



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Logistik i byggeriet

Clausen, L.

Publication date:
1995

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Clausen, L. (1995). *Logistik i byggeriet*. SBI forlag. SBI-rapport Nr. 256

General rights

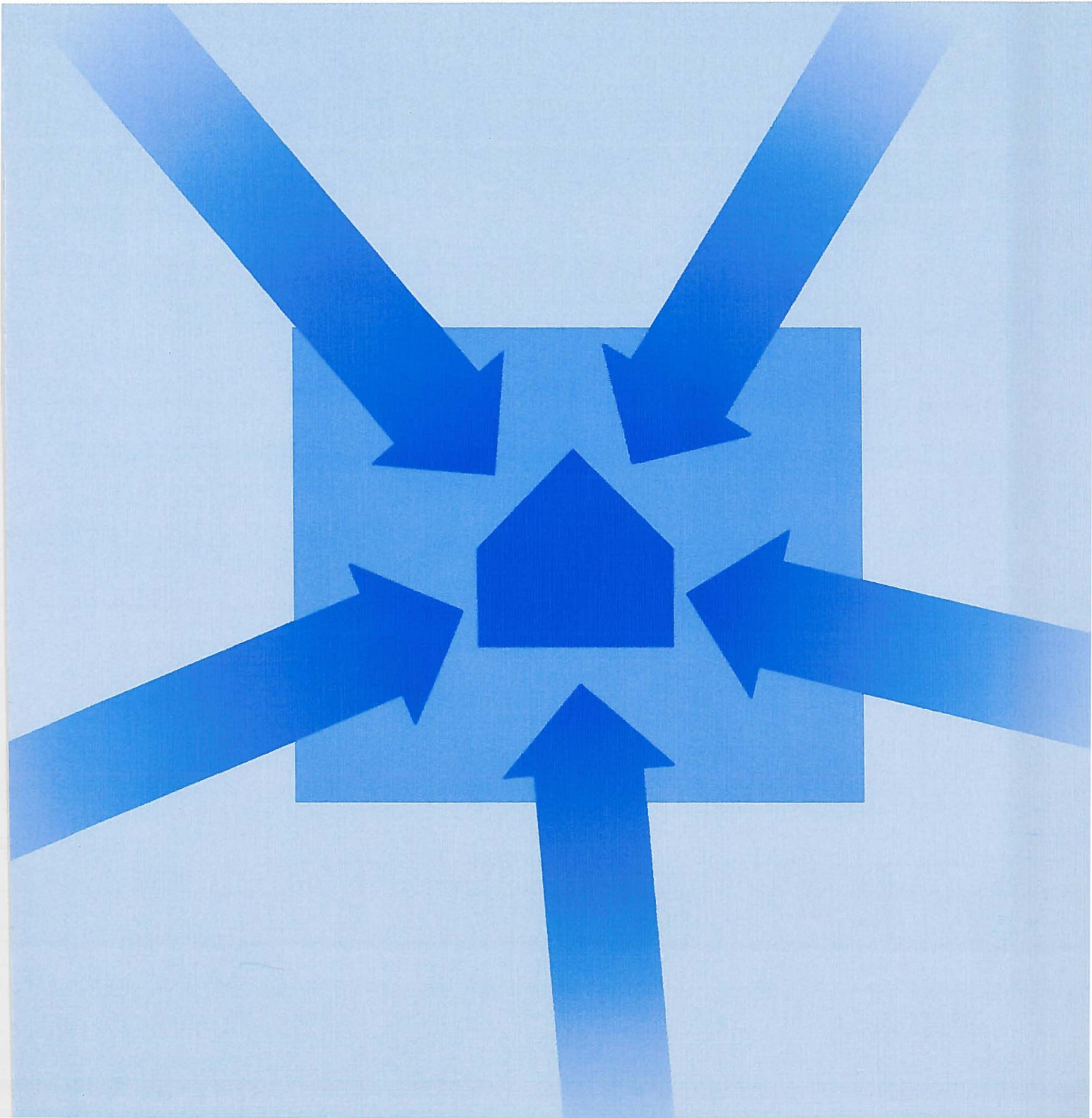
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- 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.

SBI-RAPPORT 256 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1995



Logistik i byggeriet

LENNIE CLAUSEN



SBI-rapporter er beretninger om afsluttede forskningsprojekter.

SBI-publikationer udgives i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Byplanlægning og Beton. Publikationerne fås gennem boghandelen eller ved at tegne et SBI-abonnement. Instituttets årsberetning, publikationskatalog og publiceringsdiskette er gratis og kan rekvireres fra SBI.

SBI-abonnement er en rabatordning med mange fordele for dem, der vil sikre sig løbende orientering om væsentlige udgivelser inden for byggeforskningsområdet. Ring til SBI og hør nærmere.

ISBN 87-563-0905-8.

ISSN 0573-9985.

Pris: Kr. 145,00 inkl. 25 pct. moms.

Oplag: 800.

Tekstbehandling: Lil Honoré Rosschou.

Tegninger: Annette Juul Muusfeldt.

Omslag: Henning Holmsted.

Tryk: Bjørvig Offset, Hillerød.

Statens Byggeforskningsinstitut,

Postboks 119, 2970 Hørsholm.

Telefon 42 86 55 33.

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen:

SBI-rapport 256: Logistik i byggeriet. 1995.

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	5
1 Indledning	8
2 Logistikbegrebet	9
2.1 Logistikbegrebet generelt	9
2.2 Logistikbegrebet i byggeriet	11
2.3 Vilkår for logistik i byggeriet	14
3 Logistik i relation til nu- værende praksis	16
3.1 Projektering	16
3.2 Indkøb og levering	17
3.3 Produktionsplanlægning og udførelse på byggepladsen	21
4 God logistikpraksis	24
4.1 Logistikrigtig projektering	25
4.2 Produktions- og leveranceplanlægning	27
4.3 Planlægning og drift af byggeplads	32
4.4 Indkøbspolitik og logistikomkostninger	35
4.5 Styring, koordinering og ledelse	37
4.6 Nye samarbejdsformer	40
5 Fortsat forskning og udvikling	43
5.1 Nye samarbejdsformer i byggeriet	43
5.2 Kommunikation og elektronisk samhandel	44
5.3 Logistikomkostninger	44
5.4 Logistikrigtig projektering	44
5.5 Målemetoder, opfølgingsrutiner og styringsværktøjer	45
5.6 Kortlægning af logistikaktiviteterne i renoveringssektoren ..	45
6 Litteratur	46
Summary	49

Forord

Logistik er blevet et vigtigt indsatsområde i bestræbelserne på at forbedre byggeriets produktivitet og virksomhedernes konkurrenceevne. Det kan blandt andet aflæses af, at adskillige aktuelle udviklingsprojekter og forsøgsbyggerier omhandler forskellige aspekter af logistik.

Denne SBI-rapport redegør for resultaterne af et forskningsarbejde, der har haft til hensigt at klarlægge logistikbegrebet og sammenfatte de hidtidige erfaringer med logistikaktiviteter i byggeriet. I rapporten fremlægges endvidere en række idéer til, hvordan logistikarbejdet i byggeriet kan styrkes, idet der er lagt vægt på at inspirere til en udviklingsproces i byggesektorens virksomheder.

Det er tanken, at rapporten skal danne baggrund for en yderligere forskningsindsats, der skal munde ud i en mere anvisningsorienteret rapport.

Rapporten er udarbejdet på grundlag af litteraturstudier, vurdering af forsøgsbyggerier samt interview med centrale aktører i byggeprocessen, specielt deltagerne i forsøgsbyggeriet "Sophiehaven", der blev gennemført i 1992-1994.

Arbejdet er foregået inden for rammerne af SBI's projektområde Byggeriets produktivitet. Foruden forfatteren har Michael Listoft og Jørgen Nielsen deltaget i arbejdet. Michael Listoft har specielt bidraget med et første udkast til afsnittene i kapitel 4.

Statens Byggeforskningsinstitut
Afdelingen for Materialer og Konstruktioner, september 1995
Georg Christensen, forskningschef

Sammenfatning

Rapporten omhandler logistik i byggeriet med hovedvægt på at etablere en forståelse af logistikbegrebet. I rapporten redegøres for de hidtidige erfaringer med logistikaktiviteter, og der præsenteres forslag til forbedringsmuligheder gennem fortsat forskning og udvikling.

Rapporten er et led i SBI's arbejde med logistik, der vil blive videreført inden for rammerne af projektområdet Byggeriets produktivitet.

Logistikbegrebet

Logistikbegrebet er først og fremmest blevet udviklet i den faste industri og fremstår i dag som et strategisk ledelsesbegreb, der benyttes til at sikre et helhedsperspektiv på materialestrømme i produktionsprocessen.

Logistik i byggeriet omfatter planlægning, organisering, koordinering og styring af materialestrømmene fra råstofindvinding til indbygning i det færdige bygværk på byggepladsen.

Logistik i byggeriet kan ses i to perspektiver: Et virksomhedsperspektiv, hvor logistikaktiviteterne tager udgangspunkt i den enkelte virksomhed, samt et projektperspektiv, hvor det er de samlede logistikaktiviteter i byggeprojekt og projektorganisation, der er i centrum.

Som udgangspunkt for en diskussion af mulighederne for at styrke logistikaktiviteterne i byggeriet er det nødvendigt at fokusere på byggeriets aktuelle produktionsvilkår. De kan blandt andet karakteriseres ved den temporære organisering, den stærke specialisering på virksomhedsniveau og den traditionelle entrepriseopdeling i produktionsprocessen. Som konsekvens heraf vil planlægnings- og styringsfunktionerne i forbindelse med logistik ofte være fordelt på et betydeligt antal aktører, hvilket stiller specielle krav til såvel koordinerings- og ledelsesindsats som samarbejde i byggeriets projektorganisation.

Logistik i relation til nuværende praksis

Et erfaringsmæssigt betydeligt svind og spild af materialer i byggeprocessen kan tages som udtryk for, at logistikaktiviteterne langtfra altid gennemføres optimalt. Generelt er byggesektorens nuværende indsats på logistikområdet da også kendetegnet ved et ad hoc-præget samarbejde, manglende langsigtet udvikling og manglende helhedsperspektiv.

Projekteringen er sjældent konsekvent gennemført med logistikaktiviteterne i produktionsprocessen for øje. Det skyldes ikke alene, at logistiktankegangen anvendt i byggeriet er under nyudvikling, men hænger også sammen med de traditionelle samarbejds mønstre og manglende erfaringsoverførsel.

Relationerne mellem leverandører og udførende virksomheder er præget af en "pris-jagt"-strategi, hvor der fokuseres på byggevarernes pris, medens de materialerelaterede omkostninger (logistikomkostningerne) ikke inddrages konsekvent i overvejelserne om valg og indkøb af materialer og byggevarer. Det skyldes hovedsageligt, at erfaringsopsamlingen er sparsom, og at aktørerne mangler metoder og værktøjer til at gennemføre en sådan. Som konsekvens heraf bliver beslutninger i

de udførende virksomheder vedrørende valg af leverandører og leveranceservice ofte truffet på et spinkelt grundlag.

Den mangelfulde erfaringsopsamling og -formidling er ligeledes en medvirkende årsag til, at der kun for enkelte materialekategorier gennemføres en systematisk og omhyggelig leveranceplanlægning.

For den overvejende del af de indkøbte materialer er leveranceplanlægningen ad hoc-præget og gennemføres ikke systematisk, hvilket giver sig udslag i to typer problemer: For det første indkøbes en del materialer først umiddelbart inden brug, hvilket let resulterer i forsinkelser, afbrydelser i arbejdsrytmen og en ujævn ressourcebelastning hos såvel leverandører som udførende virksomheder på byggepladsen. For det andet indkøbes andre materialer i store mængder uden at være tilpasset den aktuelle produktion på byggepladsen. Resultatet er i denne situation et øget ressourceforbrug til oplagring, håndtering og transport, hvilket ydermere forøger risikoen for svind og spild.

God logistikpraksis

Der kan næppe opstilles én standardløsning for god logistikpraksis, der vil sikre succes i alle byggesager. En videreudvikling af logistikarbejdet i byggeriet er derfor en kontinuerlig proces, som skal ske på baggrund af et sæt principper og arbejdsformer, der sikrer opmærksomhed om og en omhyggelig behandling af logistikspørgsmål i de enkelte virksomheder og i byggeprocessen som helhed.

God logistikpraksis i byggeriet kan tage udgangspunkt i følgende principper:

- En projekteringsform, der kan kaldes logistikrigtig projektering, hvor der ved projekteringen fokuseres på mulighederne for at understøtte produktionsprocessen og vælge de økonomisk mest fordelagtige byggetekniske løsninger.
- Produktions- og leveranceplanlægning karakteriseret ved, at:
 - materialeleverancer tilpasses byggetakten på byggepladsen
 - indbygning af materialer og byggevarer så vidt muligt sker i direkte forlængelse af transporten til byggepladsen
 - behovet for tildannelse på byggepladsen reduceres
 - den interne transport på byggepladsen mindskes eller effektiviseres.
- Planlægning og drift af byggeplads med udgangspunkt i en strategi om, at materialer og byggevarer skal håndteres, transporteres og oplagres i mindst muligt omfang. Følgende hovedelementer indgår i planen for byggepladsens planlægning og drift:
 - materiel til transport, håndtering og ophejsning
 - lagerpladser til midlertidig oplagring
 - tilkørselsveje og interne transportveje, nødvendige tildannelsessteder.
- Indkøbspolitik med udgangspunkt i en strategi om minimering af de totale byggeomkostninger, hvilket kræver et større kendskab til logistikomkostningerne for forskellige typer materialer, leveranceformer etc.
- Styring, koordinering og ledelse med vægt på følgende områder:
 - en generel opprioritering af planlægning og styring af arbejdet inden for hver enkelt virksomhed og entreprise
 - en større indsats for koordinering på tværs af virksomheds- og entreprisegrænser

- den overordnede byggeledelse skal engagere sig mere aktivt og konstruktivt i beslutninger vedrørende byggeteknik, udførelsesmetode og produktionsteknologi.
- Nye samarbejdsformer, der er karakteriseret ved helhedssyn, langsigtet udvikling, samt tillid og afhængighed mellem parterne. Nye samarbejdsformer kan blandt andet medvirke til at sikre fælles læreprocesser og den erfaringsopsamling og -formidling, der er nødvendig for at gennemføre en langsigtet udviklingsproces.

Fortsat forskning og udvikling

Der er behov for en forsknings- og udviklingsindsats, både i form af forsøgsbyggeri, analyseprægede opgaver og udviklingsprojekter, eventuelt organiseret i et samarbejde mellem flere parter fra byggesektoren.

Følgende opgaver foreslås taget op:

- Analyse og afprøvning af nye samarbejdsformer i byggeriet.
- Kortlægning af kommunikation i byggeprocessen samt analyser og afprøvning af elektronisk samhandel.
- Afprøvning og udvikling af principper for logistikrigtig projektering.
- Bestemmelse af logistikomkostninger.
- Udvikling af målemetoder, opfølgingsrutiner og styringsværktøjer.
- Kortlægning af logistikaktiviteter i renoveringssektoren.

1 Indledning

Logistik er inden for de seneste år for alvor kommet i fokus i byggesektoren. En række forsøgsbyggerier og udviklingsprojekter med logistik som centralt tema er allerede gennemført, og mange virksomheder fra alle dele af byggesektoren er i færd med at udvikle nye metoder og administrative rutiner til planlægning og styring af byggematerialernes vej gennem byggeprocessen. Og som noget nyt sker udviklingsarbejdet i flere tilfælde på tværs af traditionelle fag- og virksomhedsskel.

Forklaringen på denne interesse er først og fremmest en forventning om, at forbedret logistik vil være et vigtigt middel til at opnå bedre produktivitet i byggeriet og styrke konkurrenceevnen på det internationale marked. Flere danske og internationale undersøgelser dokumenterer således et betydeligt potentiale for besparelser på omkostningerne i tilknytning til materialeleverancerne i byggeriet, samtidig med at øget fokus på logistik kan medvirke til at fremme samarbejdet mellem byggeriets parter (se fx: Bygge- og Boligstyrelsen, 1993 og 1994; Horstmann og Paus, 1990; Thomas, Sanvido og Sanders, 1989). Endvidere er materialeomkostningernes andel af de samlede produktionsomkostninger stigende som følge af rationaliseringer af produktionsprocesserne og et stigende teknologiindhold i byggevarerne. Derved får logistik øget relativ betydning i byggeprocessen.

