efter årstal, som sekundær datarelation, og danner derved grundlag for beregning af delindekset for BSF.

¹ <https://bsf.dk/eftersyn/sog-i-database-med-eftersyn>

Selve beregningen af delindekset udføres i et regneark. Delindekset er genereret på baggrund af den procentvise andel af antal bygningsdele med svigt, med det totale antal bygningsdele, fx for 2015:

$$\frac{\text{Antal bygningsdele med svigt} = 2501}{\text{Antal bygningsdele i alt} = 10992} = 22,7\%$$

Procenttallet angiver derved hvor stor en andel af bygningsdelene, for det pågældende år, der indeholder svigt. Delindekset er derefter beregnet som beskrevet i afsnit 3.

4.3 Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB)

BvB varetager mange af de samme opgaver som BSF, dog med den undtagelse, at BvB udelukkende beskæftiger sig med bygningsfornyelse. Modsat BSF, har BvB ikke en offentligt tilgængelig database, hvorfor data til delindekset er indhentet på anmodning hos fonden. Data fra BvB blev i svigtindekset anno 2007 opgjort således: *"Med baggrund i det beskrevne grundlag for vurdering af data er det fundet, at det mest valide grundlag for et BvB-svigtindeks skal baseres på andelen af bygningsdele med svigt konstateret ved 1-års eftersyn."* (Nielsen & de Place Hansen, 2007). Beregnings- og opgørelsesmetoden for delindeks for BSF og BvB (Figur 6) er altså den samme.

BvB har suppleret projektet med en forklaring på evt. udsving i BvB's datasæt:

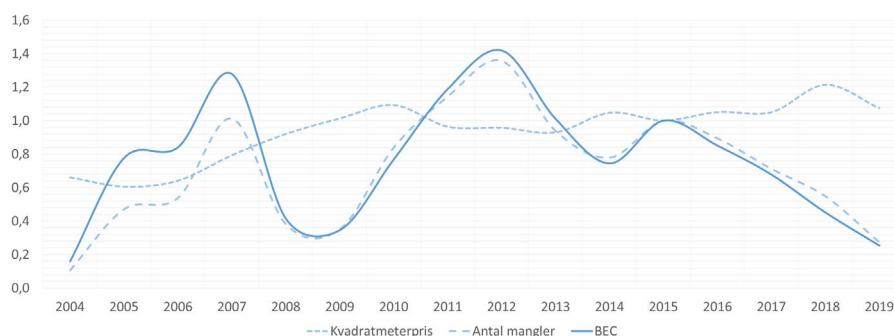
- 2004: Lovændring, hvorefter andelsboligforeninger og ejerforeninger primært kun kunne opnå støtte til klimaskærmen, dvs. ordningen omfattede herefter færre bygningsdele og datagrundlaget blev mindre. Et enkelt eller to byggetekniske svigt påvirker svigtprocenten relativt meget, når det er et lille datagrundlag der indgår i statistikken.
- 2009: BvB etablerede et indrapporteringssystem, hvorefter eftersynsfirmaerne indberetter registreringer fra eftersynene digitalt.
- 2015: Det digitale indberetningssystem blev afskaffet igen – af-rapportering overgik til word-rapport og manuel indtastning af erfa-data.
- 2015/2016: Totaludskiftning af teknikergruppen, nye "rygsække" (bygningsskonstruktør / bygningsingeniør / arkitekt), hvilken givet har influeret på vurderingen af svigt.
- 2016: Nyt indberetningssystem med større detaljeringsgrad end tidligere.
- 2017: Procedureændring, hvorefter BvB har valgt at registrere, og gøre ejerne opmærksomme på, også mindre og ikke helt så væsentlige svigt, som de ikke bør affinde sig med.
- 2019: Der er afleveret flere sager i 2019 som ikke er på listen. Det skyldes, at de er af-rapporteret i år (2020), og der er endnu ikke erfa-registreret sager for 2020.



Figur 6 – Delindeks for BSF ('Bygningsdele med svigt' divideret med 'Bygningsdele i alt') for perioden 2004-2019 (basisår 2015). Jo tættere de stiplede kurver ligger på hinanden, des mindre udsving er der i delindekset.

4.4 Byggeriets Evalueringscenter (BEC)

For BEC's vedkommende er annullerede eller helt afbrudte sager, som blev inkluderet i det oprindelige indeks fra 2007, ekskluderet i indekset anno 2020. Data fra BEC blev i svigtindekset anno 2007 opgjort således: *"Med baggrund i det beskrevne grundlag for vurdering af data er det fundet, at det mest valide grundlag for et BEC-svigtindeks skal baseres på antallet af mangler pr. mio. kr. opgjort ved aflevering."* (Nielsen & de Place Hansen, 2007). Det nye udtræk tager udgangspunkt i BEC's nuværende database og den originale udtræksmetode, blot oversat til nye tabeller, med opdaterede værdier og sager anno 2020 (Figur 7).



Figur 7 – Delindeks for BEC ('Antal mangler' divideret med 'Kvadratmeterpris') for perioden 2004-2019 (basisår 2015). Fordi antallet af mangler varierer væsentligt mere over tid end kvadratmeterprisen gør, følger delindekset kurven for antal mangler relativt tæt.

Et nyt udtræk til generering af delindekset for BEC laves i 2020 ved:

1. Vælge alle sager som er aktive, men ikke er annulleret eller helt afbrudt
2. Gruppere dem på årstallet for afslutningsdato
3. Forbinde dem med svar på følgende kriterier:
 - a. Alvorlige og kritiske mangler (A2, A3)
 - b. Alvorlige mangler (A2)
 - c. Kritiske mangler (A3)
 - d. Realiseret entreprisensum
 - e. Ikke-alvorlige mangler uden væsentlige økonomiske konsekvenser (A0)
 - f. Mindre alvorlige mangler (A1)

Der er dog en enkelt væsentlig ændring ift. 2007, da BEC ifølge systemudvikler Kaspar Boel Kjeldsen, som i perioden 2015-2020 har haft ansvaret for BEC-data, i 2020 ikke skelner mellem A2- og A3-mangler, hvorved *alvorlige* og *kritiske* mangler ikke længere kan adskilles:

- A0-mangler: Ikke alvorlige mangler
- A1-mangler: Mindre alvorlige mangler
- A2A3-mangler: Alvorlige og kritiske mangler

Det understreger relevansen af at operere med ét samlet delindeks for data fra BEC, hvilket sikres ved at tælle alle typer af mangler (A0, A1, A2 og A3) sammen under ét. Pengeløb hos BEC indekseres (DST, 2021c) hvert år, d. 1. januar, men da alle delindeks i Byggeriets Spildindeks v. 2020 korrigeres efter BYG52 samlet, skal de enkelte delindeks opgøres i faste priser, uden indeksregulering. Derfor tilbageføres BEC's priser til de oprindelige faste priser. Dette gøres ved at anvende indeks 104,8 (BYG42, 2019K3, boliger) med 2015 som indeks 100:

$$\text{Det oprindelige beløb} = \frac{\text{Indeksreguleret beløb}}{104,8/100}$$

4.5 Byggeriets Ankenævn (BA)

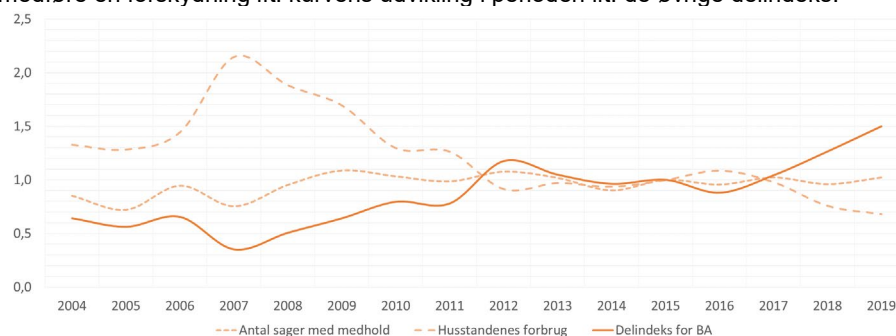
Data fra BA blev i svigtindekset anno 2007 opgjort således: "[...] På det grundlag er det beregnet hvor mange sager, der har været pr. mia. kr. byggeaktivitet og disse tal ligger til grund for det beregnede indeks i tabel 23 [i den refererede rapport, red.]." (Nielsen & de Place Hansen, 2007).

I 2020-indekset beregnes delindekset for BA (Figur 5) som forholdet mellem antal afsluttede sager med medhold, hentet fra BA's årsberetninger, og husstandenes gennemsnitlige forbrug til vedligehold og reparation af bolig (DST, 2021d), som et udtryk for byggeaktiviteten vedr. privatkundemarkedet. Denne mere simple metrik er anlagt, da delindekset beregnet jf. den originale metode fra 2007 havde meget store udsving, ligesom beregningen og den efterfølgende økonomiske indeksregulering skulle sammensættes af data fra flere forskellige kilder, hvilket gjorde grundlaget usikkert. Dansk Byggeri stoppede således med at publicere tal for byggeaktivitet ('privatkundemarkedet') i 2014, hvorfor tallene jf. 2007-metoden ville skulle indhentes fra andre datakilder:

- 2001 til 2004: Rapporten *Omfanget af svigt, fejl og mangler i dansk byggeri 2001-2008* af Erhvervs- og Byggestyrelsen (2010, s. 13).
- 2005 til 2010: Rapporten *Konjunkturanalyse marts 2009* af Dansk Byggeri (2009).
- 2011 til 2013: Rapporten *Konjunkturanalyse februar 2014* af Dansk Byggeri (2014).
- 2014: Dette år kunne der ikke findes tal for.
- 2015 og frem: DST-tabel BYGOMS2; Branche (DB07) *F Bygge og anlæg*, summen af *Reparation og vedligeholdelse, hovedreparation, boliger* og *Reparation og vedligeholdelse, vedligeholdelse, boliger*.

Denne metode er meget sammensat og gør opgørelsen usikker, hvorfor der i 2020-metoden er anvendt data fra Danmarks Statistik som udtryk for privatkundemarkedet (DST, 2021d). Fordi BA repræsenterer private forbrugeres klagesager, bør delindekset herfor illustrere dette. Perioden fra 2015 og frem til 2019 ligger antallet af sager med medhold gennemsnitligt på 250. I den samme periode er det gennemsnitlige private forbrug til vedligeholdelse af bolig faldet, hvilket resulterer i et stigende delindeks; der bliver brugt færre penge til vedligehold, men antallet af sager med medhold er den samme, hvorfor antal sager pr. krone bliver større (Figur 8). Kurven for delindekset BA er steget med 150 % fra 2004 til 2019. Dette lyder umiddelbart af meget, men skal ses i betragtning af, at husstandenes gennemsnitlige forbrug til vedligehold og reparation af bolig er faldet med 49 % i samme periode, mens antallet af sager med medhold er stort set uændret. Der går i gennemsnit 1,7 år

fra arbejdet er udført og til sagerne modtages af BA (Byggeriets Ankenævn, 2014), hvilket kan medføre en forskydning ift. kurvens udvikling i perioden ift. de øvrige delindeks.



Figur 8 – Delindeks for BA ('Antal sager med medhold' divideret med 'Husstandenes forbrug') for perioden 2004-2019 (basisår 2015). I de senere år er husstandenes forbrug er faldet, mens antallet af sager med medhold er stort set uforandret, hvilket har medført en stigning i delindekset.



5

BYGGERIETS SPILDINDEKS V. 2020

5 BYGGERIETS SPILDINDEKS V. 2020

Spildindekset er grundlæggende middelværdien af de indgående delindeks:

$$\text{Spildindeks 2020} = \bar{X}_{\text{delindeks}}$$

Helt så enkelt er det dog ikke, da det bl.a. er nødvendigt at tage hensyn til prisudviklingen for at kunne sammenligne omkostninger år for år. I det følgende beskrives de trin, som data gennemgår, fra at de enkelte delindeks foreligger, til Byggeriets Spildindeks v. 2020 er beregnet.

5.1 Vægtning af datasæt

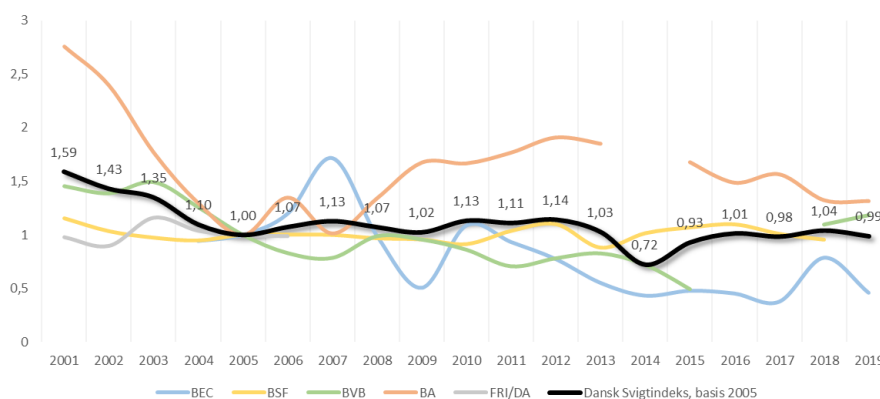
I Nielsen & de Place Hansen (2007) skete der ikke en vægtning af datakilderne ved beregning af svigtindekset, da der ikke var noget rationelt grundlag for at foretage en vægtning og fordi indekset ikke i større grad var følsomt over for en vægtning. Men da kilderne rummer vidt forskellige datatyper pga. forskellige opgørelsesmetoder fra byggeri af forskellig størrelse, og det er meningen på længere sigt at inddrage data fra flere kilder, er der i det foreliggende projekt foretaget en vægtning af delindeks ift. dets population på følgende måde:

$$\text{Vægtning af delindeks} = \frac{(\text{Indekstal 1} * \sqrt{N_{\text{datasæt 1}}}) + (\text{Indekstal 2} * \sqrt{N_{\text{datasæt 2}}}) \dots N}{\sqrt{N_{\text{datasæt 1}}} + \sqrt{N_{\text{datasæt 2}}} \dots N}$$

hvor N udtrykker populationens størrelse (antal sager som indgår i datasættet). For at undgå at store populationer vægter for tungt ift. de mindre, er benyttet kvadratroden af N fremfor N. Fordelen ved at vægte datasæt i forhold til antal sager er, at det er relativt simpelt at skaffe sådanne data; omvendt tager denne vægtning ikke hensyn til størrelsen af de sager og dermed andelen af det samlede byggeri, som de enkelte kilder repræsenterer. Disse oplysninger er imidlertid ikke umiddelbart tilgængelige, men i en videreudvikling af indekset efter dette projekt, vil det være relevant at se nærmere på, hvordan disse data kan skaffes, for at skabe et mere sikkert grundlag.

5.2 Tomme datalinjer

For de år hvor der ikke er tilgængelige data for en bestemt datakilde, beregnes et fiktivt delindeks ud fra middeltallet for de tre foregående datalinjer (eller efterfølgende, hvis det er først i et datasæt, som er en række af data for en årrække). Manglende data kan medvirke til at forvride spildindekset, se Figur 9. Flere af kurverne er brudte, fx mangler data for BA i 2014, hvilket er med til at forklare dykket i indekset samme år. Perioden helt tilbage til 2001, som også var indeholdt i (Nielsen & de Place Hansen, 2007) er vist. I efterfølgende figurer og databehandling udelades data fra før 2004, da der ikke eksisterer BEC data fra den periode.



Figur 9 – Delindeks fra BEC, BSF, BvB og BA for perioden 2001 til 2019, samt spildindeks beregnet som middelværdi af delindeks for hvert år, baseret på metoden beskrevet i (Nielsen & de Place Hansen, 2007). Basisår 2005. Data er ufuldstændige for BvB og BA. Ingen data for BEC før 2004.

5.3 Byggeaktivitet og byggeomkostninger

Det vægtede svigtindeks fortæller umiddelbart ikke noget om hvor tungt byggeriets svigt vejer, da det ikke er sat ind i en kontekst. Derfor sammenstilles svigtindekset med yderligere to datastrengte, begge fra Danmarks Statistik (DST); BYGV01 (m²) som repræsenterer den samlede byggeaktivitet opgjort i m² (DST, 2021a) og BYG52 (-) som repræsenterer de samlede byggeomkostninger opgjort som et indeks (2015 = 100) (DST, 2021b).

5.3.1 Byggeaktivitet (BYGV01)

DST vedr. tabel BYGV01: *"Formålet med statistikken over byggevirksomheden er at belyse udviklingen i byggeaktiviteten i Danmark. Statistikken anvendes bl.a. til at vurdere konjunkturudviklingen i bygge- og anlægssektoren. Statistikken er en kvartalsvis opgørelse af den aktuelle byggeaktivitet for byggeri der kræver en byggetilladelse, opgjort på samlet etageareal og antal boliger."* (DST, 2020a).

Data fra tabel BYGV01 (DST, 2021a) udtrækkes som m² for alt fuldført byggeri, alle anvendelsestyper, alle bygherreforhold, i perioden 2001 til 2019. Data er herefter omregnet til indekstal med basis i år 2005, så det kan sammenstilles med svigtindekset.

5.3.2 Byggeomkostninger (BYG52)

DST vedr. tabel BYG52: *"Statistikken belyser udviklingen i omkostningerne ved at bygge en bolig. Byggeomkostningsindekset for boliger indeholder et indeks for enfamiliehuse, et indeks for etageboliger samt et indeks for boliger generelt [2005 = 100; red.]. Alle indeks er endvidere fordelt på otte fagindeks og seks bygningsdelindeks. Disse delindeks er som for de samlede byggeomkostningsindeks beregnet totalt og for hhv. materialer og arbejdsomkostninger."* (DST, 2020b).

Data fra tabel BYG52 (DST, 2021b) udtrækkes som et hovedindeks ('Byggeomkostningsindeks for boliger') og inkluderer både materialer og arbejdsomkostninger, for perioden 2004 til 2019 (2015 = 100). Data er herefter omregnet til indekstal med basis i år 2005, så det kan sammenstilles med svigtindekset.

Det er ikke muligt at få oplyst kvadratmeterpriser eller årlige summer for BYG52 el.lign. af DST, da disse ifølge DST selv er baseret på fortrolige enkeltpriser for materialer.

5.3.3 Korrigeret indeks

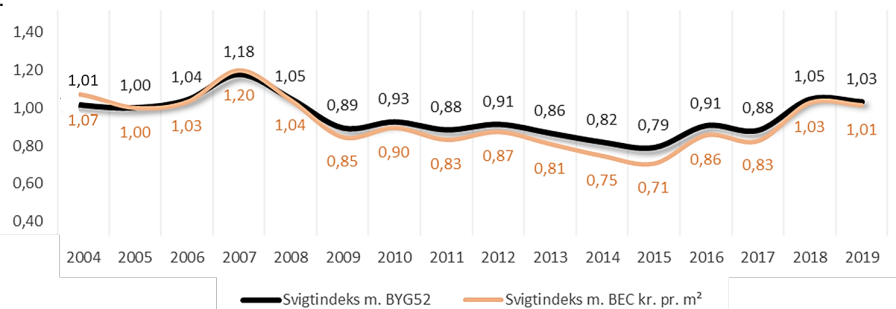
Det korrigerede indeks beregnes på følgende vis:

$$\text{Korrigeret indeks} = \frac{\text{Vægtet spildindeks} + \text{Indeks}(\text{BYGV01}) + \text{Indeks}(\text{BYG52})}{3}$$

Hvis der fx er sket et lille fald i svigt fra 2010 og frem, men byggeaktiviteten er faldet væsentligt i samme periode, er effekten af svigt i et makroperspektiv reelt faldet mere end svigtindekset ville vise alene; færre m² = mindre effekt. Hvis byggeomkostningsindekset stiger, hvilket er et udtryk for, at det bliver dyrere at bygge, vil omkostningerne til afhjælpning af svigt (forudsat at omfanget er uændret) ligeledes stige; flere kr. = større effekt.

Hvis der bliver bygget meget og priserne bliver højere, vægter svigtet tungere. Hvis der bygges mindre og priserne falder, så vægter svigtet ligeledes mindre. I et tredje scenarie hvor der bygges mindre, men omkostningerne fortsat forøges, vil den samlede effekt være begrænset, da de to korrigerende indeks trækker i hver sin retning.

Figur 10 viser en *principiel og tidlig udgave af spildindekset, korrigeret for byggeomkostninger* med data fra hhv. BYG52 og BEC². Det gør øjensynligt ikke den store forskel, om man tager byggeomkostningsdata fra BYG52 (DST, 2021b), eller om man beregner et indekstal på baggrund af arealdata fra BYGV01 (DST, 2021a) og kvadratmeterpriser fra BEC, før det sammenstilles med svigtindekset. Derfor er BYG52 valgt som reference, da BEC-dataene for kvadratmeterpriser er baseret på populationer af varierende størrelse. Dertil kommer at den nye metrik for delindekset for BEC netop anvender kvadratmeterpriser, hvorfor de ikke samtidigt kan anvendes korrigerende for det samlede Byggeriets Spildindeks v. 2020.



Figur 10 – Korrektion af spildindekset ift. byggeomkostninger baseret på hhv. BYG52 fra Danmarks Statistik, eller kvadratmeterpriser fra BEC. Basisår 2005.

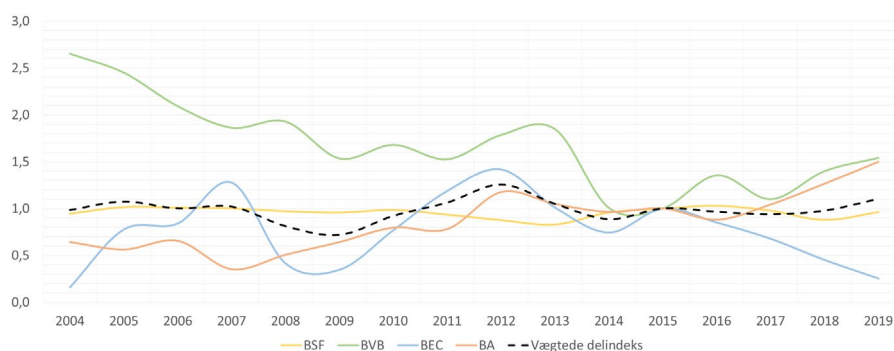
5.4 Generering af Byggeriets Spildindeks v. 2020

I det færdige spildindeks ekskluderes årene 2001 til 2003, idet der ikke eksisterer data for delindekset BEC og BYG52 (DST, 2021b) for disse år. Ligeledes omregnes til basisår 2015. I det følgende præsenteres genereringen af det nye spildindeks trin for trin, suppleret med en kort forklarende tekst til hvert trin.

5.4.1 Trin 1: Delindeks vægtet efter population

Hvert delindeks vægtes efter kvadratroden af dets population (Figur 11), som beskrevet i afsnit 5.1. De fire delindeks har basisår 2015, hvor alle kurverne mødes af samme grund.

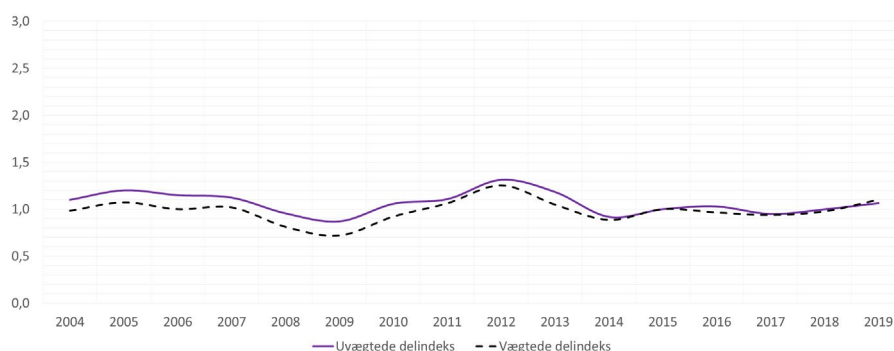
² <https://byggeevaluering.dk/database/kvadratmeterpriser>



Figur 11 – Delindeks for Byggeskadefonden (BSF), Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB), Byggeriets Evalueringscenter (BEC) og Byggeriets Ankenævn (BA) og et samlet indeks hvor de fire delindeks er vægtet efter population ('Vægtede delindeks'). Basisår 2015.

5.4.2 Trin 2: Råt spildindeks med og uden vægtning af delindeks

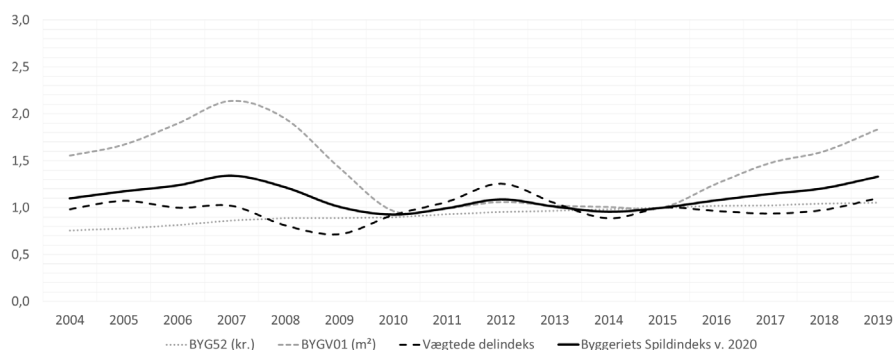
Det rå spildindeks, som er middelværdien af de fire vægtede delindeks, er vist i Figur 12 sammen med en udgave af spildindekset uden vægtning af delindeks. Dette er for at illustrere vægtningsens indflydelse på spildindekset.



Figur 12 – Råt spildindeks vist med og uden vægtning af delindeks. Basisår 2015.

5.4.3 Trin 3: Færdigt spildindeks vist med korrigerende aktivitets- og omkostningsindeks

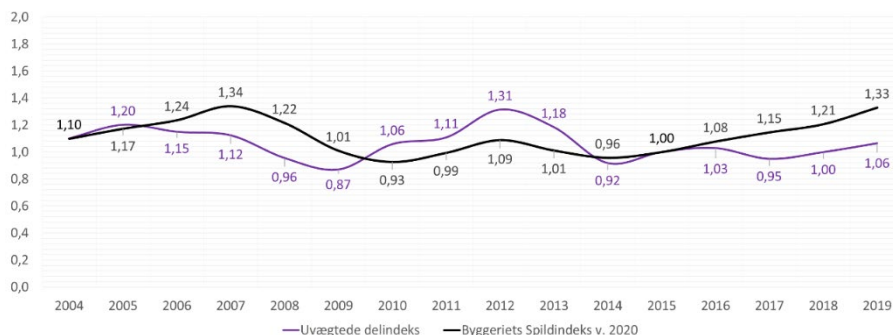
Byggeaktivitet og -omkostninger er anvendt korrigerende ift. de vægtede delindeks, som et middel til at samle de fire delindeks om en fælles reference. I Figur 13 illustreres det hvordan de vægtede delindeks (sort stiplede streg) i 2009 til 2011 trækkes nedad af især byggeomkostningsindekset BYG52, for derefter at lægge sig nogenlunde neutralt i midten mellem hhv. BYG52- og BYGV01-indeksene.



Figur 13 – Færdigt spildindeks ('Byggeriets Spildindeks v. 2020') sammenholdt med indeks baseret på vægtede delindeks, samt korrigerende byggeomkostnings- og -aktivitetsindeks (BYG52 og BYGV01). baseret på data fra DST. Basisår 2015.

5.4.4 Trin 4: Færdigt spildindeks vs. uvægtede delindeks

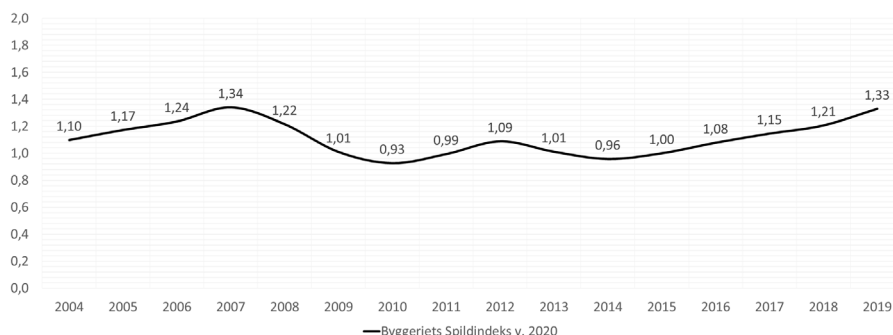
Figur 14 er en sammenligning af det færdige spildindeks og det rå spildindeks, som udgøres af de uvægtede delindeks (oprindeligt vist i trin 2). Formålet med denne sammenligning er at vise, hvordan det færdige spildindeks ville have set ud, hvis ikke delindeksene blev vægtet ift. population og efterfølgende korrigeret ift. byggeaktivitet og -omkostninger (trin 3).



Figur 14 – Byggeriets Spildindeks v. 2020 for perioden 2004 til 2019, sammenholdt med spildindeks baseret på uvægtede, ikke pristalsindekserede delindeks. Basisår 2015.

5.4.5 Trin 5: Byggeriets Spildindeks v. 2020, basis 2015

Byggeriets Spildindeks v. 2020 (Figur 15) skal tolkes som effekten af det samlede proces- og produktspild i byggeriet; stigende byggeaktivitet og -omkostninger betyder større effekt, også selvom de enkelte delindeks evt. kan vise et fald isoleret set (Figur 16). Et stigende indeks er altså ikke alene et udtryk for, at omkostninger som følge af spild udgør en stigende del af omsætningen, som det var tilfældet i det oprindelige svigtindeks fra 2007 (Nielsen & de Place Hansen, 2007).

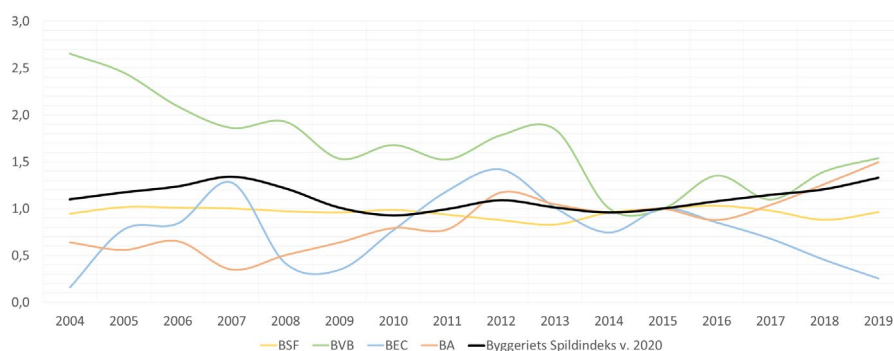


Figur 15 – Byggeriets Spildindeks v. 2020 for perioden 2004 til 2019. Basisår 2015.

Fra 2004 til 2019 er indekset steget fra 1,10 til 1,33 (Figur 15) eller med 21%, svarende til 1,4 % om året. Til sammenligning er nettoprisindekset i samme periode steget med 26%, eller lidt over 1,5% om året (DST, 2021e).

Figur 16 viser spildindekset og dets bagvedliggende delindeks, som en illustration af hvordan de enkelte delindeks hver især har påvirket spildindekset. Fra 2009 til 2012 steg delindekset for BEC markant, idet der var en tilgang i antal indberettede mangler på 287%, som efterfølgende er faldet med 80% frem til 2019. I 2015 blev nøgletalssystemet vedr. statsbyggerier mv. ophævet (Transport- og Boligministeriet, 2015), hvilket kan forklare dykket i kurven for delindekset BEC fra 2015 og frem. Delindekset for BvB oplevede også en stigende udvikling nogenlunde parallelt med BEC, fra 2009 til 2013, hvor man ifølge BvB selv i 2009 etablerede et digitalt indberetningssystem, som blev afskaffet igen i 2015. Dette kan ligeledes have haft indflydelse på delindeksets udvikling, ligesom for BEC. Det samlede spildindeks steg således fra 2010 til 2012, hvorefter det faldt igen frem til 2014. Siden da har

indekset udvist en jævn stigning på trods af at indekset for BEC er faldet markant. Det opvejes så af stigende indeks for såvel BvB som BA.



Figur 16 – Spildindekset vist med bagvedliggende uvægtede, ukorrigerede delindeks fra Byggeskadefonden (BSF), Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB), Byggeriets Evalueringscenter (BEC) og Byggeriets Ankenævn (BA). Basisår 2015.

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '6'.

6

UDVIDELSE AF DATABASE

6 UDVIDELSE AF DATABASE

Detaljeringsgraden af de data, som Byggeriets Spildindeks v. 2020 bygger på, muliggør ikke en kategorisering af spild fx på entrepriseform, og derfor er udviklet en 'ønskeliste' (se Tabel 3), som blev brugt til at vurdere datakilders relevans for spildindekset. For at styrke indekset og bedre kunne sammenligne på tværs af kilder – såvel nuværende som kommende – er det vigtigt at nogle grundlæggende parametre går igen i alle kilder: forventet og realiseret budget, forventet og realiseret tidsplan samt omfang af det byggede, opgjort i m². Disse er markeret med *kursiv* i Tabel 3.

Tabel 3: Data som efterspørges ved henvendelse til potentielle nye datakilder for spildindekset. Et antal særligt centrale data er markeret med kursiv.

Data	Bemærkninger
Grundlæggende data	
Antal sager på årsbasis	Dvs. hvor der er oprettet en sag, klage e.l.
Antal sager med medhold	Relevant hvis datakilde er en klageinstans, en forsikringsordning e.l.
<i>Samlet antal m² som sagerne vedrører</i>	<i>Kan fungere som grundlag for at vægte delindeks</i>
Specifikke data	
Alvoren af svigt, skade ...	
Typen af svigt, skade ...	fx relateret til en bestemt bygningsdel
Årsag	Fx om det er en udførelsesfejl, jo mere specifikt beskrevet jo bedre
Fase i byggeriet hvor skaden/manglen ... er opstået/registreret	Fx om det i projekterings-, udførelses- eller driftsfasen
Type af byggeri	Fx enfamiliehuse, etageboliger, nybyggeri, ombygning ...
År	Hvornår sagen/klagen/ ... blev indberettet
<i>Start- og slutdato for byggeprojektet</i>	<i>Forventet og realiseret tidsplan</i>
Entrepriseform	
Ejerforhold	Fx privat/offentlig bygherre
<i>Bygge-/projektsum</i>	<i>Forventet og realiseret budget</i>
Geografisk placering	Fx postnummer eller kommune

For at spildindekset kan repræsentere en større del af den danske bygningsmasse og de gennemførte byggearbejder og dermed blive mere retvisende, er det undersøgt, i hvilket omfang andre datakilder rummer relevante, tilgængelige data (jf. Tabel 3), på en form, der umiddelbart eller med en overskuelig indsats, vil kunne indgå i spildindekset. Projektets følgegruppe har været rådført i forbindelse med identificeringen af mulige datakilder. Tabel 4 viser en oversigt over de datakilder som blev identificeret. Ligeledes er det undersøgt, i hvilket omfang nuværende kilder kan levere sådanne data.

Tabel 4: Identificerede, potentielle nye datakilder

Datakilde	Drives af / Kontaktet	Relevans	Tilgængelighed
Den obligatoriske byggeskadeforsikring	Sweco for BPS	Ja	Til dels
Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed	Voldgiftsnævnet	Ja	Til dels
Forsikringsselskaber	Forsikring & Pension	Ikke endeligt afklaret	
Huseftersynsordningen	Sikkerhedsstyrelsen	Dækker de samme typer sager som den obligatoriske byggeskadeforsikring	Ikke undersøgt
Ankenævnet for tekniske installationer	Tekniq	Nej	

6.1 Relevante nye datakilder

Loven om obligatorisk byggeskadeforsikring trådte i kraft den 1. april 2008 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2007) og indførte krav om en obligatorisk byggeskadeforsikring, når en bygherre opfører ny helårsbeboelse eller ombygger eksisterende byggeri til beboelse, hvis ombygningen er væsentlig. Formålet med ordningen er at styrke især forbrugerens retsstilling ved at give adgang til en mere enkel proces og adgang til skadesudbedring eller erstatning fra forsikringsselskabet, såfremt der konstateres en alvorlig byggeskade på en ny bolig. Fra den 1. juli 2016 er ejendomme, som skal anvendes til udlejning, undtaget fra kravet om byggeskadeforsikring. Den obligatoriske byggeskadeforsikring rummer i alt 56.270 sager pr. 12. februar 2021.

Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed (VBA) har til formål at bistå med at håndtere konflikter i bygge- og anlægsbranchen ved brug af bl.a. syn og skøn, og voldgift, som et alternativ til en domstolsafgørelse (VBA, 2021). Voldgiftsnævnets sager vedrører oftest en konflikt mellem professionelle, og VBA modtager årligt omkring 400 nye voldgiftssager og 300 sager om syn og skøn, herunder syn og skøn i voldgiftssager (<https://voldgift.dk/statistik/>). Et syn og skøn vil typisk vedrøre en vurdering af mangler, mens en voldgift også kan omfatte emner som forsinkelse eller dagbod. Typisk søges uenighed først løst via syn og skøn, men der føres også voldgiftssager uden forudgående syn og skøn.

Den obligatoriske byggeskadeforsikring og VBA vurderes begge som valide og pålidelige kilder indenfor de segmenter og de faser, de vedrører, på lige fod med de allerede indgående datakilder; se begrundelser i (Nielsen & de Place Hansen, 2007). De vil endvidere bidrage til, at indekset dækker bredere, idet data fra den obligatoriske byggeskadeforsikring repræsenterer andre segmenter end data fra byggeskadefondene, ligesom Voldgiftsnævnets sager oftest vedrører en konflikt mellem professionelle, mens Byggeriets Ankenævn håndterer klager fra private.

6.2 Andre datakilder under overvejelse

Data fra forsikringsselskaber vurderes som relevant, bl.a. inspireret af en svensk undersøgelse af omfang og årsager til byggeskader (Boverket, 2018). I første omgang sker kontakten via Forsikring & Pension, der indledningsvis har meddelt at fx data om årsager er svært tilgængelige, da det ikke indsamles systematisk. Der skal arbejdes videre med muligheden for at inddrage sådanne data. I øvrigt konkluderede den svenske undersøgelse, at

det ikke var muligt at skaffe data fra hverken entreprenører eller boligselskaber (særligt data vedr. skader der ikke blev meldt til forsikringen); førstnævnte af forretningsmæssige grunde, sidstnævnte fordi man enten ikke havde data, eller ikke havde ressourcer til at samle data.

Hvorvidt Huseftersynsordningen ligger inde med relevante data er ikke undersøgt, primært fordi typen af sager overlapper med sager under den obligatoriske byggeskadeforsikring.

Omfanget af data, som Ankenævnet for tekniske installationer kan stille til rådighed, er meget begrænset. Man registrerer alene antallet af klager, herunder antallet af klager over kvalitet og udfaldet af behandlingen af klagen, men ikke baggrunden for klagen, dens økonomiske værdi, eller antallet af klager i forhold til antallet af udførte opgaver. Endvidere findes kun data fra 2016 og frem, hvorfor denne datakilde ikke vurderes relevant for spildindekset. Bemærk dog, at Ankenævnt for tekniske installationer ikke overlapper med Byggeriets Ankenævn, hvilket kan argumentere for, på et senere tidspunkt at inkludere førstnævnte som datakilde.

6.3 Tilgængelighed af data fra den obligatoriske byggeskadeforsikring og Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed

Tabel 5 viser, hvilke af de data, der er listet i Tabel 3, som henholdsvis den obligatoriske byggeskadeforsikring (OB) og Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed (VBA) kan stille til rådighed. Hovedparten af data forefindes, men særligt for VBA vil der ligge et stykke arbejde i at grave dem frem, da det kræver at sager gennemgås.

Tabel 5: Tilgængelighed af data fra den obligatoriske byggeskadeforsikring (OB) og Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed (VBA). Grad af tilgængelighed er markeret med farvekoder: Ja (grøn), måske (orange), nej (rød).

Data	Obligatorisk byggeskadeforsikring (OB)	Voldgiftsnævnet for Bygge- og Anlægsvirksomhed (VBA)	Bemærkninger
Grundlægende data			
Antal sager på årsbasis, hvor ordningen har været involveret	Der kan trækkes en liste over de eftersyn der har været, hvor der er registreret svigt	Umiddelbart tilgængelig inkl. størrelse på det beløb, der strides om i voldgiftssager.	VBA: Der er syn og skøn i ca. 1/3 af alle voldgiftssager
Antal sager med medhold	Antal svigt som er markeret som dækningsberettiget kan oplyses.	Umiddelbart tilgængelig inkl. størrelse på det beløb, der strides om i voldgiftssager.	OB: Hvorvidt forsikringen har dækket er der ikke data for.
Samlet antal m ² som sagerne vedrører	Det er muligt at udfylde oplysning om antal m ² på en sag, men i hvilket omfang det er gjort, vides ikke	Kræver at sager gennemgås. Ikke sikkert at det fremgår af materialet.	
Specifikke data			
Alvor af svigt mv.	Ja, der opereres med fem grader af alvor	Kræver at sager gennemgås; vil være tidskrævende. Ikke sikkert at det fremgår af materialet.	VBA: Hvis der ikke foreligger en kendelse, vil man skulle ned i alle sagens akter
Type af svigt mv.	Et svigt registreres på en bygningsdel	Kræver at sager gennemgås; vil være tidskrævende. Ikke sikkert at det fremgår af materialet.	OB: Samme metodik som Byggeskadefonden. Der opereres med to bygningsdelssystemer

			VBA: Hvis der ikke foreligger en kendelse, vil man skulle ned i alle sagens akter
Årsag til svigt mv.	Ja, der opereres med seks forskellige overordnede årsager	Komplekst, kræver at sager gennemgås	
Fase af byggeriet hvor svigt mv. opstår	I et vist omfang, idet der under årsager bl.a. kan vælges 'fejl under projektering' eller 'fejl under udførelse'	Kræver at sager gennemgås; vil være tidskrævende. Ikke sikkert at det fremgår af materialet.	VBA: Hvis der ikke foreligger en kendelse, vil man skulle ned i alle sagens akter
Type af byggeri	Til dels. Stamdata indeholder nybyg/ombyg, træhus, bygningskategori (fra BBR), opførelsesår, evt. ombygningsår	Kan skaffes, men ikke umiddelbar tilgængelig	OB: Ikke altid udfyldt da mange felter skal udfyldes manuelt. Fx mangler bygningskategori for ca. 1500 sager
År	Ja, men kun data for det år hvor sagen blev oprettet i OB	Ja, men kun data for det år sagen blev anlagt hos VBA	
Start- og slutdato for byggeprojektet	Nej	Ikke umiddelbart, kun hvis det parterne har skrevet det i deres materiale på sagen	
Entrepriseform	Nej	Kan udtrækkes, men ikke umiddelbar tilgængeligt	
Ejerforhold	Nej	Do.	
Bygge-/projektsum	Ikke udfyldt for alle sager	Ikke umiddelbart, kun hvis det parterne har skrevet det i deres materiale på sagen	
Geografisk placering	Ja	Ja	

6.4 Tilgængelighed af data fra de nuværende datakilder til indekset

Tabel 6 og Tabel 7 viser, hvilke af de data, der er listet i Tabel 3, som henholdsvis Byggeskadefonden (BSF), Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB), Byggeriets Evalueringscenter (BEC) og Byggeriets Ankenævn (BA) kan stille til rådighed. BSF trække alle de nævnte data i fondens sagssystemer, og for de fleste datas vedkommende er det samme tilfældet for BvB. De to andre kilder indeholder ikke i samme grad de efterspurgte data, ingen af dem har fx data på type, årsag eller fase, hvor svigt mv. opstår.

Tabel 6: Tilgængelighed af data fra Byggeskadefonden (BSF) og Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB). Grad af tilgængelighed er markeret med farvekoder: Ja (grøn), måske (orange), Nej (rød).

Data	Byggeskadefonden (BSF)	Byggeskadefonden vedr. Bygningsfornyelse (BvB)	Bemærkninger
Grundlæggende data			
Antal sager på årsbasis, hvor ordningen har været involveret	Ja	Ja	
Antal sager med medhold	Ja	Ja	

Samlet antal m ² som sagerne vedrører	Ja	Nej	BvB: Opsamles ikke, da det ofte ikke er hele ejendommen, der fornyes
Specifikke data			
Alvor af svigt mv.	Ja, der opereres med fem grader af alvor	Ja	
Type af svigt mv.	Et svigt registreres på en bygningsdel	Et svigt registreres på en bygningsdel	
Årsag til svigt mv.	Ja	Ja	BvB: Kun på skadessager
Fase af byggeriet hvor svigt mv. opstår	Ja	Nej	
Type af byggeri	Ja	Primært udlejningsejendomme	
År	Ja	Ja	
Start- og slutdato for byggeprojektet	Ja	Ja	
Entrepriseform	Ja	Registreres ikke digitalt	BvB: Fremgår af sagsdokumenter, som i giver fald skal gennemgås
Ejerforhold	Ja	Ja	
Bygge-/projektsum	Ja	Ja	
Geografisk placering	Ja	Ja	

Tabel 7: Tilgængelighed af data fra Byggeriets Evalueringscenter (BEC) og Byggeriets Ankenævn (BA). Grad af tilgængelighed er markeret med farvekoder: Ja (grøn), måske (orange), Nej (rød).

Data	Byggeriets Evalueringscenter (BEC)	Byggeriets Ankenævn (BA)	Bemærkninger
Grundlæggende data			
Antal sager på årsbasis, hvor ordningen har været involveret	Ja	Ja	BA: Ved nybyg ær der alene sager hvor den samlede entreprisenum ikke overstiger 1 mio kr. Ved renovering er der ingen overgrænse.
Antal sager med medhold	Nej	Ja, samt udbedringsomkostninger	BEC: Ikke data på sager, hvor mangel bliver anerkendt
Samlet antal m ² som sagerne vedrører	Findes kun i begrænset omfang	Nej	
Specifikke data			
Alvor af svigt mv.	Ja	Nej	
Type af svigt mv.	Nej	Nej	BA: Klager over tekniske installationer er ikke omfattet
Årsag til svigt mv.	Nej	Nej	BA: I de sager, hvor klager får medhold, placeres ansvaret hos håndværkeren

Fase af byggeriet hvor svigt mv. opstår	Nej, data vedrører mangler ved aflevering	Den sker ingen opdeling	BA: Der forekommer data for mangler opdaget i udførelsesfasen og garanti-perioden, men de kan ikke fordeles på de enkelte faser
Type af byggeri	Ja	Private forbrugeres bolig eller sommerhus. Yderligere opdeling foretages ikke.	
År	Ja	Året for klagens oprettelse	BEC: Dato for evaluering og afslutning
Start- og slutdato for byggeprojektet	Ja	Nej	
Entrepriseform	Ja	Nej	
Ejerforhold	Kan måske udredes	Altid privat byggeri	
Bygge-/projektsum	Ja	Nej	
Geografisk placering	Ja (kommune)	(Ja)	BA: Kan kun trække statistik på forbrugers hjem-postnummer, også selv om arbejdet er udført på et sommerhus.

REFERENCER

7 REFERENCER

- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*. Karlskrona: Boverket.
- Byggeriets Ankenævn. (2014). *Årsberetninger*. Hentet fra Byggeriets Ankenævn: <https://www.byggerietsankenævn.dk/media/7180/%C3%A5rsberetning-2014.pdf>
- Dansk Byggeri. (2009). *Konjukturanalyse marts 2009*. København: Dansk Byggeri.
- Dansk Byggeri. (2014). *Konjukturanalyse februar 2014*. København: Dansk Byggeri.
- Delskov, L., & Lange, T. (1991). *Struktureret analyse - Integreret systemanalyse* (1. udg.). København: Teknisk Forlag.
- DST. (2020a). *Byggevirksomheden*. Hentet fra Danmarks Statistik: <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/byggevirksomheden>
- DST. (2020b). *Byggeomkostningsindeks for boliger*. Hentet fra Danmarks Statistik: <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/byggeomkostningsindeks-for-boliger>
- DST. (2021a). *Tabel BYGV01: Landstal for den samlede byggeaktivitet (ikke korregeret for forsinkelser) efter byggefase, anvendelse og bygherreforhold*. København: Danmarks Statistik.
- DST. (2021b). *BYG52: Byggeomkostningsindeks for boliger (2015=100) efter hovedindeks, delindeks, art og enhed*. København: Danmarks Statistik.
- DST. (2021c). *BYG42: Byggeomkostningsindeks for boliger (2015=100) efter hovedindeks, delindeks, art og enhed*. København: Danmarks Statistik.
- DST. (2021d). *FU03: Forbrug efter forbrugsgruppe, husstand og prisenhed. 04.3 Vedligeholdelse og reparation af bolig*. København: Danmarks Statistik.
- DST. (2021e). *PRIS115: Nettoprisindeks (2015=100) efter hovedtal*. København: Danmarks Statistik.
- EBST. (2010). *Omfanget af svigt, fejl og mangler i dansk byggeri 2001-2008*. København: Erhvervs- og Byggestyrelsen.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2007). *Bekendtgørelse om byggeskadeforsikring (BEK nr 1292 af 24/10/2007)*. København.
- Nielsen, J., & de Place Hansen, E. (2007). *Synliggørelse af svigt i byggeriet (SBI 2007:09)*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- Nielsen, J., & de Place Hansen, E. J. (2007). *Synliggørelse af svigt i byggeriet*. København: Statens Byggeforskningsinstitut.
- Transport- og Boligministeriet. (2015). *BEK nr. 1178 af 08/10/2015*. Hentet fra Retsinformation: <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2015/1178>
- VBA. (2021). *Voldgiftsnævnets statut 2020*. Hentet fra <https://voldgift.dk>: <https://voldgift.dk/wordpress/wp-content/uploads/2021/02/Voldgiftsn%C3%A6vnets-statut-2020.pdf>

KORTLÆGNING AF SPILD I BYGGERIET

Bilag 2: Definition og rubricering af spild

INDHOLD

1 INDLEDNING	92
1.1 Hierarki og følgevirkning	92
1.2 'Svagthed' og systemisk robusthed	94
1.3 Praktisk anvendelse som klassifikationssystem	95
2 METODE	98
2.1 Ordbogsdefinitioner	98
2.2 Abstraktionsniveauer	98
2.3 Følgevirkning	98
3 ANALYSE	102
3.1 Niv. 0: Superbegreber	102
3.2 Niv. 1: Overbegreber	103
3.3 Niv. 2: Underbegreber	104
3.4 Nationale og internationale standarddefinitioner	106
4 RESULTATER	112
4.1 Konsolideret følgevirkning	112
4.2 Konsolideret definitionsliste	113
5 REFERENCER	116



1

INDLEDNING

1 INDLEDNING

Formålet med afklaringen er grundlæggende at få redegjort for de eksisterende definitioner, som i forvejen anvendes i bred forstand – se derudover afsnit 1.3 *Praktisk anvendelse*. Begrebet 'spild' er jf. Den Danske Ordbog *"unyttig, uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse eller forbrug af noget så (noget af) dette forsvinder eller går tabt."* Denne forståelse af spild anvendes her som et overbegreb, der dækker over en række beslægtede begreber, herunder bl.a. 'fejl', 'mangler' og 'svigt'.

Ifm. genetableringen af byggeriets svigtindeks fra 2007 (Nielsen & de Place Hansen, 2007), søger dette notat en afklaring af de begreber, der anvendes for at udtrykke når noget i byggeprocessen ikke fungerer efter hensigten. Udvælgelsen af begreberne er foretaget på baggrund af et forudgående litteraturstudie (BUILD, 2020), hvor de umiddelbart hyppigst anvendte begreber i danske og udenlandske publikationer er opstillet i afsnit 2.1 *Ordbogsdefinitioner*. Da der søges at konsolidere begreber anvendt i IKT¹-sammenhænge med byggeri, anvendes der gennemgående amerikansk engelsk i sammenstillingen af danske og engelske begreber. Dette begrundes i, at begrebskataloget for IKT som fænomen, overvejende er domineret af amerikansk engelsk.

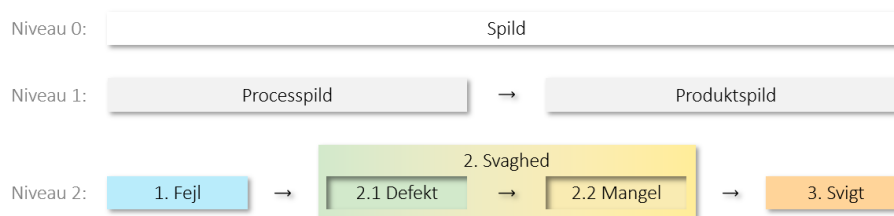
Notatet indledes med en sammenfatning af rubriceringens resultater, som har til formål at argumentere for det anlagte systemiske perspektiv og metoden bag rubriceringsprocessen, samt hvordan dette kan bidrage til klassifikation af spild og fremtidig analyse.

1.1 Hierarki og følgevirkning

Ved 'abstraktion' forstås der grundlæggende, at man *"ser bort fra underordnede og uvedkommende detaljer."* (Det Danske Sprog- og Litteraturselskab, 2020). Som analyseredskab kan abstraktion anvendes til at opstille et hierarki, hvori det er muligt at fokusere på de grundlæggende problemstillinger og fænomener på ét niveau ad gangen (IEEE, 2014). Gennem abstraktion, betragter man således problemet og dets mulige løsningsmuligheder principielt, hvorved man kan blive bedre stillet til at se mulige relationer mellem forskellige aspekter ved problemet (Volland, 2003).

Spildbegrebernes ordlyd, officielle definitioner, beskrivende egenskaber og praktisk anvendelse, har tilsammen formet hierarkiet i Figur 1, samt italesat begrebernes indbyrdes følgevirkning (angivet med pile). Niveauerne præciseres i de efterfølgende underafsnit.

¹ Informations- og kommunikationsteknologi.



Figur 1 – Hierarkisk opstilling af spildbegreberne.

1.1.1 Niveau 0: Spild

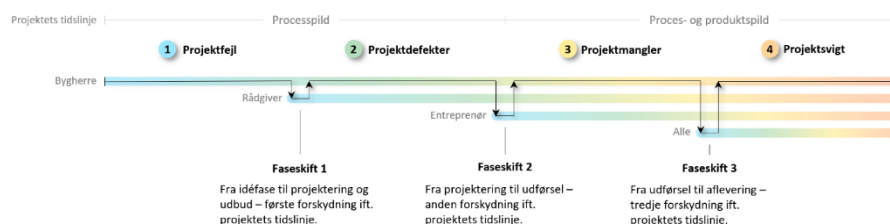
Et overbegreb bør i dets grundform være utvetydigt, hvorfor dets ordlyd skal afspejle dets tilsigtede anvendelse (Burati Jr. et al., 1992). Et 'svigt' eller en 'afvigelse' kan fx tolkes som noget der fejler, eller at nogen ikke overholder en aftale. Begrebet 'spild' reflekterer direkte, at der er tale om uhensigtsmæssigt forbrug af en mængde, hvilket fx kan være tid, penge eller materialer. Med andre ord, så omfavner 'spild' alle underliggende begreber, som anvendes til at beskrive hvorledes et realiseret projekt ikke imødekommer det specificerede projekt, med uhensigtsmæssigt ressourceforbrug til følge.

1.1.2 Niveau 1: Proces- og produktpild

Om end processpild grundlæggende argumenteres at opstå før produktpild, bør 'processpild' som begreb indeles yderligere, i minimum to undertyper:

- **Processpild type 1:** Beslutninger og handlinger, der ikke tjener et værdiskabende formål, men alligevel har fremadrettede konsekvenser.
- **Processpild type 2:** Beslutninger og handlinger, der tages og udføres som konsekvens af produktpild og som ikke tjener et værdiskabende formål, men alligevel har fremadrettede konsekvenser.

Fælles for begge undertyper er, at de beskriver kausalitet; men hvor type 1 beskriver tilblivelsen af en fejl, beskriver type 2 i højere grad tilblivelsen af en defekt – dette uddybes ifm. Tabel 2 i afsnit 3.2 *Niv. 1: Overbegreber*. Samme defekt kan forventes at medføre produktpild, i det omfang den realiseres og derved afføder nyt processpild. Denne kompleksitet er især udtalt ved faseskift (Figur 2), hvor én aktørs fejl bliver til en anden aktørs mangler, hvilket svækker projektet og leder til svigt (Schultz, 2012).



Figur 2 – Akkumulering af svagheder opstået i faseskiftene.

I Figur 2 vender pilene tilbage til bygherres tidslinje efter hvert faseskift. Dette skyldes at bygherre, som den eneste aktør, er direkte involveret i projektets tidslinje fra start til slut, hvor de øvrige aktører som fx rådgiver og entreprenør, indføres i projektet på et senere tidspunkt. Bygherres tidslinje repræsenterer således projektets tidslinje; bygherre starter med at formulere et ønske om en bygning, men overtager også det realiserede projekt til sidst. I hvert faseskift overtager den nye aktør de fejl mv. der er begået af de tidligere aktører, hvorfor der opstår en vekselvirkning mellem at overtage et defekt projekt og at begå nye fejl.

1.1.3 Niveau 2: Fejl, defekter, mangler og svigt

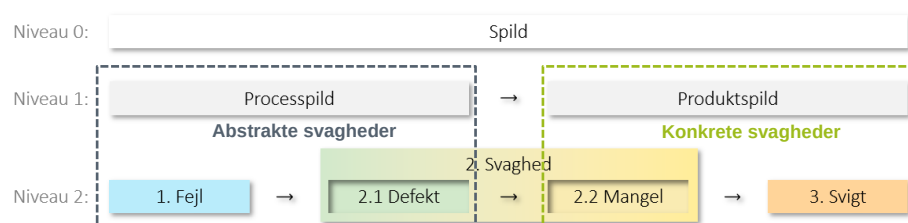
Hierarkiets underbegreber (Figur 1) er indplaceret ift. deres indbyrdes følgevirkning; *"Virkning som opstår som følge af noget og evt. fortsætter efter at årsagen er ophørt."* (Det Danske Sprog- og Litteraturselskab, 2020). Følgevirkningen observeres lineært og ift. faseskift:

1. **Fejl:** En person begår en fejl, fx ift. byggeprojektets kravspecifikation, budget eller tidsramme.
2. **Defekt:** Som konsekvens deraf, bliver det endnu konceptuelle projekt (konceptuelt) defekt, dvs. utilstrækkeligt eller mangelfuldt.
3. **Mangel:** Det nu fysiske projekt, som er baseret på et defekt konceptuelt projekt, bliver nu fysisk defekt; dette medfører at fysiske objekter udelades, eller blot mangler, i den faktiske, fysiske bygning.
4. **Svigt:** Endeligt kan det udførte projekt, den fysiske bygning, ikke imødekomme og indfri de krav og forventninger der blev opstillet i idéfasen, da projektets kvalitet blev sat af dets bygherre.

1.2 'Svaghed' og systemisk robusthed

Ved at betragte et byggeprojekt som et system fra programmeringsfasen til aflevering og drift, kan der anlægges et systemisk perspektiv, med det formål at få beskrevet systemets svagheder. Til det formål kan konceptet om 'robusthed' (på engelsk 'robustness') benyttes: *"Degree to which a system or component can function correctly in the presence of invalid inputs or stressful environmental conditions."* (ISO/IEC/IEEE, 2017). Begrebet 'resilience' (Woods, 2015), på dansk også 'robusthed' eller 'overlevelsessevne', beskriver et lignende koncept og benyttes typisk ifm. med ingeniørvidenskab, men også fx organisationsteori. Et robust system, i denne kontekst et modstandsdygtigt byggeprojekt med minimalt spild, er i stand til at håndtere uforudsete hændelser og afstedkomne defekter og mangler, uden at projektet svigter. Et skrøbeligt projekt er ikke i stand til at håndtere disse svagheder, hvorfor det resulterer i et svigt – fx et sammenbrud i projektorganisationen, eller et decideret bygningskollaps. Konceptet om 'robusthed' kan derfor benyttes til at italesætte hvilke årsager der gør, at et projekt er robust eller skrøbeligt.

Der er dog en væsentlig skelnen i begrebet 'svaghed', navnlig mellem abstrakte svagheder og konkrete svagheder (Figur 3). På processiden er der tale om abstrakte svagheder, 'latente svigt' (Schultz, 2012), som ikke er umiddelbart synlige. Disse argumenteres især at forekomme i de tidlige projektfaser, hvor de bør italesættes som 'fejl' og 'defekter', som afstedkommer et skrøbeligt projekt i udførelsesfasen. På produktsiden er der tale om konkrete svagheder, 'diskursive svigt' (ibid.) som er synligt spild. Disse argumenteres her især at forekomme i de sene projektfaser, hvor de bør italesættes som 'mangler' og 'svigt', som afstedkommer et utilstrækkeligt projekt ved aflevering. De sene projektfaser er især udsatte, da disse er resultatet af de foregående faser, samt de svagheder der har udmarvet projektets robusthed og modstandsevne op til dette punkt (Figur 2).



Figur 3 – Hierarkisk inddeling af abstrakte og konkrete svagheder.

Denne forståelse er systemisk og holistisk på den måde, at den forudsætter at 'det hele hænger sammen' – fejl begået af én aktør skaber problemer hos en anden (SBI, 2004). Fra det øjeblik et projekt initieres og der 'trykkes på startknappen', er projektet i konstant fremdrift, uagtet i hvor høj grad det er færdiggjort. Dets robusthed, agilitet, tilpasningsevne, styrke osv. afhænger af, i hvor høj grad det evner at overkomme uforudsigeligheder og afvigelser i øvrigt, uden at gå på kompromis med den tilsigtede kvalitet. Da de abstrakte svagheder (Figur 3) især forekommer i de tidlige projektfaser, afgrænset til beslutninger og handlinger vedr. programmering og projektering, tilskrives bygherre og rådgiver typisk meget ansvar for at et byggeprojekt ikke er byggbart, hvilket medfører konkrete svagheder i udførelsen. Dette er en observation der underbygges af det interviewarbejde, der er udført ifm. 'Indsats mod spild i byggeriet 2020', hvor fx ufærdigt projektmateriale ofte fremhæves som medvirkende årsag til, at der opstår spild i udførelsen – om end dette er ikke en konklusion, men blot et eksempel.

1.3 Praktisk anvendelse som klassifikationssystem

Udover at sikre en fælles reference for de anvendte begreber i projektet, er en praktisk anvendelsesmulighed ved denne rubricering, at et klassifikationssystem som dette kan anvendes til at strukturere kvalitative observationer, så der kan foretages analyser på baggrund heraf (Burati Jr. et al., 1992). Ved at inddеле observationer ift. klasser eller niveauer, som det er tilfældet her, kan der i en opgørelse sorteres på fx processpild alene, eller der kan fx laves en summarisk opgørelse af spild fordelt på projektfaser. Ved at lave en klassificering på baggrund af begrebsdefinitioner og følgevirkning, kan en opgørelse af en bestemt type begreber være med til at indsnævre konkrete årsager til spild, samt hvorfor de opstår. Hvis de klassificerede observationer derudover tilskrives unikke identifikationsnumre, vil det også være muligt at foretage automatiserede analyser, som fx kan lede efter mønstre og sammenhænge i talværdierne vha. punktdiagrammer, og derved være grundlag for videre analyse. Endskønt det sidstnævnte ligger uden for projektets rammer, er arbejdet med at rubricere det anvendte sprogbrug, det første skridt mod et klassifikationssystem til kvantitativ opgørelse af proces- og produktpild – det der traditionelt omtales som 'fejl, svigt, skader og mangler' (Transport-, Bygnings- og Boligministeriet, 1986).

Figur 4 – Bestemmelse af afvigelsens karakteristika.

Input	Klasser (facetteret klassifikationssystem)			Output
Observation	A. Familie	B. Fase	C. Stadie	ID
Afvigelse	1. Processpild	1. Programmering	1. Fejl	= A + B + C + løbenummer
	2. Produktpild	2. Projektering	2. Defekt	
		3. Udførelse	3. Mangel	
		4. Drift	4. Svigt	

Modellen i Figur 4 kan generere 32 forskellige afvigelseskarakteristika: *A. Familie* ($n=2$) * *B. Fase* ($n=4$) * *C. Stadie* ($n=4$) = 32. Hvis der forudsættes en population på 152 snublesten, som det var tilfældet i snublestensrapporten (Apelgren et al., 2005), ville dette kunne give 4,75 afvigelser i et jævnt fordelt gennemsnit, fordelt på 32 forskellige grupper af karakteristika. Dette kan argumenteres at være for få observationer pr. gruppe, ift. til at komme med generelle betragtninger og påvise statistisk signifikans, hvorfor populationen bør forøges – eller alternativt, at modellen forenkles. Fremgangsmåden i præcisering af spild, i et tænkt eksempel, ville vha. modellen i Figur 4 være:

1. **Identificér afvigelsen:** Udvekslingsvanskeligheder af data ifm. projektering.
2. **Bestem familie:** Processpild (1), da det ikke umiddelbart manifesteres fysisk.
3. **Bestem fase:** Projektering (2), nærmere bestemt i hovedprojektfasen.
4. **Bestem stadie:** Defekt (2), da afvigelsen svækker projektet, men ikke har karakter af at være en decideret udeladelse.
5. **Præcisér konkret karakteristika:** Processpild (1) opstået under projekteringen (2), præciseret som en defekt (2).

Dette eksempel genererer afvigelseskarakteristikaet 122: *1. Processpild + 2. Projektering + 2. Defekt*. Herefter beskrives den konkrete afvigelse ift. dens karakteristika, fx:

- **Titel:** Udvekslingsvanskeligheder
- **Facetter:** [processpild]; [projektering]; [defekt]
- **Nøgleord:** [udveksling]; [data]; [software]; [hardware]; [tegning]; [ifc]; [cad]; [kvalitet]
- **Beskrivelse:** Arkitekt- og ingeniørvirksomhederne i en given projektorganisation udveksler CAD- og IFC-filer i projekteringen, til anvendelse som gengældt tegningsgrundlag i hovedprojektfasen. De to aktører anvender forskellig soft- og hardware til opgaven, i nogle tilfælde også internt i de respektive virksomheder og i forskellige versioner, hvorfor der opstår unødigt ventetid i det daglige arbejde ifm. udveksling af tegningsmateriale, idet soft- og hardware ikke er harmoniseret på tværs af projektorganisationen. Spildtiden er frustrerende for de enkelte projekterende, der er direkte berørt af problemet i det daglige, hvilket igen leder til et lavere kvalitetsniveau i tegningsmaterialet.
- **ID:** 122001 (karakteristika 122 + løbenummer 001).

Den konkrete afvigelse kan nu indføres i en database hvor det kan relateres ift. karakteristika, fremsøges på baggrund af nøgleord osv. En fremgangsmåde som modellen i Figur 4 gør det muligt at klassificere, sortere og i det hele taget strukturere spild ift. grundlæggende karakteristika, ved bevidst indledningsvist at undgå at tænke i konkrete eksempler på enkelte tilfælde af spild. Konkrete eksempler kan være begrænsende og ekskludere data der reelt er relevante, men som frasorteres pga. umiddelbart uforlignelige definitioner. I en senere opgørelse vil det nu være muligt fx at filtrere spilddata ift. usynligt og synligt spild (hhv. proces- og produktpild), processuelt og manifesteret spild, eller spild før og efter byggestart. Modellen i Figur 4 kan dog argumenteres at være for generel i en praktisk anvendelse, hvorfor den med fordel kan udvides til fx også at rumme klasser med bygningstype, udbudsform, aktør osv. Den grundlæggende tankegang bag modellen er dog netop, at karakteriseringen indledningsvist ikke må være for konkret. Derfor bør det undgås at have for mange klasser, samt dertilhørende underinddelinger. Hvis modellen i Figur 4 fx havde tre underinddelinger i for hver klasse, ville modellen generere 27 forskellige afvigelseskarakteristika. Konceptet om følgevirkning kan med fordel anvendes som afgrænsning af klasser og kategorier mv., da der grundlæggende må være en logisk – om end kompleks – sammenhæng mellem årsag og konsekvens.

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '2'.

2

METODE

2 METODE

2.1 Ordbogsdefinitioner

Ved opslag i en given ordbog vil det forekomme, at der kan være mere end én definition for et givent begreb. I denne analyse er de mest relevante definitioner udvalgt ift. kontekst. Fx kan det engelske begreb 'fault' også henvise til sprækker i klippeformationer, hvilket givetvis ikke umiddelbart er relevant for byggeriet. Udvælgelsen er altså baseret på kontekst og formel logik, hvilket også kommer til udtryk i hvordan begreberne er oversat fra dansk til engelsk: Det danske begreb 'fejl' oversættes fx til engelsk som 'error', men kan også oversættes som 'defect' eller 'fault'. De to sidstnævnte begreber har dog for sig selv større logisk sammenhæng med andre danske begreber, fx '(en) defekt', da de beskriver et funktionsophør, mens 'error' i højere grad beskriver en forglemmelse eller forkert handling. Endeligt er det hensigten at samle den danske og den engelske definition i en simpel fortolkning for hvert begreb, med det formål at isolere begrebernes særlige karakteristika.

Til danske begreber anvendes Den Danske Ordbog – Morderne Dansk Sprog (2020), og til engelske begreber anvendes Merriam-Webster (2020). Begge ordbøger er tilgængelige online i perioden juni 2020 til februar 2021. Til oversættelse mellem dansk og engelsk anvendes Ordbogsprogrammet (Ordbogen, 2017).

I Tabel 1 optræder 'afvigelse' og 'udbedring' også som overbegreber, sammen med 'spild'; dette skyldes at de anvendes som overbegreber i de amerikanske publikationer, der er inddraget i denne analyse – og derfor skal sammenstilles med det danske overbegreb 'spild'.

2.2 Abstraktionsniveauer

Begrebsafklaringen i afsnit 3. *Analyse* er struktureret jf. principperne i afsnit 1.1 *Hierarki og følgevirkning*, hvor det overordnede, abstrakte niveau refereres til som 'niveau (niv.) 0'. De efterfølgende niveauer, niv. 1 og 2, bliver gradvist mere konkrete:

- **Niv. 0: Superbegreber** – Indbefatter alle undertyper,
- **Niv. 1: Overbegreber** – Om problemet er på proces- eller produksiden.
- **Niv. 2: Underbegreber** – Konkrete, præciserende begreber.

Denne inddeling er sig selv et hierarki, der går fra generelt til konkret: 'Super' > 'over' > 'under'. Dette hierarki dikterer strukturen i afsnit 3. *Analyse*.

2.3 Følgevirkning

Når 'nogen' gør 'noget', som har konsekvenser for 'en anden', er der tale om følgevirkning; årsag og konsekvens. Denne forståelse er i dette notat afgørende for at forstå hvordan og hvornår spild opstår. Byggeriet er komplekst: *"Årsagerne til svigt er mangeartede og skal søges i hele byggeriets værdikæde. Der er svigt i projektmaterialet, svigt i byggevarer, dårlig planlægning og dårlig arbejdsudførelse. Et af de væsentlige problemer er, at der er en kompleks sammenhæng mellem fejl begået af én aktør og problemer, som opstår hos en anden. Den kompleksitet, dette indebærer, er måske i sig selv en af de væsentligste årsager til svigt."*

(SBI, 2004). Følgevirkningsbegreberne i dette notat er 'fejl', 'defekt', 'mangel' og 'svigt', hvis indbyrdes følgevirkning beskrives i afsnit 4.1 *Konsolideret følgevirkning*.



3

ANALYSE

3 ANALYSE

3.1 Niv. 0: Superbegreber

I Tabel 1 er der opstillet tre superbegreber i listeform: 'Afvigelse', 'spild' og 'udbedring'. Listen er sorteret alfabetisk efter begreberne i kolonnen 'Den Danske Ordbog'.