På trods af den megen opmærksomhed er selve logistikbegrebet imidlertid fortsat både uklart og mangetydigt. Ligeledes kan der spores en vis usikkerhed over for, hvilke aktiviteter logistik omfatter i praksis og hvilke konkrete initiativer, der kan igangsættes i en byggesag eller i den enkelte byggevirksomhed. Der savnes med andre ord et overblik over erfaringerne med logistikaktiviteter fra byggeriets praksis, til støtte for virksomhederne i den videre udvikling.

På denne baggrund har nærværende rapport til formål:

- at afgrænse og beskrive logistikbegrebet (kapitel 2)
- at sammenfatte og vurdere de hidtidige erfaringer med logistikaktiviteter i byggeriet (kapitel 3)
- at give idéer til forbedringsmuligheder samt opstille principper for god logistikpraksis (kapitel 4)
- at pege på indsatsområder for fortsat forsknings- og udviklingsarbejde, herunder forsøgsbyggeri, til styrkelse af logistikaktiviteterne i byggeriet (kapitel 5).

2 Logistikbegrebet

2.1 *Logistikbegrebet generelt*

Logistik er oprindeligt et militært udtryk, som betegner planlægning, organisering og fremføring af de ressourcer, en militær operation kræver. I erhvervssammenhæng er logistik først blevet etableret som et selvstændigt begreb i løbet af de seneste 30 år, og i Danmark først for alvor i løbet af 1980'erne. Logistik har ofte været forbundet med operationsanalytiske metoder til optimering af vare- og godstransport. Imidlertid er der i de seneste år sket en udvikling, der har betydet, at logistik i dag skal opfattes som et langt bredere ledelsesmæssigt begreb, der tilmed kan udgøre en vigtig del af en virksomheds idégrundlag. Logistik skal betragtes som en ledelsesfilosofi og ikke blot som en rationaliseringsmetode.

Forståelsen af logistikbegrebet udvikles og revideres til stadighed, og de forskellige elementer, der indgår i logistikbegrebet, tillægges skiftende betydning i takt med at der gøres nye praktiske og teoretiske erfaringer. Det kan derfor ikke overraske, at logistikbegrebet ikke altid benyttes med et klart og entydigt indhold.

Ud fra de forskellige opfattelser af logistikbegrebet kan udtrages en fællesnævner, der definerer logistik som: Planlægning, udvikling, koordinering, organisation, styring og kontrol af materialestrømmen fra råvareleverandør til slutbruger (Christiansen, 1992 og Storhagen, 1987). Denne definition betegnes gerne som den "klassiske definition" af begrebet.

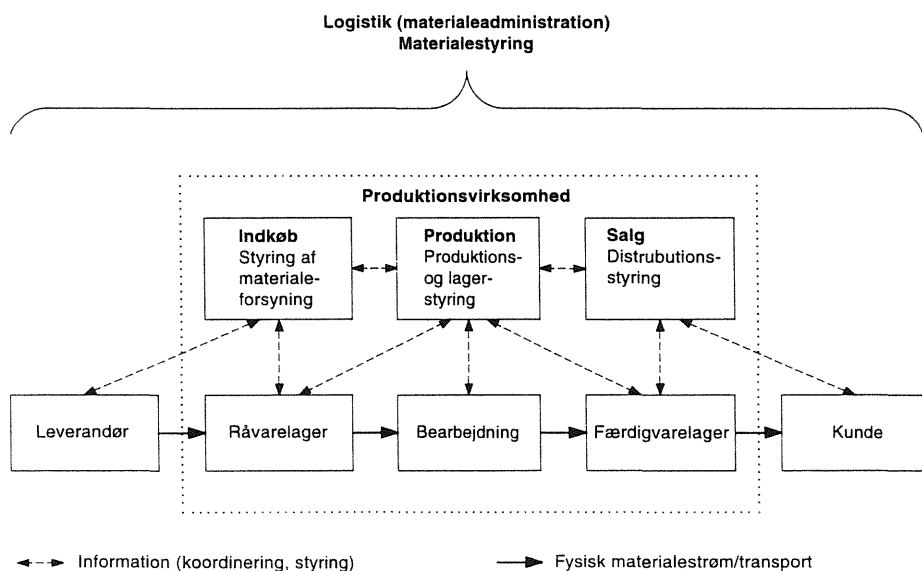
Logistik omfatter alle trin i materialestrømmen, både inden for en virksomhed og mellem forskellige virksomheder. Til den fysiske materialestrøm er knyttet en informationsstrøm, der hovedsageligt omfatter planlægnings-, styrings- og kontrolinformation.

Logistik skal ikke opfattes som en speciel organisationsform, men som en tankegang, der kan indgå i arbejdet på alle niveauer af en organisation. Logistik er heller ikke noget man kan vælge fra eller til. I alle produktionsprocesser (herunder byggeri) gennemføres logistikaktiviteter, men det kan gøres mere eller mindre bevidst, i større eller mindre omfang og med forskellige grader af effektivitet.

Logistikbegrebet knyttes gerne sammen med nyere produktionsprincipper som fx "Just-In-Time", hvor der lægges vægt på, at de rigtige produkter leveres i den rette kvalitet det rette sted og til den aftalte tid. Også en ledelsesform som "Time Based Management", hvor der fokuseres på tid og hastighed i de aktiviteter, en virksomhed skal gennemføre, optræder ofte i sammenhæng med logistikovervejelser.

Udviklingen af logistikbegrebet er i helt overvejende grad sket ud fra et mikro-økonomisk virksomhedsperspektiv med udgangspunkt i den faste industris virksomheder og virksomhedsstruktur. Det betyder bl.a., at produktionsvilkår, som man finder dem i byggeriet, praktisk talt ikke har været direkte inddraget i teoriudviklingen af logistikbegrebet.

Gennem de seneste år har de mere overordnede, strategiske elementer i logistikbegrebet været genstand for den største udviklingsinteresse, hvilket træder tydeligt frem i forbindelse med den seneste tids fokusering på den enkelte virksomheds relationer til kunder og underleverandører og med indførelse af førnævnte Just-In-Time-principper i produktionsprocessen. Endvidere tilstræber man i højere grad at koordinere eller integrere forskellige funktioner for at skabe en samlet optimering af produktionsprocessen i virksomhederne. Ofte er virksomhedernes organisationer opbygget i en række afdelinger, fx for indkøb, lager, produktion og salg, hvor hver enkelt afdeling har ansvaret for hver deres del af materialestrømmen. I mange industrivirksomheder forsøger man derfor at optimere den samlede materialestrøm ved at styrke koordineringen mellem afdelingerne og nedbryde eventuelle barrierer mellem forskellige funktioner og afdelinger. Logistikperspektivet benyttes til at integrere de planlægnings- og styringsaktiviteter med tilknytning til materialestrømmene, som der tidligere har været en tendens til at betragte som mere eller mindre adskilte og afgrænsede.



Figur 2.1. Principl model over logistik i en produktionsvirksomhed.

I figur 2.1 er opstillet en model over logistik i en produktionsvirksomhed (Efter: Christiansen, 1992 og Skjøtt-Larsen, 1992). I figuren betragtes virksomheden som en organisation opbygget af forskellige funktionsområder og elementer. Funktionsområderne udgøres af hhv. indkøbs-, produktions- og salgsafdelingerne. Hvis ikke der finder en vis koordinering sted mellem de forskellige funktionsområder, er der betydelig risiko for, at der vil opstå suboptimeringer i virksomheden. Det vil eksempelvis ske, hvis der indkøbes materialer uafhængigt af produktionsbehovet, eller hvis der produceres varer uden hensyn til den aktuelle efterspørgsel fra kunden.

Man kan skelne mellem en ekstern og en intern materialestrøm og styringsopgaverne i forbindelse hermed (Christiansen, 1992). Styringsopgaverne i forbindelse med den eksterne materialestrøm vedrører

styring af materialeforsyningen og distributionsstyring, dvs. relationerne til virksomhedens omverden, mens styringsopgaverne i forbindelse med den interne materialestrøm relaterer sig til produktionsstyring og lagerstyring (se figur 2.1).

Logistik og beslægtede begreber

Der er almindelig tradition for, især i Sverige, at anvende begrebet *materialeadministration* synonymt med logistik (fx Jarnbring, 1994, Christiansen, 1992 og Storhagen, 1987).

Materialestyring er et andet centralt begreb med tilknytning til logistik. *Materialestyring* skal opfattes som en del af logistikken, i den forstand at *materialestyring* omfatter metoder og aktiviteter til den praktiske, operationelle styringsindsats inden for en given produktionsstruktur, mens logistik (og *materialeadministration*) også omfatter det strategiske valg af struktur. Logistik skal dermed forstås som et begreb med et "dybere indhold" end *materialestyring*.

I visse dele af logistiklitteraturen omfatter *materialestyring* kun styringen af materialerne frem til den videre forarbejdning (selve produktionsprocessen) i den enkelte virksomhed; i figur 2.1 markeret som *materialestrømmen* fra leverandør til råvarelager. I det følgende benyttes dog betegnelsen *materialeforsyning* om denne del af *materialestrømmen*, og den tilknyttede styringsopgave betegnes dermed som *styring af materialeforsyningen*.

Distributionen af materialer (*distributionsstyring*) er betegnelsen for de aktiviteter, der er forbundet med styring af produkternes vej fra (færdigvare)lager og frem til kunden.

Materialehåndtering er den normale betegnelse for de forskellige fysiske aktiviteter, der er forbundet med at fremtage, pakke og flytte materialer og varer fra et sted til et andet (Christiansen, 1992).

Materialestyring, *distribution* og *materialehåndtering* skal opfattes som eksempler på logistikaktiviteter på forskellige niveauer i en produktionsproces. I figur 2.1 er skitseret, hvordan de nævnte begreber relaterer sig til hinanden.

Det engelske/amerikanske udtryk "business logistics" kan regnes for at have stort set samme betydning som logistik/*materialeadministration*. "Materials management" dækker i princippet over det samme som *materialestyring*, *distributionsstyring* kaldes for "management of physical distribution" og *lagerstyring* for "inventory management".

2.2 Logistikbegrebet i byggeriet

Logistik er nok et nyt begreb i byggeriet, men i praktisk byggevirksomhed har logistikaktiviteter altid - med større eller mindre vægt - indgået i byggeprocessen. Her tænkes blandt andet på velkendte aktiviteter som indkøb, bestilling og afkald af materialer, planlægning af byggepladsens indretning samt håndtering, oplagring og transport af materialer på byggepladsen. Som regel er disse aktiviteter blevet behandlet hver for sig.

Det nye er, at logistikbegrebet også tillægges en mere omfattende betydning, således at alle aktiviteter med tilknytning til *materialestrømmene* i byggeprocessen så vidt mulig betragtes i et samlet og helhedsorienteret perspektiv. Logistik er en tankegang, der spænder over hele

byggeprocessen fra de tidligste faser af projekteringen til og med udførelsesfasen.

Logistik i byggeriet skal dermed forstås som: Et ledelsesbegreb, der omfatter planlægning, organisering, koordinering og styring af materialestrømmene fra råstofindvinding til indbygning i det færdige bygværk. Materialestrømmene i byggeprocessen er således ikke rettet mod en slutbruger, men mod det færdige bygværk på byggepladsen. Byggepladsen bliver dermed det sidste led i, hvad man kan kalde byggeriets "logistikkæde".

I denne sammenhæng er valgt at afgrænse logistik til at omfatte selve produktionen af et bygværk - nybyggeri eller renoveringsopgave. Alternativt kunne man vælge at betragte materialestrømmene i hele et bygværks levetid, og dermed også lade logistik omfatte aktiviteter i tilknytning til vedligeholdelse, renovering, nedrivning og bortskaffelse af materialer.

Logistik kan tage sit udgangspunkt i det samlede byggeprojekt, hvor det ud fra en helhedssynsvinkel er den samlede materialestrøm i byggeprocessen, der planlægges og styres; eller logistik kan blot omfatte en enkelt virksomheds aktiviteter i byggeprocessen.

Logistik i byggeriet kan derfor i princippet betragtes ud fra to perspektiver, dels et virksomhedsperspektiv og dels et projektperspektiv. I virksomhedsperspektivet tager logistikaktiviteterne udgangspunkt i den enkelte virksomhed, som det fremgår af figur 2.1. For byggeriet som helhed er det nødvendigt også at beskæftige sig med logistik i et projektperspektiv, hvor logistik skal fungere i et samspil mellem de mange aktører i byggeprocessen. Begge perspektiver vil blive berørt i det følgende, men hovedvægten vil blive lagt på at beskrive logistik i et projektperspektiv, hvor det er byggeprocessen og projektorganisationen, og herunder den enkelte virksomheds rolle i projektorganisationen, der er i centrum.

Som udgangspunkt for en beskrivelse af logistik i byggeriet ud fra et projektperspektiv præciseres i det følgende nogle organisatoriske grundelementer i byggeriets projektorganisation.

Projektorganisationen afgrænses til at omfatte de virksomheder, der medvirker til en byggeopgaves gennemførelse. Bygherren anses for at være opgavestiller og indgår som sådan ikke i selve projektorganisationen. Projektorganisationen kan opdeles i en projekteringsorganisation og en produktionsorganisation, idet det samtidig understreges, at en virksomhed udmærket kan indgå i både projekterings- og produktionsorganisationen.

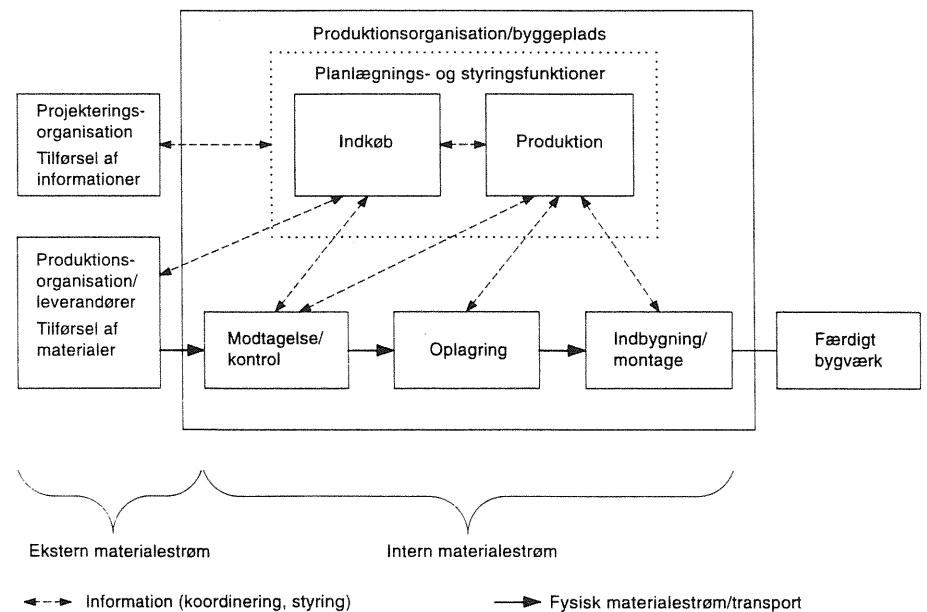
I projekteringsorganisationen indgår de parter, som medvirker ved fastlæggelse og beskrivelse af en byggeopgave. Det vil normalt sige arkitekter og rådgivende ingeniører, men afhængigt af den valgte entreprisform kan også repræsentanter for entreprenørvirksomheder og eventuelt leverandørvirksomheder deltage i projekteringen af et byggeri.

Produktionsorganisationen, der kan underopdeles i en byggeplads- og en leverandørrel, omfatter alle de parter, der medvirker ved selve udførelsen af byggeopgaven. Dette indbefatter entreprenører og håndværksfirmaer, samt leverandører og eventuelle byggeledere eller tilsynsførende fra arkitekt- og rådgivende ingeniørvirksomheder.

Logistik i et byggeprojekt kan sammenfattes til at omfatte følgende elementer (Clausen, Listoft & Pedersen, 1994 og Knöös & Larsson, 1991):

- planlægningsfunktioner, som omfatter de administrative funktioner, der skal gennemføre planlægningen af materialestrømmen
- styringsfunktioner, som omfatter en række administrative funktioner, der skal varetage den operationelle styring af materialestrømmen
- en fysisk materialestrøm, der kan opdeles i en ekstern og en intern materialestrøm
- informationsstrømme, der hovedsageligt omfatter planlægnings-, styrings- og kontrolinformation, fx i forbindelse med bestilling og afkald af materialer eller modtagekontrol på byggepladsen.