Tabel 1 – Superbegreber.

Den Danske Ordbog (rigsdansk) af Det Danske Sprog- og Litteraturselskab	Merriam-Webster (American English) by Merriam-Webster, Inc.
Afvigelse	Deviation
<i>"En forskellighed i forhold til det normale og alment anerkendte."</i>	<i>"Noticeable or marked departure from accepted norms."</i>
Ord i nærheden: Forskellighed, diskrepans, forandring, ændring.	Synonyms: Deflection, departure, detour, divergence, diversion.
Spild	Waste
<i>"Unyttig, uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse eller forbrug af noget så (noget af) dette forsvinder eller går tabt."</i>	<i>"Damaged, defective, or superfluous material produced by a manufacturing process."</i>
	<i>"To spend or use carelessly."</i>
	<i>"To allow to be used inefficiently or become dissipated."</i>
Ord i nærheden: ('Se også' svind og tab), frås, resourcespild.	Synonyms: Extravagance, lavish, lose, squander.
Udbedring	Rework
<i>"Det at bringe noget i orden eller rette op på det så der ikke længere er noget galt."</i>	<i>"To work again or anew."</i>
Ord i nærheden: Fornylse, afhjælpning, rettelse.	Synonyms: Revise, alter, change, modify, redo.
Omarbejde	
<i>"Bearbejde en tekst el.lign. væsentligt og derved give den en ny og ændret form."</i>	
Ord i nærheden: Forny, renovere, reformere.	

3.2 Niv. 1: Overbegreber

Ifm. klassificeringen af 'spild' og dets underliggende begreber, har det været en forudsætning at der kan skelnes mellem usynligt og synligt spild (Schultz, 2012). Dette er gjort ved at anvende begreberne 'produkt' og 'proces', som skelnen mellem hhv. materielt og immaterielt spild. Produktspild er det traditionelt set mest omtalte, når der tales om svigt, fejl og mangler mv. i byggeriet, ligesom især begrebet 'mangler' anvendes i juridisk kontekst (AB18, 2018). Det immaterielle spild kommer til udtryk som dét der medfører materielt spild, som beskrevet i afsnit 1.1.2 Niveau 1: Proces- og produktspild.

I Tabel 2 er de to overbegreber 'proces' og 'produkt' opstillet i listeform: Listen er sorteret alfabetisk efter begreberne i kolonnen 'Den Danske Ordbog'.

Tabel 2 – Overbegreber.

Den Danske Ordbog (rigsdansk) af Det Danske Sprog- og Litteraturselskab	Merriam-Webster (American English) by Merriam-Webster, Inc.
Proces	Process
<i>"Forløb eller serie af handlinger der indebærer en forandring eller udvikling."</i>	<i>"A series of actions or operations conducting to an end."</i>
Ord i nærheden: Forandring, overgang, udvikling.	Synonyms: Course, operation, procedure, proceeding.
Produkt	Product
<i>"Genstand eller stof betragtet som en vare især om (industrielt) forarbejdede varer, men også om råvarer til industri og husholdning."</i>	<i>"Something (such as a service) that is marketed or sold as a commodity."</i>
Ord i nærheden: Vare, frembringelse, fabrikat, tjenesteydelse.	Synonyms: Labor, output, thing, work, yield.

3.3 Niv. 2: Underbegreber

I Tabel 3 er der opstillet fire følgevirkningsbegreber i listeform: 'Defekt', 'fejl', 'mangel' og 'svigt'. Listen er sorteret alfabetisk efter begreberne i kolonnen 'Den Danske Ordbog'.

Tabel 3 – Følgevirkningsbegreber.

Den Danske Ordbog (rigsdansk) af Det Danske Sprog- og Litteraturselskab	Merriam-Webster (American English) by Merriam-Webster, Inc.
Defekt	Defect
Sb.: "(Pludselig opstået) fejl som bevirker at en biologisk organisme, en teknisk indretning eller en anden sammenhængende helhed ikke fungerer normalt."	"An imperfection or abnormality that impairs quality, function, or utility."
Ord i nærheden: Konstruktionsfejl, funktionsfejl, apparatfejl, svaghed, systemfejl, følgeskade.	Synonyms: Shortcoming, flaw, imperfection, fault.
	Fault
	"A physical or intellectual imperfection or impairment."
	"Responsibility for wrongdoing or failure."
	Synonyms: Weakness, failing, defect, mistake, lack.
	Malfunction
	"To function imperfectly or badly; fail to operate normally."
	"A failure to operate or function in the normal or correct manner."
	Synonyms: Break, crash, fail.
Skade	Damage
"Fysisk forringelse af eller mangel ved noget, fremkaldt af fx vejrlig, brand, vold eller manglende vedligeholdelse."	"Loss or harm resulting from injury to person, property, or reputation."
Synonymer: Defekt, fejl, beskadigelse, ødelæggelse.	Synonyms: Affliction, injury, blemish, flaw, harm, impair.

Fejl

"Handling som har uønskede konsekvenser eller er i modstrid med gældende regler."

Synonymer og ord i nærheden: Fejltagelse, forseelse, fejltrin, smutter.

Error

"An act that through ignorance, deficiency, or accident departs from or fails to achieve what should be done."

"The difference between an observed or calculated value and a true value."

Synonyms: Blunder, fault, inaccuracy, mistake, stumble, screwup, slip.

Mangel

"Det at noget mangler; fejl i form af noget der mangler."

"Det at noget nødvendigt ikke er opfyldt; det at et behov ikke er blevet dækket."

Ord i nærheden: Knaphed, fravær, utilstrækkelighed.

Omission

"Something neglected or left undone."

"Apathy toward or neglect of duty."

Synonyms: Deletion, elision.

Svigt

"Det at skuffe eller forsømme nogen ved ikke at gøre det som man har lovet, eller det som forventes af én."

"Det at noget pludselig ikke fungerer."

Ord i nærheden: Slag, stød.

Failure

"Omission of occurrence or performance."

"An abrupt cessation of normal functioning."

Synonyms: Deterioration, decay, default, neglect.

Sammenbrud

"Definitiv opløsning som konsekvens af gradvis forfald fx af en union, et rige, et politisk system."

Synonymer: Fald, kollaps.

Det danske begreb 'defekt' (sb.) deler samme betydning som det engelske begreb 'fault' ift. dets anvendelse i et system, men direkte oversat er sammenhængen mindre. Her har en 'defekt' mere tilfælles med det engelske begreb 'malfunction', ift. at beskrive et pludseligt ophør af funktion, som er den betydning 'fault' har ift. systemer. I en systemisk kontekst er 'fault' således typisk anvendt, men ikke ligeså retvisende som 'malfunction' eller 'defect' ift. dansk sprogbrug. En 'defect' kan også betyde en 'mangel', som i dansk kontekst kan fortolkes som 'defekt' ift. at beskrive ophør af funktion.

Et synonym til 'defekt' er 'følgeskade', hvor 'skade' kan oversættes direkte til 'damage' med samme betydning; fysisk manifestering som følge af noget der ér sket. Det danske begreb 'skade' samles således under 'defekt', ligesom de engelske begreber 'damage' og 'malfunction' samles under 'fault'. Dermed bliver 'fault' til 'defekt' – altså det at have en (iboende) defekt, som kan udvikle sig til en skade.

Direkte oversat bliver 'mangel' til 'lack', 'defect', 'shortcoming' mv., men disse begreber reflekterer ikke den danske betydning af 'mangel', som noget der ikke er der, eller en udeladelse – hvilket 'omission' gør.

Det danske begreb 'svigt' deler samme betydning som det engelske begreb 'failure' ift. ophør af funktion, men konnotationen er derudover ikke den samme. 'Failure' forbindes i højere grad med noget der bryder sammen, eller ér brudt sammen, gået i opløsning mv., mens 'svigt' forbindes med en mere personlig handling mellem mennesker; derfor samles betydningen af 'sammenbrud' her under 'svigt'.

3.4 Nationale og internationale standarddefinitioner

Hvor ordbogsdefinitioner deskriptive og – pr. definition – generelle og neutrale ift. anvendelse, henvender branchespecifikke standarder sig til bestemte kontekster. Et eksempel i dansk kontekst er AB18 (almindelige betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed), hvor begrebet 'mangel' defineres og anvendes ift. en juridisk kontekst. Eksempler på dette er fx, at *"arbejdet skal i alle tilfælde have de egenskaber, som er tilsikret ifølge aftalen"*, og at *"afleveringstidspunktet er afgørende for, om arbejdet lider af mangler, hvad enten disse på dette tidspunkt er synlige eller skjulte."* (AB18, 2018). Der er i dette tilfælde tale om en anvendelse vedr. placering af ansvar og skyld, som hæfter sig ved om en aftale er overholdt, samt hvilke delelementer der i givet fald ikke indgår – dvs. det der mangler. Tabel 4 er en opstilling af historikken i to officielle begrebskataloger vedr. svigt, fejl og mangler mv., hvor det ene er på dansk og vedrører byggeri (analogt perspektiv), mens det andet er på engelsk og vedrører IKT (digitalt perspektiv).

Definitionerne i Tabel 4 føder ind i afsnit 4.1 *Konsolideret følgevirkning*. Formålet med opstillingen er derudover at sammenligne de to perspektiver over tid, opstille et sammenligningsgrundlag for ordbogsdefinitionerne, samt illustrere hvorfor de to begrebsverdener ikke umiddelbart kan sammenføres ét-til-én, men i stedet skal konsolideres for at kunne anvendes i samme perspektiv.

Tabel 4 – Nationale og internationale standarddefinitioner.

År	Publikation	Begreber og definitioner
1983	ANSI/IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology (IEEE Std. 729-1983). Første udgave.	Defect: "See fault." Error: "1 – A discrepancy between a computed, observed, or measured value or condition and the true, specified, or theoretically correct value or condition (ANSI). 2 – Human action that results in software containing a fault. Examples include omission or misinterpretation of user requirements in a software specification, incorrect translation or omission of a requirement in the design specification. This is not a preferred usage. See also failure, fault." Failure: "1 – The termination of the ability of a functional unit to perform its required function (ISO). 2 – The inability of a system or system component to perform a required function within specified limits. A failure may be produced when a failure is encountered. 3 – A departure of program operation from program requirements." Fault: "1 – An accidental condition that causes a functional unit to fail to perform its required function (ISO). 2 – A manifestation of an error [error' def. 2, red.] in software. A fault, if encountered, may cause a failure."
1986	Vejledning om kvalitets-sikring i byggeriet (VEJ nr. 4024 af 31/12/1986).	Fejl: "Ved fejl forstås den beslutning, undladelse, handling eller undladte handling, der har medført eller kan medføre et svigt. En fejl kan være ansvarspådragende, fx. et projektmateriale, der angiver utilstrækkelig lydisolering. En fejl kan være ikke-ansvarspådragende, fx hvis den falder ind under udviklingsrisikoen [red.] (som normalt er bygherrens)." Mangel: "Mangel betegner et svigt, der giver en af byggeprocessens parter en misligholdelsesbeføjelse mod en aftalepart på grund af ukontraktsmæssig ydelse. Årsagen til manglen kan være en fejl hos aftaleparten, som kan lægges denne til last. I visse tilfælde hæfter aftaleparten, uden at der er noget at lægge denne til last." Skade: "Skade betegner et svigt, som giver sig udslag i brud, lækage, deformation, svækkelse eller ødelæggelse i bygningen eller i andre fysiske forhold, når disse forhold væsentlig nedsætter bygningsbrugbarhed efter sit formål. Mange svigt vil ikke være skader. Det gælder fx forkert farvevalg, forkert materialevalg eller forkerte planløsninger." Svigt: "Svigt betegner, at materialer, konstruktioner eller bygningsdele i et bygværk savner egenskaber, som efter aftaler eller forudsætninger, efter offentlige forskrifter eller god byggeskik hører med. Svigt omfatter alle sådanne forhold uanset deres årsag."

1990	IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology (IEEE Std. 610.12-1990). Anden udgave af IEEE Std. 729-1983.	Defect: Udgået siden første udgave, fra 1983. Error: "1 – The difference between a computed, observed, or measured value or condition and the true, specified, or theoretically correct value or condition. For example, a difference of 30 meters between a computed result and the correct result. 2 – An incorrect step, process, or data definition. For example, an incorrect instruction in a computer program. 3 – An incorrect result. For example, a computed result of 12 when the correct result is 10. 4 – A human action that produces an incorrect result. For example, an incorrect action on the part of a programmer or operator. Note: While all four definitions are commonly used, one distinction assigns definition 1 to the word 'error', definition 2 to the word 'fault', definition 3 to the word 'failure', and definition 4 to the word 'mistake.'" Failure: "The inability of a system or component to perform its required functions within specified performance requirements. Note: The fault tolerance discipline distinguishes between a human action (a mistake), its manifestation (a hardware or software fault), the result of the fault (a failure), and the amount by which the result is incorrect (the error)." Fault: "1 – A defect in a hardware device or component; for example, a short circuit or broken wire. 2 – An incorrect step, process, or data definition in a computer program. Note: This definition is used primarily by the fault tolerance discipline. In common usage, the terms "error" and "bug" are used to express this meaning."
2001	Vejledning om kvalitets-sikring i byggeriet (VEJ nr. 11986 af 01/05/2001).	Ingen ændringer siden første udgave fra 1986.
2010	Systems and software engineering – Vocabulary (ISO/IEC/IEEE 24765). Første udgave.	Defect: "1 – A problem which, if not corrected, could cause an application to either fail or to produce incorrect results. 2 – An imperfection or deficiency in a project component where that component does not meet its requirements or specifications and needs to be either repaired or replaced. 3 – A generic term that can refer to either a fault (cause) or a failure (effect)." Error: "1 – A human action that produces an incorrect result, such as software containing a fault. 2 – An incorrect step, process, or data definition. 3 – An incorrect result. 4 – The difference between a computed, observed, or measured value or condition and the true, specified, or theoretically correct value or condition. Cf. failure, defect." Failure: "1 – Termination of the ability of a product to perform a required function or its inability to perform within previously specified limits. 2 – An event in which a system or system component does not perform a required function within specified limits. NOTE: A failure may be produced when a fault is encountered." Fault: "1 – A manifestation of an error in software. 2 – An incorrect step, process, or data definition in a computer program. 3 – A defect in a hardware device or component. Syn: Bug. NOTE: A fault, if encountered, may cause a failure." Rework: "1 – Action taken to bring a defective or nonconforming component into compliance with requirements or specifications."

2017	Systems and software engineering – Vocabulary (ISO/IEC/IEEE 24765). Anden udgave.	Defect: "1 – A problem which, if not corrected, could cause an application to either fail or to produce incorrect results. 2 – Samme definition som i første udgave, fra 2010. 3 – Samme definition som i første udgave, fra 2010. Error: "1 – Human action that produces an incorrect result. 2 – The difference between a computed, observed, or measured value or condition and the true, specified, or theoretically correct value or condition. 3 – Erroneous state of the system. Cf. failure, defect." Failure: "1 – Termination of the ability of a product to perform a required function or its inability to perform within previously specified limits; an externally visible deviation from the system's specification. NOTE: A failure may be produced when a fault is encountered." Fault: 1, 2 – Samme definition som i første udgave fra 2010. "3 – Situation that can cause errors to occur in an object. 4 – Defect in a hardware device or component. 5 – Defect in a system or a representation of a system that if executed/activated could potentially result in an error. Note: A fault, if encountered, can cause a failure. Faults can occur in specifications when they are not correct." Rework: 1 – Samme definition som i første udgave fra 2010.
------	---	---

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '4'.

4

RESULTATER

4 RESULTATER

4.1 Konsolideret følgevirkning

Tabel 5 – Konsolideret følgevirkningsforståelse.

Byggestyrelsen, 1986: 'Vejledning om kvalitets-sikring i byggeriet'. Burati Jr. et al., 1992: 'Causes of quality deviations in design and construction'. IEEE, 2014: 'Guide to the Software Engineering Body of Knowledge'. BUILD, 2020: 'Indsats mod spild i byggeriet.'			
1. Fejl: "Der begås en fejl ved projektering eller udførelse. (Eks.: Den fugttætte membran glemmes)."	1. Error: "Any item or activity in a system that is performed incorrectly resulting in a deviation [...]."	1. Error: "A slip or mistake that a person makes. Also called a human error."	1. Fejl: En fejl er en for-seelse eller forglem-melse et menneske be-går; en menneskelig fejl. Handling → Fejl
2. Svigt: "Som følge af 1. opstår der et svigt. (Eks.: Den fugtstand-sende funktion ophø-rer)."	2. Defect: "A deviation of a severity sufficient to require corrective ac-tion."	2. Defect: "A defect is caused by a person com-mitting an error."	2. Defekt: En defekt er konsekvensen af en fejl; et utilstrækkeligt udgangspunkt. Fejl → Defekt
3. Skade: "Som følge af 2. opstår der en skade, når konstruktionen ud-sættes for fugtpåvirk-ning. (Eks.: Der trænger fugt/vand ind i eller igennem bygningsde-len)."	3. Omission: "Any part of a system, including design, construction, and fabrication, that has been left out, resulting in a deviation."	3. Fault: "The encoding of a human error in source code."	3. Mangel: En mangel er en fejl, der er syste-misk indlejret som en udeladelse; systemet ri-sikerer at gå i stå, når det konfronteres med en mangel. Defekt → Mangel
4. Mangel: "Skaden som nævnt under 3. kan henføres til en projekte-rende, til en udførende eller en leverandør som en mangel."	4. Deviation: "A depar-ture from established requirements. A devia-tion may be classified as an imperfection, non-conformance, or defect based on its severity."	4. Failure: "A failure is produced when a fault is encountered by the pro-cessor under specified condition."	4. Svigt: Et svigt op-står, når systemet ikke er robust nok til at håndtere en defekt; sy-stemet kolliderer. Mangel → Svigt

4.2 Konsolideret definitionsliste

Listen i Tabel 6 er suppleret med den tilsvarende officielle danske definition som reference.

Tabel 6 – Konsolideret definitionsliste.

Begreb	Niveau	Konsolideret definition
Afvigelse 'Deviation'	Super	En ufuldkommenhed, uoverensstemmelse eller defekt, alt efter dets alvorsgrad; enhver afledning fra projektbeskrivelsen.
<i>Afledning, divergens.</i>		Den Danske Ordbog: " <i>Forskellighed i forhold til det normale og alment anerkendte; det at fjerne sig fra en plan, en regel el.lign.</i> "
Defekt 'Defect'	Under	Abstrakt utilstrækkelighed der forekommer før fysisk realisering, som potentielt kan skade funktionaliteten i et givent konceptuelt system – byggeprojektet.
<i>Skade, uregelmæssighed, svækkelse.</i>		Den Danske Ordbog: " <i>(Pludselig opstået) fejl som bevirker at [...] en teknisk indretning eller en anden sammenhængende enhed ikke fungerer normalt.</i> "
Fejl 'Error'	Under	Forseelse eller forglemmelse et menneske begår; en menneskelig fejl.
<i>Fejltagelse, forseelse, forglemmelse.</i>		Den Danske Ordbog: " <i>Handling som har uønskede konsekvenser eller er i modstrid med gældende regler.</i> "
Mangel 'Omission'	Under	Materiel utilstrækkelighed der forekommer efter fysisk realisering, som potentielt kan medføre at krævede eller forventede, fysiske objekter udelades fra det færdige produkt – selve bygningen.
<i>Udeladelse, forsømmelse.</i>		Den Danske Ordbog: " <i>Det at noget nødvendigt ikke er opfyldt; det at et behov ikke er blevet dækket.</i> "
Processpild 'Process waste'	Over	Beslutninger og handlinger, der ikke tjener et værdiskabende formål, men alligevel har fremadrettede konsekvenser.
<i>Proces: Procedure, rutine.</i>		Den Danske Ordbog ('proces'): " <i>Forløb eller serie af handlinger der indebærer en forandring eller udvikling.</i> "
		Se også 'spild'.

Produktspild 'Product waste'	Over	Unyttig, uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse eller forbrug af fysisk materiale. Den Danske Ordbog ('produkt'): <i>"Genstand eller stof betragtet som en vare især om (industrielt) forarbejdede varer, men også om råvarer til industri og husholdning."</i> Se også 'spild'.
Spild 'Waste'	Super	Unyttig, uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse eller forbrug af tidsmæssige, økonomiske, materielle eller menneskelige ressourcer. Den Danske Ordbog: <i>"Unyttig, uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse eller forbrug af noget så (noget af) dette forsvinder eller går tabt."</i>
Svagthed 'Weakness'	Over	Enhver utilstrækkelighed eller knaphed som kompromitterer et givent systems robusthed. Den Danske Ordbog: <i>"Punkt hvor et anlæg, et system, en teknisk konstruktion el.lign. fungerer dårligt, er af ringe kvalitet el.lign. især set i forhold til andre anlæg osv. af samme type."</i>
Svigt 'Failure'	Under	Opstår når et system ikke er robust nok til at håndtere dets svagheder; systemet kolliderer. Den Danske Ordbog: <i>"Det at skuffe eller forsømme nogen ved ikke at gøre det som man har lovet, eller det som forventes af én; det at noget pludselig ikke fungerer."</i>
Udbedring 'Rework'	Super	At gentage det samme arbejde, fordi det ikke var udført korrekt første gang, eller at udføre arbejde, som skulle være udført til at starte med. Den Danske Ordbog: <i>"Det at bringe noget i orden eller rette op på det så der ikke længere er noget galt."</i>

REFERENCER

5 REFERENCER

- AB18. (2018). *Almindelige betingelser for arbejder og leverance i bygge- og anlægsvirksomhed (AB18)*. Hentet fra <https://www.byggerietsregler.dk/regler/ab18/>
- Apelgren, S., Koch, C., & Richter, A. (2005). *Snublesten i byggeriet*. Danmarks Tekniske Universitet, Department of Civil Engineering. Lyngby: DTU Orbit.
- BUILD. (2020). *Udvidet litteraturstudie (arbejdsdokument): Notat vedr. aktivitet 2 (Indsats mod spild i byggeriet 2020)*. København: Aalborg Universitet.
- Burati Jr., J. L., Farrington, J. J., & Ledbetter, W. B. (1992). Causes of Quality Deviations in Design and Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, s. 34-49.
- Det Danske Sprog- og Litteraturselskab. (2020). Hentet 17. november 2020 fra Den Danske Ordbog - Moderne Dansk Sprog: <https://ordnet.dk/ddo>
- IEEE. (2014). *SWEBOK Guide V3.0 - Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. Piscataway, NJ: IEEE Computer Society Products and Services.
- ISO/IEC/IEEE. (2017). *Systems and software engineering – Vocabulary (ISO/IEC/IEEE 24765)* (2nd ed.). Geneva, Switzerland: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- Merriam-Webster. (2020). Hentet 17. november 2020 fra Merriam-Webster.com Dictionary: <https://www.merriam-webster.com/>
- Nielsen, J., & de Place Hansen, E. J. (2007). *Synliggørelse af svigt i byggeriet (SBI 2007:09)*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- Ordbogen. (2017). Ordbogsprogrammet (version 3.2.1). Ordbogen.com.
- SBI. (2004). *Svigt i byggeriet - 'Økonomiske konsekvenser og muligheder for en reduktion'*. Hentet fra Erhvervs- og Byggestyrelsen: https://boligejer.dk/file/2629/Svigt_i_byggeriet.pdf
- Schultz, C. S. (2012). *Byggeriets produktion af svigt i et strukturationsperspektiv - 'Et studie af reaktive og proaktive problemløsningspraksisser'*. Göteborg, Sverige: Chalmers University of Technology.
- Transport-, Bygnings- og Boligministeriet. (1986). *Vejledning om kvalitetssikring i byggeriet (VEJ nr. 4024 af 31/12/1986)*. Hentet fra Retsinformation: <https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/1986/4024>
- Voland, G. (2003). *Engineering by Design* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Woods, D. D. (2015). Four concepts for resilience and the implications for the future of resilience engineering. *Reliability Engineering & System Safety*(141), s. 5-9.

KORTLÆGNING AF SPILD I BYGGERIET

Bilag 3: Litteratursøgning om proces- og produktspild

INDHOLD

1 INDLEDNING OG METODE	120
2 ANALYTISK TEMATISERING 1: GENERELLE OG STRUKTURELLE FAKTORER	122
2.1 Konstante ændringer skaber spild	122
2.2 Involvering og samarbejde	123
2.3 Byggeparathed og omarbejde	124
3 ANALYTISK TEMATISERING 2: ORGANISATORISKE FAKTORER	126
3.1 Interne og eksterne faktorer	126
3.2 Den oversete forsyningskæde	127
4 ANALYTISK TEMATISERING 3: PROJEKTFAKTORER	130
4.1 Projektledelse og læring	131
4.2 Risikostyring	131
4.3 Kompetencedrevet arbejdskraft	132
5 ANALYTISK TEMATISERING 4. - DIGITALISERING OG TEKNOLOGIANVENDELSE	136
5.1 Standardisering og kompetenceudvikling	136
6 ANALYTISK TEMATISERING 5. - IDENTIFIKATION OG VURDERING AF SPILD	140
6.1 Omfang og årsager til spild	141
6.2 Vurdering af spild og forebyggelse af risiko	142
7 REFERENCER	146

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a dark blue circle containing the white number '1'.

1

INDLEDNING OG METODE

1 INDLEDNING OG METODE

Formålet med litteraturstudiet er at afdække relevant litteratur, som er 'Peer Reviewed' og publiceret i ledende journals med fokus på proces- og produktspild i byggebranchen. Det handler bl.a. om at skabe et grundlag for at forstå, hvordan strukturer, organiseringer, strategier og teknologiudviklinger herunder IKT-aspekter har præget byggebranchen. Der tages udgangspunkt i at udvikle det grundlag, som optræder i rapporten fra 2004 om økonomiske konsekvenser af svigt i byggeriet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004). Litteraturstudiet skal være med til at underbygge en kritisk forståelse af, hvordan der kan opbygges et nutidigt spildindeks og en database, som kan drive ny viden og forskning i byggebranchen. Litteraturstudiet skal således bidrage til at få belyst årsager og konsekvenser af spild, samt hvilke mekanismer og løsninger, som eventuelt kan nedsætte spild. Derudover er der fokus på at identificere, hvilke beregningsmodeller, som den tidligere forskning har anvendt i forhold til at vurdere og evaluere spild i byggebranchen, hvilket skal understøtte en udvikling af spildindekset beskrevet i hovedrapportens bilag 1.

Litteraturstudiet er opdelt i fem analytiske tematiseringer med fokus på faktorer, som henholdsvis fremmer eller nedsætter omfanget af spild: generelle og strukturelle faktorer (1), organisatoriske faktorer (2) projektmæssige faktorer (3), digitalisering og teknologianvendelse (4), samt identifikation og vurdering af spild (5). Disse analytiske tematiseringer skaber et grundlag for at identificere konkrete hovedproblematikker og løsninger i forhold til at nedsætte spild. Med andre ord, så læner litteraturstudiet sig ind i byggebranchens produktivtetsagenda, hvor fejl og mangler ofte fører til spild og omarbejde, hvilket ofte har en negativ indvirkning på produktivitet, kvalitet og innovation (Assaad et al., 2020). I det perspektiv peger Love og Smith (2018) på, at omarbejde kan henledes til handlinger på et projekt, herunder et produkt eller service, der ikke er i overensstemmelse med de forventede krav og ønskede kvalitet. Bemærk at de tre første tematiseringer i sammenfatningen af litteraturstudiet i hovedrapportens afsnit 3, er samlet under overskriften 'Byggebranchens strukturer'.

Den primære litteratur bygger på en systemisk søgning i Scopus-databasen, som er udført ultimo 2020 med fokus på perioden 2015-2020. Derudover er der løbende udført sekundære søgninger af oversigtslitteratur og kædesøgninger med fokus på perioden 2000-2020, hvilket har givet mulighed for at forfølge relevante argumenters udviklinger (Rienecker & Jørgensen, 2017). Den primære søgning i Scopus databasen er afgrænset til at omhandle forskellige engelske nøgleord, hvilket kommer til udtryk i følgende hovedsøgestreng: SUBJAREA (engi) ALL (("process") AND ("product")) AND TITLE-ABS-KEY ("defect") OR TITLE-ABS-KEY ("waste") OR TITLE-ABS-KEY ("risk") OR TITLE-ABS-KEY ("cause") OR TITLE-ABS-KEY ("error") OR TITLE-ABS-KEY ("planning") OR TITLE-ABS-KEY ("rework") OR TITLE-ABS-KEY ("failure") OR TITLE-ABS-KEY ("Index") OR TITLE-ABS-KEY ("Classification") OR TITLE-ABS-KEY ("Safety") INDEXTERMS ("Construction Industry"). Herefter skete en afgrænsning i forhold til lande hvor forfattere var bosiddende og tidsskrifter.

Litteratursøgningen frembragte i alt ca. 400 artikler, hvoraf ca. 70 er udvalgt til dette review. Sammen med den ovennævnte sekundære litteratur gav det tilsammen over 80 artikler og andre former for relevante referencer og litteratur. Det vil sige, at den samlede litteratursøgning bygger på en systemisk og forskningsmæssig vurdering af de journal-referencer og anden litteratur, som har den største relevans for projektet.

ANALYTISK TEMATISERING 1: GENERELLE OG STRUKTURELLE FAKTORER

2 ANALYTISK TEMATISERING 1: GENERELLE OG STRUKTURELLE FAKTORER

I de fleste lande har byggebranchen en betydelig indvirkning på både vækst og værdiskabelse i samfundet, udtrykt ved at 5-9 % af den årlige værditilvækst i samfundsøkonomien kommer fra byggebranchen (Assaad & El-Adaway, 2020; Arditi & Mochtar, 2000). Til trods for denne samfundsmæssige betydning er byggebranchen stadig kendetegnet ved komplekse forretningsprocesser og projektbaserede organiseringer med deraf følgende usikkerhed, risiko og manglende kvalitet. Dette kan medføre fejlbehæftede projekter, konkurser og økonomiske tab for samfundet, bygherre, leverandører, underentreprenører m.m. I følge Assaad et al. (2020) overskrider 80% af de store komplekse byggeprojekter deres budget og 20% af dem bruger mere tid end planlagt. Det er således kun en mindre del af byggebranchens aktører, som direkte fokuserer på succeskriterier og risikoindikatorer, som ligger ud over et snævert fokus på budget, tid og kvalitet. Disse performanceindikatorer kunne relateres til f.eks. tillids- og samarbejdsaspekter, konsekvenser ved spild og omarbejde, samt et større fokus på kommunikation, koordinering og planlægning. Dette skal sammenholdes med at de samlede omkostninger til fejl og mangler, der skønsmæssigt opgøres til 10 % byggebranchens årlige produktionsværdi (se 'Omfang og årsager til spild' under tema 5). Fejl og mangler medfører endvidere omarbejde, hvilket typisk tegner sig for 3-13% af de totale byggeomkostninger og nedsætter arbejdsproduktiviteten med op til 25-50% (Love & Li, 2000; Hwang et al., 2009). Derudover har omarbejde, en negativ indflydelse på arbejdsmoral, stressniveauer, fravær og fører ofte til en øget risiko for ulykker. Men til trods for bestræbelser på at reducere negative konsekvenser af byggeprocesserne, så optræder der stadig den samme mængde fejl på tværs af lande og byggebrancher (Love et al., 2016).

2.1 Konstante ændringer skaber spild

Fejl eller udeladelser i designfasen eller konstante ændringer og beslutninger fra bygherren eller slutbrugerne er væsentlige årsager til spild i et byggeprojekt (Wuni & Shen, 2020; Larsen et al., 2016; Love & Li, 2000). Disse ændringer og beslutninger opstår ofte sent i forløbet, hvor det kan få store konsekvenser for projektet i forhold til budget, tid og kvalitet (Perrenoud et al., 2016). Omvendt bliver byggebranchen ofte kritiseret for en manglende sensitivitet for bygherres og brugeres behov i de indledende processer (Sunding & Ekholm, 2015). Manglende samarbejde i de indledende faser vurderes som en væsentlig årsag til at der opstår løbende ændringer af projektet, hvilket kunne løses af en øget kvalitetsstyring, planlægning og erfaringsopsamling blandt projektparterne (Boverket, 2018). Safapour & Kamanshachi (2019) peger dog på, at ikke alle former for spild og omarbejde kan føres tilbage til en bedre planlægning, men at manglende erfaring i designfasen, samt mangelfuld byggeledelse og tilsyn under udførelsen også er afgørende parametre for at adressere spild og fejl. Men selv om rutiner og erfaring hjælper med at håndtere utilsigtede aktiviteter, er de samtidig med til at opretholde et acceptabelt niveau af fejl og mangler, hvilket udfordrer antagelsen om at erfaring altid er positiv for byggekvaliteten (Koch & Schultz, 2019; Kreiner & Damkjær, 2011). Derudover er bygherren ofte underlagt et fokus på at indgå aftaler med den billigste entreprenør, men set i lyset af at kun 56% af byggeprojekter imødekommer det aftalte budget og kun 48% overholder de tidsmæssige rammer (Eke et al. 2019), giver det god mening at fokusere

på alternative udbudsformer, med fokus på værdisætning, risikoafdækning og totaløkonomiske perspektiver (Ahmed et al., 2016).

Den hårde konkurrence og kontrakter med fokus på den billigste pris skaber ikke nødvendigvis tillid og samarbejde. Det kommer til udtryk ved et stigende antal juridiske tvister (Brogan et al., 2018), hvor det hovedsageligt handler om at placere ansvar og skyld i forhold til byggetekniske skader og manglende kvalitet. Fernandes et al. (2018) og Meng et al. (2011) peger på at tiltag som partnerskaber, projektalliancer og længerevarende samarbejder med forsyningskæden kan gøre byggeriet mere effektivt og ressourcebesparende ved gentagelseseffekter og stærkere relationer. Disse tilgange medfører potentielt et bedre samarbejde, større tillid og en mere løsningsbaseret kultur, hvilket nedsætter omfanget af fejl og mangler, samt juridiske tvister. Choi et al. (2019) argumenterer for en mere integreret og produktiv byggebranche ved implementering af 'Integrated Project Delivery' (IPD), som handler om at skabe den rigtige kvalitet inden for det fastlagte budget og tid. Nye produktivitetsfremmende tiltag som f.eks. IPD er selvfølgelig interessant for byggebranchens produktivitetsudvikling, men omvendt har byggetekniske skader og juridiske tvister ofte været en reaktion på skiftende byggepraksisser, hvor aktørerne har haft svært ved at omstille sig til nye rutiner, strategier og processer (Argue, 2013). I det perspektiv argumenterer Sunding & Ekholm (2015) for, at nye produktivitetsfremmende tiltag i byggebranchen ofte er underlagt en utilstrækkelig implementeringsproces og mangelfuld adfærd. Det har reduceret den planlagte effekt i praksis og kalder derfor på nye forståelser af mere effektive implementeringsprocesser i byggebranchen.