På denne baggrund er i figur 2.2 opstillet en model for logistik i byggeriet. I modellen optræder ikke virksomheder, fag eller lignende, hvilket skyldes ønsket om i første omgang at frigøre modellen fra bestemte organisatoriske strukturer for et byggeprojekt.



Figur 2.2 Model for logistik i et byggeprojekt.

Ved gennemførelsen af et byggeri etableres en række planlægnings- og styringsfunktioner, der tilsammen udgør et administrativt niveau i produktionsorganisationen. I figur 2.2 er planlægnings- og styringsfunktionen i byggepladsdelen af produktionsorganisationen yderligere opdelt i to funktioner for henholdsvis indkøb og produktion.

Den interne materialestrøm er betegnelsen for den del af materialestrømmen, som forløber fra aflevering på byggepladsen og frem til indbygning/montage i det færdige bygværk. Nogle typiske aktiviteter i materialestrømmen på byggepladsen fremgår af figur 2.2.

Den eksterne materialestrøm omfatter materialestrømmen fra råstofindvinding og frem til byggepladsen. I figur 2.2 er den eksterne materialestrøm sammenfattet under betegnelsen: Tilførsel af materia-

ler. Alt efter type og forarbejdningsgrad gennemløber materialer og byggevarer en række led i den eksterne materialestrøm, der typisk omfatter forskellige former for forarbejdning/produktion og handel.

Planlægnings- og styringsfunktionerne kan varetages af forskellige parter, blandt andet afhængigt af den valgte entreprisform. Det er specielt de koordinerende opgaver, der kan skifte hænder i byggeriets projektorganisation. Som regel vil stort set alle aktører i byggeprocessen, i større eller mindre omfang, udføre logistikrelaterede planlægnings- og styringsaktiviteter.

Der kan gennemføres logistikaktiviteter på alle niveauer i en projektorganisation eller en byggeproces. På et overordnet (strategisk) niveau kan logistik eksempelvis handle om beslutninger vedrørende valg af leverandører, udvikling af leverancekoncepter og lignende. På et andet (operationelt) niveau kan logistik omhandle selve den fysiske transport og håndtering af materialer på byggepladsen.

Planlægning og styring af materialestrømmen (logistikaktiviteterne) hænger tæt sammen med de øvrige planlægnings- og styringsaktiviteter i tilknytning til produktionsprocessen, hvoraf blandt andet kan nævnes produktionsplanlægning og kvalitetssikring.

2.3 *Vilkår for logistik i byggeriet*

Logistik i byggeriet er beskrevet ovenfor i en principiel og generel model. For at opnå en dybere forståelse af logistikproblemerne i byggeriet er det imidlertid nødvendigt at diskutere nogle af de grundlæggende vilkår, som byggeriet aktuelt er underlagt. Disse vilkår har også betydning for en nærmere fastlæggelse af logistikbegrebets konkrete indhold i praksis.

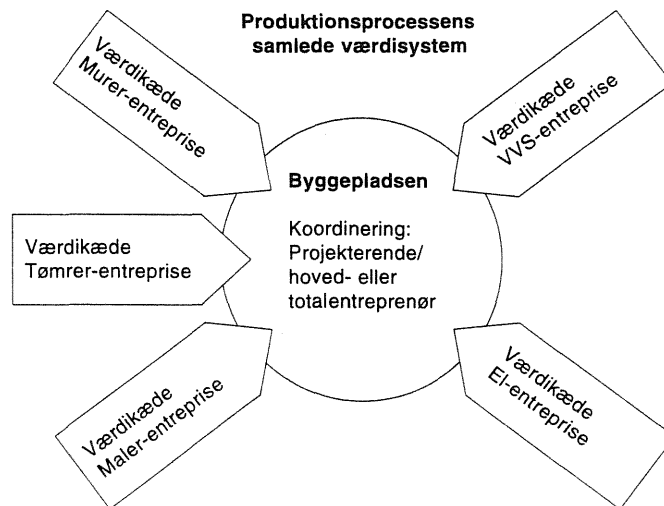
Da logistik opfattes som et ledelsesbegreb, er der specielt ét forhold, der falder i øjnene, når vilkårene for logistik i byggeriet skal vurderes: I så godt som samtlige større byggesager, uafhængigt af den valgte entreprisform, gennemføres produktionen på byggepladsen af en række selvstændige virksomheder, der hver især varetager en del af det samlede arbejde. Planlægnings- og styringsfunktionerne er fordelt på flere parter. Der er altså ikke tale om en produktionsorganisation med et traditionelt opbygget hierarkisk ledelsessystem. Aktørerne (virksomhederne) i produktionsprocessen er derimod knyttet til hinanden gennem kontrakter. Den overordnede ledelse og koordinering af arbejdet sker typisk (indirekte) via budgetter, tidsplaner m.v. og varetages normalt af en hoved-/totalentreprenør eller en af de projekterende parter.

Dertil kommer, at byggeriets produktionssystem er karakteriseret ved dets temporære organisering. For hver ny byggesag dannes normalt en ny projektorganisation, hvor de indgående virksomheder ikke nødvendigvis har noget dybere kendskab til hinanden før byggestart. Denne situation stiller særlige krav til både ledelsesfunktionen og samarbejdet i byggeriets projektorganisation.

Hvert delarbejde (entreprise), som et byggeri er opdelt i, kan betragtes som en værdikæde, der omfatter entreprenør, håndværksvirksomhed, byggevareforhandler, producenter m.v. Den virksomhed, der har ansvar for en entreprise, træffer aftaler med byggevareforhandlere, der igen bestiller varer eller materialer hos producenter og så fremdeles. I figur 2.3 er i princippet vist, hvordan flere værdikæder "løber sammen"

på slutmontagestedet/byggepladsen i byggeriet. Hver værdikæde har i praksis sin selvstændige ledelse, som beskrevet ovenfor. Det samlede værdisystem for produktionsprocessen består således af en række værdikæder.

Hvad logistik i byggeriet angår betyder denne situation, at der for hver entreprise genereres en materialestrøm. Den samlede materialestrøm i forbindelse med et byggeri består dermed af flere, parallelle materialestrømme.



Figur 2.3. Illustration af hvordan flere forskellige værdikæder "løber sammen" på byggepladsen.

På denne baggrund kan logistik i byggeriet opdeles i to typer logistikopgaver, som kan beskrives ved henholdsvis de virksomhedsspecifikke og de projektspecifikke logistikaktiviteter, jf. de tidligere omtalte virksomheds- og projektperspektiver.

De virksomhedsspecifikke logistikaktiviteter dækker over de ledelsesaktiviteter, der udføres i hver enkelt virksomhed i byggeprocessen i forbindelse med hver deres del af det samlede byggeri. Denne opgave adskiller sig ikke væsentligt fra logistikopgaven for virksomhederne i den faste industri, hvorfra en række erfaringer kan overføres.

De projektspecifikke logistikaktiviteter omfatter de aktiviteter, der skal gennemføres i samspillet mellem de mange (selvstændige) aktører, der indgår i byggeprocessen som helhed og specielt i produktionsprocessen på byggepladsen. Heri indgår i særdeleshed de planlægnings- og styringsopgaver, der skal sikre koordinering/samordning af arbejdet på tværs af fag- og virksomhedsskel. På dette område er der kun lidt hjælp at hente fra erfaringer i den øvrige industri.

3 Logistik i relation til nuværende praksis

Der kan være betydelige variationer i omfanget af logistikaktiviteter fra projekt til projekt og fra virksomhed til virksomhed. I de følgende afsnit er der derfor lagt vægt på at skitsere forskellige karakteristiske træk ved den nuværende praksis vedrørende logistik i byggeriet og på at fremhæve bredt erkendte problemer. Endvidere diskuteres årsagerne til, at problemerne opstår og konsekvenserne heraf. Hensigten er at få identificeret de områder, hvor der med fordel kan gøres en indsats, såfremt logistikaktiviteterne i byggeriet skal styrkes.

Ved beskrivelsen af den nuværende praksis henvises blandt andet til en række svenske studier af logistik i svensk byggeri. Skønt der er forskelle på dansk og svensk byggeri, skønnes de svenske erfaringer også at være repræsentative for den danske byggeindustri.

Logistikaktiviteterne diskuteres i relation til følgende hovedaktiviteter i byggeriet: Projektering, indkøb og levering, samt produktionsplanlægning og udførelse på byggepladsen.

3.1 Projektering

Traditionelt opfattes logistik som hørende til udførelsesfasen, og almindeligvis omfatter projekteringsprocessen da også kun i begrænset omfang logistikrelaterede aktiviteter. Indirekte har projekteringen imidlertid stor betydning, idet resultatet af projekteringsprocessen er det projektmateriale, der danner grundlag for den senere produktionsplanlægning og tilbudsindhentning hos de udførende parter og materialeleverandørerne.

Det har således stor betydning for den samlede byggesag, i hvor høj grad projektmaterialet og de projekterede byggetekniske løsninger fremmer og understøtter en effektiv produktionsproces i udførelsesfasen. Det kan fx handle om valg af materialer, der er lette at håndtere og enkle at indbygge i det færdige bygværk, idet det i øvrigt forudsættes, at de valgte materialer opfylder de stillede krav til æstetik, økonomi, kvalitet m.v. Erfaringen viser, at projekteringen ofte kun i ringe grad er rettet mod produktionsprocessen, og endvidere er der på projekteringsniveau et utilstrækkeligt kendskab til materialer og udførelsesprocesser. Årsagerne til en del af de problemer, der kommer til udtryk ude på byggepladsen, skal derfor søges tidligt i byggeprocessen (Larsson, 1983, SBUF, 1990).

Projektmaterialet skal også tjene andre formål, blandt andet som dokumentation over for bygherre og myndigheder og som juridisk dokument til afklaring af ansvarsgrænser m.v. For at opfylde disse forskellige formål har der igennem flere år kunnet spores en tendens til, at projektmaterialet vokser i omfang og kompleksitet. Ofte opleves projektmaterialet som uoverskueligt og utilgængeligt og i hvert fald ikke optimalt rettet mod byggetekniske spørgsmål og byggeriets praktiske udførelse (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993). Uklarheder i projektmateri-

alet kan under uheldige omstændigheder resultere i fejl senere i byggeprocessen. Forkerte mål, fejlagtigt angivne mængder eller en uklar og rodet organisering af informationerne i projektmaterialet udgør nogle af de forekommende problematiske forhold med deraf følgende risiko for svind, spild og fejlliverancer i den efterfølgende udførelsesfase.

I forbindelse med forsøgsbyggeriet "Sophiehaven" (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993) konkluderes det, at det er nødvendigt at skabe et tættere samarbejde mellem byggeriets parter allerede på projekteringsstadiet, hvis planlægningen og styringen af materialestrømmene i byggeprocessen skal effektiviseres. Logistikovervejelserne skal starte på projekteringsstadiet.

Mulighederne for, at de projekterende parter i højere grad kan inddrage produktionstekniske hensyn og logistikovervejelser i projekteringsprocessen, afhænger først og fremmest af mulighederne for erfaringstilbageføring fra udførelsesfasen. Dertil kræves et udbygget samarbejde med såvel byggevarereproducenter og -leverandører som udførende virksomheder på byggepladsen.

Der er i dag spredte initiativer, der sigter mod at etablere tættere og længerevarende relationer mellem byggeriets parter, men mulighederne for at udvikle og udbygge samarbejdet i det enkelte byggeprojekt såvel som over en længere periode vanskeliggøres af den traditionelle opsplittning mellem projektering og udførelse. Samarbejdsmulighederne i forbindelse med offentligt og offentligt støttet byggeri påvirkes endvidere af love og regler, der (indirekte) udstikker rammer for, hvorledes arbejdet kan organiseres.

3.2 Indkøb og levering

Indkøb og levering af materialer hænger tæt sammen med produktionsplanlægningen og selve udførelsen på byggepladsen og omfatter i hovedsagen bestilling af materialer, aftaler om leverings- og betalingsbetingelser, samt afkald, pakning og transport af materialer.

Organisering af indkøb

Langt hovedparten af de materialer, der medgår til et byggeri, indkøbes af de udførende virksomheder, dvs. entreprenører og håndværkere, inden for rammerne af hver enkelt entreprise. I specielle tilfælde kan der dog forekomme bygherreleverancer, hvor bestillingen af og betalingen for en given materialeleverance er foretaget af bygherren eller dennes rådgivere, mens leveranceplanlægningen og afkaldet af leverancen varetages af den udførende virksomhed, der skal arbejde med materialerne på byggepladsen.

Tilsvarende kan der forekomme situationer, hvor en hoved- eller totalentreprenør står for indkøb og levering af materialer, men lader en underentreprenør udføre selve produktionen eller montagen på byggepladsen.

De muligheder, der måtte være for at optimere materialeindkøb på tværs af fag- og entreprisegrænser, udnyttes ikke konsekvent. Total- og hovedentreprenørerne, der i hvert fald har den teoretiske mulighed for at gennemføre en overordnet optimering og koordinering af materialeindkøbene, overlader som oftest ansvaret for indkøb og levering af materialer helt og holdent til underentreprenørerne, herunder valg af

leverandører, leveranceformer, planlægning af leveringstidspunkter m.v. Det skyldes først og fremmest et fremherskende ønske blandt byggeriets parter om at arbejde med så enkle ansvars- og kompetenceforhold som muligt.

Indkøb af materialer til et projekt organiseres på forskellige måder i de udførende virksomheder. Nogle virksomheder foretager deres indkøb af materialer til alle projekter gennem en central indkøbsafdeling, mens andre arbejder efter en decentral model, hvor indkøbene overlades til hvert enkelt projekt, som en virksomhed er involveret i. Ofte vil der være tale om en blandingsmodel, hvor standardvarer indkøbes fra centralt hold, mens de øvrige materialer indkøbes af de enkelte projekter. De udførende virksomheder indgår ligeledes aftaler med et ofte stort antal leverandører om generelle rabatordninger og leverancevilkår for forskellige materialer og byggevarer, men overlader det til aktørerne i de enkelte projekter at foretage de konkrete indkøb.

Indkøb og logistikomkostninger

Fra byggeriets praksis er det velkendt, at indkøbspolitikken i mange virksomheder i overvejende grad er baseret på forskellige former for rabatter og laveste pris i almindelighed. Der fokuseres på den billige indkøbspris hos materialeproducenten, hvor det måske ud fra en helhedsbetragtning ville være mere relevant at se på de samlede omkostninger i forbindelse med en materialeleverance.

Asplund & Danielson (1991) beskriver indkøbspolitikken i byggesektorens udførende virksomheder ud fra to principielt forskellige strategier:

- en "prisjagt"-strategi, der af Asplund & Danielson anses for at være dominerende i byggesektoren og
- en strategi med vægt på (total-) "omkostningsminimering".

"Prisjagt"-strategien indebærer dels, at den rene varepris, herunder kreditgivning, er den væsentligste faktor i forbindelse med et varekøb, dels at hvert indkøb betragtes som en enkeltstående og afgrænset handling. Der satses fx ikke på at udvikle samarbejdsrelationerne mellem leverandør og kunde, i dette tilfælde mellem leverandør og entreprenør eller håndværker, således at eksempelvis serviceydelse i tilknytning til en materialeleverance kan forbedres. Den stærke fokusering på pris kan hænge sammen med, at mange byggevarer skal indkøbes inden for rammerne af et enkelt projekt, hvilket begrænser incitamenterne til langsigtede samarbejdsrelationer mellem entreprenør/håndværker og leverandør. Dette forhold gør sig naturligvis først og fremmest gældende for ikke-standardvarer.

Med prisen i centrum udvikler leveranceløsningerne sig på længere sigt til enkle og billige løsninger primært set fra leverandørens synsvinkel, mener Asplund & Danielson (1991). Det er da også karakteristisk for situationen i dag, at mange materialer indkøbes og leveres i store volumener, med enkle emballageformer og i et lille antal leverancer.

Med den anden strategi, hvor der lægges vægt på minimering af de totale omkostninger, styres indkøb og levering i højere grad af kundens (entreprenørens eller håndværkerens) krav til de totale omkostninger i forbindelse med en materialeleverance.

I de totale omkostninger indgår, ud over varens pris, blandt andet omkostninger til distribution af varen fra leverandør til byggeplads, forskellige former for leveranceservice, håndteringsomkostninger på

pladsen og diverse administrationsomkostninger hos de involverede parter. Disse materialerelaterede omkostninger kan sammenfattes under betegnelsen: logistikomkostninger. De totale omkostninger for en byggevareleverance kan herefter opdeles i en egentlig varepris og de tilknyttede logistikomkostninger. Logistikomkostningernes andel af de totale omkostninger i forbindelse med en leverance varierer alt efter hvilket materiale eller hvilken byggevare, der er tale om.

Størrelsen og fordelingen af logistikomkostningerne er almindeligvis dårligt belyst, ikke mindst for den del af omkostningerne, der hører til de udførende virksomheders ansvarsområde. Omkostningerne opsamles og analyseres kun systematisk i få tilfælde med henblik på brug i efterfølgende projekter.

Leverandørerne har normalt bedre overblik over deres del af logistikomkostningerne. Ofte vil leverandørernes forskellige former for leveranceservice (og dermed logistikomkostninger) dog være inkluderet og delvist "skjult" i byggevarens pris, hvad der kan føre til manglende gennemsigtighed. Dermed vanskeliggøres beslutningsprocessen for de udførende virksomheder, når de skal vælge mellem alternative materialer og leveranceformer.

Som følge af virksomhedernes manglende kendskab til og overblik over de nævnte logistikomkostninger udnyttes mulighederne for at vurdere leverancealternativer i et helhedsperspektiv sjældent. Det forhold, at ingen aktør normalt har det fulde ansvar for de totale logistikomkostninger, gør det imidlertid også vanskeligt og ressourcekrævende at tilvejebringe et sådant overblik.

Leveranceaftaler og leveranceplanlægning

Også overvejelser omkring valg af leveranceaftale er sjældne i byggeriet, hvor den typiske leveranceaftale er "frit leveret på pladsen". Eksempelvis har Jarnbring (1994) ved studier af svenske entreprenørvirksomheders indkøbspolitik fundet, at næsten 90% af de undersøgte entreprenørers materialeindkøb er baseret på netop denne leveranceaftale, hvilket meget vel kan hænge sammen med, at de udførende virksomheder generelt har et meget dårligt kendskab til leverandørernes udbud af alternative leveranceløsninger.

Aftalen "frit leveret på pladsen" betyder, at leverandøren (byggevareproducent eller -grossist) bærer omkostningerne ved og har ansvaret for at distribuere varen til byggepladsen. Som regel sørger leverandøren for aflæsning, eventuelt på et af entreprenør eller håndværker anvist sted på pladsen.

Jarnbring (1994) har også undersøgt relationerne mellem entreprenørbranchen og materialeleverandørerne på det svenske byggemarked. Det er karakteristisk, at selv mindre entreprenører gennem de projekter, de er involveret i, har relationer til flere hundrede forskellige leverandører. Billedet var stort set det samme for alle materialekategorier.

Det stiller selvsagt store krav til entreprenørernes samarbejdsevner, dersom samarbejdet med hver enkelt af de mange leverandører skal fungere effektivt. Der kan dog gives mange eksempler på længerevarende samarbejder mellem entreprenører og leverandører - og andre aktører i byggesektoren - men hidtil er disse samarbejdskonstellationer oftest etableret på uformel basis. Det hører til sjældenhederne, at en entreprenør og én eller få leverandører indleder et tæt, formaliseret og

målrettet samarbejde over en længere periode med den hensigt at skabe proces- eller produktudvikling eller udvikle deres samarbejde om materialeleverancer.

Men det er et spørgsmål, om et sådant samarbejde har entreprenørvirksomhedernes store interesse. Ifølge Jarnbring (1994) fremhæver kun et fåtal blandt de svenske entreprenørvirksomheder service og samarbejdsevne som vigtigste faktor, når leverandør- og leverancealternativer skal vurderes. Som beskrevet i forrige afsnit er den rene materialepris i langt de fleste tilfælde udslagsgivende ved valg af leverandør og leveranceform.

Selve leveringen af materialer til byggepladsen sker kun i begrænset omfang på baggrund af en detaljeret leveranceplanlægning og med systematiserede afkaldsrutiner. Undtaget herfra er enkelte kategorier af typisk omkostningstunge og sammensatte byggevarer og -dele med et vist fysisk volumen som fx betonelementer, badeværelsesenheder og tagkassetter, hvor der i et samspil mellem leverandørvirksomheder og udførende virksomheder almindeligvis gennemføres en egentlig planlægning og styring af leverancerne.

Derudover må leveranceplanlægningen karakteriseres som ad hoc-præget, hvilket typisk kommer til udtryk ved, at materialer leveres i store kvanta ud fra omtrentlige vurderinger af behovet i en periode. Dertil kommer en lang række hasteordrer, når et akut behov opstår.

Som eksempel herpå kan nævnes, at der som optakt til Sophiehavenprojektet (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993) blev foretaget en række opgørelser, hvor det viste sig, at en meget stor del af materialebestillingerne hos enkelte materialegrossister blev afgivet dagen før materialerne skulle leveres på byggepladsen. Hovedårsagen hertil var, at byggevirksomhederne generelt manglede overblik over eller slet ikke havde opgjort deres materialebehov og -beholdning på byggepladsen og derfor ikke kunne gennemføre en systematisk planlægning af materialeleverancerne. Desuden mangler byggevirksomhederne tilsyneladende både motivation og ressourcer til at opprioritere planlægningsindsatsen.

Efter alt at dømme har byggebranchens virksomheder mere eller mindre indstillet sig på (affundet sig med) denne form for "ambulance-tjeneste", der skønnes at være vidt udbredt. Flere leverandører, fx blandt VVS- og el-grossisterne, har derfor igennem de senere år forsøgt at udvikle deres distributionssystemer til at kunne håndtere denne situation med dag-til-dag leverancer m.m. (Skjøtt-Larsen & Herold, 1989). Men konsekvensen af den ad hoc-prægede leveranceplanlægning viser sig blandt andet i form af en ujævn ressourcebelastning hos leverandørerne, forsinkelser og spild i byggeprocessen, jævnlige afbrydelser i arbejdsrytmen på byggepladsen og forøgede omkostninger til varetransport. Ligeledes kan der opstå problemer, hvis ikke der i forbindelse med leveranceplanlægningen tages højde for, at en del byggevarer kan have lang leveringstid eller være udgået af sortiment eller produktion.

Levering af materialer forsøges i visse tilfælde tilpasset efter byggeriets fremadskriden/produktionstakt. Mange materialer leveres dog i "hele læs" fremfor tilpasset arbejdet på byggepladsen, hvilket blandt andet hænger sammen med den stærke fokusering på lave priser og rabatordninger (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993). Pakningen sker med det formål at sikre maksimal udnyttelse af lastvognen, hvilket er den

letteste løsning for leverandøren og umiddelbart den billigste for køber.

I den forbindelse er det værd at bemærke, at Jarnbring, ved studier af håndteringen af isoleringsmaterialer på svenske byggepladser, har fundet frem til, at isoleringen indkøbes i store mængder ad gangen og i gennemsnit opbevares, i aftagende mængde, på byggepladserne i tre måneder. Det viser sig, at isoleringen befinder sig oplagret, i venteposition, i 99 % af tiden på byggepladsen. I hele dette tidsrum tilføres materialet ikke nogen værdi. Kun i én procent af tiden på byggepladsen håndteres eller bearbejdes isoleringen, fx i forbindelse med intern transport på pladsen og ved tilskæring og indbygning i bygværket (Jarnbring, 1994).

3.3 Produktionsplanlægning og udførelse på byggepladsen

I logistikmæssig henseende kan der peges på tre karakteristiske træk ved produktionsplanlægningen og udførelsen på byggepladsen: Planlægnings- og styringsindsatsen, den opdelte produktionsledelse samt problemer med svind og spild i forbindelse med udførelsen.

Planlægnings- og styringsindsats

Der vil ofte være store forskelle på planlægnings- og styringsindsatsen i forbindelse med de forskellige typer materialer, der medgår til et byggeri. Nogle materialekategorier gøres til genstand for en minutiøs planlægning og styring, hvilket sædvanligvis gør sig gældende for leverancer af fx betonelementer, mens der for andre materialer, blandt andet isolering, sjældent planlægges i detaljer. Det hænger sammen med, at isolering opfattes som et forholdsvis billigt materiale, der ikke er særlig kapitalintensivt pr. enhed i forhold til eksempelvis betonelementer. Det spiller også ind, at betonelementmontagen normalt er en kritisk aktivitet, der har direkte betydning for byggesagens tidsmæssige forløb.

Jarnbring (1994) beskriver isolering som et "ikke-prioriteret" materiale, mens et betonelement normalt betragtes som en højt prioriteret materialekomponent i planlægnings- og styringsmæssig henseende. I praksis betyder det, at isolering ofte får en funktion som "buffer"-materiale. Isoleringsmaterialer indkøbes derfor i store mængder, således at man uden synderlig planlægnings- eller styringsindsats kan være sikker på at have materialer til rådighed på byggepladsen. På den måde kan man benytte isoleringsmaterialerne og de aktiviteter de indgår i til at optage/udjævne eventuelle forsinkelser eller andre forstyrrelser i produktionsprocessen.

Jarnbring mener, at planlægningsusikkerhed og manglende kundskaber om logistikomkostninger fører til, at aktørerne i byggeprocessen i et vist omfang opgiver eller på anden måde ikke kan overkomme at planlægge og styre materialeleverancerne i detaljer. Ydermere kan der spores en vis usikkerhed over for, om gevinsten står mål med de ekstra omkostninger ved en øget planlægningsindsats. Dermed kommer man i udpræget grad til at arbejde efter en "buffer"-tankegang - og ikke efter produktionsprincipper, hvor vægten i højere grad ligger på nøje planlægning og materialeleverancer afstemt efter produktionstakten på byggepladsen.

Problemet med manglende kundskaber om logistikomkostninger hænger sammen med, at der sjældent findes veletablerede rutiner til opfølgning af det udførte arbejde. Kvantitative data indsamles ikke systematisk, og som følge heraf mangler virksomhederne helt det nødvendige grundlag for at kunne analysere ressourceforbruget i tilknytning til materialeleverancerne i byggeprocessen. Dermed vanskeliggøres også et velovervejet valg blandt alternative leveranceløsninger, hvilket stemmer godt overens med svenske erfaringer, der siger, at det i høj grad er traditioner og vaner, der er styrende for valg af leveranceløsninger. Mulighederne for en omhyggelig og gennemgribende planlægnings- og styringsindsats hviler tilsyneladende på et spinkelt fundament i videnmæssig forstand.

Den opdeltede produktionsledelse

I afsnit 2.3 "Vilkår for logistik i byggeriet" er beskrevet, hvorledes en lang række selvstændige virksomheder deltager i produktionsprocessen på byggepladsen, og hver virksomhed med ansvaret for sin del af den samlede byggeopgave. Byggeriet er dermed i praksis karakteriseret ved en produktionsorganisation med delt (opsplittet) ansvar for produktionsledelse og logistikaktiviteter.

Hver underentreprenør/håndværksvirksomhed planlægger og styrer i vid udstrækning selv arbejdet - og dermed logistikaktiviteterne - inden for deres entreprise. Koordinering af logistikaktiviteterne på tværs af entreprise- og virksomhedsgrænser sker på byggemøder og ad hoc-møder mellem byggeledelsen og de involverede underentreprenører eller mellem underentreprenørerne direkte (i form af gensidig tilpasning).

Der er konstateret en række problemer i forlængelse af denne praksis. Ét af de væsentligste problemer er, at mange mindre udførende byggevirksomheder mangler ledelsesmæssige ressourcer til at gennemføre en (tilstrækkelig) omfattende planlægnings- og styringsindsats. Dette problem forstærkes af, at fagentrepriserne kan være for små til, at der er et økonomisk grundlag til at bære en egentlig detaljeret planlægnings- og styringsindsats, herunder konduktørindsats på byggepladsen. Der peges også på behovet for en langt mere engageret og aktiv deltagelse fra byggeledelsens side, både hvad angår hjælp til planlægning og styring af hver enkelt underentreprise og i forbindelse med koordinering af underentreprenørernes arbejde, ikke mindst for at modvirke tendenser til suboptimeringer i byggeprocessen (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993).

Problemer med svind og spild

Mange logistikproblemer kommer til udtryk ved overforbrug af materialer på byggepladsen. Svenske undersøgelser har vist, at svind og spild for visse typer materialer kan udgøre op imod en tredjedel af det samlede materialeforbrug. De samme undersøgelser viser også, at den virkelige mængde svind og spild ofte er dobbelt så stor som den kalkulerede mængde (Larsson, 1983 og SBUF, 1990). Man vurderer, at det betydelige overforbrug af materialer blandt andet skyldes sjusk, manglende engagement og manglende faglig dygtighed hos bygningsarbejdere og håndværkere.

Men også ledelsen af produktionen på byggepladserne må bære en stor del af ansvaret, blandt andet som følge af mangelfuld planlægning

og kontrol af det udførte arbejde. Den mangelfulde planlægning, blandt andet med hensyn til leverancetidspunkter, leverancemængder og oplagringsmuligheder, giver sig udslag i, at materialerne håndteres, transporteres og oplagres i større omfang end nødvendigt, og dermed stiger risikoen for svind, spild og beskadigelser. Upræcise bestillinger som følge af manglende overblik over materialeforbrug og -behov medfører erfaringsmæssigt også en øget risiko for svind og spild.

Dertil kommer de tidligere nævnte problemer på projekteringsniveau. De beslutninger af byggeteknisk karakter, der træffes i projekteringsfasen, kan have væsentlig indflydelse på omfanget af svind og spild i udførelsesfasen (Larsson, 1983 og Jarnbring, 1994). En mere produktionstilpasset projektering kræver imidlertid en mere effektiv og kontinuerlig erfaringstilbageføring og et tættere samarbejde mellem byggeriets parter, end det sædvanligvis kendes i dag.

4 God logistikpraksis

Udvikling og effektivisering af logistikaktiviteterne i byggeriet er en kompliceret og omfattende proces, der kræver helhedssyn og motivation hos de berørte parter. Hver enkelt virksomhed i byggesektoren kan gøre meget for at udvikle deres egne rutiner og værktøjer. Der er imidlertid meget, der tyder på, at de store gevinster skal opnås gennem et tættere samarbejde mellem alle de parter, der indgår i byggeriets produktionssystem. Således indebærer flere af de følgende forslag til forbedringer betragtninger på tværs af traditionelle fag- og virksomhedsgrænser. Det kan nødvendiggøre introduktion af nye samarbejdsformer og eksperimenter til justering af den traditionelle rollefordeling i byggeprocessen.

På baggrund af de problemer, der er identificeret i praksis og beskrevet i kapitel 3, gennemgås i det følgende en række forslag til forbedringsmuligheder. Forslagene sigter bredt mod at gøre logistik til drivkraft og styrende parameter i en positiv produktivitetsudvikling i byggesektoren. Det drejer sig specielt om at nedbringe omkostningerne relateret til materialestrømmene i byggeprocessen frem til færdig indbygning (logistikomkostningerne).

Det er vigtigt at påpege, at hvad der i den ene byggesag er den bedste løsning, ikke nødvendigvis er den bedste i den næste byggesag. Der findes således ingen standardløsninger, der vil sikre et optimalt resultat i alle byggesager. Derimod handler det om at skræddersy løsninger til hvert enkelt projekt ud fra de aktuelle omstændigheder og specifikke behov. Det skal ske på grundlag af et sæt principper og arbejdsformer, der sikrer opmærksomhed om og en omhyggelig behandling af logistikspørgsmål i de enkelte virksomheder og i byggeprocessen som helhed.

Derfor skal der lægges vægt på at opbygge viden og kompetence, at udvikle hjælpemidler og arbejdsmetoder og i øvrigt at tilvejebringe hensigtsmæssige betingelser, der understøtter dette arbejde, og dermed sætter byggeprocessens aktører i stand til at træffe velfunderede beslutninger vedrørende logistik.

I det følgende lægges der generelt op til, at der ydes en større planlægnings- og styringsindsats end normalt. Det drejer sig derfor om at reducere omkostningerne ved den forøgede planlægning og styring, ved at opsamle og fastholde erfaringer og "genbruge" elementer af byggeprocesser med tilhørende planlægning og styring, hvor denne har været vellykket.

Endvidere er det vigtigt at holde sig for øje, at beslutninger vedrørende logistik i praksis skal afvejes i forhold til en række andre aspekter, fx tid, kvalitet og økonomi.