2.2 Involvering og samarbejde

En produktiv og kvalitetsbevidst byggebranche forudsætter således en mere procesorienteret tilgang med fokus på planlægning og koordinering af effektive arbejdsstrømme, som samtidig kan aflæses i en bedre byggekvalitet (Sacks et al., 2017). Nedbringelse af omarbejde skal således ske ved løbende at advare, vurdere og indikere arbejdsstrømme med fokus på hastighed, stabilitet, kontinuitet i arbejdet, og forstyrrelser, som medfører spild, fejl og mangler. Den procesorienterede tilgang betyder øget fokus på at inddrage samtlige parter, ikke mindst leverandører og underentreprenører, tidligt i processen, hvilket skaber bedre samarbejde, videndeling og kommunikation på tværs af værdikæden (Wuni & Shen, 2020; Love & Smith, 2018; Andersson et al., 2017). Sådanne tiltag er i følge Fernandes et al. (2018) og Alves et al. (2020) betydningsfulde i forhold til f.eks. at minimere fejlbehæftede leverancer og uegnede produkter på byggepladsen, samt reducere omarbejde, fejl og mangler i byggeprocesserne. Fejl og mangler medfører omarbejde, som er et gennemgribende problem i byggebranchen og forhindrer mere effektive praksisser og en bedre performance. Der er foretaget omfattende forskning og indført praktiske tiltag, men fremskridtene er begrænsende og konsekvenserne af omarbejde er stadig betydelige (Love & Smith, 2018). Der peges således på en dybere forståelse af de ledelsesprocesser og beslutninger i byggebranchens dynamiske og komplekse projektsystemer, som enten medfører eller nedsætter omarbejde. Og med fokus på både adfærdsmæssige mønstre og projektbaserede strukturer, som driver og fremmer omarbejde. Men det er få virksomheder i byggebranchen, som vurderer deres 'kvalitetsomkostninger', forstået som interne og eksterne omkostninger før og efter at et produkt eller en service er leveret, f.eks. omarbejde, materiale- eller processpild, samt tab ved en negativ påvirkning af renommé eller fremtidig forretningsskabelse (Love & Li, 2000; Love et al., 1998).

Der mangler imidlertid data som kan identificere disse problematikker og deres konsekvenser for virksomhedernes indtjening, hvilket ofte skyldes kommerciel fortrolighed. Der er således brug for et nyt tankesæt omkring fejl, mangler og omarbejde, som involverer en større grad af transparens med fokus på at identificere og løse problematikker så hurtigt så muligt og uden at der opstår negative konsekvenser og yderligere eskaleringer. Det handler derfor

om at skabe videndeling og kommunikation, som skal forebygge at de samme fejl optræder igen, hvilket kræver en mere systemisk tilgang med fokus på den adfærd og de underliggende strukturer, som skaber omarbejde. Derudover er det svært at bevise, at systemer og ledelsesprocesser, som fokuserer på kvalitetsproblematikker er effektive og nedsætter omkostninger uden et validt datagrundlag. Det vil sige, at uden standardiserede definitioner af omarbejde er det er svært at skabe et effektivt benchmarkingsystem med henblik på kontinuerlige forbedringer af byggeprocessen (Love & Smith, 2018).

2.3 Byggeparathed og omarbejde

Mange store byggeprojekter oplever problematikker med omarbejde, hvilket medfører betydelige tids- og budgetoverskridelser, hvor en række tidlige indikatorer kan adressere negative påvirkninger af omarbejde. Safapour & Kermanshachi (2019) argumenterer for en række vigtige indikatorer: manglende erfaring i designfasen og byggefasen, mangelfuld byggeledelse og planlægning og sporadisk tilsyn og kontrol i byggefasen. Larsen et al. (2016) peger på følgende faktorer af betydning for kvaliteten: Fejl eller mangler ved byggearbejde, uerfarne rådgivere, reduktion af ressourcer (tid eller økonomi), mangel på planlægning, samt fejl eller uoverensstemmelser i projektdokumenter. De fleste faktorer er relateret til bygherren og slutbrugerne, samt mangelfuldt rådgiverarbejde, som skulle være udført i enten start- eller planlægningsfasen. Ifølge Hwang et al. (2009; 2014) har bygherres udskiftning af materialer, ændring af design, planer eller målsætninger de største indvirkninger på omkostninger, planlægning og kvalitet.

Det er derfor afgørende, at bygherre og slutbrugere bliver mere bevidste om deres krav, at tegninger og specifikationer er korrekte og komplette, at designdokumentation og -ændringer koordineres, kontrolleres og verificeres og at der skabes en forpligtigelse til at leve op til den aftalte kvalitet (Love & Li, 2000). En reduktion af fejl, mangler og omarbejde kræver således betydelige forandringer af de forståelser og den adfærd, som præger virksomhederne i den nuværende byggebranche. Ibrahim et al. (2021) belyser en række 'parathed's aspekter, som skal bidrage til en samlet vurdering af et projekts bygbarhed f.eks. kvaliteten af 'Issued for construction Drawings' (IFC) fra bygherren (eller rådgiver), produktionens kompetencer og tværfaglighed, samt at projektets milepæle og leveringer er defineret og planlagt. Disse aspekter har en stor indflydelse på både produktiviteten og kvaliteten, herunder graden af omarbejde. Problemet er at byggeprocessen ofte igangsættes før projektet er klar til at håndtere de udførende processer, med hyppige afbrydelser, omarbejde, forsinkelser og komplikationer som resultat. Til trods for disse åbenlyse og negative konsekvenser, så forbliver omarbejde en udbredt problematik i byggebranchen (Han et al., 2013; Koch & Schultz, 2019). Ifølge Love et al. (2016) handler det om skabe et generelt miljø og en kultur, som er kendetegnet af læring og kontinuerlige forbedringer gennem tillid, transparens, kommunikation og delte værdier, samt en positiv og etisk adfærd. Denne tilgang deles af Sunding & Ekholm (2015), som fremhæver at der skal tillægges et større fokus på de sociale faktorer, herunder adfærd i arbejdet med at styrke kvaliteten i byggebranchen. Det vil sige, at både individer, projektteams og organisationer kan enten forhindre eller fremme fejlbehæftede handlinger på tværs af værdikæden (Love et al., 2018; Aljassmi & Han, 2013; Jingmond & Ågren, 2015).

ANALYTISK TEMATISERING 2: ORGANISATORISKE FAKTORER

3 ANALYTISK TEMATISERING 2: ORGANISATORISKE FAKTORER

I et organisatorisk perspektiv er entreprenørvirksomheders succes ofte baseret på deres evne til at håndtere både positive og negative risici, hvilket spiller en afgørende rolle for et byggeprojekts performance. Således kan uforudsete og negative hændelser, f.eks. designændringer eller kontraktudsættelse, medføre nye muligheder for prissætninger, som kan påvirke projektets succes. Dette medvirker til at aktørerne ofte arbejder med skjulte tids- og omkostningsbuffer, frem for transparente management systemer, f.eks. kvalitetssikringssystemer, som bedre kan håndtere uforudsete hændelser (Ortiz et al., 2018). Love & Li (2000) argumenterer for brugen kvalitetssikringssystemer, der ofte nedsætter graden af omarbejde fra de normale 5% til 1% af den kontraktuelle værdi, men det kræver nye prioriteringer af den strategiske indsats. Dette er samtidig et opgør med den mistillid, forvirring og usikkerhed, som kendetegner byggebranchen og modarbejder aktørernes konkurrencekraft ved at pålægge ekstra risici på prissætningen. Denne problematik handler også om at skabe et mere fuldstændigt, korrekt og realistisk grundlag for en bedre tidsmæssig planlægning og budgettering (O'Connor & Woo, 2017).

Tidsmæssig planlægning og budgettering er afgørende for at opnå den ønskede kvalitet, men bliver ofte modarbejdet af en række organisatoriske omstændigheder, f.eks. mangel på forståelse af bygbarhed, distanceret lederskab eller utilstrækkelig vidensdeling på tværs af forskellige projekter. Men læringsbetingelserne i byggebranchen er generelt dårlige, hvilket gælder både læring af succes og fejl. Derudover er der en tendens til, at det der læres ikke nødvendigvis er korrekt og hensigtsmæssigt, hvilket igen udfordrer erfaringer som et grundlag for udviklingen af kvaliteten i byggeprocessen (Kreiner, 2006). Dog er et projekt altid underlagt et risikoforhold mellem sandsynlighed og konsekvens, hvor det kan forventes at omfanget af spild vil falde i takt med en forøget indsats f.eks. ved brugen af kvalitetssikringssystemer. Organisationer skal derfor søge et optimalt forhold mellem omkostninger til forebyggelse og de potentielle udgifter, som spild nødvendigvis medfører (Schultz, 2012). Spild, fejl og mangler har en afgørende betydning for byggebranchens produktivitet og opstår ofte på baggrund af forskellige indbyrdes og forbundne årsager, som det vil være formålstjenligt at identificere (Aljassmi & Han, 2013). De kan ofte henføres til overdragelser mellem de forskellige faser i byggeriet, hvor aktørerne ofte overtager mange fejlbehæftede beslutninger og løsninger, eller aktører kan bidrage negativt i de forskellige faser, hvilket ofte er en afgørende årsag til spild (Kreiner, 2006). Ofte er der en logisk årsag til at der forekommer spild, fejl og mangler, men der er en tilbøjelighed til at benytte tidligere erfaringer, når årsagen til spild ligger udover det umiddelbare arbejdsområde. Denne tilgang skaber ikke nødvendigvis organisatorisk og projektmæssig læring, hvilket forhindrer en identifikation af de forudgående handlinger og aktiviteter, som medfører spild i de efterfølgende faser. Et organisatorisk læringsperspektiv er betydningsfuldt, idet fejl og mangler forøger de direkte projektomkostninger med ca. 2-10% og de indirekte omkostninger ofte er fem gange større, f.eks. administration-, salgs- og distributionsomkostninger (Kreiner & Damkjær, 2011).

3.1 Interne og eksterne faktorer

Jingmond & Ågren (2015) peger på at fejl og mangler i byggebranchen forsætter med at opstå til trods for implementering af kvalitetssystemer. Den tidligere forskning har haft fokus

på det operationelle niveau, og kun i mindre grad på de organisatoriske niveauer. Ofte ser man at det har været svært at fremstille byggekomponenter, systemer og monteringsprocesser, som er tilpasset de specifikke dimensioner, variationer og usikkerheder, som kendetegner et byggeprojekt. Umiddelbart synes problematikkerne at kunne kobles til menneskelige fejl på det operationelle niveau, men i virkeligheden kan de ofte relateres til organisatoriske faktorer i form af manglende ledelse og kommunikation i ledelsen og på de strategiske niveauer i organisationen (Love & Smith, 2018). Det handler i følge (Jingmond & Ågren, 2015) om ineffektiv videndeling, manglende holistisk tilgang og uddannelse, samt uklar 'tolerance management', der handler om at håndtere kritiske påvirkningsfaktorer for at opnå de fastlagte og ønskede kvalitetsmål. I det perspektiv definerer Goodman et al. (2011), at organisatoriske fejl skyldes ineffektive handlinger, som afviger fra de formelle regler og procedurer, som ellers skulle skabe et gunstigt resultat i praksis.

I henhold til Ju et al. (2017) er de organisatoriske funktioner som varetager de forskellige byggefaser i virksomheden, ofte underlagt forskellige målsætninger, incitamenter og forståelser af projektet, hvilket samtidig kendetegner forholdet til de eksterne organisationer. Det betyder at overgange mellem byggefaser og involvering af forskellige aktører gør det svært at overskue processen, kommunikationen og forpligtigelsen på tværs af aktører. I den forbindelse kan grænsefladeproblematikker reduceres ved længerevarende partnerskaber eller managementprogrammer f.eks. IPD eller andre former for værdioptimeringsstrategier, som skaber en bedre integration mellem de interne og eksterne aktører i byggebranchen. Sundquist et al. (2018) argumenterer således for nye typer af partnerskaber eller projektporteføljer, som rækker ud over det enkelte projekt og på tværs af de forsyningskæder, som både føder ind i virksomhederne og projekterne.

3.2 Den oversete forsyningskæde

En vigtig forudsætning for at minimere omfanget af spild er ifølge Alves et al. (2020) at de produkter og komponenter, der leveres til byggepladsen, leveres fejlfrit og til tiden. Dette kræver et strategisk fokus på integration af forsyningskædens kompetencer, hvilket kendetegner de mest effektive virksomheder i byggebranchen. Disse virksomheder bruger ekstra ressourcer og tid på at besøge både leverandører og underentreprenører med henblik på at skabe fælles planlægning og kvalitetskontrol. Et styrket samarbejde med leverandører er betydningsfuldt i bestræbelserne på at forbedre produktivitet og kvalitet, idet værdien af leverancer og ydelser fra leverandørerne alene udgør 60-70% af de samlede byggeomkostninger (Vrijhoef & Koskela, 2000) og 60-90% af projektarbejdet involverer materialer og services fra eksterne partner (Ekeskär & Rudberg, 2016; Karim et al., 2006). Generelt har leverandøraspektet været underrepræsenteret i studier af spild og kvalitet i byggebranchen, hvor 'Construction Supply Chain Management' (CSCM) repræsenterer en mere relationel og strategisk tilgang for at styrke samarbejdet med leverandørerne (O'Brien et al., 2009; Fredslund et al., 2019). Derudover peges der på 'Supplier Quality Management' (SQM) med henblik på at reducere spild og fejlliverancer (Alves et al., 2020). Både CSCM og SQM handler om tidlig involvering af leverandørerne med henblik på sporing af egnede og ikke egnede produkter og aktører. Desuden er der fokus på at støtte leverandørers arbejde ved aktiviteter, hvor der skabes samarbejde og kompetencedeling, for at sikre at deres produkter og leverancer opnår den tilstræbte kvalitet. Thunberg & Fredriksson (2018) argumenterer for, at der er forskellige problematikker i forsyningskæden, der påvirker projekterne ved forsinkelser, budgetoverskridelser og manglende kvalitet, hvilket kan relateres til ineffektive materialestrømme, kommunikation og kompleksitet.

I den forbindelse kan en bedre planlægning af forsyningskæden spille en afgørende rolle for både kvalitet, økonomi og tid, men det kræver et fokus på mere længerevarende og forpligtigende relationer til både leverandører og underentreprenører. I den forbindelse peger Isatto et al. (2015) på, at en lang række problematikker i forsyningskæden er baseret på en manglende integration til de forsyningskæder, som føder ind i bygge virksomhederne og de enkelte projekter. Ikke desto mindre argumenterer Love (2002) for, at der ikke nødvendigvis er en større sammenhæng mellem projekttype eller indkøbsmetoder og omfanget af omarbejde. I det perspektiv er det derfor nødvendigt at påtage sig et fokus på de projektfaktorer, herunder risikoafdækning og ledelsesdimensioner, som enten fremmer eller reducerer fejl og mangler, samt omarbejde.



4

ANALYTISK TEMATISERING 3: PROJEKTFAKTORER

4 ANALYTISK TEMATISERING 3: PROJEKTFAKTORER

Kritik af produktivitetsudviklingen i byggebranchen forklares ofte med at projektfunktionen ofte starter på selve byggeprocessen før projektet er klar til at håndtere de udførende processer, med hyppige afbrydelser, omarbejder og forsinkelser som resultat (Ibrahim et al., 2021). I det perspektiv er øget samarbejde ikke blevet mindre aktuelt med en stigende anvendelse af præfabrikerede elementer, systemleverancer og nye teknologier (Wuni & Shen, 2020). Set fra produktionens side er de største risici, der kan påvirke tidsplan og budget, uklare aftaler og mangelfuldt projektmateriale, herunder fejlbehæftede eller ukomplette tegninger (Stuchlík, 2020). Hertil kommer udefrakommende og projektbaserede faktorer som vejret, unikke lokationer, fragmenterede aktørsammensætninger og fragmenterede forsyningskæder (Ekeskär & Rudberg, 2016). I forhold til vejret peger Ballesteros-Pérez et al. (2018) på udviklingen af 'Weather Delay Maps' med henblik på at optimere udførelsen til at blive mindst muligt påvirket af vejret. Derudover er produktiviteten påvirket af de mange ændringer der sker undervejs i et projekt, hvad enten de skyldes ønsker fra bygherren eller designfejl.

Ifølge Hwang et al. (2014) er omarbejde blevet en af de mest udbredte bekymringer i byggeprojekter generelt. I en analyse fra Singapore, analyserer Hwang et al. (2014) omarbejde, der kan relateres direkte til bygherre. Analysens case er funderet i et litteraturstudie, spørgeskemaundersøgelse og dataindsamling for 381 byggeprojekter, udført af 51 forskellige virksomheder. Med bygherre i fokus, er det især ændringer i projektet ('change orders') der fremhæves af Hwang et al. (2014). På dansk kan 'change orders' oversættes til bygherreændringer, eller blot ændringer generelt, som de projekterende og udførende skal indrette sig efter. Et projekt præget af konstante og talrige ændringer, er et ustabilt projekt, som kan bevirke at projektets aktører oplever irritation og mangel på motivation, fordi bygherreorganisationen ikke kan 'bestemme sig' (Josephson P.-E., 1998). Mangel på motivation som følge af projektændringer, synes at være en væsentlig årsag til at fejl opstår, men kan også skyldes andre faktorer ifm. aktørernes generelle tilknytning til projekterne; hvis fx en håndværker eller en arkitekt ikke finder stolthed eller mening i sit arbejde, bliver resultatet formodentligt derefter. Dette forstærkes ifølge Josephson (1998) af en kultur med evigt tidspres og heftig konkurrence om pris, hvor korte tidshorisonter og pressede priser 'åbenlyst' har en væsentlig indflydelse på individets opførelse, og derfor også på byggeprocessen og udgifter til omarbejde (Love et al., 2009). Hwang et al. (2014) og Josephson (1998) beskriver uafhængigt af hinanden – og med 16 års mellemrum, i hver sin verdensdel – bl.a. hvordan ændringer i et givent projekt, som typisk skyldes bygherreorganisationen, forstærker aktørernes manglende motivation og tilhørsforhold til projektet.

Ændringer fører ofte til manglende motivation og engagement, som kan resultere i glemshedsomhed, uopmærksomhed, uhensigtsmæssige beslutninger og lavere produktivitet, samt øget sandsynlighed for omarbejde og ulykker (Assaad et al., 2020; Hwang et al., 2014). Langt hen ad vejen kan det løses ved en mere målrettet kommunikation, sådan at de forskellige aktører får en forståelse for, hvorfor der sker ændringer, og at de motiveres til selv at blande sig og melde tilbage, hvis de bliver opmærksomme på forhold, der kan føre til spild. Individuel adfærd og den organisatoriske kultur, samt projektlederskab påpeges som mulige positive mekanismer, deriblandt uddannelse, kommunikation og læring, som kan bidrage til at forudsig og undgå fejlbehæftede handlinger. Desuden peger undersøgelser på, at der er større risiko for budgetoverskridelser i de projekter som oplever mangel på kompetencedrevet arbejdskraft, samt at deltagelse i teams ofte fralægger individet ansvar (Love & Smith, 2018).

Det ville således være oplagt med et fokus på, hvordan der opstår spild, fejl og mangler på grund af både individuelle og gruppemæssige projektforskel (Sasou & Reason, 1999).

4.1 Projektledelse og læring

Projektledelsesmetoder har ofte en stor indvirkning på den produktionsmæssige kvalitet (Shan et al., 2016), men der er en tendens til at projektledere reproducerer sig selv som pragmatiske problemløsere, hvilket forhindrer at der opstår en organisatorisk og projektmæssig læring. Det vil sige, at projektlederen har ofte fokus på at finde en praktisk løsning, fremfor at finde hovedårsagen til problematikken (Koch & Schultz, 2019). Der er således tale om utilsigtede konsekvenser af en rutinebaseret praksis i byggebranchen, hvilket modarbejder læring samt at forskellige kompetencer og fagligheder kan komme i spil på tværs af flere projekter. Denne manglende læring kommer også til udtryk ved at effektive projektpraksisser, som ikke nødvendigvis forplanter sig på tværs af flere projekter, alene kan tilskrives enkeltstående individer eller grupperinger (Simu & Lidelöw, 2019). I følge Pellegrino & Constantino (2018) handler det om et overordnet perspektiv på, hvordan den tavse viden kan udvikles til en mere eksplicit viden på tværs af virksomheder og projekter. Til trods for en manglende læring og videndeling i byggebranchen, så har managementprogrammer ofte en positiv indvirkning på både håndtering af materialer og den generelle kvalitet, hvor materialeledelse på byggepladsen (planlægning, koordinering og kontrol af leverancer) og sikkerhedsprogrammer (arbejds miljøledelse) i henhold til Shan et al. (2016) har den største indflydelse på både produktivitet og kvalitet.

Dette understøttes af Gurmu (2019), som konstaterer at ledelsespraksisser med fokus på indledende vurderinger af materialer, indkøbsplaner og koordinering af leverancer, er de faktorer som har den største indflydelse på produktiviteten i udførelsesfasen. Love et al. (2018) peger på, at der er et 'symbiotisk' forhold mellem kvalitet og sikkerhed, hvor det handler om at adoptere ledelsesstrategier, som kan håndtere fejlbehæftede handlinger og aktiviteter direkte i byggeprocessen. I den anledning pointerer Dyck et al. (2005), at 'Error Management' er særligt effektivt ved udførelse af komplekse produkter, som er kendetegnet af høj usikkerhed og manglende standardisering, hvilket er beskrivende for de fleste byggeprojekter. Mange forskellige managementprogrammer er udviklet med henblik på at forøge produktiviteten og nedsætte fejl og mangler, men stiller til gengæld nye krav til udvikling af læring, kompetencer og adfærd og kan være en udfordring at implementere i praksis. Det gælder f.eks. IPD (Paik et al., 2017), 'Location-Based Management System' (Olivieri et al., 2018) eller 'Last Planner System' (Daniel et al., 2017), der alle kræver nye former for koordineringsmekanismer, kulturtilpasninger og fælles overbevisninger.

4.2 Risikostyring

Projekter er ofte karakteriseret ved mange ændringer og tilpasninger, der gør det vanskeligt at forudsige og håndtere forskellige former for risici. Det peger på behovet for en risikostyring, der kan bidrage til at skabe risikoafdækning i et usikkert og foranderligt projektmiljø. I henhold til Yazdani et al. (2019) handler det om et mere dynamisk fokus på relationen mellem mange forskellige niveauer og dimensioner i evaluering og håndtering af risiko, med fokus på bl.a. teknologi, kvalitet, omkostninger, markedet, forsyningskæden og kompetencer. Yoon et al. (2015) argumenterer for en 'Practical Risk Management Protocol' for at skabe bedre mulighed for at kontrollere risici ved en serie af processer med fokus på identifikation og prioritering, samt sandsynlighed og konsekvenser. Perrenoud et al. (2016) peger på at størstedelen af risici først optræder under udførelsen, hvor 40% kan relateres til at bygherren ændrer mål

eller design, samt at 14% stammer fra fejl eller udbedringer af det oprindelige design. Risici med den største økonomiske påvirkning opdages ofte i starten af byggeprocessen, hvorimod de risici som har den største indvirkning på tidsplanen opdages sent, typisk relateret til ændringer fra bygherren. I den forbindelse henviser Hsu et al. (2020) til at risici ofte opstår på grund af en sekvens af forskellige fejlbehæftede aktiviteter og sociale handlinger.

4.3 Kompetencedrevet arbejdskraft

I en arbejdskrævende industri som byggebranchen, hvor omkostninger til arbejdskraft normalt tegner sig for 30-50% af de totale byggeomkostninger (Karimi et al., 2018), er en kvalificeret ledelse og planlægning af arbejdskraften er afgørende for produktiviteten og projektets økonomi. I det perspektiv henviser Neve et al. (2020) til at produktiviteten inden for byggearbejde er stagneret, og at der kun kan identificeres ca. 30% værdiskabende tid på tværs af en række forskellige renoveringsprojekter. Med værdiskabende tid menes i denne sammenhæng fx ikke drøftelse af tegninger, rengøring af maskiner og værktøj, intern transport på byggepladsen af byggematerialer og værktøj, ventetid generelt, m.m. Det er en væsentlig mere snæver opfattelse af værdiskabende tid, og dermed bredere opfattelse af spild, end det foreliggende projekt opererer med. Projektledere, individer og fagfællesskaber på byggepladsen har en stor indflydelse på de handlinger, som henholdsvis forøger eller reducere effektivt og kvalitet, herunder forekomsten af fejlbehæftede handlinger og aktiviteter. Der ses samtidig en tendens til, at individer udøver en mindre indsats og fralægger sig ansvar, når de arbejder i en gruppe end når de arbejder alene, hvilket er med til at forøge mængden af spild, fejl og omarbejde. Love et al. (2018) peger således på, at uddannelse, kommunikation og læring kan bidrage til at forudsige og undgå fejlbehæftede handlinger, herunder udvikling af en bedre moral og adfærd i forhold til at indgå gruppearbejde.

Mangel på håndværksmæssig og kompetencedrevet arbejdskraft har en tendens til at øge risikoen for tids- og budgetoverskridelser som følge af fejl, mangler og omarbejde (Karimi et al., 2018). Derudover kan prisen på arbejdskraft variere meget og være bestemt af markedsstrukturer, som den enkelte virksomhed eller projektleder ikke har kontrol over. Kim et al. (2020) peger derfor på, at det kan være svært at definere projekternes samlede omkostninger, som bl.a. udgøres af en lang række faktorer relateret til arbejdskraften som f.eks. manglende kompetencer, tab af produktivitet, overtid og stigning i timeløn, hyppigere sikkerhedshændelser, større overskridelse af tidsplan og mindsket kvalitet. Særligt kan mindsket kvalitet relateres direkte til spild, fejl, mangler og omarbejde. Derudover er det vanskeligt at tiltrække kvalificeret arbejdskraft, hvilket ofte skyldes mangelfuld træning og uddannelse, dårligt image, faldende lønninger, lav indtjening og farligt arbejde. Det succesfulde projekt er derfor afhængig af investeringer i ansættelse, udvikling og fastholdelse af kompetencedrevet arbejdskraft, hvilket skal skabe en mere stabil, produktiv og kvalitetsbevidst arbejdskraft i byggebranchen.

Det nuværende fysisk og mentalt krævende arbejdsmiljø skaber stress og manglende motivation ved gentagne bevægelser, tunge løft, akavede stillinger, lange arbejdsdage, jobusikkerhed og kontinuerlige deadlines. Derudover er byggebranchen kendetegnet af et farligt og udfordrende arbejdsmiljø med megen støj, luftforurening og fragmenterede aktørsammensætninger (Rodriguez et al., 2019). Tilsammen skaber det et meget stresset miljø, hvor særligt de mentale stresssymptomer har været negligeret til fordel for de mere fysiske symptomer i udviklingen af byggebranchens arbejdsmiljø (Liang et al., 2018). Det er derfor afgørende at udvikle arbejdsmiljøet i byggebranchen for at nedsætte risiko, økonomiske udfordringer og forbedre kvaliteten. Karakhan et al. (2020) peger på forskellige faktorer, som har en stor indflydelse på arbejdskraftens stabilitet og udvikling f.eks. opbakning, uddannelse, diversitet, fælles værdier, sundhed, sammenhørighed, indflydelse og ansvar. En arbejdsstyrkes stabilitet er således kendetegnet ved en evne og villighed til at udføre den ønskede funktion over en given

periode. Men det stiller krav om at de faglige og sociale kompetencer løbende udvikles for at sikre motiverede og sunde individer, der er højt kvalificerede til at udføre byggebranchens komplekse opgaver.

ANALYTISK TEMATISERING 4: DIGITALISERING OG TEKNOLOGIANVEN- DELSE

5 ANALYTISK TEMATISERING 4: DIGITALISERING OG TEKNOLOGIANVENDELSE

Siden det 'Det Digitale Byggeri' blev iværksat i 2003 og IKT-bekendtgørelsen kom i 2013 (Klima-, Energi- og Bygningsministeriet, 2013) har der været en politisk og branchemæssig forventning om, at samtlige processer fra idé til aflevering skal være digitalt integrerede i byggebranchen for at forøge produktiviteten. Det vil sige, at informations- og kommunikationsteknologi (IKT) er langt mere integreret i den nuværende byggebranche end tidligere. Digitalisering har ifølge Vogl & Abdel-Wahab (2015) en stor indflydelse på den samlede produktivitetsudvikling. Digitaliserede teknologier og værktøjer har forandret andre industrier, herunder skabt effektivitet og innovation, ligesom det er en mulighed for at åbne byggebranchen op for nye aktører. Men der er brug for at nedbryde de normale organisatoriske grænser med fokus på hvordan digitalisering kan udnyttes til at skabe teknologisk, social, økonomisk og politisk forandring (Lavikka et al., 2018). I det perspektiv argumenterer Chou & Chen (2017) og Love & Smith (2018) for, at Building Information Modelling (BIM) kan fremme deling af data, viden og information, og på den måde medvirke til at der bruges færre ressourcer på omarbejde. Problematikken med organisatoriske grænser ift. digitalisering underbygges af en tidligere undersøgelse udført af BUILD (fhv. SBI) fra 2018, hvor status på byggebranchens anvendelse af IKT blev analyseret (Sørensen & Gottlieb, 2018): *"Undersøgelsen viser, at det primært er virksomhedsstørrelsen, og ikke entrepriseformen, der er udslagsgivende for IKT-anvendelsen, hvorfor der ikke umiddelbart kan konkluderes, at der er entrepriserelaterede forklaringer på BIM-anvendelsen, herunder at ansvars- og grænsefladeproblematikker spiller en rolle."* Derudover blev der i samme rapport påpeget problematikker vedr. fx understøttelse af forretningsprocesser, navnlig for små virksomheder, faseskift og overdragelse af digitale bygningsmodeller, samt en faldende af anvendelse af IKT mv. gennem projektfaserne, hvor anvendelsen synes at være størst i de tidlige faser, for herefter at falde hen mod udførelsen.

Det handler om, at fejl i højere grad vil kunne opdages i designfasen ved f.eks. kollisionstest eller visualiseringer, som kan belyse konsekvensen af eventuelle designændringer i flere dimensioner. Herved opstår færre forsinkelser i tidsplanen, fordi der ses færre ændringer i projektet affødt af nye ønsker fra bygherren eller slutbrugerne (Hwan et al., 2019). Dette gælder særligt de store og komplekse projekter med mange grænseflader, hvor fejl ofte optræder i udførelsesfasen (Ham et al., 2018). Derudover peges på, at IKT kan benyttes til at skabe 'design reviews' (vurdering af byggeparathed), 'scenarie planlægning' (bedre beslutningsgrundlag) og 'tracking-systems' (forhindre spild og omarbejde) (Hwang et al., 2019; Lavikka et al., (2018); Love & Li, 2000). Alt i alt er der en forventning om at øget brug af IKT kan lette kontrol, analyser og beslutninger, f.eks. i forhold til at nedsætte potentielle sikkerhedsrisikoer i udførelsesfasen (Yuan, et al., 2019). Endvidere kan en øget digitalisering bidrage til at vurdere indflydelsen af vejret på aktiviteterne 'on-site' og dermed, hvordan byggeprocessen kan optimeres ved en mindst mulig påvirkning af vejret (Ballesteros-Pérez et al., 2018).

5.1 Standardisering og kompetenceudvikling

Brugen af IKT-værktøjer medfører samtidig stigende krav til uddannelse og kompetenceudvikling (Rodriguez et al., 2019) for at kunne håndtere, at der etableres en fælles platform

der er tilgængelig for alle de involverede parter på tværs af normale organisatoriske grænseflader (Spillane & Staples, 2019). Derudover skal der sikres ressourcer til at dokumentere gevinsterne ved brugen af IKT-værktøjer med den hensigt at det får en større udbredelse i byggesektoren (Karamoozina & Wu, 2020). Beslutningstagere i byggebranchen mangler ifølge Lavikka et al., (2018) viden om, hvordan implementering af digitalisering kan skabe værdi i praksis, ligesom at aktørerne i byggebranchen har haft svært ved at skabe et fælles udviklingsgrundlag på tværs af branchen og konkrete byggeprojekter. Dette er ærgerligt, idet indledende visualiseringer kan bidrage til, at de forskellige parter, herunder særligt bygherre, opnår en større forståelse for f.eks. byggeprocessen, uønskede situationer og koordineringsproblematikker. Det vil umiddelbart nedsætte tids- og budgetoverskridelser, samt fejl, mangler og omarbejde (Olde Scholtenhuis et al., 2016).

Men det handler ikke bare om, hvordan digitalisering kan udnyttes i det indledende faser, men også hvordan det kan bidrage til mere effektive processer i udførelsesfasen. IKT-værktøjer kan således være med til at løse komplekse aspekter i byggefasen med fokus på f.eks. visualiseringer, face-to-face diskussioner og bedre samarbejde på byggepladsen, hvor produktionen kan mødes både planlagt og tilfældigt. Dette forudsætter, at der oprettes en slags fysisk forum, som gør det muligt at skabe et bedre samarbejde ved relevante IKT-værktøjer (Bråthen & Moum, 2016). Disse tilgange kan samtidig adressere et ønske om en øget internationalisering af byggebranchen, hvor Ganbat et al., (2020) peger på, at fælles digitaliseringsstandarder kan bidrage til at nedbryde fejl og mangler, som ofte opstår på baggrund af sprogbarrierer og kulturelle modsætningsforhold. Derudover kan digitalisering medføre en bedre og mere effektiv forbindelse mellem både producent, leverandør og entreprenør i forhold til industrialisering, systemleverancer og standardisering på tværs af byggebranchen. I den forbindelse peger Andersson et al. (2017) på, at der i høj grad anvendes virksomhedsspecifikke produktstandarder og udvekslinger af information fra et system til et andet, hvilket dels er spild af tid og dels indebærer risiko for fejl og mangler. I det perspektiv kan præfabrikation og systemleverancer være med til at skabe en mere effektiv anvendelse af digitalisering, herunder et bedre samarbejde ved en mere kompatibel informations- og teknologideling i forsyningskæden. Dette skaber potentielt et bedre grundlag for at minimere omfanget af aktiviteter på byggepladsen og derved begrænse antallet af fejl og kvalitetsproblematikker i udførelsesfasen. Det har således vist sig, at særligt de beslutninger som bliver taget i de indledende og afsluttende byggefasen, har en afgørende indvirkning på projekters effektivitet og succes. Det vil sige, at en større grad af digital integration forudsætter et mere tværgående fokus på tværs af samtlige byggefasen med fokus på udvikling af fælles standarder og kompetenceudvikling ved brugen af IKT-værktøjer (Wuni & Shen, 2020). Tilsammen kan en øget digitalisering således være med til, at forøge produktiviteten og nedsætte spild, fejl og mangler ved et mere visuelt, effektivt og transparent samarbejde på baggrund af en bedre kommunikation og informationsdeling.

ANALYTISK TEMATISERING 5: IDENTIFIKATION OG VURDERING AF SPILD

6 ANALYTISK TEMATISERING 5: IDENTIFIKATION OG VURDERING AF SPILD

'Svigt' er et udtryk for at projektmateriale, byggematerialer, konstruktioner eller bygningsdele i et byggesystem afviger fra de egenskaber og kvaliteter, som er kendetegnet af de aftalte forudsætninger, herunder formelle forskrifter eller god byggepraksis. Svigt er historisk blevet anvendt som et hovedbegreb i dansk byggek kontekst, hvis første officielle definitioner er mere end 30 år gamle (Transport- og Boligministeriet, 1986), men har udelukkende haft fokus på det færdige produkt i form af en bygning. Ikke desto mindre kan der også optræde afvigelser i byggeprocessen, som ikke afspejles i den færdige bygning, men som kan give anledning til forsinkelser, manglende kvalitet eller budgetoverskridelser. Dette forhold, suppleret med opslag i ordbøger og officielle standarder, leder frem til at begrebet 'spild' er mere egnet som hovedbegreb end svigt, da 'spild' repræsenterer et uhensigtsmæssigt forbrug af en mængde, hvilket f.eks. kan være tid, penge eller materialer. I henhold til bilag 2, så omfavner spild både produkt- og procesrelaterede konsekvenser med fokus på, hvordan et byggeprojekt bedre kan imødekomme kritiske succeskriterier. Derfor er det nærliggende at erstatte svigt med spild, som hovedbegreb i dette litteraturreview.

I relation til en dansk forståelse af spildbegrebet, ses der i udlandet andre begrebsforståelser med fokus på f.eks. 'afvigelse' ('deviation'), som udtryk for at et produkt eller et resultat ikke til fulde lever op til alle krav, uden at der nødvendigvis er tale om et svigt (Burati Jr. et al., 1992). Begrebet 'criticality' ses benyttet som mål for graden af svigt i et produkt, proces eller service i forhold til at efterkomme de aftalte specifikationer. Begrebet 'criticality' er siden foldet mere ud i litteraturen, og beskrives nu ved en kombination af graden af sandsynligheden for en hændelse, konsekvensen af hændelsen (dels her og nu, dels for det samlede projekt), og den tid man har til at forhindre hændelsen (Assaad et al., 2020). Et andet hyppigt benyttet begreb er 'rework' (udbedring eller omarbejde), der i forskellige sammenhænge ses koblet til kvalitet, usikkerhed og projekt performance. Behovet for at foretage omarbejde er et udtryk for afvigelse i kvalitet, manglende kvalitet, uoverensstemmelse eller kvalitets fejl. Omarbejde beskrives som den proces i form af tilretning eller fuldførelse, der skal udføres for at sikre opfyldelse af et krav eller en kvalitet og sikre overensstemmelse med det aftalte; en proces der opfattes som ekstraarbejde, fordi det ikke blev gjort godt nok første gang (Love & Smith, 2018). Kvalitet kan derfor betragtes som at udtrykke en overholdelse af det aftalte, mens svigt er et aftalebrud, hvad enten det er bevidst eller ej.

I komplekse entreprisformer, dvs. sammensatte stor-, hoved- og totalentrepriser, vil opgørelserne af svigt ofte være fragmenterede og opgjort på forskellig vis (Boverket, 2018). En storentreprise kan have adskillige underentreprenører, som hver især har forsyningskæder for byggematerialer, materiel osv. Dette bevirker bl.a. at byggeriets værdikæde kompliceres (Thunberg & Fredriksson, 2018) hvilket ligeledes komplicerer registreringen og opgørelsen af det samlede antal afvigelser, spild mv. i et byggeprojekt. Hvis spild ikke er opgjort på samme måde i de forskellige led, vil man altså ikke få et retvisende billede, selv om data efterfølgende er viderebearbejdet på samme måde, fx ved at normalisere omfanget af spild i forhold til projektstørrelse (fx m² eller DKK). Det peger på et behov for at udvikle mere sammenhængende begreber, klassifikationer og databaser. Endvidere peger litteraturen på, at data, der kan påvise omfanget af 'rework' og spild, samt identificere deres indflydelse på virksomheders indtjening, mangler, hvilket ofte skyldes kommerciel fortrolighed (Love & Smith, 2018).

I et eksempel fra litteraturen præsenteres et undersøgelsesredskab for omarbejde ('rework research instrument'), hvis formål er at udtrække oplysninger vedr. omkostninger,

årsager, og ledelsespraksisser, som er blevet implementeret i et projekt (Love et al., 2009). Redskabet efterspørger følgende input til udtrækket: projektkarakteristika, virksomhedsprofil, organisatoriske ledelsespraksisser, projektydelse, omarbejde og effekt på omkostninger og planlægning, samt generel ledelse af projektet. Disse parametre kan fx tjene som inspiration til en udvidelse af spilddatabasen beskrevet i bilag 2.

6.1 Omfang og årsager til spild

Omfanget af spild i en økonomisk opgørelse varierer betydeligt fra undersøgelse til undersøgelse, men gennemsnitligt ligger opgørelsen på i omegnen af 10% af de samlede projektomkostninger i flere udenlandske undersøgelser, dels australske (Love, 2002; Love et al. 2009) dels svenske (Josephson et al., 2002). Samme resultat fandt man frem til i Danmark i 2004 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004). Opgjort ift. kontraktsum er udsvinget større, som illustreret af Josephson & Hammarlund (1999), som vurderer at udgifter forbundet med uoverensstemmelser og afvigelser udgør 2,3% til 9,4% af den samlede kontraktsum. Love & Li (2000) vurderede at projekter som ikke havde fokus på kvalitetssikring oplevede omarbejde på 5% af den samlede kontraktsum, hvilket kunne reduceres til under 1%, når et kvalitetssikringssystem blev anvendt.

Programmeringsfasen (design/projektering) vurderes som den fase, hvor den største andel af afvigelser ift. kvalitet kan føres tilbage til (Burati Jr. et al., 1992). Denne følgevirkning, som synes at opstå mellem projektering og udførelse, underbygges af Fayek et al. (2003) som peger på, at 55% af årsagen til omarbejde kan tilskrives projekteringen, mens blot 2,5% kan tilskrives udførelsen. 70 % af afvigelserne i programmeringsfasen kan tilskrives fejl og mangler ('Errors & Omissions') og de resterende 30 % kan tilskrives ændringer i projektet ('Late Design Changes' og 'Scope Changes'). Josephson (1998) betragter i højere grad menneskelige egenskaber ift. opgørelsen af årsager til fejl, som motivation (50%) og viden (29%), men observeret i projektets helhed. Undergrupper til motivation er ifølge Josephson (1998) glem-somhed (50%), ligegyldighed (45%) og bevidste fejl (5%). I en nyere svensk opgørelse (Boverket, 2018) tilskrives motivation ligeledes som en væsentlig årsag til fejl og mangler mv. i udførelsen. Herudover italesættes bygherres kompetencer ifm. at sikre et godt byggeprojekt fra start, ligesom tidsmangel og manglende vidensdeling og erfaringsformidling påpeges som problemfelter (Boverket, 2018). Ved brug af beskrivende statistik, herunder hypotesetest og variansanalyse, påviser Hwang et al. (2009) sammenhænge mellem projekttyper og forekomst af omarbejde ('rework'). Det konkluderes, at renoveringsprojekter og projekter, der ikke udføres i udlandet, med budgetrammer mellem \$50-100 mio., er de mest udsatte projekttyper, i modsætning til såvel mindre som større projekter. Hwang et al. (2009) påpeger desuden bygherres rolle ift. projekttændringer, sammen med en observation om, at bygherrer har en tendens til at pege på fejl og mangler i udførelsen, mens entreprenører typisk peger design-ændringer, som særligt medvirkende til forhøjede projektomkostninger.

Fugtskader synes at være blandt de mest udbredte eksempler på byggeskader (Brogan et al., 2018; Boverket, 2018) hvilke i det foreliggende projekt betragtes som produktspild (bilag 1). Eksempler på forhold og årsager der har ledt til fugtskader, er fx i forbindelse med for lav sokkelhøjde, afvanding af terræn væk fra bygninger, utætte skotrender, uegnet dampspærre eller dårlig montering af samme, isolering i gennembrydninger og mellem forskellige bygge-materialer, samt flade konstruktioner generelt, herunder flade tage – 10% af byggeskaderne kan tilskrives tag, 30% terræn- og anlægsarbejde, mens 60% kan tilskrives klimaskærmen (Brogan et al., 2018). Ved at fokusere på at undgå disse typer skader, vil omfanget af spild formentlig kunne reduceres væsentligt.

6.2 Vurdering af spild og forebyggelse af risiko

I litteraturen præsenteres og anvendes en række forskellige metoder til at opgøre svigt mv., både kvalitative (fx interviews, feltstudier) og kvantitative (data fra databaser, forsikringsstatistik, årsberetninger, m.m.). Begge typer af data er nødvendige for at vurdere omfanget af spild, herunder forstå årsager og pege på mulige løsninger, især ved brug ifm. fx risikoanalyse. En væsentlig problematik ved den foreliggende opgave er at kvalitative data skal gøres kvantitative. Kvalitative data er vigtige som kilde til procesrelateret spild, som ikke fanges i databaser over antal svigt, mangler osv., som var fokus i den første version af svigtdatabasen (Nielsen & de Place Hansen, 2007). I en kvantitativ analyse repræsenterer begreber i højere grad talværdier og generaliseringer, end de repræsenterer betydninger, kontekster og fænomener, som kendetegner den kvalitative forskning.

Som et dansk eksempel på en opgørelse af spild i udførelsesfasen, har Apelgren et al. (2005) ifm. et casestudie indsamlet 158 konkrete eksempler på 'snublesten' på en given byggeplads, suppleret med bl.a. hvilken aktør det umiddelbart påvirker, samt den samlede omkostning. Der er i alle 158 tilfælde tale om hændelser i udførelsen, der beskriver en afvigelse fra det planlagte projekt. En kvantitativ tilgang kunne være at analysere udgifter forbundet med omarbejde, ved at identificere den indflydelse omarbejde har på byggeomkostninger (evt. opdelt på projekttyper) samt at bestemme forskellige fejlkilders indflydelse på byggeomkostninger. Endvidere at isolere hovedårsagerne for disse fejl samt anbefale mulige løsninger til at undgå dem. Fx anvender Hwang et al. (2009) en metode udviklet til beregning af et såkaldt 'Total Field Rework Factor' (TFRF), hvor direkte omkostninger forbundet med omarbejde, divideres med de samlede byggeomkostninger for en given byggefase. Derved kan der beregnes en omkostningseffekt for omarbejde, for et givent byggeprojekt. Rapporten konkluderer i øvrigt, at komplicerede byggeprojekter typisk medfører højere omkostninger til omarbejdning af fejl end simple byggeprojekter, men at årsagen til disse fejl typisk er den samme, uanset typen af byggeprojekt.

I litteraturen præsenteres flere forskellige analyser til statistisk behandling af data for at påvise sammenhænge mellem fx projekttyper og forekomst af omarbejde. En variansanalyse er velegnet til teste om to grupper af data kan anses at have samme middelværdi, afhængig af, hvordan de er klassificeret. Det kunne fx vise, at graden af omarbejde er afhængig af bygningstype (boliger, tung industri osv.), men ikke af projektstørrelse (Hwang et al., 2009). En Spearman rank-order correlation kan anvendes til at rangordne forskellige årsager (fejlkilder) til omarbejde, og se om rangordningen er den samme, uanset om data sorteres efter fx bygningstype eller projektstørrelse. For at se om de typiske årsager til spild er de samme på tværs af projektkarakteristika. Et eksempel på anvendelse af sådanne analyseredskaber er en analyse af sammenhængen mellem karakteristika af identificerede risici i et byggeprojekt og hvornår de blev kommunikeret til byggesagens (øvrige) parter (Perrenoud et al. 2016). En variant af variansanalysen er 'path analysis' (Love et al., 2009), eller 'root cause analysis' (Hsu et al., 2020), der er egnet til at analysere årsagssammenhænge. Endelig kan nævnes Markovkæder (Grussing, 2018), der beskriver en talfølge af mulige begivenheder, hvor sandsynligheden af hver begivenhed udelukkende afhænger af det, som bliver opnået ved den foregående begivenhed.

En tilgang som denne forudsætter en deterministisk opfattelse af byggeprocesser, hvilket vil sige en opfattelse hvor man forventer, at man ved at kende de indledende forhold, kan forudsige hvad der kommer til at ske senere. Dette kan argumenteres at være en præmis i den traditionelle forståelse af risikostyring og planlægning i byggeriet, hvor man gennem planlægning forsøger at afdække så mange usikkerheder som muligt. I en driftssituation kan et analyseredskab som Markovkæder anvendes ifm. fx tilsyn af bygningsdele (Grussing, 2018), hvor metoden kan hjælpe med at vurdere om en bygningsdel skal inspiceres før den udskiftes,

udskiftes uden inspicering, eller om der intet skal gøres, som hver især medfører en økonomisk risiko af varierende størrelse, alt efter hvornår bygningsdelen sidst blev inspiceret. Mens Markovkæder beskæftiger sig med sandsynlighedsberegning, kan path-analysis ('stianalyse') anvendes til at påvise årsagssammenhænge ifm. fx omarbejde Love et al. (2009). Endeligt kan værktøjet 'design delivery quality assessment' (DDQA) nævnes, som er et kvalitetssikringsværktøj der kobler effekt, hyppighed og årsager til 'defects' (O'Connor & Woo, 2017).

Ifm. risikoanalyse peges der i litteraturen på 'Failure mode and effects analysis' (FMEA), der er udviklet for at kunne identificere og evaluere mulige svigttyper med henblik på at eliminere årsagen til svigt og afbøde konsekvenserne af disse (Karamoozian & Wu, 2020). Projektdokumentationen for et givent projekt kan betragtes som et grundlæggende dokument for et projekts realisering, hvor dets kompleksitet, korrekthed og koordinering giver de grundlæggende forudsætninger for kvaliteten af det færdige produkt. FMEA estimerer systematisk mulige processvigt, samt deres mulige konsekvenser, ved at opstille risici ift. prioritet, vurderet på baggrund af sandsynlighed og alvor. I et eksempel på brug af FMEA anlægges der i litteraturen et 'fuzzy'-teoretisk perspektiv, hvor konceptet 'fuzzy' dækker over brugen af tilnærmede værdier, som et udtryk for tvetydig, subjektiv og upræcis vurdering (Hwang, 2018). Der kan beregnes et 'risk priority number' (RPN) ved at tildele værdier for alvorsgrad, opdagelse og hændelse, som efterfølgende multipliceres med hinanden (Karamoozian & Wu, 2020). Ved at tildele et svigt en numerisk værdi fra 1 til 4 for hhv. udbedringsomkostning og -besværlighed, kan der, som i et andet eksempel, for en tilpasset udgave af FMEA, således beregnes en indikator for et svigts prioritet, ved at multiplicere de to værdier (Tuhacek & Svoboda, 2019).

Brugen af 'fuzzy' logik hænger sammen med at risici defineres af mennesker og derfor er definitivt subjektivt, hvilket jf. fx bilag 2 er en udfordring pga. sproglig tolkning og tvetydighed. Ved at anlægge en 'fuzzy' logik er det tilladt for en numerisk værdi at rumme usikkerheder, så en værdi for fx en 'høj' sandsynlighed for at en hændelse sker, er både 6, 7 og 8 (Karamoozian & Wu, 2020), fremfor fx bare værdien 4 alene (Stuchlík, 2020) angivet på to forskellige skalaer. Derved kan der, med afsæt i denne 'fuzzy' logik og en accepteret fejlmargen, laves en risikovurdering som tager højde for tvetydighed og subjektivitet i opgørelser og vurderinger af risiko for spild mv. i fx byggeprojekter. Et eksempel på et sted hvor denne logik kunne anlægges, er ifm. begrebet 'criticality' (Burati Jr. et al., 1992), som beskrevet først i tematisering 5, vedr. vurdering af spild. Begrebet er et udtryk for alvorsgraden af utilsigtede hændelser, som ligesom FMEA beregnes ud fra sandsynligheden for en hændelse og konsekvensen af den (Assaad & El-Adaway, 2020). Begrebet bliver derved et kategoriserende udtryk for bestemte typer af afvigelser og risici, på lignende vis som 'spild' er overbegreb for fx svigt, fejl og mangler (bilag 2).

REFERENCER

7 REFERENCER

- Ahmed, M. O., El-adaway, I. H., Coatney, K. T., & Eid, M. S. (2016). Construction Bidding and the Winner's Curse: Game Theory Approach. *Journal of construction engineering and management* Vol.142(2), 1-9.
- Aljassmi, H., & Han, S. (2013). Analysis of Causes of Construction Defects Using Fault Trees and Risk Importance Measures. *Journal of construction engineering and management* Vol.139(7), 870-880.
- Alves, T. D., Neuman, Y., Walsh, K. D., Needy, K. L., & Almaian, R. (2020). Highly effective companies in supplier quality surveillance practices: a quantitative analysis. *Construction management and economics* Vol.38(3), 239-258.
- Andersson, N., Lessing, J., Hajdu, M., & Skibniewski, M. (2017). The Interface between Industrialized and Project Based Construction. *Procedia engineering* Vol.196, 220-227.
- Apelgren, S., Koch, C., & Richter, A. (2005). *Snublesten i byggeriet*. Danmarks Tekniske Universitet, Department of Civil Engineering. Lyngby: DTU Orbit.
- Arditi, D., & Mochtar, K. (2000). Trends in productivity improvement in the US construction industry. *Construction management and economics* Vol. 18(1), 15-27.
- Argue, M. (2013). Timing is everything: When is the best time to resolve a construction defect case? *Dispute resolution journal* Vol. 68(1), 11-19.
- Assaad, R., & El-Adaway, I. H. (2020). Enhancing the Knowledge of Construction Business Failure: A Social Network Analysis Approach. *American Society of Civil Engineers* 146(6), 1-17.
- Assaad, R., El-Adaway, I. H., & Abotaleb, I. S. (2020). Predicting Project Performance in the Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management* 146(5), 1-9.
- Ballesteros-Pérez, P., Smith, S. T., Lloyd-Papworth, J. G., & Cooke, P. (2018). Incorporating the effect of weather in construction scheduling and management with sine wave curves: application in the United Kingdom. *Construction management and economics* Vol. 36(12), 666-682.
- Boverket. (2018). *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn*. Karlskrona: Boverket.
- Bråthen, K., & Moum, A. (2016). Bridging the gap: bringing BIM to construction workers. *Engineering, construction, and architectural management* Vol. 23(6), 751-764.
- Burati Jr., J. L., Farrington, J. J., & Ledbetter, W. B. (1992). Causes of Quality Deviations in Design and Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, s. 34-49.
- Choi, J., Yun, S., Leite, F., & Mulva, S. P. (2019). Team Integration and Owner Satisfaction: Comparing Integrated Project Delivery with Construction Management at Risk in Health Care Projects. *Journal of management in engineering* Vol. 35(1), 1-11.
- Chou, H.-Y., & Chen, P.-Y. (2017). Benefit Evaluation of Implementing BIM in Construction Projects. *IOP conference series. Materials Science and Engineering* Vol. 245(6), 1-8.
- Daniel, E. I., Pasquire, C., Dickens, G., & Ballard, H. G. (2017). The relationship between the last planner® system and collaborative planning practice in UK construction. *Engineering, construction, and architectural management* Vol. 24(3), 407-425.

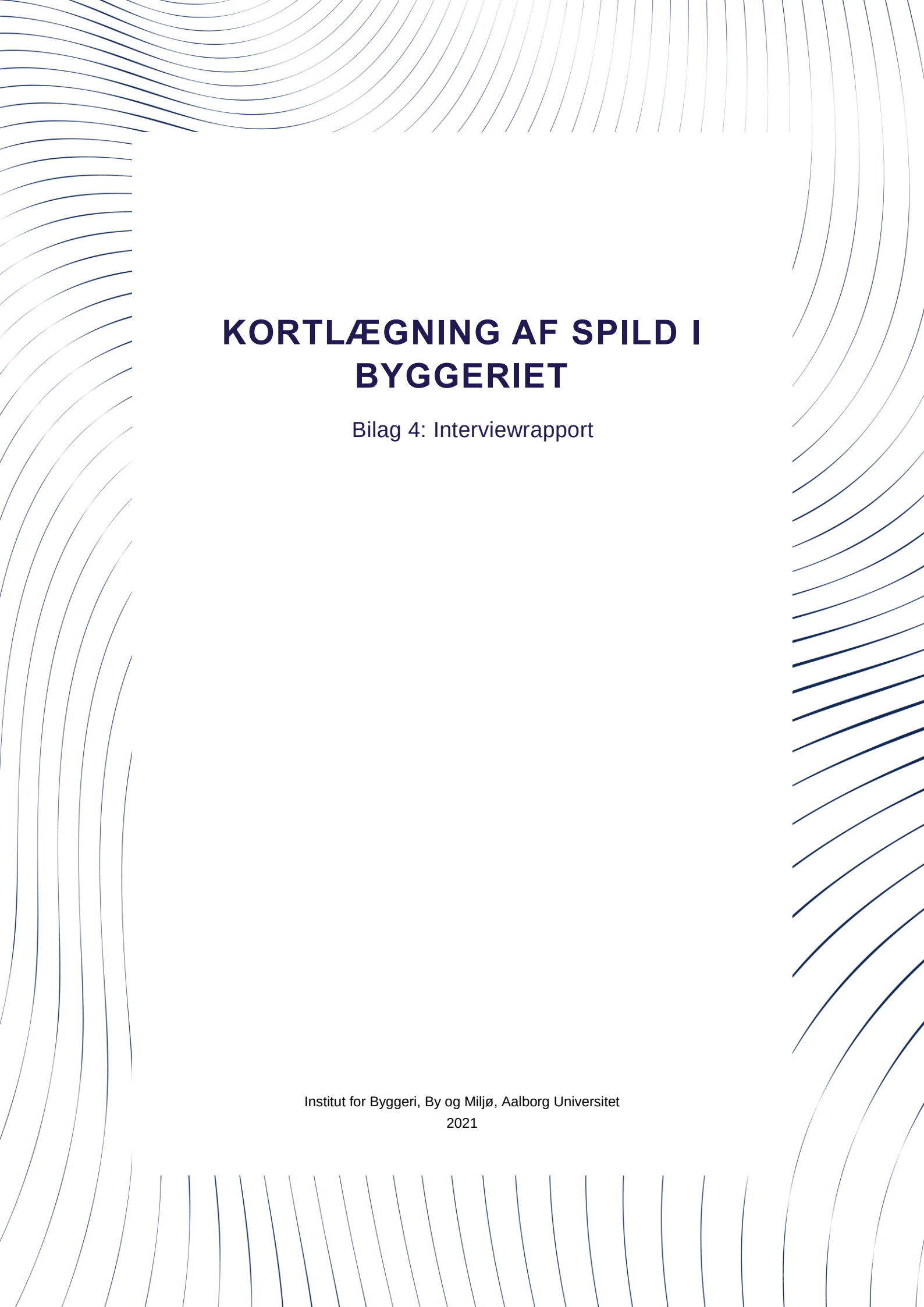
- Dyck, C. v., Frese, M., Baer, M., & Sonnentag, S. (2005). Organizational Error Management Culture and Its Impact on Performance: A Two-Study Replication. *Journal of applied psychology* Vol. 90(6), 1228-1240.
- Eke, G., Elgy, J., & Wedawatta, G. (2019). Establishing a Link between Contractor Selection Strategy and Project Outcomes: Simulation Study. *Journal of Construction Engineering and Management* 145(10), 1-11.
- Ekeskär, A., & Rudberg, M. (2016). Third-party logistics in construction: the case of a large hospital project. *Construction management and economics* Vol. 34(3), 174-191.
- Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2004). *Svigt i byggeriet - økonomiske konsekvenser og muligheder for en reduktion*. Udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut for EBST. København.
- Esther Paik, J., Miller, V., Mollaoglu, S., & Aaron Sun, W. (2017). Interorganizational Projects: Reexamining Innovation Implementation via IPD Cases. *Journal of management in engineering* Vol. 33(5), 1-15.
- Fayek, A. R., Dissanayake, M., & Campero, O. (2003). *Measuring and Classifying Construction Field Rework: A Pilot Study*. Edmonton, Alberta: Department of Civil and Environmental Engineering - University of Alberta.
- Fernandes, D. A., Costa, A. A., & Lahdenperä, P. (2018). Key features of a project alliance and their impact on the success of an apartment renovation: a case study. *International journal of construction management* Vol.18(6), 482-496.
- Fredslund, L. M., Gottlieb, S. C., & Leiringer, R. (2019). Understanding Supply Chain Integration as Recoupling. In: Gorse, C and Neilson, C J (Eds) *Proceedings of the 35th ARCOM Conference, 2-4 September 2019, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management*, 801-810.
- Ganbat, T., Chong, H.-Y., Liao, P.-C., & Pham, B. T. (2020). Mapping BIM Uses for Risk Mitigation in International Construction Projects. *Advances in civil engineering* Vol.2020 , 1-13.
- Goodman, P. S., Ramanujam, R., Carroll, J. S., Edmondson, A. C., Hofmann, D. A., & Sutcliffe, K. M. (2011). Organizational errors: Directions for future research. *Research in organizational behavior*, 2011, Vol. 31, p.151-176, 151-176.
- Grussing, M. N. (2018). Optimized Building Component Assessment Planning Using a Value of Information Model. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, s. 04018054.
- Gurmu, A. T. (2019). Tools for Measuring Construction Materials Management Practices and Predicting Labor Productivity in Multistory Building Projects. *Journal of construction engineering and management* Vol. 145(2), 1-13.
- Ham, N., Moon, S., Kim, J.-H., & Kim, J.-J. (2018). Economic Analysis of Design Errors in BIM-Based High-Rise Construction Projects: Case Study of Haeundae L Project. *Journal of construction engineering and management* Vol. 144(6), 1-13.
- Han, S., Love, P., & Peña-Mora, F. (2013). A system dynamics model for assessing the impacts of design errors in construction projects. *Mathematical and computer modelling* Vol.57(9-10), 2044-2053.
- Hsu, P.-Y., Aurisicchio, M., Angeloudis, P., & Whyte, J. (2020). Understanding and visualizing schedule deviations in construction projects using fault tree analysis. *Engineering, construction, and architectural management* Vol. 27(9), 2501-2522.
- Hwang, B.-G. (2018). Chapter 3 - Methodology. I H. Bon-Gang, *Performance and Improvement of Green Construction Projects* (s. 15-22). Butterworth-Heinemann.
- Hwang, B.-G., Thomas, S. R., Haas, C. T., & Caldas, C. H. (Marts 2009). Measuring the Impact of Rework on Construction Cost Performance. *Journal of Construction Engineering and Management*(135(3)), s. 187-198.

- Hwang, B.-G., Zhao, X., & Goh, K. J. (2014). Investigating the client-related rework in building projects: The case of Singapore. *International Journal of Project Management*(32), s. 698-708.
- Hwang, B.-G., Zhao, X., & Yang, K. W. (2019). Effect of BIM on Rework in Construction Projects in Singapore: Status Quo, Magnitude, Impact, and Strategies. *Journal of construction engineering and management* Vol. 145(2), 1-16.
- Ibrahim, M. W., Labib, Y., Veeramani, D., Hanna, A. S., & Russell, J. (2021). Comprehensive Model for Construction Readiness Assessment. *Journal of management in engineering* Vol.37(1), 1-9.
- Isatto, E. L., Azambuja, M., & Formoso, C. T. (2015). The Role of Commitments in the Management of Construction Make-to-Order Supply Chains. *Journal of management in engineering* Vol.31(4), 1-10.
- Jingmond, M., & Ågren, R. (2015). Unravelling causes of defects in construction. *Construction innovation* Vol.15(2), 198-218.
- Josephson, P.-E. (1998). *Causes of Defects in Construction - a study of seven building projects in Sweden*. Chalmers University of Technology, Department of Management of Construction and Facilities. Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Josephson, P.-E., & Hammarlund, Y. (1999). The causes and costs of defects in construction: A study of seven building projects. *Automation in construction* Vol. 8(6), 681-687.
- Josephson, P.-E., Larsson, B., & Li, H. (April 2002). Illustrative Benchmarking Rework and Rework Costs in Swedish Construction Industry. *Journal of Management in Engineering*, s. 76-83.
- Ju, Q., Ding, L., & Skibniewski, M. J. (2017). Optimization strategies to eliminate interface conflicts in complex supply chains of construction projects. *Journal of civil engineering and management* Vol. 23(6), 712-726.
- Karakhan, A. A., Gambatese, J., & Simmons, D. R. (2020). Development of Assessment Tool for Workforce Sustainability. *Journal of construction engineering and management* Vol. 146(4), 1-11.
- Karamoozian, A., & Wu, D. (2020). A hybrid risk prioritization approach in construction projects using failure mode and effective analysis. *Engineering, Construction and Architectural Management*, s. 2661-2686.
- Karim, K., Marosszeky, M., & Davis, S. (2006). Managing Subcontractor Supply Chain for Quality in Construction. *Engineering, Construction and Architectural Management* Vol. 13(1), s. 27-42.
- Karimi, H., Taylor, T. R., Dadi, G. B., Goodrum, P. M., & Srinivasan, C. (2018). Impact of Skilled Labor Availability on Construction Project Cost Performance. *Journal of construction engineering and management* Vol. 144(7), 1-10.
- Kim, S., Chang, S., & Castro-Lacouture, D. (2020). Dynamic Modeling for Analyzing Impacts of Skilled Labor Shortage on Construction Project Management. *Journal of management in engineering* Vol. 36(1), 1-13.
- Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. (2013). *Bekendtgørelse om anvendelse af informations- og kommunikationsteknologi (IKT) i offentligt byggeri (BEK nr 118 af 06/02/2013)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/ltal/2013/118>
- Koch, C., & Schultz, C. S. (2019). The production of defects in construction - an agency dissonance. *Construction management and economics* Vol.37(9), 499-512.
- Kreiner, K. (2006). *Læringssvigt i byggeriet En empirisk analyse af nogle gode grunde til dårlige resultater*. Frederiksberg: Center for Ledelse i Byggeriet (Realdania Forskning) Copenhagen Business School.

- Kreiner, K., & Damkjær, L. (2011). *Fejl i byggeriet? Når erfaringen fører os på vildspor*. Valby: Nyt Teknisk Forlag.
- Larsen, J. K., Shen, G. Q., Lindhard, S. M., & Brunoe, T. D. (2016). Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects. *Journal of management in engineering* Vol.32(1), 1-10.
- Lavikka, R., Kallio, J., Casey, T., & Airaksinen, M. (2018). Digital disruption of the AEC industry: technology-oriented scenarios for possible future development paths. *Construction management and economics* Vol. 36(11), 635-650.
- Liang, Q., Leung, M.-y., & Cooper, C. (2018). Focus Group Study to Explore Critical Factors for Managing Stress of Construction Workers. *Journal of construction engineering and management* Vol. 144(5), 1-13.
- Love, P. (2002). Influence of Project Type and Procurement Method on Rework Costs in Building Construction Projects. *Journal of construction engineering and management*, Vol. 128(1), 18-29.
- Love, P. E., & Smith, J. (2018). Unpacking the ambiguity of rework in construction: Making sense of the literature. *Civil engineering and environmental systems* Vol. 35(1-4), s. 180-203.
- Love, P. E., Ackermann, F., Carey, B., & Morrison, J. (2016). Praxis of Rework Mitigation in Construction. *Journal of Management in Engineering* Vol. 32(5), 1-10.
- Love, P. E., Edwards, D. J., Smith, J., & Walker, D. H. (2009). Divergence or congruence? A path model of rework for building and civil engineering projects. *Journal of Performance of Constructed Facilities* Vol. 23(6), 480-488.
- Love, P. E., Teo, P., Ackermann, F., Smith, J., Alexander, J., Palaneeswaran, E., & Morrison, J. (2018). Reduce rework, improve safety: an empirical inquiry into the precursors to error in construction. *Production planning & control* Vol. 29(5), 353-366.
- Love, P., & Li, H. (2000). Quantifying the causes and costs of rework in construction. *Construction management and economics* Vol.18(4), 479-490.
- Meng, X., Sun, M., & Jones, a. M. (2011). Maturity Model for Supply Chain Relationships in Construction. *Journal of Management in Engineering* 27(2), 97-105.
- Neve, H., Wandahl, S., Lindhard, S., Teizer, J., & Lerche, J. (2020). Learning to see value-adding and non-value-adding work time in renovation production systems. *Production planning & control*, , Vol. ahead-of-print (ahead-of-print), p.1-13, 1-13.
- Nielsen, J., & de Place Hansen, E. J. (2007). *Synliggørelse af svigt i byggeriet*. København: Statens Byggeforskningsinstitut.
- O'Connor, J. T., & Woo, J. (2017). Proactive Approach to Engineering and Design Deliverables Quality Enhancement. *Journal of management in engineering* Vol. 33(4), 1-11.
- O'Brien, W. J., Formoso, C. T., Vrijhoef, R., & London, K. A. (2009). *Construction Supply Chain Management Handbook*. New York : Taylor & Francis Group.
- Olde Scholtenhuis, L. L., Hartmann, T., & Dorée, A. G. (2016). Testing the Value of 4D Visualizations for Enhancing Mindfulness in Utility Reconstruction Works. *Journal of construction engineering and management* Vol. 142(7), 1-12.
- Olivieri, H., Seppänen, O., & Denis Granja, A. (2018). Improving workflow and resource usage in construction schedules through location-based management system (LBMS). *Construction management and economics* Vol. 36(2), 109-124.
- Ortiz, J. I., Pellicer, E., & Molenaar, K. R. (2018). Management of time and cost contingencies in construction projects: A contractor perspective. *Journal of civil engineering and management* Vol.24(3), 254-264.

- Pellegrino, R., & Costantino, N. (2018). An empirical investigation of the learning effect in concrete operations. *Engineering, construction, and architectural management* Vol. 25(3), 342-357.
- Perrenoud, A. J., Smithwick, J. B., Hurtado, K. C., & Sullivan, K. T. (2016). Project Risk Distribution during the Construction Phase of Small Building Projects. *Journal of management in engineering* Vol.32(3), 1-7.
- Rienecker, L., & Jørgensen, P. S. (2017). *Den gode opgave-håndbog i opgaveskrivning på videregående uddannelser*. København: Samfundslitteratur.
- Rodriguez, F. S., Spilski, J., Hekele, F., Beese, N. O., & Lachmann, T. (2019). Physical and cognitive demands of work in building construction. *Engineering, construction, and architectural management* Vol. 27(3), 745-764.
- Sacks, R., Seppänen, O., Priven, V., & Savosnick, J. (2017). Construction flow index: a metric of production flow quality in construction. *Construction management and economics* Vol. 35(1-2), 45-63.
- Safapour, E., & Kermanshachi, S. (2019). Identifying Early Indicators of Manageable Rework Causes and Selecting Mitigating Best Practices for Construction. *Journal of management in engineering* Vol.35(2), 1-13.
- Sasou, K., & Reason, J. (1999). Team errors: definition and taxonomy. *Reliability engineering & system safety* Vol. 65(1), 1-9.
- Schultz, C. (2012). *Byggeriets produktion af svigt – Et studie af reaktive og proaktive problemløsningspraksisser*. Gothenburg: Department of Civil and Environmental Engineering .
- Shan, Y., Zhai, D., Goodrum, P. M., Haas, C. T., & Caldas, C. H. (2016). Statistical Analysis of the Effectiveness of Management Programs in Improving Construction Labor Productivity on Large Industrial Projects. *Journal of management in engineering* Vol. 32(1), 1-10.
- Simu, K., & Lidelöw, H. (2019). Middle managers' perceptions of operations strategies at construction contractors. *Construction management and economics* Vol. 37(6), 351-366.
- Spillane, & Staples. (2019). Exploring the potential improvement of quality control in the construction industry with the use of digital technology. *Exploring The Potential Improvement Of Quality Control In The Construction Industry With The Use Of Digital Technology*. In: Gorse, C and Neilson, C J (Eds.), *Proceedings 35th Annual ARCOM Conference, 2-4 September, Leeds Beckett University, Leeds*, 406-415.
- Stuchlík, J. (2020). Identification and risk assessment of historic and listed buildings. *IOP conference series. Materials Science and Engineering* Vol. 867(1), 1-6.
- Sunding, L., & Ekholm, A. (2015). Applying social sciences to inspire behavioural change in the construction sector: an experimental study. *Construction Management and Economics* Vol. 33(9), 695–710.
- Sundquist, V., Hulthén, K., & Gadde, L. E. (2018). From project partnering towards strategic supplier partnering. *Engineering, construction, and architectural management* Vol. 25(3), 358-373.
- Sørensen, N. L., & Gottlieb, S. C. (2018). *Byggebranchens anvendelse af IKT - Resultater fra en survey-undersøgelse*. København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- Thunberg, M., & Fredriksson, A. (2018). Bringing planning back into the picture - How can supply chain planning aid in dealing with supply chain-related problems in construction? *Construction management and economics* Vol. 36(8), 425-442.