4.1 Logistikrigtig projektering

Medens tilrettelæggelse af materialestrømmene i første række skal sikres i forbindelse med indkøb og produktionsplanlægning, er grundlaget herfor i høj grad afhængig af projekteringen.

Derfor er det, som nævnt i kapitel 3, af stor betydning for den samlede byggesag, at opmærksomheden allerede under projekteringen rettes mod produktionsprocessen, specielt vedrørende spørgsmålene om nødvendig tildannelse på byggepladsen og de arbejdsoperationer, der er nødvendige for endelig placering. Valg af byggetekniske løsninger kan på denne baggrund benyttes til at fremme og understøtte en effektiv produktionsproces. Mange har beskæftiget sig med dette emne under begrebet "byggevenlighed" (buildability), se fx Hyde (1995) og Illingworth (1993).

Flere undersøgelser (fx Larsson, 1983 og Jarnbring, 1994) peger på, at årsagerne til en del af de problemer, der kommer til udtryk i udførelsesfasen, indirekte kan tilskrives projekteringen.

Begrebet logistikrigtig projektering foreslås anvendt for en projekteringsform, der er karakteriseret ved to simple regler:

- de valgte byggetekniske løsninger er de mest økonomiske i en samlet vurdering af omkostninger for: indkøbte materialer og komponenter, ekstern og intern transport, tildannelse, indbygning og efterbehandling, idet der sikres en indbyrdes koordinering mellem arbejdsprocesserne for de enkelte byggetekniske løsninger
- projektmaterialer understøtter produktionsprocessen ved at indeholde opgørelse af mængder, udførelsesanvisninger m.v.

Den viden om produktionsprocesser samt om materialer, komponenter og priser, der herved forudsættes, fordrer et tættere samarbejde mellem byggeriets parter under projekteringsprocessen, end det normalt ses i dag.

Resultatet skal være, at projektmaterialer i højere grad opleves som en støtte for planlægningen af udførelsesfasen og for byggeledelsen og håndværkerne under udførelsen. Det betyder blandt andet, at projektmaterialer er gennemarbejdet så vidt, at byggerytmen kan fastlægges, og at de udførende kan koble byggeteknisk ukomplicerede delprocesser sammen med tilførsler af de rette mængder af materialer og komponenter. På den baggrund kan elementerne i logistikrigtig projektering tilvejebringes i praksis ved:

- at tænke i processer
 - kommunikation
 - modtagelse
 - tildannelse
 - transport (ekstern og intern)
 - indbygning
- at gennemtænke detaljer
 - projektér løsninger, der kan gøres færdige i én arbejdsgang
 - benyt enkle løsninger vist i klare tegninger
 - benyt standardløsninger så langt som muligt
 - minimér behov for tildannelse og efterbehandling på pladsen
 - tænk på tolerancer
- at udnytte gentagelser
 - i detaljer
 - i processer

Projektmateriale for et sådant projekt vil indeholde klare, let tilgængelige og detaljerede oplysninger om:

- byggetekniske detaljer
- mængdemængder
- leveringsform
- tidsplan for leveringer
- beskrivelse af modtagesituationen
- beskrivelse af hovedlinier for byggepladsens indretning.

Med denne projekteringsform flyttes dele af planlægningen af udførelsesfasen (produktionsplanlægningen) reelt frem til projekteringsfasen. Dette er ikke uden problemer, især fordi det fører til ændringer i de traditionelle arbejdsfordelinger, og fordi disse ændringer har økonomiske konsekvenser. Ændringerne er især synlige på tre områder:

- Den opdeling, der traditionelt har været mellem projektering og produktionsplanlægning, ophæves i nogen grad. Procshensyn indgår i projekteringen, og valg af byggetekniske løsninger - først det overordnede system, siden detaljerne - lægges fast i forbindelse med en række valg vedrørende tilrettelæggelse af byggeprocessen. Der bliver på den måde en integration og gradvis overgang mellem de opgaver, der traditionelt har været relativt skarpt opdelt mellem rådgivere og entreprenører.
- Den tradition, der har været for at tilstræbe projektmateriale udarbejdet på ydeevneniveau, udfordres af bestræbelser på at inddrage hensyn til leveringsformer og specialviden om produkterne i valg af løsninger. Herved bliver der en tendens i retning af valg af leverandør relativt tidligt i byggesagen.
- Med en projektering gennemført på et detaljeringsniveau, som beskrevet ovenfor, forekommer det naturligt, at mængdemængder fremgår af projektmateriale i en sådan detaljeringsgrad, at det direkte kan benyttes som grundlag for indhentning af tilbud fra leverandørerne.

Disse tendenser lægger alle op til ændrede opgavefordelinger og måske ændrede ansvars- og organisationsformer for byggeriet, hvilket uddybes i et senere afsnit.

Ser man bort fra organisatoriske traditioner og de p.t. gældende lovgivningsmæssige rammer, kan logistikrigtig projektering på denne baggrund praktiseres i mange former. Et par yderpunkter kan repræsenteres af modeller styret af henholdsvis rådgiverne og entreprenørerne.

Et rådgiverstyret projekt ville naturligt omfatte såvel den traditionelle projektering som produktionsplanlægning, herunder indkøb af byggevarer, og kunne gennemføres i entrepriser med bygherreleverancer.

I et entreprenørstyret projekt (totalentreprise) kan den forudsatte integration af projektering og produktionsplanlægning gennemføres uden videre.

Hidtil har bestræbelserne imidlertid især gået ud på at etablere samarbejder, hvor de nødvendige rammer skabes i et forpligtende samarbejde, der muliggør de ændringer i opgavefordeling og ansvarsforhold, som er nødvendige. Sophiehaven-projektet (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993 og 1994) er udtryk for et eksperiment af denne karakter. Det har bidraget væsentligt til at belyse de fordele og vanskeligheder, der er forbundet med denne form for logistikrigtig projektering.

Et af hovedelementerne i projektet bestod i at gennemføre forsøg med integration af projektering og produktionsplanlægning. Såvel hovedentreprenøren som flere leverandører blev inddraget i projekteringsprocessen for derved at skabe et tættere samarbejde og drage nytte af hinandens erfaringer og kompetence.

Det tætte samarbejde mellem de projekterende og udførende parter resulterede blandt andet i, at mange problemer af byggeteknisk og udførelsmæssig karakter blev løst på et tidligt tidspunkt før den egentlige produktion på byggepladsen var gået igang. Leverandørerne bidrog med aktuel viden om nye materialer og entreprenørerne kunne pege på løsninger, der set fra en udførelsmæssig synsvinkel var uhenigtsmæssige. Overvejelser af denne karakter skal selvsagt ske uden at gå på kompromis med kvalitetsniveauet for byggeriet.

Et konkret eksempel fra Sophiehaven-projektet kan illustrere nogle af aspekterne ved logistikrigtig projektering: I forbindelse med projekteringen af byggeriets tagkonstruktion blev spærafstanden, højden af spærfoden og målene på isoleringsmaterialerne afpasset efter hinanden, således at isoleringen kunne indbygges med et minimum af tildannelse og efterbehandling på byggepladsen. Erfaringerne fra projektet viste, at en sådan projekteringsproces er afhængig af et udbygget samarbejde mellem aktørerne i byggeprocessen.

Det stod hurtigt klart, at deltagelse af nye aktører og en ny rollefordeling ikke er helt uden problemer. Der rokkes ved vaner og traditioner. Ansvars- og kompetencefordelingen i et sådant integreret projekteringsamarbejde skal udvikles yderligere. Fx mangler aktørerne tydeligvis viden om det gensidige behov for informationer.

Eksperimenterne med logistikrigtig projektering i Sophiehaven-projektet afslørede også et andet væsentligt problem. Med den nye form for projektering lægges der i højere grad end normalt op til en kontinuerlig, iterativ beslutningsproces, hvor valg af materialer og byggetekniske løsninger hele tiden skal styres og optimeres i forhold til byggesagens samlede økonomi. Men ingen af parterne havde tilsyneladende fuldt udviklede metoder til hurtigt og rationelt at kunne vurdere konsekvenserne af valg af materialer eller byggetekniske løsninger i det dynamiske projekteringsforløb, der var lagt op til.

4.2 Produktions- og leveranceplanlægning

Produktionsplanlægningen dækker over den samlede planlægningsindsats, der er nødvendig for at gennemføre selve udførelsen af et byggeri. I denne sammenhæng fokuseres primært på den del af produktionsplanlægningen, der tager udgangspunkt i produktionen på byggepladsen, mens produktionsplanlægningen hos byggevarerproducenter ikke berøres direkte.

Blandt hovedpunkterne i en traditionel produktionsplanlægning kan nævnes: Tilrettelæggelse af arbejdets organisation og ledelse, udarbejdelse af tids- og aktivitetsplaner, valg af udførelsesmetoder, økonomisk planlægning og tilrettelæggelse af kvalitetssikringssystem.

Produktionsplanlægningen gennemføres i alt væsentligt på grundlag af projektmateriallets anvisninger og andre informationer fra projekteringsprocessen, suppleret med produktionsorganisationens viden om materialer, materiel, udførelsesmetoder m.v.

Produktionsplanlægningen varetages normalt af de udførende virksomheder i produktionsorganisationen, men der bør herske åbenhed over for mulighederne for, at nye aktører kan inddrages i eller bidrage til produktionsplanlægningen.

Generelle principper for produktionsplanlægning

Med de forslag til nytænkning af projekteringsarbejdet, der er lagt op til i afsnit 4.1, udviskes skellet mellem projektering og produktionsplanlægning i nogen grad. Visse planlægningsaktiviteter, som normalt vil blive regnet for at høre til produktionsplanlægningen, foreslås rykket frem i processen. Som antydnet vil det i praksis betyde, at de projekterende parter skal tilføres kompetence til i højere grad at træffe produktionstekniske beslutninger (erfaringstilbageføring), eller at de udførende og leverende parter må inddrages på et tidligere stade af byggeprocessen. Under alle omstændigheder synes et tættere samarbejde at være en betingelse for at styrke produktionsplanlægningen.

Der er et helt generelt behov for en væsentlig styrkelse af planlægningsindsatsen inden for hver enkelt virksomhed, for hver entreprise og for byggesagen som helhed. Særlig opmærksomhed er der grund til at ofre på den planlægning, der sigter mod at optimere det samlede arbejde på tværs af fag-, virksomheds- og entreprisegrænser. Denne planlægning bør opprioriteres betydeligt. Mulighederne herfor diskuteres mere indgående i afsnit 4.5 "Styring, koordinering og ledelse" og afsnit 4.6 "Nye samarbejdsformer".

Når planlægningsindsatsen ofte opleves som utilstrækkelig, skyldes det blandt andet, at der er mange usikkerhedsmomenter forbundet med planlægning og gennemførelse af byggeprojekter. Denne usikkerhed kan næppe elimineres fuldstændigt, men må betragtes som et grundvilkår for al planlægningsaktivitet i byggeriet. Det vil derfor være mest rationelt at tilrettelægge planlægningen som en dynamisk proces med feedback-mekanismer, der sikrer en kontinuerlig planlægning med successiv detaljering efterhånden som byggesagen skrider frem.

Med produktionsplanlægningen tilstræbes at produktionsprocessen effektiviseres og logistikomkostningerne reduceres mest muligt. Til dette formål kan produktionsplanlægningen baseres på enkelte generelle principper. Planlægningen skal sigte mod at:

- materialeleverancer til byggepladsen afstemmes med byggetakten på byggepladsen. Planlægningen tænkes "baglæns", fra indbygning i det færdige bygværk og tilbage gennem byggeprocessen ("træk" i materialestrømmen)
- sikre indbygning i umiddelbar forlængelse af ankomsten til byggepladsen - midlertidig oplagring på byggepladsen begrænses
- mindske behovet for tildannelse på byggepladsen
- effektivisere eller mindske den interne transport på byggepladsen.

Som tidligere beskrevet i kapitel 3 er den traditionelle planlægningspraksis kendetegnet ved sin "buffer-tænkning". For mange materialers og byggevarers vedkommende arbejdes med (overdrevne) sikkerhedslagre på byggepladsen for at sikre produktionen i tilfælde af forstyrrelser, uforudsete hændelser eller som følge af utilstrækkelig planlægning.

Al erfaring viser, at svind og spild - og dermed logistikomkostningerne - kan reduceres betydeligt, såfremt den midlertidige oplagring af materialer og byggevarer reduceres til et minimum.

Logistikomkostningerne hænger ligeledes snævert sammen med den interne transport af materialer og byggevarer på byggepladsen. Dette transportarbejde kan fx effektiviseres ved hjælp af nyt materiel til håndtering, transport eller opbejling af materialer. Alternativt kan man arbejde ud fra en strategi om så vidt muligt at undgå intern transport. I så fald handler det om at vælge andre materialer eller konstruktionsmetoder. Det kan diskuteres om beslutninger af denne type hører hjemme i produktionsplanlægningen eller projekteringsprocessen.

For at kunne gennemføre en produktionsplanlægning efter de nævnte principper kræves en mere detaljeret bearbejdning af byggeprojektet end der normalt er tradition for, fx med hensyn til opgørelser af mængder. Der er også behov for bedre opfølgning, udnyttelse af erfaringer og opstilling af nøgletal for forskellige logistikelementer, hvilket kan understøtte beslutningsprocesserne. Igen må betydningen af et veludviklet samarbejde mellem aktørerne i byggeprocessen understreges.

Leveranceplanlægning

Leveranceplanlægningen er nært knyttet til aktiviteter vedrørende indkøb og omfatter primært den del af den samlede produktionsplanlægning, som består i at opgøre de materialer og byggevarer, der skal indgå i bygværket, samt planlægge hvor, hvornår og på hvilken måde de forskellige materialer og byggevarer skal leveres til byggepladsen.

Leveranceplanlægningen kobles tæt sammen med tids- og aktivitetsplanlægningen. Man tilstræber, at leveranceplanlægningen gøres processtyret, således at materialeleverancerne styres af fremdriften på byggepladsen efter ovenstående generelle principper for produktionsplanlægning.

Resultatet af planlægningen, selve planerne, har betydning som grundlag for styringen af byggeprojektet. Men meget tyder på, at også selve planlægningsprocessen og den dermed knyttede erkendelsesproces er af stor værdi for byggeprocessen. Ved gennemførelsen af en omhyggelig og struktureret planlægningsproces vil aktørerne opnå et dybtgående kendskab til projektet, idet de skal vælge mellem alternative løsninger, gennemføre konsekvensberegninger m.v. Aktørerne får dermed opbygget et beredskab til at kunne håndtere uforudsete hændelser.

Denne mekanisme trådte ved flere lejligheder tydeligt frem i forbindelse med Sophiehaven-projektet (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993 og 1994). Fx forårsagede en fejlbrænding på et teglværk, at murstensleverancerne måtte indstilles i en periode. I første omgang førte det til, at byggerytmen blev brudt, noget af murerens mandskab måtte midlertidigt overføres til andet arbejde, og projektet blev påført ekstra omkostninger i forbindelse med forøget mødeaktivitet m.v. Når det imidlertid lykkedes at begrænse omfanget af skaderne, skyldes det, at de involverede parter, som følge af den gennemførte produktions- og leveranceplanlægning, havde et indgående, detaljeret kendskab til projektet og dermed gode forudsætninger for hurtigt at udarbejde alternative planer for arbejds videreførelse.

En systematisk og gennearbejdet leveranceplanlægning - for materialestrømmen fra leverandør til byggeplads og frem til indbygning/montage - bør omfatte stillingtagen til de i figur 4.1 nævnte forhold, idet omfanget af de faktiske planlægningsaktiviteter må afpasses efter de aktuelle, specifikke omstændigheder (SBUF, 1990; Knöös & Larsson, 1991; Asplund & Danielson, 1991; Bygge- og Boligstyrelsen, 1993-1994).