- Transport- og Boligministeriet. (1986). *Vejledning om kvalitetssikring i byggeriet (VEJ nr. 4024 af 31/12/1986)*. Hentet fra Retsinformation:
<https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/1986/4024>
- Tuhacek, M., & Svoboda, P. (2019). Quality of Project Documentation . *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, s. 052012.
- Vogl, B., & Abdel-Wahab, M. (2015). Measuring the Construction Industry's Productivity Performance: Critique of International Productivity Comparisons at Industry Level. *Journal of construction engineering and management Vol. 141(4)*, 1-10.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The Four Roles of Supply Chain Management in Construction. *European Journal of Purchasing & Supply Management Vol. 6(3-4)*, s. 169-178.
- Wuni, I. Y., & Shen, G. Q. (2020). Critical success factors for management of the early stages of prefabricated prefinished volumetric construction project life cycle. *Engineering, construction, and architectural management Vol. 27(9)*, 2315-2333.
- Yazdani, M., Abdi, M. R., Kumar, N., Keshavarz-Ghorabae, M., & Chan, F. T. (2019). Improved Decision Model for Evaluating Risks in Construction Projects. *Journal of construction engineering and management Vol. 145(5)*, 1-13.
- Yoon, Y., Tamer, Z., & Hastak, M. (2015). Protocol to Enhance Profitability by Managing Risks in Construction Projects. *Journal of management in engineering Vol. 31(5)*, 1-10.
- Yuan, J., Li, X., Xiahou, X., Tymvios, N., Zhou, Z., & Li, Q. (2019). Accident prevention through design (PtD): Integration of building information modeling and PtD knowledge base. *Automation in construction, 2019-06, Vol.102*, 86-104.



KORTLÆGNING AF SPILD I BYGGERIET

Bilag 4: Interviewrapport

INDHOLD

1 INDLEDNING	156
1.1 Formål	156
1.2 Rapportens opbygning	157
2 METODE	160
2.1 Rammer for interviews	160
2.2 Interviewguide	161
2.3 Statistisk behandling af interviewdata	161
3 RESULTATER	166
3.1 Rådgiverrespondenter	166
3.2 Entreprenørrespondenter	169
3.3 Bygherrerrespondenter	171
3.4 Øvrige respondenter	173
4 DISKUSSION	178
4.1 Sammenstilling af resultater	178
4.2 Resultaternes relevans for projektets tematiseringer	180
4.3 Afrunding: Resultaternes implikationer	187
5 REFERENCER	192

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '1'.

1

INDLEDNING

1 INDLEDNING

1.1 Formål

Formålet med interviewrapporten er at skabe et kvalitativt grundlag, som suppleres med kvantitative, statistiske principper, for at forstå, hvordan processpild påvirker byggeprojekters performance, dvs. kvalitet, tid og økonomi. Desuden er der fokus på sammenhænge mellem processpild og de fysiske delleverancer, samt det realiserede byggeri. Tabel 1 oplister interviewrapportens grundbegreber:

Tabel 1 – Begreber benyttet i interviewrapporten og interviews.

Begreb	Definition jf. rubriceringsnotatet
Byggeprocessen	Byggeprocessen inkluderer planlægning, design og produktion på byggepladsen, hvilket involverer både de indledende- og udførelsesmæssige aktiviteter, samt relationen til de eksterne aktører (Thunberg et al., 2017).
Processpild	Beslutninger og handlinger, der ikke tjener et værdiskabende formål, men alligevel har fremadrettede konsekvenser.
Spild	Unyttig, uhensigtsmæssig eller ødsel anvendelse eller forbrug af tidsmæssige, økonomiske, materielle eller menneskelige ressourcer.
Svigt	Opstår når et system (projekt) ikke er robust nok til at håndtere dets svagheder; systemet kolliderer.
Svaghed	Enhver utilstrækkelighed eller knaphed som kompromitterer et givent systems robusthed.
Udbedring	At gentage det samme arbejde, fordi det ikke var udført korrekt første gang, eller at udføre arbejde, som skulle være udført til at starte med.

Formålet med rapporten er at analysere årsager og konsekvenser af spild, med henblik på at udarbejde en række anbefalinger til at nedbringe spild på tværs af byggeriets forskellige faser, processer og teknologier. Der anlægges et generelt og kritisk IKT-perspektiv for at kunne vurdere byggebranchens teknologianvendelse og udvikling i forhold til forskellige rationaler og forventninger fra omverden. Med andre ord er der et særligt fokus på, hvordan IKT-teknologier indfrier de forventede produktivitetstigninger, eller om de er årsag til processpild eller andre former for negative påvirkninger.

Der er udformet en interviewguide, som danner grundlaget for denne rapport, og er opdelt i flere niveauer og dimensioner med fokus på byggeriets fasemodel, overdragelser, afhængigheder og udførelse, samt drift af bygninger. Tilsammen skal det gøre os i stand til at undersøge forekomsten af spild, svigt, fejl og mangler i byggeriet, herunder indsamle data

som kan benyttes til at afgøre i hvilken grad spild kan henføres til fx særlige projektfaser, udbudsformer, bygningstyper, værktøjer m.m. De forskellige tematiseringer i interviewguiden er opdelt i fire perspektiver, dvs. programmeringsfasen, udførelsesfasen, relationen til eksterne aktører, og generelle strukturer i byggebranchen. Programmeringsfasen involverer et fokus på design, faseskift, overdragelser, personudskiftning og ejerskab, samt teknologianvendelse. Ift. udførelsesfasen fokuseres på motivation, ledelse, udbedring, information, håndværksmæssige fejl og projektændringer, samt teknologianvendelse. Perspektivet på eksterne aktører medfører et fokus på de afhængigheder og relationer, som har indflydelse på selve byggeprocessen ift. fx leverandører og underentreprenører. Det strukturelle perspektiv fokuserer på generelle problematikker og fænomener i byggebranchen, som på den ene eller anden måde medfører processpild, fx fragmentering og markedsforhold mv. Derudover er interviewguiden løsningsorienteret med henblik på at vurdere processpild på baggrund af tid, økonomi og kvalitet, herunder den projektmæssige performance.

1.2 Rapportens opbygning

Rapporten er inddelt i fire hovedafsnit, med udgangspunkt i Kvale & Brinkmann (2008, s. 304): Indledning, metode, resultater, og diskussion, samt referencer til sidst. I afsnit 1. *Indledning* præsenteres det generelle formål med undersøgelsen og den begrebslige opfattelse af undersøgelsen. I afsnit 2. *Metode* præsenteres interviewguiden med forskningsspørgsmål, samt behandling af interviewdata, og i afsnit 3. *Resultater* bliver respondenternes besvarelser gennemgået i hovedtræk. I afsnit 4. *Diskussion* diskuteres resultaternes overordnede implikationer ift. undersøgelsens tematiseringer, som afsluttes med en konkret opstilling af pointer fra undersøgelsen, ligesom de sammenholdes resultatet af andre undersøgelser.

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '2'.

2

METODE

2 METODE

2.1 Rammer for interviews

Der er udført 11 kvalitative interviews med en gennemsnitlig varighed på 45 min., som alle er anonyme og samtalebaserede, samt udført virtuelt, hvor interviewer og respondent har kunnet se og høre hinanden digitalt. Samtlige udtalelser og påstande mv., er udtryk for respondenternes egne observationer og holdninger, medmindre andet er angivet. Respondenterne er udvalgt på baggrund af deres erfaring og virke i byggebranchen, hvor samtlige respondenter opererer på strategiske niveauer. Der har været fokus på at interviewe forskellige aktører i byggebranchen, dvs. rådgivere, entreprenører, bygherrer, leverandører, forskningsinstitutioner og forsikringsbranchen.

Interviewene er opdelt i forskellige tematiseringer, forskningsspørgsmål og interviewspørgsmål. Spørgsmålene er formuleret som åbne spørgsmål, hvilket vil sige, at der er råderum til at forfølge argumenterne og opnå nye indsigter i relevante problematikker og fænomener. Interviewpersonerne kan optræde anonymt, hvis de ønsker det, hvor de udelukkende fremgår af de oplistede identifikationer i skemaet omkring respondenter (Tabel 2). Der udvises således forskningsmæssigt etik og fortrolighed, så der ikke tilbageholdes information omkring de vigtige fænomener og problematikker, som skaber processpild (Kvale & Brinkmann, 2015)). Derudover findes det formålsgivende, at involvere respondenterne i konkrete defineringer og generelle problematikker, som kan bidrage til en bedre forståelse af de sociale handlinger og aktiviteter, som skaber processpild i byggebranchen. Tilsammen skal det medføre et grundlag for at belyse centrale indsigter og forståelser af processpild på tværs af forskellige byggefaser og aktører i byggebranchen.

Tabel 2 – Interviewpersonernes profiler. Faggruppen 'øvrige' dækker over en softwareudvikler (R4), en leverandør (R6), en forsker (R8), og en repræsentant fra et forsikringselskab (R11).

Identifikation	Stilling	Faggruppe	Afholdt (uge/år)
R1	Stiftende partner	Rådgiver	48/2020
R2	Markedschef	Rådgiver	48/2020
R3	Chefkonsulent	Entreprenør	48/2020
R4	Direktør	Øvrige	49/2020
R5	Ekspertisechef	Rådgiver	49/2020
R6	Salgschef	Øvrige	49/2020
R7	Proceschef	Entreprenør	49/2020
R8	Forsker	Øvrige	49/2020
R9	Direktør	Bygherre	49/2020
R10	Programdirektør	Bygherre	49/2020
R11	Driftsdirektør	Øvrige	49/2020

2.2 Interviewguide

Interviewguidens formål er at skabe et kvalitativt grundlag for det videre analysearbejde, som omhandler identificering af *"forekomsten af spild, svigt, fejl og mangler (herefter benævnt under ét som spild) i byggeriet, herunder at indsamle data som kan benyttes til at kvantificere spild og anvendes til at afgøre i hvilken grad sådanne spild kan henføres til særlige faser, udbudsformer, bygningstyper, værktøjer mv."*, jf. projektbeskrivelsen. Interviewguiden er opdelt i fire overordnede tematiseringer, med hver sit overordnede forsknings-spørgsmål:

1. **Programmering:** *'Hvordan medfører de indledende faser processpild og hvilken indvirkning har det på byggeprocessen?'*
2. **Udførelse:** *'Hvordan påvirker processpild byggeprocessen og hvilke aspekter medfører fejl, svigt og udbedring?'*
3. **Eksterne aktører:** *'På hvilken måde er eksterne aktører med til at skabe processpild i de forskellige byggefaser?'*
4. **Strukturer:** *'Hvorledes medfører byggebranchens strukturelle aspekter processpild?'*

Ligesom der er blevet spurgt ind til hvad der forårsager spild, er der også blevet spurgt ind til hvad der forebygger det, hvilke initiativer der anvendes og hvilken effekt disse har haft. Der er fx blevet spurgt ind til Det Digitale Byggeri, navnlig ift. anvendelse af IKT og digitalisering generelt, ligesom der er spurgt bredt ind til brancheinitiativer og effekten af disse, som faktorer der evt. har nedbragt omfanget af spild.

2.3 Statistisk behandling af interviewdata

I det følgende beskrives, hvordan interviewdata i form af udtalelser fra de interviewede er omsat til kvantitative data. En sådan omsætning gør det muligt at analysere, om der er fællestræk mellem de interviewedes svar, dvs. om de peger på de samme forhold, samt hvor ofte disse forhold nævnes (Hwang et al., 2009). Derfor er alle interviews i første omgang blevet transskriberet, hvorefter de er blevet analyseret for hhv. problemfelter og løsningsmekanismer.

- **Problemfelt:** Kontekst for underliggende problematikker.
- **Løsningsmekanisme:** Faktorer der kan afhjælpe problemfelter.

Hver gang et givent problemfelt forekommer, markeres det i opgørelsen med et 1-tal, som derved udgør ét datapunkt for netop dette problemfelt. For at undgå overrepræsentation af et bestemt problemfelt, som fx kan skyldes respondentens måde at formulere sig på, er der højest registreret tre datapunkter pr. linje, pr. udtalelse. Problemfelterne formuleres og revideres løbende, som de observeres i de transskriberede interviews. Over 128 siders transskribering á 2.400 anslag, er blevet til i alt 1159 datapunkter, hvoraf 733 vedrører problemfelter og 426 vedrører løsningsmekanismer. På denne måde bliver interviewrapportens analyse baseret på et bredere grundlag, end hvis der alene blev analyseret på baggrund af citering.

Resultatet af denne analyse for problemfelter ses af kolonnerne 'Problemfelt', 'Sum' og 'Andel' i Tabel 3. For hver af de formulerede 30 problemfelter udtrykker 'Sum' det samlede antal gange på tværs af interviews, hvor problemfeltet omtales, mens 'Andel' udtrykker andelen i forhold til det samlede antal datapunkter (733). Da opgørelsesmetoden i høj grad er underlagt en subjektiv og forskningsmæssig meningsfortolkning af respondenternes udsagn (Kvale & Brinkmann, 2015), er der indlagt en ekstra kontrol vha. deskriptiv statistik. I Tabel 3 repræsenteres det ved de tre kolonner længst til højre; 'SD' (standardafvigelse), 'X' (middeltal) og 'CV' (varianskoefficient).

Både standardafvigelsen (SD) og varianskoefficienten (CV) er et udtryk for hvor 'enige' de forskellige respondenter er, udtrykt enten som et absolut tal (SD) eller relativt (CV) i forhold til middeltallet (X). Varianskoefficienten er den mest interessante, idet den tager hensyn til, hvor ofte et problemfelt omtales (relativ usikkerhed). Hvis fx kun én respondent påpeger et givent problemfelt én gang, vil usikkerheden være meget høj, men hvis flere respondenter påpeger det samme problemfelt flere gange, vil usikkerheden være lavere. En lav værdi for varianskoefficienten indikerer altså stor enighed, mens en høj værdi indikerer stor uenighed.

Grundtanken bag todelingen mellem en opsummeret værdi i antal datapunkter ('Sum') og en relativ usikkerhed (varianskoefficient), skyldes et ønske om at have to præsentationsformer af interviewenes datapunkter (Bøye, 2006, s. 266), for at nuancere resultaterne ift. hinanden. I opstillingen af en top-10 for hhv. problemfelter og løsningsmekanismer, gennemføres der en sortering af datalinjer på to niveauer:

1. Først sorteres der efter usikkerhed/træfsikkerhed i besvarelsene i kolonnen 'CV' (gul markering længst til højre i billedet i Tabel 3), hvorefter de 10 datalinjer med laveste usikkerhed, udtrækkes af de oprindelige 30 datalinjer (stiplet kasse øverst i Tabel 3).

Tabel 3 – Trin 1: Sortering og udtræk af problemfelter.

Problemfelt	Sum	Andel	SD	X	CV
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	85	12%	4%	11%	31%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	81	11%	4%	11%	36%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	63	9%	4%	9%	46%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	54	7%	4%	8%	46%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	51	7%	4%	7%	56%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	37	5%	3%	5%	63%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	20	3%	2%	3%	64%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	34	5%	3%	5%	68%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	26	4%	3%	4%	71%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	17	2%	2%	2%	74%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	34	5%	4%	5%	84%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	22	3%	3%	3%	89%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	13	1%	1%	2%	90%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	22	3%	2%	3%	92%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	35	5%	5%	5%	98%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	20	3%	3%	3%	108%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	21	3%	3%	3%	114%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	10	1%	2%	1%	114%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	5	1%	1%	1%	114%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	16	2%	3%	2%	127%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	7	1%	1%	1%	128%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	10	1%	2%	2%	144%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	11	2%	2%	1%	146%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	10	1%	2%	1%	162%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	9	1%	3%	1%	206%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	3	0%	1%	0%	227%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	6	1%	2%	1%	232%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	5	1%	1%	1%	254%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	3	0%	1%	0%	316%
Problemløsning ved hjælp af tekniske løsninger	3	0%	1%	0%	316%
Total	733				

2. Derefter sorteres de resterende 10 datalinjer efter fordeling af antal datapunkter i kolonnen 'Andel' (gul markering midt i Tabel 4. Bemærk at procenttallene har ændret størrelse fordi de er relative tal, som nu beregnes ift. 10 datalinjer.

Tabel 4 – Trin 2: Problemfelter sorteret efter summen af antal datapunkter.

Problemfelt	Sum	Andel	SD	X	CV
Problemløsningsstrategier og metoder: Indsamling af data	85	18%	7%	18%	37%
Problemløsningsstrategier og metoder: Analyse af data	81	17%	7%	17%	40%
Problemløsningsstrategier og metoder: Rapportering af resultater	63	13%	6%	14%	41%
Problemløsningsstrategier og metoder: Evaluering af resultater	54	12%	5%	12%	44%
Problemløsningsstrategier og metoder: Sammenligning af resultater	51	11%	5%	10%	50%
Problemløsningsstrategier og metoder: Konklusion af resultater	37	8%	5%	8%	62%
Problemløsningsstrategier og metoder: Refleksion af resultater	34	7%	5%	7%	66%
Problemløsningsstrategier og metoder: Sammenfatning af resultater	26	6%	5%	6%	87%
Problemløsningsstrategier og metoder: Evaluering af resultater	20	4%	2%	4%	58%
Problemløsningsstrategier og metoder: Konklusion af resultater	17	4%	3%	4%	81%
Total	468				

Beregningen af standardafvigelse (SD) og middeltal (X) som de er angivet i Tabel 4, illustreres med et eksempel med reference til Tabel 5 og anvendelse af farvekoder: Respondenten 'R1' har 5 datapunkter for 'Problemfelt 1' ud af et samlet antal på 44 datapunkter for hele interviewet, dvs. Problemfelt 1 udgør $5/44=11\%$ af respondent R1's besvarelser. For respondent R2 er det $11/34=32\%$ og for respondent R3 er det $10/33=30\%$ osv. Beregningen gentages for hvert problemfelt. At anvende denne metode begrundes i, at besvarelserne skal være relative, idet det ikke er alle respondenter der har det samme antal datapunkter. Derved bliver den enkelte besvarelse relativ ift. hvad en given respondent ellers siger. Middeltallet (X) i ovennævnte eksempel beregnes herefter som gennemsnittet af 11%, 32% og 30%, hvorefter standardafvigelsen beregnes som kvadratroden af procenttallenes varians (V). Få overskuelighedens skyld, opdeles beregningen for standardafvigelse i det følgende eksempel, så varians beregnes først:

$$V = \sum (Andel_i - \bar{x})^2 * f(x)$$

hvor 'Andel' i det viste eksempel er henholdsvis 11%, 32% og 30%, og 'f(x)' er frekvensen af de enkelte observationer. I dette eksempel, hvor alle tre observationer er forskellige, vil frekvensen for hver især være 33,3%, da de optræder én gang hver. Standardafvigelsen (SD) er lig med kvadratroden af varians (V):

$$SD = \sqrt{V}$$

Endelig beregnes varianskoefficienten (den relative usikkerhed) ved at dividere standardafvigelsen (SD) med middeltallet (X):

$$CV = SD/\bar{x}$$

Tabel 5 – Illustration af beregningskonceptet for relative besvarelser i et regneark.

Problemfelt	R1	R2	R3	Standardafvigelse (SD)	Middeltal (X)
Problemfelt 1	5	11	10	=STDAFV.P(11%;32%;30%)	=MIDDEL(11%;32%;30%)
Problemfelt 2	16	4	8	=STDAFV.P(36%;12%;24%)	=MIDDEL(36%;12%;24%)
Problemfelt 3	12	9	5	=STDAFV.P(27%;26%;15%)	=MIDDEL(27%;26%;15%)
Problemfelt 4	9	2	5	=STDAFV.P(20%;6%;15%)	=MIDDEL(20%;6%;15%)
Problemfelt 5	2	8	5	=STDAFV.P(5%;24%;15%)	=MIDDEL(5%;24%;15%)
Total	44	34	33		

På samme måde beregnes middeltal og standardafvigelse for hvert problemfelt i Tabel 5 med inddragelse af alle 11 respondenter, sådan at hver beregning er baseret på 11 procenttal.

The background of the page is decorated with a pattern of thin, dark blue wavy lines that flow across the entire surface. In the upper center, there is a solid dark blue circle containing the white number '3'.

3

RESULTATER

3 RESULTATER

For hver af respondenterne, samlet i grupper (rådgiver, entreprenør, bygherre, øvrige), sammenfattes hovedpointerne ift. såvel problemfelter som løsningsmekanismer, dels i form af tekst, dels i form af tabeller. Hver respondent ('R') omtales ved titel og identifikationsnummer med reference til Tabel 2, fx 'rådgiveren R2 siger dét og entreprenøren R7 siger dét'. I redegørelsen for hver respondent, er der indsat to tabeller, én for hhv. problemfelt og løsningsmekanisme. Disse tabeller er et udklip af de fem hyppigst berørte problemfelter og løsningsmekanismer for en given respondent, rangeret ift. samlet antal forekomster (kolonnen 'SUM R1' i Tabel 6, fx). Kolonnerne 'Sum' og 'Andel' refererer til samtlige respondenter, hvor fx 'SUM R1' kun refererer til respondenterne 'R1'. I det omfang en respondent berører problemfelter og løsningsmekanismer, som går igen hos andre respondenter, fremhæves det i teksten.

Formålet med gennemgangen og analysen i afsnit 3. *Resultater* er:

1. At opstille generelle og kvalitativt underbyggede betragtninger,
2. At fremhæve konkrete eksempler på problemer og løsninger,
3. At optrække ligheder og forskelle på tværs af respondenternes besvarelser.

Datagrundlaget vurderes at kunne anvendes til at påpege tendenser, samt *"identificere et kvalitativt grundlag for at forstå, hvordan processpild påvirker byggeprojekters performance, dvs. kvalitet, tid og økonomi, samt den miljømæssige påvirkning"*, som beskrevet i interview-rapportens indledning. Resultaterne kan fx anvendes til at opkvalificere spildindekset, samt påpege hvor det vil være relevant at gå i dybden i en mere konkret undersøgelse. Analysens population er fragmenteret, idet fx blot to entreprenører og to bygherrer indgår. En analyse af hvad der specifikt gør, at der opstår spild ifm. projekteringen på en tegnestue, eller ifm. med byggeledelsen på en byggeplads, vil kræve en mere omfattende undersøgelse.

3.1 Rådgiverrespondenter

3.1.1 Rådgiver R1

Respondent R1 er rådgiver i en arkitektvirksomhed. I generelle træk fremhæver rådgiveren R1 strukturelle problemer i byggebranchen som årsag til spild, navnlig ift. konkurrenceudsættelse og genudbud, modsatrettede incitamenter og manglende professionalisering (Tabel 6).

Renoveringsopgaver fremhæves af rådgiveren R1 som en væsentlig kilde til spild, da denne projekttype i sagens natur indeholder mange usikkerheder, modsat nybyggeri, hvor man kender byggeprojektets omfang fra start. Derudover er fragmentering af især rådgiver-ydelser direkte årsag til, at der opstår flere transaktionsomkostninger og udbudsprocessen beskrives som værende årsag til meget spild i sig selv. Konkurrenceudsættelsen gør, at projektets omfang ikke bliver afklaret ordentligt inden byggestart. Bygherres centrale rolle, samt manglende professionalisering, påpeges af rådgiveren R1 som væsentlig i denne forbindelse. Et eksempel på processpild er i konkurrence- og udbudssituationen, hvor fire ud af fem BIM-modeller (som står for 'Building Information Modeling' – dvs. modellering af byg-

ningsinformation) 'skrotes', da der kun kan være én vinder af en arkitektkonkurrence. Vinderen selv starter desuden forfra, da den pågældende vindermodel grundet tidspres, ikke er brugbar i den efterfølgende projektering.

Tabel 6 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R1'

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R1
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	12
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter	85	12%	9
Konflikter og udgifter til advokater mv.	21	3%	8
Strukturelle forhold	22	3%	7
Konservativisme og manglende professionalisering	54	7%	6

Et eksempel på en løsning på netop problemet ift. modellerne, kunne være trinvis bygningsmodeller, som bliver specificeret af bygherre i udbudsmaterialet. Mere generelt fremhæver R1 partnerskaber og rammeaftaler, samt menneskelige relationer og samarbejde som løsningsmekanismer (Tabel 7).

Specifikt er det dét at sidde sammen og socialisere sig med sine projektkolleger som gør, at der opstår mindre spild, da man i partnerskabsmodellen har mulighed for at etablere et samarbejde som tilgodeser alles forretningsmodeller og giver incitament til at 'opføre sig ordentligt'. Et paradoks i gevinsterne ved partnerskabsmodellen er dog, ifølge rådgiveren R1, at i de tilfælde det er en succes og produktiviteten stiger, har man i flere tilfælde ramt anlægsloftet.

Tabel 7 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R1'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R1
Partnerskaber og rammeaftaler	32	8%	9
Socialisering, menneskelige relationer og tillid	20	5%	4
Incitament og forening af forretningsmodeller	17	4%	4
Samarbejde og fælles erkendelse	48	11%	3
Tidlig involvering og procesplanlægning	23	5%	3

3.1.2 Rådgiver R2

Respondent R2 er rådgiver i en arkitektvirksomhed. Rådgiveren R2 beskriver selv tre overordnede problemfelter ift. spild i byggeriet:

1. Transaktionsomkostninger,
2. Mangel på samarbejdsrelationer i enkeltstående projekter,
3. Det der skulle være en treenighed blandt byggeriets aktører (rådgiver, entreprenør og bygherre), er blevet til et trekantsdrama.

Offentlige byggerier og bygherrer fremhæves, sammen med EU-udbudsdirektivet, som årsager til mange kontraktsskift undervejs i et offentligt byggeprojekt. Ligesom rådgiveren R1, påpeger rådgiveren R2 også et væsentligt processpild ift. akkvisition, udbud og konkurrenceudsættelse, bl.a. også ift. manglende genbrug af BIM-modeller. Konkurrenceudsættelsen underbygger også den strukturelle problematik i det rådgiveren R2 beskriver som et 'trekantsdrama', hvor entreprenørs tilbudspris typisk er udslagsgivende, hvilket stiller de øvrige projektparter i en situation hvor det ikke kan betale sig at 'opføre sig ordentligt' – som ligeledes pointeret af R1. Med 'trekantsdrama' henviser rådgiveren R2 til uhensigtsmæssige dynamikker i byggebranchens aktørers forretningsmodeller, hvor man ofte ender med at modarbejde hinanden, fordi man er nødt til at prioritere egne forretningsinteresser. Rådgiveren R2 opstiller desuden et beregningseksempel ift. processpild ved offentligt udbud:

1. 20 rådgivere søger om prækvalifikation, hvor bygherren bruger 100-200 timer på at udvælge 5 til at gå videre og lave et konkurrenceforslag. Hver rådgiver bruger op til 50 timer på prækvalifikationen. $20 \text{ rådgivere} * 50 \text{ timer} + 150 \text{ bygherretimer} = 1150 \text{ timer}$.
2. Herefter udvælger bygherren 5 rådgivere til at afgive tilbud, hvilket bygherren bruger 200-300 timer på. Hver af de 5 rådgivere bruger mindst 150 timer på at aflevere et tilbud. $5 \text{ rådgivere} * 150 \text{ timer} + 250 \text{ bygherretimer} = 1000 \text{ timer}$.
3. Herefter udvælger bygherre én rådgiver, som vinder af konkurrencen. Denne proces har i alt krævet omkring 2150 arbejdstimer, hvoraf 1550 af de timer er 'spildte', forstået på den måde at 19 af de 20 rådgivere deltog i konkurrencen forgæves: $(19 \text{ rådgivere} * 50 \text{ timer}) + (4 \text{ rådgivere} * 150 \text{ timer}) = 1550 \text{ timer}$.

Dette eksempel vedrører udelukkende rådgivere. Udbudsprocessen gentages ved udvælgelse af entreprenør, som herefter gentager processen ift. underentreprenører, ligesom den vindende rådgiver kan gentage processen ift. andre rådgiverydelser som fx landskabsarkitekt.

Tabel 8 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R2'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R2
Udbudsform (også EU), aftalegrundlag og akquisition	35	5%	12
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter	85	12%	10
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	9
Korte projekthorisonter og kortvarige relationer	26	4%	6
Transaktioner, kontraktstift og faseopdeling	11	2%	5

Samarbejde og partnerskaber fremhæves af rådgiveren R2 som væsentlige faktorer ifm. nedbringelse af processpild i projektarbejdet. Mere konkret peger rådgiveren R2 på nye udbudsformer, centralisering af virksomheder og professionalisering af byggebranchens aktører, som bud på løsningsmekanismer (Tabel 9). Det påpeges at rådgiverbranchen har haft en stejl kurve ift. professionalisering gennem de sidste ti år, som entreprenørerne også nu er startet på, men som bygherrerne halter bagefter på. Rådgiveren R2 mener at rådgiverbranchen har fået øjnene op for, at en direktør i et arkitektfirma ikke behøver være arkitekt, ligesom en professionel bestyrelse med uddannelse indenfor fx økonomi, kan være at foretrække end én med kunstnerisk baggrund. I entreprenørbranchen er der ifølge rådgiveren R2 en større tendens til at man 'stiger i graderne', hvor man i højere grad lægger vægt på, om en leder har en baggrund som fx tømrer eller bygningskonstruktør.

Tabel 9 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R2'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R2
Partnerskaber og rammeaftaler	32	8%	3
Samarbejde og fælles erkendelse	48	11%	3
Nye udbudsformer og akquisitionsmetoder	16	4%	3
Professionalisering (især af bygherre)	22	5%	3
Centralisering	21	5%	3

3.1.3 Rådgiver R5

Respondent R5 er rådgiver og IKT-ekspert i en ingeniørvirksomhed. Rådgiveren R5 fremhæver ligesom rådgiverne R1 og R2, modsatrettede incitamenter, konkurrenceudsættelse, udbud og urealistiske, samt ikke indfrie forventninger, som væsentlige problemfelter. Derudover italesættes manglende professionalisering og mangel på kompetencer (Tabel 10), hvor rådgiveren R5 argumenterer for at digitaliseringsværktøjer og digitale arbejdsprocesser kan nedbringe processpild, men at byggeriets faggrupper ikke er kompetente nok til at udnytte dets potentiale. Rådgiveren R5 udfordrer i den forbindelse projektets definition

af processpild, da dette ifølge rådgiveren R5 også kan være potentiale, som ikke bliver udnyttet – fx udtrykt som begrænset eller misforstået udnyttelse af digitale værktøjer.

Spurgt ind til tematiseringen vedr. udførelse, fokuserer rådgiveren R5 på logistik og leverancesystemer ift. byggepladsen. Her fremhæves det som et stort spild, at materialer ikke bliver bestilt – og dermed leveret – på det rigtige tidspunkt. Dette medfører flaskehalse på byggepladsen, da de materialer der bliver leveret, selvom de ikke skal bruges samme dag, kommer til at stå i vejen. Så skal materialerne flyttes, hvilket koster mange penge – procespild. Rådgiveren R5 bruger et eksempel med gipsplader, hvor det ifølge rådgiveren R5 tit er sådan, at man ude på byggepladsen bestiller mange gipsplader på én gang, så man er sikker på de er nået frem når de skal indbygges. En problematik i den forbindelse er, at det typisk ikke er muligt at ændre leveringen senere i forløbet, hvis fx placeringen for leveringen på byggepladsen har ændret sig, hvorfor de bliver leveret på det aftalte sted, også selvom det ikke længere er hensigtsmæssigt. Derved skal gipspladerne nu flyttes og evt. opbevares, hvilket øger risikoen for materialeskader og fugtudsættelse.

Tabel 10 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R5'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R5
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitament	85	12%	13
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	7
Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau	51	7%	7
Urealistiske eller ikke indfrie forventninger, komplekse projekter	22	3%	7
Konservativisme og manglende professionalisering	54	7%	6

Som en løsningsmekanisme vedr. logistik, fremhæver rådgiveren R5 igen potentialet i korrekt anvendte IKT-værktøjer og teknologisk implementering (Tabel 11). Konceptet 'just-in-time' hænger sammen med Lean-konceptet, hvor det prioriteres at fx byggemateriale er tilgængelige når de skal indbygges, men ikke før. Her fremhæver rådgiveren R5 fx Solar og Saint-Grobain som store distributører, der er begyndt at tilbyde muligheden for at bestille varer uden at oplyse præcis hvor de skal leveres. Rådgiveren R5 laver også en sammenligning med Netto, hvor der vha. af nogle store distributionscentre kan sendes én lastbil ud ad gangen, hvorved man i en byggek kontekst kunne undgå, at der holder tre lastbiler ved byggepladsen og spærrer for hinanden. Udfordringen med dette er dog ifølge rådgiveren R5, at man vil få svært ved at få alle distributører til at anvende samme ERP-system ('Enterprise Resource Planning'), om end centralisering i dette øjemed ville være i spildreduktionens interesse.

Tabel 11 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R5'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R5
Digital projektering, teknologisk implementering, opsamling af data	32	8%	9
Flere ressourcer inden byggestart og brugerinddragelse	23	5%	7
Flow i processer, levering af materialer 'just in time', projektopfølgning	21	5%	5
Professionalisering (især af bygherre)	22	5%	4
Langsigtede perspektiver, repetitive processer og fastholdelse af folk	16	4%	3

3.2 Entreprenørrespondenter

3.2.1 Entreprenør R3

Respondent R3 er repræsentant for entreprenørfaget i en brancheorganisation. Af væsentlige problemstillinger fremhæver entreprenøren R3 nogle udfordringer, som alle medfører spild; konkurrenceudsættelse og genudbud, forskelle i forretningsmodeller, modsatrettede incitament, usikkert projekt- og tegningsgrundlag, samt mangel på kompetencer og lavt uddannelsesniveau (Tabel 12). Det sidste problemfelt, vedr. lavt uddannelsesniveau,

hænger sammen med en anden problematik entreprenøren R3 italesætter, som er 'akademisering af byggebranchen'. Ifølge entreprenøren R3, er der opstået en vis inkompetence ift. praktisk forståelse, da man ikke længere starter sin karriere som håndværker, for derefter at blive fx ingeniør eller bygningskonstruktør, men nu tager en mere direkte vej ind i systemet. Kritikken mønter sig netop her på digitalisering, hvor rådgiveren R5 savner mere praktisk forståelse og praktisk erfaring, hvilket pointeres af rådgiveren R5 til at være en udbredt opfattelse blandt byggebranchens aktører.

Tabel 12 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R3'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R3
Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau	51	7%	14
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	11
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter	85	12%	9
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	9%	6
Korte projekthorisonter og kortvarige relationer	26	4%	6

Senere i interviewet påpeger entreprenøren R3 dog, at byggebranchen er fuld af dårlige ledere, som er dårligt uddannede, især den udførende del; *"Ja, alle os der aldrig lærte at læse, vi står jo her i branchen, og nu skal vi til at finde ud af det."* Entreprenøren R3 fremhæver bl.a. (proces)ledelse, samt før- og efteruddannelse, som løsningsmekanismer (Tabel 13) på de førnævnte problemfelter. Denne mindre selvmodsigelse er interessant, da den på sin vis også både modsiger og bekræfter de udtalelser rådgiveren R2 har vedr. professionalisering.

En anden væsentlig løsningsmekanisme er ifølge entreprenøren R3 samarbejdsaftaler, som fx partnerskaber og i det hele taget langsigtede perspektiver. Med denne løsningsmekanisme består der også en udfordring i, at partnerskabernes underentreprenører skal uddannes til at forstå fordelene ved helhedstænkning ifm. samarbejde. Inkompetente samarbejdspartnere, i den forstand at være meget fokuseret på pris og konkurrence, er ifølge entreprenøren R3 en væsentlig kilde til spild. Denne inkompetence leder også til spild ifm. logistik på byggepladsen, da der heller ikke her bliver tænkt i helheder. Entreprenøren R3 bruger derudover samme eksempel med Netto som rådgiveren R5 om et centralt distributionslager, hvilket han bemærker at have erfaring med som en succes.

Tabel 13 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R3'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R3
Samarbejde og fælles erkendelse	48	11%	8
Synlig ledelse med praktisk forståelse og motivation af hinanden	19	4%	6
Partnerskaber og rammeaftaler	32	8%	6
Personlig udvikling og før- og efteruddannelse	10	2%	5
Langsigtede perspektiver, repetitive processer og fastholdelse af folk	16	4%	4

3.2.2 Entreprenør R7

Respondent R7 er proceschef i en entreprenørvirksomhed. Ligesom entreprenøren R3, italesætter entreprenøren R7 nogle typiske problemstillinger som usikkert projektgrundlag, konkurrenceudsættelse og korte projekthorisonter, men fremhæver derudover stop i processer og siloopdeling (Tabel 14). Ift. siloopdeling, dvs. fragmentering af ydelser, nævnes specifikt fagentrepriser som en entrepriseform man gerne vil undgå, da det her kan være svært at anvende fx lokationsbaseret planlægning, når man arbejder i for mange 'siloer' på byggepladsen. Når man som entreprenør kommer ind i en fagentreprise, har man ikke mulighed for at have indflydelse på byggeprojektets processer, hvorfor man som fx underentreprenør bliver tvunget til at arbejde udelukkende for egen vinding. Dette forstærkes af konkurrenceudsatte projekter, hvor der udelukkende er budt ind på laveste pris.

Tabel 14 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R7'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R7
Fragmentering af ydelser og siloopdeling	34	5%	7
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	9%	6
Stop i processer	9	1%	5
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	4
Korte projekthorisonter og kortvarige relationer	26	4%	3

Entreprenøren R7 har den funktion entreprenøren R3 efterspørger, som er procesledelse i udførelsen. Entreprenøren R7 fremhæver menneskelige ressourcer som en større gevinst, end hvad der opnås ved digitalisering. Det påpeges flere gange af R7, at man altid skal huske på man arbejder med mennesker, hvilket især er vigtigt ift. samarbejde, flow i processer og motivation (Tabel 15). Derudover fremhæves tidlig involvering som 'alfa og omega' ift. at undgå spild, da man udover et mindre usikkert projektgrundlag, også får mulighed for at se hinanden i øjnene og etableret en relation, før udførelsen starter. Man skal 'mande op' i starten og ned til sidst, så projektets behov bliver afdækket i de tidlige faser. Synlig ledelse under selve udførelsen, er ifølge entreprenøren R7 desuden en væsentlig forudsætning for et projekts succes.

Tabel 15 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R7'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R7
Samarbejde og fælles erkendelse	48	11%	12
Tidlig involvering og procesplanlægning	23	5%	8
Flow i processer, levering af materialer 'just in time', projektopfølgning	21	5%	7
Socialisering, menneskelige relationer og tillid	20	5%	7
Synlig ledelse med praktisk forståelse og motivation af hinanden	19	4%	5

3.3 Bygherrerespondenter

3.3.1 Bygherrerepræsentant R9

Respondent R9 er direktør og repræsentant for professionelle bygherrer i en brancheorganisation. Ligesom både rådgiver- og entreprenørrespondenterne, italesætter bygherrerepræsentanten R9 nogle overordnede problemfelter som konservatisme og manglende professionalisering, modsatrettede incitamenter og konkurrenceudsættelse (Tabel 16).

Det er især de tidlige projektfaser – det bygherrerepræsentanten R9 refererer til som 'prejekt', eller 'præprojektfasen' på dansk – der fremhæves som væsentlige for bygherren og det efterfølgende projekt, ift. at imødekomme processpild. Professionalisme er en forudsætning for at bygherre, eller dennes rådgiver, kan tage beslutninger på et informeret grundlag. Ifølge bygherrerepræsentanten R9 er det en forudsætning for et godt projekt, at man som bygherre giver plads til at være eksplorativ i præprojektet, så man har mulighed for at afklare alle behov, samt opstille den mest hensigtsmæssige business case for projektet. Professionelle bygherrer, som bygherrerepræsentanten R9 beskæftiger sig med, har en tendens til at komme for hurtigt igennem præprojektet og de indledende faser i øvrigt, hvilket ofte resulterer i projektændringer på et senere tidspunkt. Omvendt påpeger bygherrerepræsentanten R9 også, at om end bygherreledet er centralt ift. forebyggelse af processpild, tilfalder ansvaret for dette også de øvrige aktører, hvor konkurrenceudsættelse kan være en faktor; en rådgiver eller entreprenør skal fx gøre bygherren opmærksom på opdagede fejl, fremfor at satse på det kan løses senere i projektet.

Tabel 16 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R9'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R9
Konservativisme og manglende professionalisering	54	7%	8
Umoden bygherre/-rådgiver	20	3%	6
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter	85	12%	5
Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttes ikke	37	5%	5
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	4

Bygherre skal ifølge bygherrerepræsentanten R9 være grundig og velfunderet i de beslutninger der bliver truffet, hvilket kræver forståelse for hvad der skal kræves. Her nævner R9 digitalisering, navnlig ift. krav om digitale bygningsmodeller. Med Det Digitale Byggeri blev der ifølge R9 stillet krav til aflevering med digitale bygningsmodeller, hvilket medførte at de professionelle bygherrer blev tvunget til at stille nogle krav, som de ikke selv forstod. Derfor blev det til et konkurrenceparameter, hvor rådgiverne fik omstillet sig først, mens de store entreprenører indenfor de sidste fem års tid, har professionaliseret sig til at være på forkant, hvorved de kan komme i tidligere dialog med bygherre. Dette modarbejder formålet med præprojektfasen, da bygbarhed jf. entreprenørens interesse, kommer til at fylde uhensigtsmæssigt meget ift. præprojektfasens formål, som er brugerinddragelse og behovsaflarung mv. Ift. brugbarhed af digitale bygningsmodeller, er det bygherrerepræsentanten R9's opfattelse, at man ved overdragelse af disse, skal starte med at fjerne op til 95% af indholdet i dem, hvorefter dataindholdet skal tilpasses anvendelsen, fx ift. bygningsdrift. Rådgiveren R1 beskriver en lignende løsningsmekanisme ift. trinvis bygningsmodeller.

Slutteligt advokerer bygherrerepræsentanten R9 for, at værktøjer der potentielt kan reducere processpild som fx Lean, skal introduceres i grundskolerne, dvs. på de tekniske skoler, samt ingeniør- og/eller arkitektuddannelserne. Ift. øget anvendelse af digitaliseringens muligheder, foreslår R9 at man i højere grad anvender data i realtid på byggepladser, så der kan fastsættes nogle benchmark tal til forbedring af processerne.

Tabel 17 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R9'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R9
Samarbejde og fælles erkendelse	48	11%	4
Professionalisering (især af bygherre)	22	5%	4
Digital projektering, teknologisk implementering, opsamlng af data	32	8%	4
Flere ressourcer inden byggestart og brugerinddragelse	23	5%	3
Socialisering, menneskelige relationer og tillid	20	5%	2

3.3.2 Bygherrerepræsentant R10

Respondent R10 er programdirektør og repræsentant for professionelle bygherrer. Bygherrerepræsentanten R10 repræsenterer samme brancheorganisation som bygherrerepræsentanten R9, hvorfor de generelle observationer vedr. bygherreleddet er sammenlignelige. Bygherrerepræsentanten R10 adskiller sig dog ved at lægge mere vægt på problemfelterne ift. udførelsen (Tabel 18). Ligesom fx rådgiveren R5 (afsnit 3.1.3) og entreprenøren R7 (afsnit 3.2.2), fremhæver bygherrerepræsentanten R10 ineffektiv logistik og processer på byggepladsen som en kilde til processpild. Ift. proces kan det fx være, at man ikke har de rigtige tegninger, det rigtige mandskab, det rigtige værktøj, der ikke var plads til at udføre opgaven, eller at vejret var dårligt osv. Ift. logistik er det fx aflevering af materialer, som grundet dårlig planlægning bliver afleveret 'lige inde for porten'. Dette medfører ofte at folkene på pladsen har ventetid, leder efter ting, eller at materialerne bliver ødelagte, fordi de har ligget det forkerte sted. Ifølge bygherrerepræsentanten R10, har digitalisering ikke gjort nogen nævneværdig forskel for at imødekomme processpild, produktivitetsstigning, effektivitet el.lign. i byggebranchen.

Tabel 18 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R10'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R10
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter	85	12%	7
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	9%	7
Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau	51	7%	5
Konservativisme og manglende professionalisering	54	7%	4
Påtagelse af ansvar for fejl mv.	10	1%	4

En måde at løse sådanne udfordringer på byggepladsen, skal ifølge bygherrerrepræsentanten R10 findes i samarbejde og fælles erkendelser, udnyttelse af det almene tekniske fælleseje og projektopfølgning mv. (Tabel 19). Fx fremhæves Lean Construction's Last Planner System, hvor det er muligt at spore ens reelle fremskridt som procenttal. Hvis en opgave fx kun er 67% udført, kan man vha. af et Lean-værktøj ved navn '5XHvorfor' spore sig frem til årsagen bag. Eksempel:

1. Hvorfor er radiatorerne ikke sat op? Fordi de ikke passede til hullerne i væggen.
2. Hvorfor passede hullerne ikke? Fordi tegningen blev ændret.
3. Hvorfor blev tegningen ændret? Fordi der skulle nye vinduer i.
4. Hvorfor har I så ikke fået nye tegninger? Fordi ingeniøren ikke har fremsendt dem.
5. Hvorfor har ingeniøren ikke fremsendt dem? Fordi han er presset på tid og har glemt det.

Ved at spørge ind på denne måde, bliver det muligt at finde frem til den underliggende årsag bag den givne problemstilling. Ved at benytte sig af fx Lean Construction, kan man hver uge få opdateret sin handlingsplan, så man får mulighed for at koordinere med rådgiveren, at de rigtige tegninger når frem i tide. En samarbejdskultur som denne kræver langsigtede perspektiver og vedvarende relationer, hvorfor den projektorienterede og konkurrenceprægede natur som byggebranchen har, er et udfordrende sted at implementere værktøjer fra fx Lean, Værdibyg og det almene tekniske fælleseje i øvrigt.

Tabel 19 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R10'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R10
Almene Tekniske Fælleseje, at stole på empiri og udnytte værktøjer	19	4%	7
Samarbejde og fælles erkendelse	48	11%	4
Flow i processer, levering af materialer 'just in time', projektopfølgning	21	5%	3
Digital projektering, teknologisk implementering, opsamling af data	32	8%	2
Flere ressourcer inden byggestart og brugerinddragelse	23	5%	2

3.4 Øvrige respondenter

3.4.1 Softwareudvikler R4

Respondent R4 er direktør i en softwarevirksomhed, som leverer IKT-løsninger mv. til byggebranchen. Softwareudvikler R4's baggrund er ikke indenfor byggeriet, men er i højere grad økonomi- og kommunikationsorienteret. Softwareudvikler R4 fremhæver manglende procesledelse og kommunikation (Tabel 20), og påpeger ligesom (til dels) rådgiverne R1 og R2 (afsnit 3.1), samt bygherrerrepræsentanterne R9 og R10 (afsnit 3.3), at de fleste problemer der opstår i udførelses- og driftsfaserne, fødes i design- og planlægningsfaserne. Softwareudvikler R4 mener desuden, at bygherre typisk har en 'fantastidé' om at man kan skrive sig ud af proces, ved at udlicite risiko til andre aktører. Især den offentlige bygherrebranche er ifølge softwareudvikler R4 blevet 'dummere og dummere', ved at have outsourcet risiko. Man fastholder ikke personer med erfaring, hvilket bygherrerrepræsentant R9 også påpeger ift. forskellige fordele og ulemper ved hhv. private og offentlige bygherrer. Hvor offentlige bygherrer i højere grad er underlagt udbudsregler, kan private bygherrer forhandle om specifikke projektmedarbejdere fra bestemte virksomheder, hvorved det bliver muligt at 'sætte det bedste hold'. Derudover mener softwareudvikler R4 også der er en indbygget

konflikt i aftalesættene, da byggebranchens aktører har forskellige forretningsmodeller og incitament.

Tabel 20 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R4'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R4
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitament	85	12%	11
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	9
Konservativisme og manglende professionalisering	54	7%	8
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	9%	7
Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation	34	5%	6

Byggeriet bør ifølge softwareudvikler R4 blive betragtet som en fabrik, hvor man vha. standardisering og repetitive processer bør kunne nedbringe ressourcspild (Tabel 21). Ifølge softwareudvikler R4 bliver 7-12% af alle byggematerialer i Danmark aldrig anvendt, enten som følge af tyveri eller ødelæggelse, hvorefter man køber mere ind, eller fordi de bliver leveret for tidligt eller for sent. Endelig fremhæver softwareudvikler R4, at man i byggebranchen skal blive bedre til at samarbejde og stole på empiri, hvilket understøttes af byggherrerepræsentant R10's udtalelser vedr. manglende brug af det almene tekniske fælleseje. Softwareudvikler R4 mener desuden, at Byggherreforeningen bør træde i karakter og agere forandringsagent ift. at få etableret en branchestandard ift. anvendelse af IKT i byggeriet.

Tabel 21 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R4'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R4
Nye aftalesæt og kontraktformer	19	4%	11
Samarbejde og fælles erkendelse	48	11%	8
Standardisering og industrialisering af processer	17	4%	6
Langsigtede perspektiver, repetitive processer og fastholdelse af folk	16	4%	6
Professionalisering (især af byggherre)	22	5%	5

3.4.2 Leverandør R6

Respondent R6 er salgschef i en leverandørvirksomhed. Leverandøren R6 nævner konkurrenceudsættelse og genudbud, usikkert projektmateriale og forskelle i forretningsmodeller som centrale problemfelter (Tabel 22). Genudbud fremhæves som en konkret kilde til stort tidsspild, hvor en byggherre eller -rådgiver ønsker at få opdateret et tilbud, fx fordi man forventer at kunne få en lavere pris, ved at udbyde flere gange. Hver gang et projekt bliver genudbudt, skal samtlige tilbudsgivere bruge tid på at beregne samme tilbud igen. For leverandøren R6 kunne det fx være 40 timer ved første udbud, 30 timer ved første genudbud, 20 ved andet genudbud og 10 timer ved tredje genudbud, hvilket i dette eksempel bliver til 100 timer i alt. Dertil kommer ufuldstændige udbud, hvor mange ting mangler at blive afklaret, ligesom leverandøren R6 også beskriver hvordan fx en totalentreprenør ikke altid har taget stilling til præcis hvad leverandøren R6, som underleverandør, skal give tilbud på.

Tabel 22 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R6'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R6
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	14
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	9%	11
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitament	85	12%	10
Fragmentering af ydelser og siloopdeling	34	5%	6
Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttes ikke	37	5%	5

Leverandøren R6 pointerer at digitale bygningsmodeller med mængder er meget værdiskabende for R6 som leverandør, men at det tilfælde er mere undtagelsen end reglen. Det er blevet bedre, men digitaliseringen er ikke slået igennem endnu. Af øvrige løsningsmekanismer end udbud med mængder, fremhæver leverandøren R6 tidlig involvering, industrialisering af processer og centralisering generelt (Tabel 23). Især standardisering og industriali-

sering af processer, er løsningsmekanismer der deles med softwareudvikleren R4. Leverandøren R6 vil helst sælge samlede pakkeløsninger end delleverancer, ligesom leverandøren R6 også oplever at kunderne foretrækker at have én kontaktperson og så få grænseflader som muligt.

Tabel 23 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R6'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R6
Standardisering og industrialisering af processer	17	4%	8
Tidlig involvering og procesplanlægning	23	5%	5
Trinvis bygningsmodeller og udbud med mængder	8	2%	5
Centralisering	21	5%	4
Digital projektering, teknologisk implementering, opsamling af data	32	8%	3

3.4.3 Forsker R8

Respondent R8 er forsker ved et dansk universitet og har et udvidet perspektiv på spildbegrebet, end det nærværende forskningsprojekt anvender. Forskeren R8 siger, at det man *undlader* at gøre i de tidlige projektfaser har konsekvenser i de senere projektfaser, hvorimod det man *faktisk gør*, ikke nødvendigvis har hverken positive eller negative konsekvenser. Rådgiveren R5 (afsnit 3.1.3) deler på sin vis R8's opfattelse, når han beskriver spild som uforløst potentiale (ting man undlader at gøre). Denne opfattelse deles indirekte også af fx bygherrerepræsentanten R9 (afsnit 3.3.1), som beskriver problematikken i et forhastet præprojekt. Forskeren R8's perspektiv ift. det man undlader at gøre, indikerer et behov for at bruge flere ressourcer i de tidlige projektfaser til fx brugerinddragelse, så man fx ikke senere får indbygget en funktionsfejl i bygningen, som kunne være undgået, hvis bygningens brugere var blevet inddraget. I spildprojektets rubriceringsnotat (BUILD, 2021) defineres processpild som ting man gør, men ifølge forskeren R8 bør det udvides til også at omfatte ting man ikke gør, men burde have gjort.

Ift. problemfelter fremhæver forskeren R8's dårlig procesledelse og kommunikation (Tabel 24); et problemfelt R8 har tilfælles med fx softwareudvikleren R4, samt driftsdirektør R11 i afsnit 3.4.4. Selvom det ikke figurerer blandt de øverste fem af forskeren R8's besvarelser, fremhæver han mangel på viden og kompetencer, som en væsentlig hindring for at aktørerne i byggebranchen bliver modtagelige overfor ny viden og nye erfaringer. Man læner sig meget opad 'det plejer vi at gøre', men forskeren R8 savner at man især i den udførende del, bliver mere datadrevet i sine beslutninger.

Tabel 24 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R8'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R8
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	9%	6
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter	85	12%	6
Konservativisme og manglende professionalisering	54	7%	6
Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttes ikke	37	5%	5
Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation	34	5%	5

Af løsningsmekanismer er det teknologisk implementering, tillid til empiri, flere ressourcer inden byggestart, procesplanlægning og flow i logistiske processer, der fremhæves af forskeren R8 (Tabel 25). Mere konkret nævnes også projektstyring, hvor det ifølge forskeren R8 er muligt at skære godt 10% af sin byggeperiode som håndværker, hvis man anvender fx lokationsbaseret planlægning – tidsplaner med angivelse af fysiske placeringer, også kaldet 'cyklogrammer' – og derved har bedre styr på ressourcer og materialer ift. hvor det skal bruges.

Tabel 25 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R8'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R8
Digital projektering, teknologisk implementering, opsamling af data	32	8%	5
Almene Tekniske Fælleseje, at stole på empiri og udnytte værktøjer	19	4%	5
Flere ressourcer inden byggestart og brugerinddragelse	23	5%	3
Tidlig involvering og procesplanlægning	23	5%	2
Flow i processer, levering af materialer 'just in time', projektopfølgning	21	5%	2

3.4.4 Forsikringsrepræsentant R11

Respondent R11 er driftsdirektør i et forsikringsselskab. I overordnede træk peger forsikringsrepræsentanten R11 på problemfelterne usikkert projektgrundlag og projektændringer, at digitalisering ikke er slået igennem, udbudsformer, genudbud og konkurrenceudsættelse (Tabel 26). Forsikringsrepræsentanten R11 fremhæver derudover projektering sideløbende med udførelse, som væsentlige kilder til processpild, hvilket ikke eksplicit beskrives af de andre respondenter. Forsikringsrepræsentanten R11 refererer gennem disse problemfelter indirekte til tidspres: *"Så er der selvfølgelig hastigheden der skal bygges under... Det sker for tit, at der bliver projekteret mens man bygger."* Ift. digitalisering, som forsikringsrepræsentanten R11 har meget fokus på som problemfelt, peges på, at IKT som koncept ikke har haft effekt endnu, ligesom det er gået hen og er blevet en ekstraomkostning der fordyrer byggeprojekterne, fordi potentialet ikke udnyttes.

Tabel 26 – Problemfelter sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R11'.

Problemfelt	Sum	Andel	SUM R11
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	9%	7
Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttes ikke	37	5%	6
Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation	34	5%	6
Udbudsform (også EU), aftalegrundlag og akquisition	35	5%	6
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	11%	4

Selvom forsikringsrepræsentanten R11 påpeger faldgruber ved udbredelsen af IKT og digitalisering af byggebranchen, vedholder han alligevel at digital projektering er en væsentlig løsningsmekanisme, sammen med det almene tekniske fælleseje, partnerskaber nye udbudsformer (Tabel 27). Forudsat man kan overføre erfaring fra ét projekt til andet, fx via partnerskabsmodellerne, vil det ifølge forsikringsrepræsentanten R11 være i byggebranchens aktørers interesse ift. spild, at man ikke *"opfinder den dybe tallerken lidt for mange gange."* Projekteringsledelse kunne ifølge forsikringsrepræsentanten R11 være et løsningsforslag, til hvordan digitalisering og IKT kunne blive udnyttet bedre, ligesom en revidering af IKT-bekendtgørelsen ift. praktisk anvendelse, kunne gøre at den i højere grad kom til at repræsentere praksis.

Tabel 27 – Løsningsmekanismer sorteret efter antal forekomster i kolonnen 'SUM R11'.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SUM R11
Digital projektering, teknologisk implementering, opsamling af data	32	8%	7
Centralisering	21	5%	3
Almene Tekniske Fælleseje, at stole på empiri og udnytte værktøjer	19	4%	2
Partnerskaber og rammeaftaler	32	8%	2
Nye udbudsformer og akquisitionsmetoder	16	4%	2

DISKUSSION

4 DISKUSSION

I diskussionsafsnittet præsenteres først resultaterne af den statistiske analyse af respondenternes udtalelser, der dernæst sammenholdes med en tidligere dansk (BvB, 2016) og svensk (Boverket, 2018) undersøgelse af problemfelter, ift. hvad der forårsager fejl, svigt, skader mv. i byggeriet (afsnit 4.1). Dette udgør grundlaget for den efterfølgende diskussion i afsnit 4.2 af undersøgelsesernes kvalitative betragtninger ift. de fire tematiseringer præsenteret i afsnit 2.2, hvorefter pointer påpeges ift. problemfelter og løsningsmekanismer (afsnit 4.3).

4.1 Sammenstilling af resultater

Som beskrevet i afsnit 2.3 *Statistisk behandling af interviewdata*, er der ifm. den statistiske analyse af respondenternes udtalelser, foretaget en sorteringsproces i to trin for at finde frem til de ti vigtigste problemfelter og løsningsmekanismer på tværs af respondenterne. Resultatet af denne analyse ses af Tabel 28 og Tabel 29. Et signifikansniveau på 5% indikerer, om resultatet er statistisk relevant (Hwang et al., 2009). For problemfelter er laveste værdi for varianskoefficienten (CV) 37% mens den højeste er 87% (Tabel 28). Disse værdier indikerer en langt større usikkerhed end ønsket, men det skyldes at indikatoren CV er relativ, som anvendt i Tabel 28 og Tabel 29, jf. afsnit 2.3. Dertil bør det overvejes, om en større undersøgelse skal udføres overvejende kvantitativt i form af fx spørgeskemaer eller telefonopkald (Boverket, 2018), da dette kunne give nogle mere fokuserede besvarelser og en større population.

Tabel 28 – Top-10: Problemfelter.

Problemfelt	Sum	Andel	SD	X	CV
Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter	85	18%	7%	18%	37%
Konkurrenceudsættelse og genudbud	81	17%	7%	17%	40%
Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer	63	13%	6%	14%	41%
Konservativisme og manglende professionalisering	54	12%	5%	12%	44%
Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau	51	11%	5%	10%	50%
Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttes ikke	37	8%	5%	8%	62%
Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation	34	7%	5%	7%	66%
Korte projekthorisonter og kortvarige relationer	26	6%	5%	6%	87%
Digitalisering kan medføre mere spild, BIM-modeller udnyttes ikke	20	4%	2%	4%	58%
Tidspres	17	4%	3%	4%	81%
Total	468				

Tabel 29 – Top-10: Løsningsmekanismer.

Løsningsmekanisme	Sum	Andel	SD	X	CV
Samarbejde og fælles erkendelse	48	21%	9%	19%	48%
Partnerskaber og rammeaftaler	32	14%	9%	13%	69%
Flere ressourcer inden byggestart og brugerinddragelse	23	10%	11%	12%	92%
Tidlig involvering og procesplanlægning	23	10%	10%	9%	104%
Professionalisering (især af bygherre)	22	9%	8%	10%	84%
Centralisering	21	9%	9%	10%	87%
Socialisering, menneskelige relationer og tillid	20	9%	5%	7%	73%
Synlig ledelse med praktisk forståelse og motivation af hinanden	19	8%	6%	7%	90%
Nye udbudsformer og akkvisitionsmetoder	16	7%	5%	8%	60%
Erfaringsopsamling og tilgængelighed af viden	10	4%	5%	5%	97%
Total	234				

Resultaterne af den foreliggende undersøgelse i form af de ti højest prioriterede problemfelter, hentet fra Tabel 28, er i Tabel 30 sammenlignet med to undersøgelser fra hhv. Danmark med omkring 200 besvarelser (BvB, 2016, s. 8-9) og Sverige med 739 besvarelser (Boverket, 2018, s. 223-224). Disse to undersøgelser er valgt, da de har samme formål som

det foreliggende projekt; at kortlægge årsager til svigt, fejl, mangler osv. i byggeriet. Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelses opgørelse med fokus på fejl, er henvendt til håndværkere og rådgivere (BvB, 2016), hvor BUILD's opgørelse repræsenterer rådgiver-, entreprenør- og bygherrefaget mfl. Boverkets opgørelse med fokus på årsager til fejl, svigt og skader (Boverket, 2018), er begrænset til fem problemfelter, uden adskillelse af fagområde, men er i stedet inddelt ift. projektfaserne programmering, projektering og udførelse (Figur 1). Ved at påpege lignende tendenser i resultaterne, indikeret vha. farvekoder i Tabel 30, kan der drages overordnede paralleller mellem de bagvedliggende årsager.

Tabel 30 – Sammenstilling af problemfelter i prioriteret orden, baseret på den foreliggende undersøgelse (BUILD 2021) baseret på interviews, samt en dansk undersøgelse fra 2016 (BvB, 2016) baseret på spørgeskemaer, og en svensk fra 2018 (Boverket, 2018) baseret på spørgeskemaer og telefonopkald. Farvekoder benyttes til at markere beslægtede problemfelter.

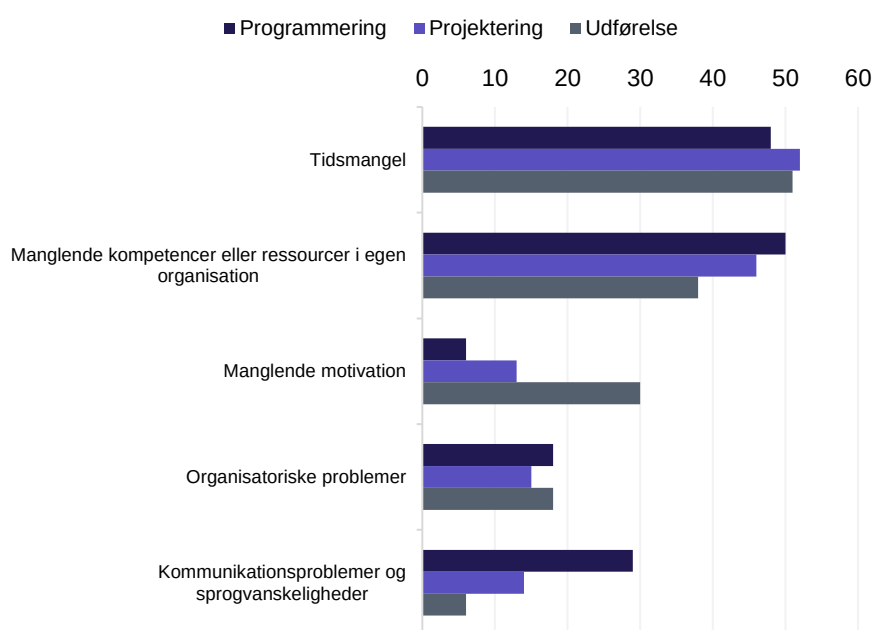
#	BUILD 2021	BvB 2016	Boverket 2018
1	 Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter.	 Dårlig kommunikation mellem håndværker og rådgiver.	 Tidsmangel.
2	 Konkurrenceudsættelse og genudbud.	 Dårlig opgavebeskrivelse.	 Manglende kompetencer eller ressourcer i egen organisation.
3	 Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer.	 Dårlig kommunikation mellem faggrupper.	 Manglende motivation.
4	 Konservativisme og manglende professionalisering.	 For kort tid afsat til opgaven.	 Organisatoriske problemer (samarbejde mellem kommunale afdelinger, aktører eller myndigheder).
5	 Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau.	 For stram økonomi.	 Kommunikationsproblemer og sprogsvækeligheder.
6	 Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttet ikke.	 Billige kortsigtede løsninger.	-
7	 Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation.	 Ikke byggbare løsninger.	-
8	 Korte projekthorisonter og kortvarige relationer.	 Overtager dårligt arbejde.	-
9	 Digitalisering kan medføre mere spild, BIM-modeller udnyttes ikke.	 Dårlig kommunikation mellem håndværker og mester.	-
10	 Tidspres.	 Dårlige tegninger.	-

Der er adskillige ligheder på tværs af undersøgelserne, hvilket underbygger den foreliggende undersøgelses resultater og indikerer, at der tale om generiske tendenser. De gule markeringer kan samles i en gruppe vedr. flere ressourcer tidligt i projektfaserne, da der i alle tre undersøgelser peges på et usikkert udgangspunkt, som kan medføre frustration, samt manglende motivation og ejerskab. De grønne markeringer kan samles under et tema vedr. 'konkurrenceudsættelse', idet der i alle tre tilfælde er tale om pres på tid og økonomi. Flere steder overlapper resultaterne, hvilket giver mening ift. deres generiske form, hvor fx de orange og røde markeringer kan argumenteres at italesætte et behov for gentagelse i samarbejde, samt rettidig involvering af projektets aktører.

BvB konkluderer i deres årsberetning for 2016, på baggrund af deres undersøgelse på Byggerimessen i Fredericia samme år, at *"manglen på god kommunikation mellem parterne er en væsentlig årsag til, at der sker fejl i byggeriet."* (BvB, 2016), svarende til problemfeltet 'Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation' i den foreliggende undersøgelse. Et

andet eksempel på ligheder i Tabel 30 er BUILD's problemfelter 'konkurrenceudsættelse og genudbud' og 'tidspres', som af BvB beskrives som 'for kort tid afsat til opgaven' og 'for stram økonomi', mens Boverket blot kalder det 'tidsmangel'. Undersøgelserne adskiller sig også på visse punkter. Den foreliggende undersøgelse nævner således, modsat de to andre, digitalisering (hvidt symbol) som en faktor der ikke udnyttes til fulde og som endda kan forårsage spild i sig selv.

Boverket er den svenske pendant til Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, som med projektet 'Kortlægning af fejl, mangler og skader i byggesektoren' (oversat fra svensk), har haft til formål at [oversat] *"give et billede af forekomsten af bygningsskader og de ejendomsrættelige og socioøkonomiske konsekvenser, som dette medfører."* (Boverket, 2018). I opgørelsen er besvarelsene nogenlunde jævnt fordelt på tværs af projektfaserne, med undtagelse af 'manglende motivation', der synes særligt at være et problem i udførelsesfasen, og 'kommunikationsproblemer og sprogveskeligheder', som især gør sig gældende i programmeringsfasen (Figur 1).



Figur 1 – De væsentligste årsager til mangler, fejl og skader fordelt på projektfaser. Oversættelse fra (Boverket, 2018).

4.2 Resultaternes relevans for projektets tematiseringer

Interviewrapportens fire tematiseringer præsenteret i afsnit 2.1 *Interviewguide* – programmering, udførelse, eksterne aktører, og strukturer – udgør strukturen for afsnit det følgende diskussionsafsnit. Herved belyses problemfelter og løsningsmekanismer ifm. spild i byggeriet ikke afhængigt af de enkelte respondenter, men i generiske sammenhænge. Diskussionsafsnittet er centreret omkring interviewrapportens tematiseringer og respondenter, men bør ses i kontekst med tidligere erfaringer. Der vil således blive inddraget referencer til den førnævnte opstilling (Tabel 30) undervejs i diskussionen, i det omfang det vurderes at bidrage til at afdække og reflektere en given tematisering. Hvert underafsnit starter med en kort genopfriskning af den givne tematiserings forskningsspørgsmål, samt beskrivelse af hvad tematiseringen dækker over, som beskrevet i afsnit 1. *Indledning*.

4.2.1 Tematisering 1: Programmering

Første tematisering lyder: *'Hvordan medfører de indledende faser processpild og hvilken indvirkning har det på byggeprocessen?'* Programmeringsfasen involverer et fokus på design, faseskift, overdragelser, personudskiftning og ejerskab, samt teknologianvendelse. Det argumenteres i spildprojektets rubriceringsnotat (BUILD, 2021), at de første fejl i et projekt pr. definition bliver begået i programmeringsfasen, da denne er projektets første fase. Et usikkert projektgrundlag kan fx medføre fejl og mangler i udførelsen, hvor der så kan opstå problemer ifm. dårlig opgavebeskrivelse, dårlige tegninger og ikke bygbare løsninger (BvB, 2016), hvilket igen kan lede til manglende motivation i det udførende led (Boverket, 2018).

Blandt respondenterne er der en tendens til at man peger på bygherreleddet, som kilde til senere processpild, fordi bygherreleddet repræsenterer den første projektfase, hvor fx rådgiveren R1 siger, at *"der er generelt manglende viden på bygherresiden omkring kompleksiteten i de her [store renoveringssager, red.], og der starter der meget ondt."* Denne opfattelse deles af softwareudvikleren R4, som agerer bygherrerådgiver ift. bl.a. IKT-løsninger: *"Der er ikke nogen tvivl om, at design- og planlægningsfasen har en indflydelse på hvor lidt du spilder i udførelsesfasen."* Som repræsentant for hovedsageligt professionelle bygherrer, påpeger R9 at *"bygherrer der måske ikke er så gode til [at være eksplorative i starten, red.], kommer måske hurtigt og nemt igennem de helt indledende faser, men opdager så senere i forløbet, at 'ah, det var ikke den helt rigtige beslutning, vi fik taget'. Eller man opdager, at 'vi er nødt til at omgøre vores beslutning, fordi der er nogle forudsætninger der har ændret sig'."*

Omvendt mener fx entreprenøren R7, at *"det er lidt bredt at sætte bygherre i kategori som uvidende, for jeg møder mange bygherrer som ved hvad de vil have [...]. Så det kommer også an på hvor dygtige deres rådgivere er, men jeg synes der er kæmpe forskel på vores bygherrer."* Bygherre initierer projektet og begår dermed de første fejl, som argumenteret i rubriceringsnotatet (BUILD, 2021), hvorfor bygherre udgør en stor drivkraft ved at tage de første beslutninger, men *"om det er rimeligt at forvente det af ham, det er det næste spørgsmål."*, som forskeren R8 påpeger i samme kontekst. Han uddyber ved at sige at *"jeg synes vi kaster for meget efter bygherre ift. hvad det burde være, men omvendt så er det nok ret logisk, at en stor del af ansvaret ligger hos bygherren; men det burde ikke være sådan, i min optik."*

Der tegner sig et billede blandt respondenter af, at fordi bygherre står forrest i projektets tidslinje, bliver mange af de problemer der senere opstår automatisk overført til ham, eller hans rådgiver. I BvB's opgørelse fra 2016, som overvejende repræsenterer håndværkere og rådgivere, kan over halvdelen af punkterne på listen (rød, gul og grøn i Tabel 30) umiddelbart tilskrives programmering – dvs. planlægning og design (BvB, 2016). Præcis hvordan besvarelserne fordeler sig, i BvB's opgørelse mellem håndværkere og rådgivere, vides ikke, men der synes at være enighed om, at et usikkert eller 'dårligt' projektgrundlag for det videre arbejde, er en væsentlig faktor ift. spild i de senere projektfaser. En observation der underbygges af interviewrapportens resultater, hvor problemfeltet "Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer." rangerer tredje højest. Problematikken i procesuel følgevirkning og dét at overtage fejlbehæftet arbejde, uddybes desuden i rubriceringsnotatet (BUILD, 2021).