- Opstilling af vurderingskriterier for valg af leverandører, leverancealternativer m.v.
- Vurdering af ressourcebehov med hensyn til mandskab, materiel og anden udrustning på byggepladsen
- Udarbejdelse af leveranceplaner på baggrund af en vurdering af materialebehovet i tilknytning til tids- og aktivitetsplanlægningen
- Udspecificering af leveranceplaner i afkaldeplaner med leverancetidspunkter m.v. til brug for den operationelle styring af materialeleverancer
- Planlægning af modtagekontrol på byggepladsen, herunder udarbejdelse af rutiner i tilfælde af skader på de leverede materialer/byggevarer eller andre afvigelser i forhold til det aftalte
- Udarbejdelse af anvisninger for intern transport, håndtering og opbevaring af materialer og byggevarer på byggepladsen, herunder pladsplaner med angivelse af placering af oplagrede materialer
- Opstilling af krav til mærkning, pakning/emballage og aflæsning/aflevering af materialer (aflæsningsinstruktioner)
- Rutiner til opfølgning og styring af materialeleverancer i henseende til kvalitet, opfyldelse af specificerede krav til leverancer osv., herunder opsamling og formidling af erfaringer til brug for efterfølgende byggerier.

Figur 4.1. Elementer i leveranceplanlægningen.

Endvidere skal der i tilknytning til leveranceplanlægningen udarbejdes byggepladsplaner, der redegør for lagerdisponering, opbevaringsforhold, transportveje m.v. på byggepladsen.

Skal leveranceplanlægningen forbedres, er det en forudsætning, at de udførende parter på byggepladsen bliver mere engagerede i distributionen af varer fra leverandør til byggeplads og erhverver sig en dybere indsigt i de enkelte aktiviteter i materialestrømmen, fx hvad angår leveranceaftaler, alternative leveranceformer, pakning og emballage.

Den mest hensigtsmæssige organisering af leveranceplanlægningen bør overvejes i hvert enkelt byggeprojekt. I den forbindelse kan et udbygget samarbejde mellem parterne om leveranceplanlægningen være en vej frem. Blandt andet vil et tættere samarbejde formentlig føre til mere realistiske planer, og eventuelle korrigerende handlinger vil lettere kunne koordineres.

Unit-opdeling som grundlag for leveranceplanlægningen

En effektiv leveranceplanlægning er afhængig af et fuldstændigt overblik over de væsentligste materialer og byggevarer, der medgår til et bygværk, både hvad angår mængder og egenskaber.

For at holde styr på de mange materialer og byggevarer kan man eventuelt overveje at nedbryde byggeriet i "pakker" af materialer, der kan benyttes som en slags "byggesten" i leveranceplanlægningen og den efterfølgende styring af materialeleverancerne.

En sådan fremgangsmåde blev benyttet med betydelig succes i Sophiehaven-projektet. Med udgangspunkt i en nedbrydning af projektet i byggedele blev samtlige materialer og byggevarer organiseret i såkaldte "units" (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993 og 1994). Hver unit blev så vidt muligt planlagt til at indeholde alle de materialer, der hører til én arbejdsoperation inden for ét fag, ét sted i byggeriet. Med unit-systemet viste det sig muligt at bevare overblikket over alle materialer i byggeriet, fx hvor mange materialer, der allerede var leveret til byggepladsen, og hvor mange der endnu manglede at blive leveret. Indholdet i hver enkelt unit blev fastlagt i et samarbejde mellem fagentreprenør, leverandør, de projekterende og projektets byggeleder.

På baggrund af aktivitetsplanen og unit-opdelingen blev der udarbejdet en leveranceplan for byggeriet som helhed og endvidere én for hver enkelt leverandør (og for hvert fag). Derved kunne leverandørerne i perioder med ledig kapacitet forberede units til byggepladsen i god tid inden levering.

Leveranceplanlægningen med unit-opdeling kan ses som et led i en tankegang, hvor planlægningen som tidligere omtalt tænkes "baglæns", og hvor det er byggetakten, der er styrende for leverancerne. Udgangspunktet er det ideale ønske om at effektivisere arbejdssituationen for den enkelte håndværker på byggepladsen: Materialerne skal komme i rette tid, på det rette sted og i de rette mængder, hverken mere eller mindre.

Logistikprofiler

Opstilling af såkaldte "logistikprofiler" kan være et hjælpemiddel til at opkvalificere grundlaget for leveranceplanlægningen (Asplund og Danielson, 1991). En logistikprofil for et materiale eller en byggevarer er en samling af (ikke-tekniske) egenskaber, der tilsammen giver et billede af materialets eller byggevarens "logistikvenlighed". Ud fra en vurdering af forskellige materialers eller byggevarers egenskaber kan logistikprofilerne fungere som hjælpemiddel ved valg mellem alternative materialer og leveranceløsninger, til planlægning af byggeplads (fx med hensyn til tilkørselsforhold og oplagringsmuligheder), vurdering af logistikomkostninger eller i øvrigt som checkliste til at skabe overblik over nødvendige foranstaltninger for forskellige materialer og byggevarer.

I figur 4.2 er medtaget otte sådanne egenskaber i en checkliste til bestemmelse af logistikprofiler. Der er tale om et forslag, der skal tjene til at illustrere anvendelsesmulighederne. Andre egenskaber kan tilføjes om nødvendigt.

Checklisten kan benyttes af en virksomhed til leveranceplanlægningen i et specifikt projekt eller som grundlag for indgåelse af længerevarende aftaler mellem entreprenører, håndværksevirkomheder og leverandører.

Egenskaber	Forslag til vurdering	Kommentarer
Vare-/materialetype (Forarbejdningsgrad)	Standard, Prototype Fast/Flydende	Er materialet "ferskt", fx fabriksbeton til in situ støbning?
Transportform/ Distribution	Grossist Detailhandel Direkte fra producent	
Egenskaber med hen- syn til oplagring	Let Svært Umuligt	Hænger sammen med vare-/materialetype
Håndtérbarhed	God Acceptabel Dårlig	Er byggevaren tung, let, glat osv.? Kræves kran, special- værktøj, speciel på- klædning af montør m.v.?
Følsomhed med hensyn til spild, svind og skader	Stor Middel Lille	Sker der let skader? Kræves ekstraordinær beskyttelse? Er byggevaren udsat for tyveri m.v.?
Mærkningsvenlighed	God Dårlig	Kan materialet/bygge- varen mærkes? Kan mærkningen blive siddende? Kan den ses osv.?
Tilgængelighed (på markedet)	God Dårlig	Skal materialet/bygge- varen bestilles i god tid før brug på byggeplad- sen osv.?
Montage- eller indbyg- ningssegenskaber	Let Svært	Er materialet/bygge- varen vanskelig at mon- tere eller indbygge? Kræves hjælpemidler m.v.?

Figur 4.2. Checkliste til brug for opstilling af logistikprofiler for materialer og byggevarer.

4.3 Planlægning og drift af byggeplads

Planlægning og drift af byggepladsen udgør en vigtig del af logistikaktiviteterne i byggeriet og omfatter i denne sammenhæng byggepladsens indretning/infrastruktur samt de arbejdsmetoder og det materiel, der benyttes til håndtering, transport og opbevaring af materialer og byggevarer på byggepladsen.

Normalt udarbejdes på projekteringsstadiet en byggepladsplan, der på et overordnet niveau angiver retningslinier for byggepladsens indretning og forhold vedrørende arbejdsmiljø, sikkerhed, velfærd m.v.

Disse retningslinier danner herefter grundlaget for detailplanlægningen, som kan opfattes som en del af produktionsplanlægningen, og for den daglige drift af byggepladsen i udførelsesfasen. Denne del af byggepladsens planlægning og drift varetages af byggeledelsen og hver enkelt fagentreprenør.

Ud fra et logistiksynspunkt skal planlægning og drift af byggepladsen tage udgangspunkt i en målsætning om, at materialer og byggevarer skal håndteres, transporteres og oplagres mindst muligt i den samlede byggeproces.

Følgende elementer indgår i planlægning og drift af byggepladsen (Sand m.fl., 1974):

- *Materiel til transport, håndtering og opbejvning.* Materiel omfatter blandt andet lastvogne, forskellige former for person- og materialehejs samt forskellige typer mobile og stationære kraner. Stilladser regnes som en del af materiellet - men kan også siges at udgøre en del af de interne transportveje på byggepladsen.
 - *Tilkørselsveje og interne transportveje,* der planlægges, så trafikken til, fra og rundt på byggepladsen kan afvikles så gnidningsløst som muligt. Transportveje planlægges således, at aflæsning af materialer kan ske i henhold til leveranceplanlægningens intentioner. Permanente veje søges udnyttet i videst muligt omfang. Muligheder for vendepladser og parkering ligeledes overvejes og planlægges.
 - *Lagerpladser* til midlertidig oplagring, inklusive affaldshåndtering og beskyttelsesforanstaltninger over for tyveri, vejrlig m.v.
 - *Tildannelsessteder,* hvilket blandt andet kan omfatte mørtelblandestationer, arbejdsplads for forskallings- og armeringsarbejder, samt forskellige værksteder for tømrere og VVS-montører. Det tilstræbes, at tildannelsesarbejder på byggepladsen reduceres til et minimum. Det er i øvrigt karakteristisk, at langt den største del af den tildannelse, der endnu finder sted på byggepladsen, sker i tilknytning til selve indbygningsprocessen.
- Derudover hører det med til byggepladsens planlægning og drift at
- tage stilling til opholdsarealer, herunder mandskabsskure, toiletter, kontor til byggeledelse (tilsyn);
 - sikre forsyningsmuligheder til og på byggepladsen. Det drejer sig fx om el-tavler, byggepladsbelysning, vand, afløb og telefon;
 - vurdere i hvilket omfang, der er behov for ekstra sikkerhedsforanstaltninger, vagtordninger, vinterforanstaltninger m.v.

Beslutninger vedrørende ovenstående elementer træffes i god tid på grundlag af de krav, betingelser og begrænsninger, der gives ved bygherre- og myndighedskrav, byggepladsens udformning og lokalisering, arbejdets indhold, omfang og afleveringsterminer, aktivitetsrækkefølgen, samt materialernes specielle karakteristika.

I det omfang materialer og byggevarer ikke kan indbygges direkte i forlængelse af transporten til byggepladsen, kan planlægning af lagerpladser tage udgangspunkt i to principielt forskellige modeller: Enten tilstræbes, at materialer og byggevarer i forlængelse af transporten til byggepladsen føres frem til og oplagres så tæt på brugsstedet som muligt. Denne model blev valgt i Sophiehaven-projektet (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993 og 1994). Alternativt kan der arbejdes med et centralt mellem- eller fordelingslager på byggepladsen, hvor der kan ske en formaliseret modtagekontrol, og hvorfra hver enkelt fagentreprenør selv sørger for den videre interne transport. Sidstnævnte form for lager-

disponering svarer til råvarelageret på en fabrik. Central oplagring kan komme på tale i de tilfælde, hvor der eksempelvis er tale om kostbare materialer, der kun vanskeligt kan opbevares forsvarligt spredt rundt ved de forskellige brugssteder.

Generelt skal de nødvendige lagre planlægges på grundlag af de forskellige materialers og byggevarers pladsbehov samt den mængde og rækkefølge, de skal bruges i. Også de interne transportafstande på byggepladsen kan være en vigtig designparameter. En detaljeret planlægning kræver et nøje kendskab til de forskellige materialers størrelse, og antal, specielle krav til opbevaring af materialerne samt til aktivtets-, indkøbs- og leveranceplaner. Det er vigtigt, at nøgletal og andre erfaringer fastholdes gennem en effektiv erfaringsopsamling og -formidling for at sikre, at der kan ske en løbende udvikling.

Der må sikres et tæt samarbejde omkring byggepladsens daglige drift. En ryddelig og velfungerende arbejdsplads har stor betydning for arbejdets effektivitet og kvalitet. Det er nødvendigt med en tæt dialog imellem den overordnede, koordinerende ledelse på byggepladsen og hver enkelt fagentreprenør, specielt i forbindelse med revisioner af planer, hvor konsekvenserne af ændringerne skal fastlægges og kommunikeres til alle relevante aktører.

I sammenhæng hermed bør det overvejes, hvordan byggepladsplanen i højere grad kan benyttes i det daglige arbejde som et aktivt planlægnings- og styringsredskab af såvel byggeledelsen som hver enkelt fagentreprenør. Byggepladsplanen kan fx koordineres med aktivitets- og leveranceplaner.

Det er nødvendigt, at byggepladsplanen afspejler de forskellige faser i byggeprocessen, fx jord-, fundaments- og kælderarbejder, råhusarbejder, samt aputeringsarbejder. I praksis vil der derfor blive tale om at udarbejde flere planer svarende til at forudsætningerne - og behovene - ændres. Informationsteknologien kan i mange tilfælde gøre det til en overkommelig opgave at udarbejde forskellige planer målrettet mod forskellige situationer og de forskellige parters specielle behov. Eksempelvis kan der udarbejdes planer til hver enkelt leverandør og fagentreprenør, der viser leveringssteder og eventuelle lagerpladser for forskellige materialer.

Der savnes oplysninger om, hvilke rationaliseringsgevinster for et byggeprojekt som helhed der kan opnås ved at samle alle aktiviteter i tilknytning til byggepladsens indretning og materielanvendelse i en egentlig "byggepladsentreprise", eventuelt som en del af byggeledelsens eller en fagentreprenørs ansvarsområde.

For materiellets vedkommende kan der være tale om at arbejde med en fælles materielanvendelse. Det nødvendige materiel til en opgaves løsning indgår som regel som en integreret del af de enkelte entrepriser. Noget materiel er specialiseret og knyttet til bestemte arbejdsopgaver (og fag), mens andet materiel i princippet er fælles for flere entrepriser og faggrupper. For denne sidstnævnte type kan bedre planlægning benyttes til at vurdere, om flere fagentreprenører med fordel kan benytte det samme materiel på byggepladsen. Her vil stillads og forskellige former for mobile kraner til mindre løfteopgaver være oplagte muligheder. For mange mindre entrepriser kan netop stillads og løftegrej udgøre betydelige poster i det samlede regnskab.

En samlet optimering af materielindsatsen på tværs af entrepriser og fag kræver imidlertid ændringer i arbejdets organisering og aktørernes traditionelle ansvarsområder.

4.4 *Indkøbspolitik og logistikomkostninger*

Indkøb varetages af planlægnings- og styringsfunktionen i byggeriets produktionsorganisation (se figur 2.2). I denne sammenhæng behandles primært den indkøbspolitik, som de udførende virksomheder benytter sig af i forbindelse med indkøb af materialer og byggevarer til byggeprojekter. Indkøbspolitikken handler for en stor dels vedkommende om relationen mellem de udførende virksomheder og leverandørerne.

Udover indhentning af tilbud og bestilling af varer omhandler indkøbspolitik stillingtagen til blandt andet valg af leverandører og leveranceformer, aftaler om leverancevilkår og aftaler om pakning, emballage m.v. Disse forhold har alle direkte betydning for logistikomkostningernes størrelse, men i det omfang de inddrages i indkøbssituationens beslutningsproces, sker det, som beskrevet i kapitel 3, ofte på et ufuldstændigt grundlag. De aktører, der i praksis varetager indkøbsfunktionen i virksomhederne i produktionsorganisationen, mangler fx viden om de komponenter, der indgår i logistikomkostningerne, om logistikomkostningernes størrelse, og om leverandørernes udbud af alternative leveranceformer.

Indkøbspolitikken er dermed generelt kendetegnet ved dens stærke fokusering på byggevarens pris som den altafgørende beslutningsparameter.

Fremfor denne "prisjagt"-strategi bør indkøbene i højere grad tilrettelægges med det formål at nedbringe de totale logistikomkostninger i forbindelse med en leverance, hvilket tidligere er blevet beskrevet som en strategi for "omkostningsminimering".

En sådan strategi kræver udvikling på to områder.

For det første skal samarbejdet mellem de udførende virksomheder og leverandørerne styrkes. Logistikomkostningerne kan påvirkes ved en bevidst udvikling af samarbejdsformerne mellem parterne, således at man i fællesskab kan forsøge at sænke de samlede omkostninger.

Dernæst er det nødvendigt, at logistikomkostningerne synliggøres og vurderes i et helhedsperspektiv, således at indkøbspolitikken så vidt muligt kan baseres på erfaringstal og kontinuerlig videnopbygning. Det kræver viden om hver enkelt omkostningskomponent og dennes størrelse, der varierer alt efter hvilket materiale eller hvilken byggevare, der er tale om.

I figur 4.3 er opstillet en oversigt over de komponenter eller faktorer, der indgår i en opgørelse over de totale logistikomkostninger for en byggevarerleverance fra producent til indbygning i det færdige bygværk. Logistikomkostningerne er fordelt på tre led i produktionsprocessen/materialestrømmen: Byggevareproducent, handelsled/grossist og byggeplads, med udgangspunkt i de omkostningskomponenter, som aktørerne på byggepladsen har indflydelse på, enten direkte på byggepladsen eller gennem aftaler med producenter og grossister. Oversigten kan være et nyttigt hjælpemiddel i bestræbelserne på at opnå et samlet overblik over logistikomkostningerne.