Den tredjehøjest rangerende løsningsmekanisme i den foreliggende undersøgelse, er at sikre flere ressourcer inden byggestart. Bygherrerepræsentanten R9 fremhæver brugerinddragelse, samt analyse af business case og interessenter, som en væsentlig del af præprojektfasen. Her opstilles der igen forventninger til bygherres professionalisering: *"[...] bygherren skal være grundig og velfunderet i de beslutninger der bliver truffet, og det kræver en proces indledningsvist."* Forskeren R8 underbygger denne udtalelse: *"Det godt være du skal bruge lidt ekstra penge i de tidlige projektfaser, men så har du også et projektmateriale som entreprenøren kan bruge effektivt, til at tjene sit dækningsbidrag på dét. [...] Det er jo det vi*

desværre ser rigtig meget, at man investerer for lidt i de tidlige faser og for meget i de udførende.”

På entreprenørsiden genkendes problematikken, hvor entreprenøren R7 beskriver et lignende ønske: *”Man skal mande stort op i starten, i stedet for løbende og så mande ned til sidst, for der er så mange ubekendte ved en opstart på et byggeri, at man bør være flere end det der er budgetteret med – og så være færre, end det der er budgetteret med, sidst i fasen.”* Bygherrerepræsentanten R10 deler grundlæggende den samme opfattelse, men lægger også vægt på vigtigheden i at balancere ressourcerne tidligt: *”Man kan jo planlægge sig ud af alting, men på ét eller andet tidspunkt overgår værdien af den planlægning jo også omkostningen, så der er jo én eller anden balance man skal tage i mellem det her.”* Fælles for disse respondenter er, at de alle fire påpeger vigtigheden af et gennearbejdet projektgrundlag, da dette spiller en væsentlig rolle ift. at nedbringe spild i de senere projektfaser. Om end man kunne have en tendens til at pege på hinanden, som årsag til at tingene går galt, tegner der sig et billede af, at det er en problematik der berører alle i projektet.

Rådgiverrollen kan argumenteres at være central, idet den både skal sikre at bygherre får realiseret et projekt, som opfylder alle hans krav, men også at disse krav bliver kommunikeret til entreprenøren, så man i udførelsen ved hvad der skal bygges. Rådgiveren R5 beskriver det som: *”Entreprenøren er [sin egen, red.] ven, han skal sørge for at bygge det til den rigtige pris, mens rådgiveren i højere grad er bygherrens ven og skal sørge for, at det er det rigtige man får bygget.”* Bygherrerepræsentanten R10 beskriver problematikken med bygherre som projektets udgangspunkt ift. IKT-bekendtgørelsen, for da den kom *”var der nogle af mine offentlige medlemmer der sagde, at ’nu skal vi tvangsdigitaliseres’ og det førte jo nok til, at bygherrerne blev tvunget til at stille nogle krav, som de ikke selv forstod. Så man stillede krav om noget, som man dybest set ikke havde behov for og noget som man ikke selv forstod.”* Derfor er det måske ikke retvisende at stemple bygherre som værende uvidende, inkompetent, eller ikke at være professionaliseret, som entreprenøren R7 bemærker i forrige passage, da bygherre kan argumenteres at være blevet sat i en position som ufrivillig forandringsagent, fx ift. digitalisering af byggebranchen.

4.2.2 Tematisering 2: Udførelse

Anden tematisering lyder: *’Hvordan påvirker processpild byggeprocessen og hvilke aspekter medfører fejl, svigt og omarbejde?’* Ift. udførelsesfasen fokuseres der på motivation, ledelse, omarbejde, information, håndværksmæssige fejl og projektændringer, samt teknologianvendelse. Ifølge BvB’s opgørelse, er dårlig kommunikation mellem håndværkere og rådgiver den største årsag til fejl i byggeriet (BvB, 2016). Det interessante ved denne betragtning er, at undersøgelsens respondenter omfatter både håndværkere og rådgivere, som tilsyneladende er enige i, at de hver især ikke formår at kommunikere med hinanden, på en hensigtsmæssig måde. Vores respondenter italesætter lignende problematikker ifm. forretningsmodeller, ift. tidlig involvering, hvor entreprenøren R7 fx udtaler, at: *”Vi er mest glade for totalentrepriser, der hvor vi selv vælger vores rådgivere og dem der projekterer. Dvs. vi har en finger med i spillet ret tidligt i fasen, hvor fagentreprisen, det holder vi os helst væk fra. Der er så meget spild i det, fordi vi kommer så sent ind i det, og vi har ikke indflydelse på noget som helst.”*

Rådgiveren R5 påpeger en problematik ved tidlig inddragelse: *”Hvis man alt for tidligt begynder at fokusere på om noget er bygbart, så misser man måske de her helt konkrete behov, for hvad det er man gerne vil bygge. Så hvis man har en alt for tidlig inddragelse af entreprenørerne, så tænker de mere i hvordan det skal bygges, end hvad der skal bygges.”* Derved giver rådgiveren R5 udtryk for, at tidlig inddragelse kan have en uhensigtsmæssig effekt for realisering af bygherres krav og ønsker til projektet, hvis entreprenøren inddrages for tidligt. Ifølge entreprenøren R7, er tidlig inddragelse ’alfa og omega’ for at fjerne spild, ligesom det er væsentligt, at man har mulighed for at vælge sine rådgivere og de personer

der skal projektere. For rådgiveren R5 kan den tidlige involvering betyde, at de tidlige projektfaser kan risikere at lide under et øget fokus på bygbarhed. En anden pointe i entreprenør R7's udtalelse ifm. tidlig involvering, er værdien i at kunne vælge specifikke projektmedarbejdere. Denne observation trækker en tråd tilbage til diskussionen om bygherres ufrivillige rolle som forandringsagent i afsnit 4.2.1, hvor der af respondenterne blev peget på bygherres manglende professionalisering.

Rådgiveren R2 beskriver udfordringen for de offentlige bygherrer, som: *"[...] det er enormt svært indenfor det offentlige, at rekruttere de her medarbejdere. Det er simpelthen pga. løn og arbejdsvilkår, at det kan være vanskeligt for offentlige bygherrer at tiltrække de stærke kompetencer."* Entreprenøren vil gerne tidligt i gang, mens rådgiveren ønsker at prioritere de tidlige projektfaser, fx ifm. brugerinddragelse, så man bedst muligt sikrer at bygherre får det byggeri der forventes – alt imens bygherres muligheder for at professionalisere og positionere sig stærkere, er begrænsede. Dette 'trekantsdrama', som rådgiveren R2 beskriver det, mellem entreprenør, rådgiver og bygherre, kan være et udtryk for at de forskellige aktørers forretningsmodeller og -forståelser, ikke er afstemt med hinanden. Denne uoverensstemmelse kan argumenteres at være medvirkende til, at håndværkere i BvB's undersøgelse betragter 'ikke bygbare løsninger' og 'dårligt tegningsmateriale' som væsentlige årsager til fejl (BvB, 2016), ligesom 'forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter' og 'Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer.' rangerer blandt de øverste problemfelter i den foreliggende opgørelse.

Ifølge entreprenøren R3, er der en igangværende akademisering af byggebranchen: *"Jeg tror der er en tendens til, at den del [de tidlige projektfaser] også bliver akademiseret [...] der mangler nogle gange noget praktisk forståelse, for hvad det er for nogle informationer man skal bruge, når man bygger et hus."* Kritikken er rettet mod manglende praktisk forståelse blandt aktørerne, især i programmeringsfasen, hvor entreprenøren R3 uddyber med, at *"der har været en tradition i byggebranchen for, at man startede sin karriere med at være én eller anden form for håndværker, og så tog man en ingeniøruddannelse, bygningskonstruktør eller arkitekt ovenpå dét."* Denne observation bekræftes af entreprenøren R7, men hvor R3 giver udtryk for at savne byggeteknisk forståelse i projekteringen, beskriver R7 hvordan denne 'stigning i graderne', ikke nødvendigvis er hensigtsmæssig i et ledelsesperspektiv: *"Fordi ofte er det jo 'boblere' [ungt talent der forfremmes, red.] fra formand, så bliver man byggeleder, så bliver man projektleder og så bliver man projektchef; men nogle gange egner man sig måske ikke længere end til byggeleder."*

Man kan udlede af entreprenørerne R3 og R7's udtalelser, at der er min. to grundforudsætninger for at etablere et velfungerende samarbejde på tværs af programmerings- og udførelsesfaserne; praktisk forståelse og lederegenskaber – under ét 'kompetencer'. Forskeren R8 underbygger denne observation, om end i sammenhæng med lokationsbaseret planlægning, men også spurgt ind til hvad der er det generelt største problem ifm. spild mv.: *"Meget af det handler om kompetencer. Ja, viden og kompetencer, for mange af løsningerne findes, men det mangler måske at blive forankret hos de personer der skal bruge dem. Det er egentlig meget positivt, fordi det kan man gøre noget ved."* Observationen underbygges yderligere af entreprenøren R3: *"De projekter hvor det er gået godt, som jeg har været en del af, der har det været en del af agendaen, at vi også har skullet uddanne vores underentreprenører; eller har skullet vælge den rigtige, som ikke nødvendigvis er den billigste, men den der har kunnet løfte opgaven ift. processen. Det har vist sig at være billigere bagefter."*

Entreprenøren R7 er enig med entreprenøren R3, men fremhæver derudover et behov for ikke blot at efteruddanne underentreprenører ift. fx at kunne medprojektere, men også ift. kulturændring: *"Vores elektrikere og VVS'ere er jo involveret i projekteringsfasen også, ift. hvad der kan lade sig gøre – og hvad der ikke kan. Det kan også være de medprojekterer, så de også er med ret tidligt i de første faser og er med til at præge det. Det har så været svært for dem at lære, at man kan det, for hvis de laver en fejl, så skal de også nogle gange*

æde den [påtage sig ansvaret]. Eksterne aktører, som fx underentreprenører og leverandører, indgår i den samlede projektorganisation og dennes værdikæde (Thunberg et al., 2017). I en samarbejdsmodel som fx strategiske partnerskaber, må der forventes at være en kulturel omstilling, hvor forskellige forretningsmodeller og -kulturer skal konsolideres. Organisatoriske vanskeligheder og dårlig kommunikation er væsentlige årsager til fejl og spild mv. (Boverket, 2018; BvB, 2016), hvilket set i lyset af respondenternes udtalelser, kan argumenteres at kunne forbindes problemfeltet 'Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau', som ligger blandt de fem højest rangerede problemfelter i den foreliggende undersøgelse.

4.2.3 Tematisering 3: Eksterne aktører

Tredje tematisering lyder: *'På hvilken måde er eksterne aktører med til at skabe processpild i de forskellige byggefaser?'* Dette delafsnit vil på sin vis være en forlængelse af det foregående, da der også her fokuseres på udførelsesfasen, jf. 'byggefaser'.

Som repræsentant for forsikringsbranchen genkender R11 problematikken vedr. kommunikation, som blev påpeget i afsnit 4.2.2: *"[...] når vi støder på sager, som er gået skævt, så er kommunikationen det ofte også. [Kommunikation, red.] er man ikke god til i byggebranchen, der er vi lidt forstokkede, men der sker noget nytænkning [ifm. kommunikationsværktøjer, red.], som er meget velkomment i branchen."* I koordineringen blandt aktørerne på en byggeplads, kan der opstå flaskehalse hvor fx ukoordineret indkøb af materialer kan hænge sammen med tidspres, som beskrevet af rådgiveren R5: *"Tid er en væsentlig faktor. Man kan købe rigtig meget af ekstramaterialer, men det eneste man ikke kan købe, det er tid. At presse projekterne tidsmæssigt, er ligesom at proppe flere biler ind på vejen og tro, at de så kan køre stærkere."* Tidspres er væsentlige årsager til fejl mv. (BvB, 2016), hvor logistisk stress kan resultere i byggeskader som følge af fugtudsættelse under udførelsen: *"Fugt under udførelsen er et stort problem. Det regner ind og man lader det ikke tørre ordentligt op, og ofte foretages der ikke egenkontrol i form af fugtmåling. Den pressede byggetid resulterer i kvalitetsmangler. Logistik og stress kan medføre, at levering [af materialer, red.] finder sted midt om natten, og at materialet efterlades udenfor og beskadiges af fugt."* (Boverket, 2018). Dette citat, som er oversat fra svensk, er et konkret eksempel på hvordan forhastede beslutninger eller ukoordineret planlægning kan medføre fysiske byggeskader. Processpild har derved manifesteret sig som et produktspild.

Centralisering, som overbegreb, er blandt de ti højest rangerede løsningsmekanismer i denne undersøgelse (Tabel 29) og kan ifølge flere af respondenterne med fordel anlægges i byggebranchen som et modsvar til logistiske udfordringer, hvor fx rådgiveren R5 laver en sammenligning med fødevarerindustrien: *"Der kommer jo ikke fem forskellige leverandører ud til Netto; der kommer én leverandør, som har varer med fra både den ene, den anden og den tredje [leverandør, red.]."* Entreprenøren R3 fremhæver en personlig erfaring, som underbygger denne observation: *"Vi lavede en konsolideringsmodel, det som Netto rent faktisk gør, hvor man har nogle store centrale lagre man køber ind i. Så pakker man den enkelte bil, som kører ud hver dag, nogle gange to gange om dagen, med det man rent faktisk skal bruge."* Rådgiveren R5 siger i forlængelse af sit første citat, at *"dem der får en stærk digital håndtering af det der flow [med centrale distributionscentre, red.], de kommer til at være vinderne."* Ved at formulere sig hypotetisk, kan det argumenteres at rådgiveren R5 giver udtryk for digitaliseringen endnu ikke er slået igennem på dette punkt, men at det kunne være et område, der kunne drage fordel af det. Forskeren R8 har forsket i lokationsbaseret planlægning, og han opdeler problematikken vedr. logistik i to dele: *"Der bliver brugt alt for meget tid på den interne logistik, altså hvor meget tid der bliver brugt på at flytte materialer og sig selv rundt på byggepladsen. [...] at materialerne ikke er der, det vi kalder den eksterne logistik. Hvis du holdte øje med hvor mange gange håndværkerne på et byggeprojekt kørte afsted"*

for at hente noget, som burde have været på pladsen, så fiser de fra og tilbage til fx tømrervirksomheden, fordi der mangler nogle ting. Det er helt vildt. Så der er ingen tvivl om, at alt omkring logistik udgør en stor del af spildet på byggeriet.”

Stop i processer blev af entreprenøren R7 sammenlignet med en bilkø, hvor den forreste ‘bil’ bremses op og så er der lige pludselig 20 håndværkere i en opgang, hvor der kun skulle have været 10, og så begynder der at blive leveret materialer som først skal bruges senere, fordi arbejdsprocessen i opgangen er blevet afbrudt. Entreprenøren R7 tilføjer, at i deres virksomhed er det praksis at få indskrevet i kontrakter med eksterne leverandører, at der skal være mulighed for at bestille og levere byggematerialer i enheder. Det kan fx være som en samlet ordre pr. opgang eller lejlighed, for han fremhæver køkkener som et delement de har haft succes med at få leveret ‘just in time’ – dvs. når de skal bruges og ikke før eller senere. Bygherrerepræsentanten R10 er enig i, at denne løsningsmekanisme er oplagt: *“Det giver god mening fx at få puljet sine byggematerialer, så det man skal bruge ligger sammen. Det kan også være noget med, at få dem leveret på byggepladsen der hvor man skal bruge dem, så de ikke bare bliver smidt lige inden for porten og man så selv skal hen og hente dem dér, men at det faktisk bliver sat der hvor man skal bruge dem.”* Han uddyber og bekræfter problematikken ved ukoordineret logistik ift. processpild: *“Der er meget [processpild, red.] ift. logistik, men det er mere den der spildtid i form af at folk venter, går rundt og leder efter ting, henter ting, eller det kan også være materialer der er ødelagte, fordi de har ligget det forkerte sted.”* Der forekommer at være enighed på tværs af aktørerne om, at logistiske udfordringer er en kilde til proces- og produktspild.

Rådgiveren R5 peger på digitalisering og konsolidering af ERP-systemer (digital styring af virksomhedsfunktioner som fx salg, indkøb og lagerstyring), som en mulig løsning på ukoordineret logistik, men fremhæver ligesom entreprenøren R7 også centrale distributionscentre som en væsentlig parameter ift. at skabe flow i de logistiske processer. Forskeren R8, entreprenøren R7 og bygherrerepræsentanten R10 peger alle tre på, at adgang til byggematerialer, på det rigtige tidspunkt, er en væsentlig forudsætning for at nedbringe procespild under udførelsen. Koordinering af forsyningskæden mellem interne og eksterne aktører, kan argumenteres at være forankret i byggebranchens strukturer, hvor de forskellige aktører er samlet om en fælles opgave, men med vidt forskellige forudsætninger ift. forretningskulturer, incitamenter, afhængigheder, professionaliseringsniveau osv.

4.2.4 Tematisering 4: Strukturer

Fjerde tematisering lyder: *‘Hvorledes medfører byggebranchens strukturelle aspekter processpild?’* Det strukturelle perspektiv fokuserer på generelle problematikker og fænomener i byggebranchen, som på den ene eller anden måde medfører processpild, fx fragmentering og markedsforhold mv. Konkurrenceudsættelse og udbud, samt forskelle i forretningsmodeller og modsatrettede incitamenter, er strukturelle problemstillinger der går igen på tværs af respondenternes faggrupper i den foreliggende undersøgelse og er højest rangeret i Tabel 30. Det er et bredt problemfelt, som har mange snitflader, herunder fx tidspres (BvB, 2016; Boverket, 2018) og stram økonomi (BvB, 2016). BvB har ingen violette markeringer i Tabel 30, hvilket kan skyldes at deres opgørelse overvejende repræsenterer enkeltpersoner, som hver især har sat en farvet seddel på en tavle, som repræsenterer én specifik årsag til at der opstår fejl i byggeriet (BvB, 2016). Den violette markering repræsenterer et bredt problemfelt (strukturer), som kan dække underliggende problematikker. Forskelle i kulturer, eller organisatoriske problemer (Boverket, 2018), kan fx argumenteres at dække over dårlig kommunikation og overtagelse af dårligt udført arbejde (BvB, 2016).

Rådgiveren R1 beskriver udbudsproblematikken som *“den måde man byder disse opgaver ud på og den måde man konkurrerer om dem på, åbner en ladeport af problemer og dermed spild, mangler og fejl, som fylder rigtig meget i byggeriet.”* Leverandøren R6 arbejder med salg og projektering af betonelementer, og beskriver problematikken ift. tidspres: *“Men*

hvis man så også er inde i et tidspres, så er man nogle gange nødt til at udbyde det inden det er nået så langt [at man ved det er bygbart, red.], for at kunne overholde en leveringstid og en byggedato.” Ifølge leverandøren R6 går store udbud ofte ud til fire gange, når fx en totalentreprenør forsøger at presse en pris længere ned. Transaktionsomkostninger, samt udgifter forbundet med akkvisition generelt, går igen i flere interviews, hvor fx rådgiveren R2 beskriver hvordan problematikken er aktuel for flere aktører: *”For hver byggeopgave har vi en ny transaktion og de omkostninger er ret tunge, både på bygherrens side og på entreprenørens side. Vi har noget data i vores organisation, hvor vi har en tommelfingerregel om, at det plejer at koste godt 10% af den samlede omkostning at vinde en opgave.”* Dvs. at hvis rådgiveren R2’s organisation byder på en opgave til fx 25 mio. kr., risikerer de at tabe 2,5 mio. kr. hvis den ikke bliver vundet. I et beregningseksempel (afsnit 3.1.2) løber dette op i godt 1550 spildte arbejdstimer, i et udbud med 20 konkurrerende rådgivervirksomheder.

I Københavns Kommune var der i 2015, ifølge rådgiveren R2, næsten 220 offentlige udbud. Hvis man ganger tallene op (1.550 timer * 220 udbud) bliver dette til mere end 340.000 timer, eller næsten 180 årsværk á 1.924 timer. Denne konkurrenceudsættelse går ud over rådgivningens kvalitet, idet *”rådgiverprocessen simpelthen er for dårlig og de [rådgiverne] er blevet prispressede på en uhensigtsmæssig måde, som er branchens egen skyld. I stedet for at levere en bedre ydelse og tage mere for den, så har man arbejdet for at lave en billigere ydelse, som ikke er i projekternes interesse.”*, som beskrevet af rådgiver R5. R11, som arbejder i forsikringsbranchen, påpeger, at rådgiverne selv bærer en del af skylden i denne problematik: *”De rådgivende vil jo sige, at det er fordi de ikke får nok i honorar, men så kunne de jo bare tage noget mere. Altså, det har jo raslet dernedad og de har ikke penge nok til at projektere i bund – nej, men hvis de nu alle sammen bare gjorde det ordentligt, så kunne de jo bare tage en procent mere eller to.”* Præcis hvad det indebærer at ’gøre det ordentligt’ uddyber R11 ikke, men ligesom respondenterne er overvejende enige i, at der er processpild forbundet med byggeriets konkurrenceudsættelse og udbudsformer, peger de også på nogle af de samme løsningsmekanismer. Der er især én løsningsmekanisme der går igen; samarbejde og fælles erkendelse.

Samarbejde er den løsningsmekanisme med flest datapunkter og størst enighed i respondenternes svar, hvilket indikerer det kan være et universelt behov for byggeriets aktører, samt grundlæggende forudsætning for at nedbringe processpild. Ifm. udbudsformer beskriver rådgiver R1, at *”tydeligst der hvor vi arbejder i strategiske partnerskaber, der får man slået nogle fornuftige krøller på det der [manglende professionalisering på bygherresiden], som meget tydeligt fører til en enorm produktivitetsstigning og en meget hurtigere proces.”* Han påpeger også, at i de projekter hvor man ikke arbejder i en partnerskabsmodel, er videnstab et væsentligt spild: *”Det værste er næsten det videnstab det medfører og den tid det tager, fordi der er så mange udbud, konflikter og skænderier, som kommer til at fylde det hele.”* Igen er respondenterne overvejende enige, hvor fx entreprenøren R7 fremhæver workshops mellem bygherre, bygherrerådgiver og byggeledelsen: *”Vi får det lige talt igennem, hvad det er vi skal forvente af hinanden og alle de der lidt sværere ting, om hvordan vi løser en evt. økonomisk konflikt. Vi får altså lavet en samarbejdsaftale.”* Dårlig kommunikation mellem håndværker og rådgiver, samt kommunikation generelt, er, som tidligere beskrevet, en væsentlig udfordring på entreprenørsiden (BvB, 2016), som kunne imødekommes ved et forbedret samarbejde blandt aktørerne (Boverket, 2018).

Det almene tekniske fælleseje fremhæves af flere respondenter som en løsningsmekanisme, herunder Bygherrerepræsentant R10, Softwareudvikler R4 og Forsikringsrepræsentant R11, men konkrete eksempler fremhæves generelt ikke blandt undersøgelsens respondenter. Når der opfølgende er blevet spurgt ind til effekten af fx Det Digitale Byggeri, Værdibyg eller Lean, er svarene generelt, at der synes at have været en effekt, idet fx Værdibyggs brugere melder positivt tilbage, men at det ikke har været muligt at lave egentlige målinger

af effekten af denne slags initiativer, eller om en given udvikling i spild skyldes samme initiativer. Som den eneste nævner Bygherrrepræsentanten R10 eksplicit Værdibyg, hvilket sammen med førnævnte betragtning om få, konkrete eksempler på initiativer og deres effekt, begrundet hvorfor disse initiativer ikke er uddybet nærmere i denne kontekst. Det bør dog bemærkes, at der blandt respondenterne er blevet italesat et problemfelt vedr. tillid til empiri, navnlig af Softwareudvikler R4 og Forsker R8, hvilket kan fortolkes som et indirekte udtryk for, at det almene tekniske fælles eje ikke udnyttes optimalt, hvilket taler ind i problemfeltet vedr. udnyttelse af digitalisering (Tabel 28).

4.3 Afrunding: Resultaternes implikationer

Dette afsnit afrunder interviewrapporten, hvor der bliver peget ind i konkrete implikationer vedr. problemfelter (Tabel 31), som jf. den foreliggende undersøgelse forårsager processpild og typisk også produktspild, som indirekte konsekvens. Fortolkningen tager udgangspunkt i forståelsen af et byggeprojekt som et system, der udgøres af en række aktører; hvert problemfelt og løsningsmekanisme udspringer af en systemisk svaghed, hvor 'svaghed' skal forstås som *“enhver utilstrækkelighed eller knaphed, som kompromitterer et givent systems robusthed”* (BUILD, 2021). Afsnittet er et forsøg på en konkretisering af hvad der ifølge respondenterne synes at forårsage spild i byggeprocesser, med afsæt i et systemisk perspektiv.

Tabel 31 – Problemfelternes implikationer, grupperet jf. farvekoder fra Tabel 30.

Problemfelter	Implikationer
■ 1. Forskelle i forretningsmodeller og kulturer, modsatrettede incitamenter. ■ 4. Konservativisme og manglende professionalisering.	Konservativ innovation Der er væsentlig forskel på hvordan byggebranchens aktører tjener penge, hvilket kan argumenteres at være hæmmende for konstruktivt samarbejde. På trods af gode resultater og høj ydeevne på projekter med brug af fx lokationsbaseret planlægning, vælger man alligevel at fravælge det i de fleste tilfælde, ud fra en overbevisning om, at det også må kunne lykkedes uden. Der er en tendens til, at man ikke stoler nok på empiri til at fastholde reelt værdiskabende værktøjer når der sker noget uventet, ligesom man har for vane helt at overse empirien. Man vil gerne professionalisere sig, når det går godt, men i det øjeblik det ikke gør, går man tilbage til at gøre som man plejer.
■ 2. Konkurrenceudsættelse og genudbud. ■ 10. Tidspres.	Mindre konkurrenceudsættelse Byggeopgaver udbydes typisk til laveste pris, hvorfor det ikke nødvendigvis er den dygtigste, mest professionaliserede, eller mest kompetente rådgiver eller entreprenør der vinder, men den der tilbyder den laveste pris. I 80% af alle byggeopgaver overskrides budgettet markant (ifølge softwareudvikler R4), hvorfor det bredt set må være indforstået, at man vælger den billigste – og måske mest inkompetente – tilbudsgiver, velvidende man måske alligevel rammer den højeste pris til sidst, når alle konflikter og udbredinger mv. er gjort op.
■ 3. Usikkert projekt- og tegningsgrundlag/-omfang, samt projektændringer.	Flere ressourcer tidligt i projektfaserne Bygherren bliver typisk beskyldt for at bære ansvaret for de tidlige projektfejl, alene fordi man kigger bagud efter årsager til fejlene, hvor bygherren står som første aktør i projektet. Om det reelt er rimeligt at bebrejde bygherre alene er en anden diskussion, men på tværs af respondenterne bliver der italesat et behov for at investere flere ressourcer tidligt, i de enkelte projektfaser.

■ 5. Videnstab og mangel på kompetencer, lavt uddannelsesniveau.

■ 8. Korte projekthorisonter og kortvarige relationer.

Gentagelse og rettidig involvering

Bemærk, at pkt. 5 og 8 her er lagt sammen, selvom farvekoderne ikke er ens. Dette skyldes at problemfelterne overlapper ifm. videnstab i kortvarige projekthorisonter, som er den implikation der påpeges i det følgende: Partnerskaber og langsigtede samarbejdsaftaler, argumenteres af de fleste respondenter til at være afgørende for nedbringelse af processpild – med produktspild til følge – i byggeriet. Det er tilsyneladende ikke mangel på viden der er et problem, eller fordi aktørerne er ubegavede, men nærmere at aktørerne – og deres viden – bliver involveret på det forkerte tidspunkt. Når man starter forfra mellem byggeprojekter og man skal lære nogle nye aktører at kende, nulstilles også det kendskab man har til andres viden, hvorved det bliver sværere at indføre relevant viden i projektet rettidigt.

□ 6. Digitaliseringen er ikke slået igennem/udnyttet ikke.

□ 9. Digitalisering kan medføre mere spild, BIM-modeller udnyttet ikke.

Relevant digitalisering

Flere af respondenterne bakkede op om vores påstand om, at byggebranchens aktører i grove træk har misforstået nogle grundlæggende koncepter vedr. digitalisering; fx at BIM-konceptet er mere end bare digitale bygningsmodeller. Der tegner sig et billede af, at der er et behov for at byggebranchens aktører lærer – og får afstemt med hinanden – præcis hvor og hvordan digitaliseringen af byggeriet kan give værdi.

■ 7. Dårlig/manglende (proces)ledelse og kommunikation.

Selvmodsigelsen i et praksisorienteret ledelsesbehov

Proces- og projekteringsledelse efterspørges af flere af respondenterne, men med et ønske om mere praktisk forståelse og mindre akademisering. På den ene side savner man bedre uddannede ledere, men samtidigt frygter man at byggebranchen bliver for akademisk, med manglende praktisk forståelse som konsekvens.

Et byggeprojekt kan betragtes som et system, hvor systemets evne til at håndtere afvigelser indikerer hvor robust det er, jf. rubriceringsnotatets argumentation: *”Fra det øjeblik et projekt initieres og der trykkes på startknappen”, er projektet i konstant fremdrift, uagtet i hvor høj grad det er færdiggjort. Dets robusthed, agilitet, tilpasningsevne, styrke osv. afhænger af i hvor høj grad det evner at overkomme uforudsigeligheder og afvigelser i øvrigt, uden at gå på kompromis med den tilsigtede kvalitet.*” (BUILD, 2021). Et givent projekt opererer under nogle forudbestemte præmisser, som kan betragtes som systemiske rammer; en afgrænsning som har en start, midte og slutning. De systemiske rammer er det der i den foreliggende undersøgelse omtales som strukturer, som er de forudsætninger projektet præsterer under; der er for stor forskel på hvordan aktørerne tjener sine penge, kulturen om konkurrenceudsættelsen er for dominerende, relationerne er for korte, lederne er for kortuddannede og mangler praktisk forståelse, og digitaliseringen af byggebranchen har ikke – for alle parter – medført de produktivtetsgevinster man håbede på fx Det Digitale Byggeri ville tilskynde. Der opstår altså svigt, fejl og mangler (under ét spild) fordi rammerne for det konstruktive samarbejde ikke er til stede – og måske endda bliver hindret, af de systemiske rammer og strukturer.

Resultaterne i Tabel 31 beskriver problematikken på dette overordnede niveau, med enkelte spadestik ned i konkrete eksempler i de enkelte interviews, hvor der som løsningsmekanismer hertil fremhæves fx partnerskabsmodeller, tidlig involvering, synlig ledelse med praktisk forståelse, samt professionalisering af især (offentlige) bygherre(r), jf. Tabel 29. Den generelle tendens blandt respondenterne er, at man egentlig gerne vil arbejde sammen på en konstruktiv måde, men at forudsætningerne ikke tillader det. Udbudsregler og konkurrenceudsættelse gør, at der ikke er plads til at ’opføre sig ordentligt’, hvilket især hos fagentrepriserne, samt de små aktører i de fragmenterede projektorganisationer i øvrigt, kommer til udtryk som mangel på en følelse af ejerskab og motivation. De store aktører har mulighed

for at fordrer det gode samarbejde, i kraft af at kunne centralisere sine eksterne aktører, men bliver ofte forhindret i det af et restriktivt udgangspunkt – fx krav om lav pris, tidspres osv. Som beskrevet i pkt. 3 i Tabel 31, bliver der typisk peget tilbage på bygherre af rådgiver og entreprenør, fordi bygherre som initiator definerer projektets grundforudsætninger. Bygherre er omvendt set bundet af fx udbudsregler, samt opstilling af krav til BIM- og IKT-anvendelse, hvilket er et eksempel på krav bygherre jf. udbudsreglerne skal stille, men ikke nødvendigvis selv har forudsætningerne for at forstå og formulere på hensigtsmæssig vis.

4.3.1 Forslag til yderligere analyser

Som beskrevet i afsnit 4.1 *Sammenstilling af resultater*, er der belæg for at udføre en opfølgende undersøgelse, med henblik på at isolere specifikke årsager til hvorfor, og under hvilke forudsætninger, proces- og produktspild opstår. Et forslag til hvordan denne undersøgelse i hovedtræk kunne foregå, er ved at anlægge et udvidet systemisk perspektiv, som med afsæt i den foreliggende undersøgelses resultater, søger at kvantificere sammenfald i bestemte tendenser. Fx om der er en statistisk signifikant korrelation mellem tidspres (evt. udtrykt som antal dage pr. m²) og antal projektændringer; mellem udbudstype og budgetoverskridelser; eller mellem projektfaser og antal projektmedarbejdere. Derved kan generiske problemfelter (Tabel 31) som 'forskellige forretningsmodeller og kulturer', 'konkurrenceudsættelse', eller 'projektgrundlag' indsnævres til konkrete og kvantitativt påviselige problematikker, såfremt et tilstrækkeligt datagrundlag kan tilvejebringes. En indgang til at opstøve dette datagrundlag kunne være gennem én central database, som fx Byggeskadefondens (2021), eller en offentlig bygherre, som må forventes at være i besiddelse af dokumentation på hvilke aktører, der har været involveret i et givent projekt. Herefter kunne tilgangen være, at man ringede rundt og fik indsamlet anonyme data, på de parametre der måtte vurderes at være relevante. Derved kan man komme problematikken 'et spadestik nærmere', så det kan blive muligt at sætte ind hvor spildet er størst.

REFERENCER

5 REFERENCER

- Boverket. (2018). Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn. Karlskrona: Boverket.
- BUILD. (2021). Definition og rubricering af spild: Notat vedr. aktivitet 3 (Indsats mod spild i byggeriet 2020). København: Aalborg Universitet.
- BvB. (2016). BvB Årsberetning 2016. Hentet fra Byggeskadefonden vedrørende Byfornyelse: https://bvb.dk/media/vvkh233i/bvb_beretning_2016_opslag.pdf
- Byggeskadefonden. (2021). Søg i database med eftersyn. Hentet fra Byggeskadefonden: <https://bsf.dk/eftersyn/sog-i-database-med-eftersyn>
- Bøye, E. M. (2006). Deskriptiv statistik (4. udg.). Århus: Swismark.
- Hwang, B.-G., Thomas, S. R., Haas, C. T., & Caldas, C. H. (Marts 2009). Measuring the Impact of Rework on Construction Cost Performance. *Journal of Construction Engineering and Management*(135(3)), s. 187-198.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2008). Interview - Introduktion til et håndværk (2. udg.). København: Hans Reitzels Forlag.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). Interview - Det kvalitative forskningsinterview som håndværk. København: Hans Reitzels Forlag.
- Thunberg, M., & Fredriksson, A. (2018). Bringing planning back into the picture - How can supply chain planning aid in dealing with supply chain-related problems in construction? *Construction management and economics* Vol. 36(8), 425-442.

Rapporten *‘Kortlægning af spild i byggeriet – omfang, årsager og forslag til indsatser’* er udarbejdet af BUILD/AAU for Bolig- og Planstyrelsen (BPST), det tidligere Trafik- Bygge- og Boligstyrelsen, og sammenfatter analyser og aktiviteter i myndighedsprojektet *‘Indsats mod spild, svigt, fejl og mangler i byggeriet’* gennemført i perioden juli 2020 – marts 2021.

Rapporten omhandler, hvorledes spild i byggeriet medfører væsentlige værditab og har negative konsekvenser for bl.a. produktiviteten og ressourceforbruget. Det fører til øget CO₂-udledning, når fejl og mangler skal udbedres, og nye byggematerialer forbruges. Der er behov for systematisk viden om årsagerne til spild, som kan kvalificere og målrette kommende indsatser.

Den foreliggende rapport giver et overblik over den gældende viden i forhold til årsager og mulige veje at håndtere spild, baseret på en række interviews med repræsentanter for byggebranchen samt gennemgang af international, videnskabelig litteratur. På baggrund af dette arbejde skitseres en række forslag til indsatser for at nedbringe de forskellige former for spild.

Projektet finansieres af BPST og Realdania, og er en opfølgning på en tidligere undersøgelse af omfanget af svigt i byggeriet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004), og inkluderer en opdatering af det svigtindeks, der blev udviklet efterfølgende (Nielsen & de Place Hansen, 2007).



BUILD
AALBORG UNIVERSITET