Også checklisten i figur 4.2 med angivelse af materialers logistikprofiler kan benyttes som grundlag for en vurdering af logistikomkostningerne for enkelte materialeleverancer eller for et byggeprojekt i sin helhed.

Specielt bør de udførende virksomheder forbedre erfaringsopsamlingen og videnopbygningen for den del af logistikomkostningerne, de normalt har direkte indflydelse på (på byggepladsen).

Inden for alle dele af materialestrømmen fra producent til indbygning på byggepladsen kan logistikomkostningerne vurderes. Man bør søge at fjerne overflødige aktiviteter og de dermed forbundne omkostninger i materialestrømmen.

Producent	Handelsled/grossist	Byggeplads
Materialepris (færdigt produkt)		Administrative omkostninger
Administrative omkostninger	Administrative omkostninger	Planlægning og styring
Leveranceservice	Leveranceservice	Modtagelse
- tid/præcision	- tid/præcision	- evt. ventetid
- sortering	- sortering	- aflæsning
- lastning	- lastning	- modtagekontrol
- emballage	- emballage	
- håndtering (hjælpe-midler)	- håndtering (hjælpe-midler)	Intern håndtering
- oplagring	- oplagring	- transport (intern)
- transport	- transport	- sortering
		- oplagring
		- til- og afdækning af materialer
		- emballage
		- affaldsbehandling
		Svind/spild/skader
		Kapitalbinding i lager
		Forstyrrelser i produktionen

Figur 4.3. Oversigt over faktorer/omkostningskomponenter, der bestemmer logistikomkostningerne i forskellige led af produktionsprocessen. De administrative omkostninger dækker over bestilling, ordrebehandling, fakturabehandling og andet administrativt arbejde (Efter: Horstman og Paus, 1990, Jambring, 1994).

Man skal være opmærksom på, at de i figur 4.3 angivne omkostningskomponenter ofte indvirker på hinanden, således at lavere omkostninger i ét led kan føre til forøgede omkostninger i et andet. Besparelser på den leveranceservice en leverandør tilbyder, fx med hensyn til emballage eller kranhjælp, kan bevirke, at håndværkerens håndteringsomkostninger på byggepladsen forøges, måske endda ud over hvad der i første omgang blev sparet. Der er altså risiko for suboptimeringer, hvis ikke der anlægges et helhedsperspektiv på logistikomkostningerne.

Med andre ord kan en leverance, hvor der ensidigt er fokuseret på den billigst mulige indkøbspris for varerne i leverancen, føre til et dyrere byggeri, når de samlede omkostninger i forbindelse med den aktivitet, hvori leverancen indgår, gøres op.

Sammenhængen mellem omkostningskomponenterne betyder, at alle parter i produktionsprocessen påvirker de samlede logistikomkostninger. Hvis der skal opnås væsentlige forbedringer må alle derfor også deltage i effektiviseringsprocessen.

De forskellige parter har hver især kun begrænset indblik i logistikomkostningerne på andres ansvarsområder, hvilket gør det vanskeligt at indsamle og analysere alle de erfaringstal og aktuelle omkostninger i alle led af produktionsprocessen/materialestrømmen, der er nødvendige for at kunne opgøre de samlede logistikomkostninger.

Det kan derfor være forbundet med betydelige vanskeligheder at gennemføre en samlet optimering af materialeleverancerne med det formål at minimere de totale logistikomkostninger. En optimering kræver et samlet ansvar over alle indgående omkostningskomponenter eller i det mindste mulighed for at kunne overskue og påvirke alle komponenter, hvilket sjældent lader sig gøre i praksis.

En udbygning af samarbejdet mellem parterne kan medvirke til at skabe det nødvendige overblik og fælles ansvar for de samlede logistikomkostninger.

For at et udvidet samarbejde skal lykkes, skal alle parter opnå fordele ved samarbejdet. For leverandørsiden, dvs. i første række producerer og grossister, kan gevinsten fx bestå i at kunne udvikle og tilbyde nye serviceydelser i tilknytning til materialeleverancerne, der sænker omkostningerne til håndtering, oplagring og montage/indbygning på byggepladsen. Leverandørerne får dermed mulighed for at styrke deres konkurrenceevne. For de udførende vil gevinsten i hovedsagen bestå i mindre ressourceforbrug i forbindelse med håndtering og oplagring af materialer på byggepladsen.

4.5 Styring, koordinering og ledelse

Der er generelt behov for en markant opprioritering af indsatsen for styring og koordinering af arbejdet i byggeprocessen.

Problemerne, der følger af byggeriets karakteristiske opdelte produktionsledelse, kommer ikke mindst til udtryk i forbindelse med gennemførelse af logistikaktiviteter.

- Ledelsesindsatsen kræver udvikling og nytænkning på tre områder:
- for det første skal der ske en bedre planlægning og styring af arbejdet inden for hver enkelt virksomhed og entreprise;
 - dernæst er der behov for bedre koordinering af arbejdet på tværs af virksomheds- og entreprisegrænser for at undgå suboptimeringer, spildtid m.v.;
 - og endelig er der behov for, at den overordnede byggeledelse engagerer sig konstruktivt og på et mere detaljeret plan i beslutninger til fælles bedste vedrørende byggeteknik, udførelsesmetoder og produktionsteknologi.

Det er kendetegnende for den nuværende form for byggeledelse, hvad enten den varetages af bygherrens tekniske rådgivere eller af en hoved- eller totalentreprenør, at den kun i begrænset omfang beskæfti-

ger sig med produktionstekniske spørgsmål, herunder aktiviteter med tilknytning til logistik. Sædvanligvis er denne type spørgsmål helt overladt til fagentreprenørernes ansvarsområde. Men også en del af koordineringsarbejdet udføres i praksis i direkte dialog mellem de involverede fagentreprenører på byggepladsen.

Byggeledelsens overordnede styring og koordinering sker ved hjælp af tidsplaner og budgetter, samt indirekte via de indgåede kontrakter. Man kan sige, at byggeledelsen udformer nogle rammer, som fagentreprenører og andre aktører derefter har det fulde ansvar for at udfylde. Tidligere har byggeledelsesfunktionen haft et mere teknisk-administrativt indhold, hvor der har været lagt større vægt på detaljeret produktionsplanlægning, valg af produktionsteknologi m.v. Forskydningen fra den teknisk-administrative ledelse til "budget- og rammestyring" skal ses i lyset af den tiltagende specialisering og den voksende brug af fag-/underentreprenører til gennemførelse af produktionen.

Når byggeledelsen normalt viger tilbage for at tage mere aktivt del i hver enkelt fagentreprenørs arbejde, skyldes det selvfølgelig et ønske om at arbejde med klare og enkle ansvarsforhold. Byggeledelsen har i øvrigt heller ikke umiddelbart formelle beføjelser til at give ordrer til fagentreprenørers personale.

Tilbageholdenheden hænger givetvis også sammen med den omtalte tiltagende specialisering i produktionsprocessen, der dels øger kravene til byggeledelsens koordineringsaktiviteter, dels gør det vanskeligt for byggeledelsen at bevare et dybtgående kendskab til alle arbejdsområder.

Problemstillingen er i de senere år ofte blevet beskrevet som: Der mangler en produktionschef i byggeriet; med andre ord en person eller funktion i byggeriets projektorganisation, der ud fra et helhedsperspektiv *reelt* har mulighed for og beføjelser til at kunne gennemføre en planlægning og styring af den samlede byggeproces.

Mulighederne for at ændre den nuværende ledelsessituation er bl.a. blevet belyst i Sophiehaven-projektet (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993 og 1994), hvor en gruppe af byggevirksomheder i fællesskab udviklede og afprøvede en ny model for planlægning og styring af materialestrømmene i byggeriet.

Et af de mest markante elementer i projektet var etableringen af en såkaldt "skafferfunktion", der skulle sikre koordinering af materialeleverancerne for den samlede byggesag. Det var hensigten at styrke ledelsesindsatsen vedrørende logistik både inden for hver enkelt entreprise og med hensyn til den overordnede koordinering (byggeledelse) på tværs af entrepriser og virksomheder. De planlagte arbejdsopgaver i skafferfunktionen fremgår af figur 4.4.

Skafferfunktionen skal ses i sammenhæng med de øvrige logistikelementer, der indgik i Sophiehaven-projektet, blandt andet integreret projektering med deltagelse af såvel hovedentreprenør som enkelte leverandører, og leveranceplanlægning baseret på et "unitsystem" (beskrevet i afsnit 4.2).

I Sophiehaven-projektet blev skafferfunktionen varetaget af byggeriets (hovedentreprenørens) byggeleder, i daglig tale "skafferen". Der er da også tale om et vist overlap mellem de i figur 4.4 skitserede skafferopgaver og de traditionelle byggeledelsesopgaver. Den væsentligste forskel ligger i betoningen af den *aktive* byggeledelse, der tager mere *direkte* del i planlægning og styring af materialeleverancer og produk-

tion på byggepladsen. Ligeledes overtog eller understøttede skafferfunktionen visse af fagentreprenørernes normale arbejdsopgaver, fx leveranceplanlægning og materialeafkald.

- Udarbejdelse af aktivitetsplan til brug for den detaljerede leveranceplanlægning
- Udarbejdelse af byggepladsplan, der redegør for adgangsveje, lagerdisponering og leveringssted for hver enkelt byggevare/unit
- Sikring af den operative styring af materialeleverancerne, herunder materialeafkald, modtagelse af materialer på byggepladsen og løbende justeringer i forbindelse med forskydninger i tidsplanen
- Udarbejdelse af rutiner til modtagekontrol, i samarbejde med underentreprenørerne
- Koordinering af anvendelsen af fælles materiel til transport og løft
- Koordinering af aktiviteter i forbindelse med returemballage og affaldshåndtering
- Fungere som bindeled mellem leverandører og byggeplads - og dermed sørge for løbende dialog og opfølgning mellem alle involverede parter i materialeforsyningen til byggepladsen

Figur 4.4. Skafferfunktionens arbejdsopgaver i Sophiehaven-projektet.

Som hovedregel skulle al kommunikation mellem leverandører og byggeplads gå gennem skafferen, der herved sikrede sig det fulde overblik over alle materialeleverancer til byggepladsen.

I praksis måtte underentreprenørerne i flere tilfælde omgå de formelle kommunikationskanaler for at sikre den nødvendige fleksibilitet og beslutningsdygtighed i akutte situationer.

Deltagerne i forsøgsbyggeriet forpligtede sig til at deltage i de udvidede logistikaktiviteter. Det skal dog understreges, at ansvaret for materialer og leverancer i princippet blev bibeholdt som normalt. Skafferfunktionen kan derfor ses som en (ekstra) "serviceforanstaltning" fra byggeledelsens side over for underentreprenørerne. Den enkelte fagentreprenør blev umiddelbart aflastet for en del planlægnings- og styringsmæssige opgaver, men samtidig også afkrævet deltagelse i en mere detaljeret og omfattende planlægningsproces end normalt.

Såvel skafferfunktionen som logistikforsøget som helhed blev af de involverede parter betragtet som en succes. Det kan selvfølgelig være vanskeligt at afgøre, med hvilken vægt de forskellige logistikelementer har haft indflydelse på det samlede resultat. Der kan dog ikke herske tvivl om, at der er et betydeligt potentiale i den grundlæggende tankegang bag skafferfunktionen.

Skafferens vigtigste opgave er måske at fungere som en slags kvalitetssikringsfunktion hvad logistikarbejdet angår. Dvs. sikre at hver enkelt fagentreprenør/håndværker får gennemført en egentlig planlægning og styring af deres arbejde med materialeleverancer, og at der finder en overordnet koordinering sted.

En videreudvikling af skafferkonceptet kræver stillingtagen til ansvarsforholdene, eksempelvis mellem skaffer og fagentreprenører. Grænsedragningen mellem de forskellige parter ansvarsområder blev diskuteret i Sophiehaven-projektet, men ikke endeligt afklaret.

Det er nødvendigt at udvikle en model, hvor skafferens autoritet ikke - som det i en vis udstrækning var tilfældet i Sophiehaven-projektet - er baseret på den naturlige goodwill imellem parterne, der normalt vil være til stede i forbindelse med et forsøgsbyggeri/udviklingsprojekt.

Listen over arbejdsopgaver i figur 4.4 kan benyttes som udgangspunkt for styring og koordinering af materialeleverancer i et byggeprojekt, også selvom man ikke ønsker at etablere en egentlig skafferfunktion og ikke vil ændre på fordelingen af ansvar og arbejdsopgaver i byggeprocessen.

4.6 Nye samarbejdsformer

De nuværende samarbejdsformer i byggeriet er fremkommet som led i en løbende udvikling. Der sker til stadighed mindre forskydninger imellem virksomhedernes indbyrdes roller og arbejdsfelter, blandt andet som følge af teknologiudviklingen i sektoren. På de overordnede linier er hovedindtrykket imidlertid en høj grad af stabilitet.

I flere af de foregående afsnit er der lagt op til en diskussion af en revision af de normale samarbejdsformer og den traditionelle opgavefordeling blandt byggeriets aktører. Mange af de foreslåede initiativer til styrkelse af arbejdet med logistik gør det nødvendigt for aktørerne at udvide og udvikle deres samarbejde. Det gælder i det enkelte projekt såvel som i egentlige, faste udviklingsamarbejder, som løber over længere tid.

Udvikling af nye samarbejdsformer bør især overvejes for at skabe bedre muligheder for at planlægge og styre byggeprojekter ud fra et helhedsperspektiv. Med de komplekse organisatoriske og ansvarsmæssige forhold, der ofte råder i byggeprojekter, er risikoen for suboptimeringer stor. Det betyder, at ansvaret i projektorganisationen for det samlede projektresultat bør præciseres og understøttes gennem et udbygget og veldefineret samarbejde.

I de tilfælde, hvor der skal ændres ved opgavefordeling og ansvarsforhold, er det også nødvendigt at udvikle nye samarbejdsformer. Eksempelvis kræver den form for logistikrigtig projektering, der blev omtalt i afsnit 4.1, en nyorientering af samarbejdet mellem de projekterende, udførende og leverende parter.

Hertil kommer, at de nuværende samarbejdsformer kan blokere for produkt- og procesudvikling, specielt når der er tale om udviklingsinitiativer, der overskrider traditionelle faggrænser og ansvarsområder. Således vil gevinsten ved en udviklingsindsats ofte opstå hos en anden part i produktionssystemet end hos den, der yder udviklingsindsatsen.

Et tættere og mere forpligtende samarbejde gør det i princippet muligt at omfordele omkostninger og fortjenester indbyrdes, således at alle får sine ekstraomkostninger dækket og der skabes nettogevinster for alle parter. Endvidere begrænser den stærke specialisering og de skiftende samarbejdskonstellationer fra projekt til projekt normalt mulighederne for fælles læreprocesser.

De nye samarbejdsformer bør generelt være kendetegnet ved følgende nøgleord: Helhedssyn, langsigtet udvikling, tillid og afhængighed. Dermed menes, at:

- samarbejdet skal tilrettelægges, således at materialestrømme og byggeproces kan anskues i et helhedsperspektiv;
- samarbejdet må baseres på langsigtede relationer, der giver mulighed for en trinvis udbygning af samarbejdet, løbende erfaringsopsamling og -tilbageføring, samt fælles læreprocesser;
- tillid mellem parterne er en forudsætning for et samarbejde, hvor udviklingsomkostninger og eventuelle gevinster for hver enkelt aktør ikke nødvendigvis følges ad igennem hele udviklingsprocessen;
- alle parter må erkende, at de i vid udstrækning er afhængige af hinanden, hvis en reel udvikling af det samlede byggeri skal kunne gennemføres.

Rammebetingelser for samarbejde

Mulighederne for udvikling af nye samarbejdsformer afhænger i et vist omfang af de rammebetingelser, der gives blandt andet ved bygherrerens valg af udbuds- og entreprisformer samt gældende love og regler. Som eksempel herpå kan nævnes "Cirkulære om udbud af bygge- og anlægsarbejder", der afstikker regler for hvordan offentligt støttet byggeri skal udbydes i konkurrence. Cirkulæret sigter mod at skabe konkurrence om arbejdet og dermed sikre lavest mulig pris.

Som et led i opbygningen af EU's indre marked indføres i disse år en række direktiver, der skal regulere adfærden på byggemarkedet og sikre lige konkurrencevilkår for såvel produkter som byggeriets parter på tværs af landegrænser. Motivet bag disse cirkulærer og direktiver er at sikre en åben og retfærdig konkurrence om offentlige og offentligt støttede byggeopgaver og forhindre "nepotisme" i forbindelse med tildelingen af opgaver.

Fra flere sider stilles der spørgsmåltegn ved om konkurrence-tankegangen i alle tilfælde vil lede frem til det økonomisk mest fordelagtige byggeri. Aktuelle byggerier, fx forsøgsbyggeriet "Sophiehaven" (Bygge- og Boligstyrelsen, 1993 og 1994) og erhvervsbyggeriet "Radiometer" (Dansk Beton, 1995), med alternative samarbejds- og gennemførelsesformer, hvor ikke alle dele af arbejdet har været udbudt i traditionel licitationskonkurrence, har vist interessante resultater, som antyder, at konkurrencedygtige (lave) priser og høj kvalitet også kan opnås gennem et tæt og gensidigt forpligtende samarbejde.

Udviklingsinitiativer

Alternative samarbejds- og gennemførelsesformer forekommer i forbindelse med større og komplicerede byggeprojekter. Ikke sjældent gennemføres disse sager af til lejligheden dannede konsortier, ofte bestående af arkitekt-, ingeniør- og entreprenørvirksomheder, hvor der er lagt vægt på at skabe et samarbejds miljø, der giver mulighed for at eksperimentere med opgavefordelingen imellem parterne. Samarbejdet er dog som oftest begrænset til ét projekt. Ligeledes er det forholdsvis velkendt, at virksomheder i enkeltstående projekter er indgået i et *horisontalt* samarbejde. Det drejer sig eksempelvis om grupper af entreprenørvirksomheder, der i fællesskab gennemfører meget store entrepriser.

Imidlertid har der i de senere år været ført en særlig diskussion om mulighederne for at styrke det *vertikale* samarbejde mellem de virksomheder, der deltager i løsningen af byggeopgaverne. Målet er at etablere mere faste og varige samarbejder, hvori de enkelte parter kompetencer udnyttes bedst muligt i et helhedsperspektiv, og hvor der satses på en længerevarende, fælles udviklingsindsats (se fx: Dobbelt Op, 1991 og 1993; Erhvervsfremme Styrelsen, 1993; Rosendahl m.fl., 1994). Leverancesystem-tankegangen, som den eksempelvis fremlægges i Dobbelt Op-projektet (Dobbelt Op, 1993), kan benyttes som ramme for udvikling af denne type faste samarbejder mellem byggeriets parter.

Et fast samarbejde kan omfatte virksomheder fra alle de delbrancher, der indgår i byggeriets samlede værdisystem. Samarbejdet kan i praksis antage mere eller mindre formaliserede former, fra egentlige fusioner og konsortiedannelser til forskellige former for alliancer og løsere netværksdannelser. Samtidig må udviklingen af nye samarbejdsformer ske under hensyntagen til virksomhedernes ønsker om at bevare fleksibilitet og handlefrihed.

Fokuseres specielt på forholdet mellem virksomheder og leverandørerne af materialer og byggevarer er samarbejdet i reglen ad hoc-præget og begrænset til at omhandle forskellige rabatordninger. Samarbejdet kan forbedres og udbygges, baseres på langsigtede relationer og i højere grad sigte mod udvikling i fællesskab af nye leveringsformer, administrative rutiner, metoder til pakning, emballageformer m.v.

Nye samarbejdsformer mellem de udførende virksomheder og leverandørerne er efter alt at dømme også nødvendige, såfremt man ønsker at implementere de fra den faste industri kendte "Just-In-Time"-produktionsprincipper i byggeprocessen (Akintoye, 1995; Pheng, 1992; Hugsted, 1992). I den sammenhæng må man blandt byggesektorens udførende virksomheder - som i den stationære industri - overveje mulighederne for at skabe rationaliseringer i form af produkt- og procesudvikling ved at nedbringe antallet af samarbejdspartnere på leverandørsiden, men til gengæld intensivere samarbejdet med udvalgte leverandører.

Endvidere skal de udførende virksomheder benytte et tættere samarbejde med leverandørerne til at skaffe sig et bedre overblik over logistikomkostningerne i tilknytning til materialestrømmene og de faktorer, der påvirker logistikomkostningerne.

Erfaringerne fra Sophiehaven-projektet kan tjene til inspiration for udvikling af nye samarbejdsformer. I afsnit 4.5 er materialekoordinatorfunktionen omtalt, og i afsnit 4.1 er skitseret, hvordan både hovedentreprenøren og flere parter fra leverandørsiden deltog aktivt i projekteringsprocessen.

Især blev leverandørernes - og specielt materialegrossisternes - rolle i byggeprocessen gjort til genstand for en egentlig nytænkning. Grossistledet bliver til tider betragtet som et fordyrende led i materialestrømmen, men man valgte i Sophiehaven-projektet i stedet at udvikle og satse på grossisternes specielle kompetence. Grossisterne påtog sig en mere aktiv rolle i byggeprocessen i tæt dialog med materialekoordinatoren og hver enkelt fagentreprenør. Grossisternes deltagelse i den løbende planlægning og styring af materialeleverancerne viste sig at være af stor værdi. På længere sigt kan man forestille sig, at grossisterne helt kan overtage rollen som informationsformidlere og koordinører af materialestrømmene frem til byggepladsen.

5 Fortsat forskning og udvikling

I de foregående kapitler er beskrevet en række problemer, forbedringsmuligheder og forskellige udviklingstendenser vedrørende logistik i byggeriet. På denne baggrund tegner der sig flere emner, der kan gøres til genstand for en yderligere forsknings- og udviklingsindsats. I det følgende uddybes nogle af disse emner.

Nogle forsknings- og udviklingsopgaver kan gennemføres som en afprøvning af konkrete idéer i tilknytning til et forsøgsbyggeri, mens andre opgaver vil have en mere analysepræget karakter. Specielt ved gennemførelse af forsøgsbyggeri bør udviklingsaktiviteterne fortrinsvis koncentreres om mindre og klart afgrænsede delelementer af logistik, således at det i forbindelse med forsøgsevalueringen bliver muligt at bevare overblikket over årsag og virkning.

5.1 Nye samarbejdsformer i byggeriet

Mange har påpeget nødvendigheden af et tættere, længerevarende og mere forpligtende samarbejde mellem aktørerne. Nogle af forslagene til nye samarbejdsformer er blevet kendt under betegnelser som (øget) "vertikalt samarbejde" og "leverancesystemer". I den faste industri har der i de senere år været en tendens til, at virksomhederne koncentrerer sine samarbejdsrelationer til færre parter, men samtidig udbygger og intensiverer samarbejdet med de udvalgte, resterende parter. Samme tendenser gør sig gældende i byggeriet. Hvordan kan disse nye samarbejdsformer udformes i praksis, hvordan påvirkes samarbejdsformerne af gældende love og regler, og hvilke konsekvenser vil de i givet fald få for logistikaktiviteterne i byggeriet? I denne sammenhæng vil det også være interessant at vurdere i hvilket omfang logistikaktiviteterne påvirkes af forskellige gennemførelsesformer for byggeprocessen.

Med nye samarbejdsformer følger også ændringer i arbejdsdelingen og i de forskellige aktørers roller i byggeprocessen. Eksempelvis inddrages byggevareproducenterne allerede i stadig større omfang i dele af det traditionelle projekteringsarbejde, ligesom nogle producenter også tilbyder at montere deres produkter i bygværket på byggepladsen. Det vil derfor være naturligt at analysere producenteres og grossisters roller i byggeprocessen med henblik på en vurdering af deres muligheder for at deltage aktivt i logistikudviklingen. Kan grossisterne, som det foreslås i afsnit 4.6, fx fungere som koordinatore af den samlede materialestrøm til byggepladsen? Efter hvilke retningslinier kan det organiseres, og hvordan skal problemer vedrørende ansvarsforholdene i en sådan model gribes an?

5.2 Kommunikation og elektronisk samhandel

Effektiv kommunikation mellem aktørerne i byggeprocessen er en vigtig forudsætning for at kunne styrke logistikaktiviteterne i byggeriet. Det vil derfor være af stor værdi at få kortlagt og analyseret kommunikationen/informationsstrømmene i tilknytning til forskellige materialeleverancer og dermed opnå overblik over blandt andet omkostningerne til kommunikation og informationsbehandling samt omkostningernes fordeling på forskellige kommunikationssituationer i byggeprocessen. Hvilke brister i kommunikationen kan identificeres?

I den forbindelse kan mulighederne for i større udstrækning at anvende informationsteknologi i forbindelse med kommunikationsopgaverne analyseres. Mulighederne for elektronisk samhandel udnyttes allerede i flere delbrancher (fortrinsvis i producent- og handelsleddet) og afprøves i forsøgsbyggeri, men til trods for at teknologien tilsyneladende er udviklet og klar til brug, er den endnu ikke slået igennem i større skala. Det kunne være en forskningsopgave at få belyst hvilke hindringer og drivkræfter, der optræder i denne sammenhæng. Til hjælp herfor kan gennemføres yderligere forsøg i praksis med afprøvning af informationsteknologisk baserede administrative rutiner.

5.3 Logistikomkostninger

For at byggevirksomhederne kan udvikle og effektivisere deres logistikaktiviteter er det nødvendigt med kendskab til logistikomkostningernes (de materialerelaterede omkostningers) størrelse og fordeling. Øget viden om de forskellige logistikomkostninger skal sætte aktørerne i stand til dels at kunne vurdere og vælge mellem alternative leverance løsninger, dels at kunne vurdere de økonomiske konsekvenser af forskellige byggetekniske løsninger. Hidtil er der dog kun i beskedent omfang gennemført detaljerede opgørelser - i hvert fald i tilknytning til dansk byggeri - over logistikomkostninger i byggeprocessen.

Fortsat forskning kunne have til formål at udarbejde omkostningsprofiler og nøgletal for forskellige typer materialer og leveranceformer; eksempelvis fordelt på faktorer som administration, intern og ekstern transport, oplagring, kapitalbinding, lastning/losning m.v. Typen af byggeri og materialernes teknologiindhold og forarbejdningsgrad er andre parametre, der kunne indgå i en analyse. Dermed inddrages også spørgsmål vedrørende industrialiseringens og præfabrikationens betydning.

5.4 Logistikrigtig projektering

Begrebet "logistikrigtig projektering" blev introduceret i afsnit 4.1 som et samlende udtryk for de projekteringsaktiviteter, der tager sigte mod at reducere logistikomkostningerne og forebygge produktionstekniske problemer i byggeprocessen. Selvom de opstillede principper for logistikrigtig projektering hver for sig umiddelbart vil være bekendte for byggeriets parter, vil det være af stor værdi at gennemføre en byggeproces i praksis med afprøvning og vurdering af det *samlede* sæt af principper. Forskningsopgaven vil bestå i at vurdere og skabe overblik over

konsekvenserne for arbejdet i udførelsesfasen af de valg og beslutninger, der bliver truffet i projekteringsprocessen.

5.5 Målemetoder, opfølgingsrutiner og styringsværktøjer

Som det er blevet påpeget i kapitel 3, er en af hovedårsagerne til, at man har så ringe et kendskab til logistikomkostningerne i byggeprocessen, at specielt de udførende byggevirkksomheder mangler metoder til at opføre, opsamle og formidle erfaringer, herunder omkostninger og andre kvantitative data vedrørende logistik. Årsagerne til at det forholder sig sådan bør analyseres, og på den baggrund kan der gennemføres projekter med det formål at udvikle målemetoder og opfølgingsrutiner, der kan styrke erfaringsopsamlingen og -formidlingen i byggevirksomhederne.

Der har også vist sig et behov for udvikling af kalkulations-, planlægnings- og styringsværktøjer, som kan understøtte arbejdet i den tidlige, kreative fase af projekteringsprocessen. Denne periode er generelt kendetegnet ved mange usikkerhedsmomenter, der betyder, at mange beslutninger må træffes på et ufuldstændigt grundlag. Værktøjerne skal blandt andet kunne bruges til vurdering af de økonomiske konsekvenser af alternative byggetekniske løsninger og produktionsmetoder.

5.6 Kortlægning af logistikaktiviteterne i renoveringssektoren

Langt hovedparten af de hidtil gennemførte analyser af logistikaktiviteter og forsøg i praksis med logistikaktiviteter har taget deres udgangspunkt i nybyggeri. Renoveringssektoren udgør en stadig større del af det samlede byggemarked, og samtidig er renoveringsarbejde normalt underlagt helt særlige produktionsvilkår, der gør, at udviklings- og besparingspotentialet ved øget fokus på logistikaktiviteterne sandsynligvis er endnu større inden for renoveringssektoren end i nybyggeriet. Det vil derfor være oplagt at gennemføre undersøgelser med det formål at få kortlagt logistikaktiviteterne og -problemerne i renoveringssektoren. Undersøgelserne kan i princippet omhandle de samme spørgsmål, som er behandlet i forbindelse med nybyggeri.

6 Litteratur

Akintoye, Akintola.

Just-In-Time application and implementation for building material management. I: Construction Management and Economics, s. 105-113, 1995/13.

Asplund, Eric; Ulf Danielson.

Räta ut byggsvängen - MA bygg, en helhetssyn. Svenska byggbranchens utvecklingsfond, SBUF. Stockholm, Byggförlaget, 1991.

Bygge- og Boligstyrelsen.

Byggelogistik I - Materialestyring i byggeprocessen. Sophiehaven - Første etape. Slutrapport 1993.

Bygge- og Boligstyrelsen.

Byggelogistik II - Materialestyring i byggeprocessen. Boligministeriet. Slutrapport 1994.

Clausen, Lennie; Michael Listoft og Dan Ove Pedersen.

Logistik i byggeriet. I: Byggeriets produktivitet - Vilkår og udviklingsmuligheder. Statens Byggeforskningsinstitut. 1994. s. 71-81. (SBI-rapport 239).

Christiansen, Poul Erik.

Logistikstyring og organisering i produktionssystemer. Teknisk Forlag, 1992.

Dansk Beton.

Ja til Unionen - og til 7.500.- pr. m². Dansk Beton. 12 årgang, nr. 1. 1995.

Erhvervsfremme Styrelsen. Ressourceområdet bygge/bolig - en erhvervsøkonomisk analyse. 1993.

Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI.

Dobbelt Op - perspektivplan for dansk byggeri. Opgaver i fase 2b og 2c. Bilag 2 til "Analyse og problemformulering", arbejdsrapport for delfase 2a. 1991.

Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI.

Synergier og Barrierer i byggeriet. På sporet af den tabte produktivitet. 1993.

Horstman, Per; Kjeld Paus.

Leveransservice och datorisering inom byggbranschen. Transportforskningsberedningen. Stockholm, 1990. (TFB-rapport 1990:10).

- Hugsted, Reidar.
Er JIT-tankegangen brukbar for vanlige byggeplasser?. NBS-seminar.
Oslo, 1992. (Materialeadministrasjon og logistikk i BA-næringen).
- Hyde, Richard.
Buildability as a concept for architects: A case study of laboratory
buildings. I: Engineering, Construction and Architectural Management,
s. 45-56, 1995, 2/1.
- Illingworth, J. R.
Construction Methods and Planning. E & FN Spon. 1993.
- Jarnbring, Joakim.
Byggarbetsplatsens materialflödeskostnader - En studie av struktur,
storlek och påverkansmöjligheter. Institutionen för Teknisk Logistik.
Lunds Tekniska Högskola, 1994. (94:01).
- Knöös, P. O.; Frederik Larsson.
Byggmaterialflödet - En verkstadsindustriell ansats för flödesutveck-
lingen i byggnadsindustrin. Byggforskningsrådet. 1991. (R8:1991).
- Larsson, Bengt.
Materialförbrukning på byggarbetsplatsen. Chalmers Tekniska
Högskola. 1983. (Rapport 11).
- Pheng, Low Sui.
The Just-In-Time concept to improving manufacturing productivity: Is
it applicable to the construction industry?. CIOB. 1992. (Construction
papers no. 8).
- Rosendahl, Gunnar P.; m.fl.
Udfordringer til bygge- og anlægssektoren - tag selv fat. Akademiet for
de tekniske Videnskaber, ATV. 1994.
- Sand, Ove m.fl.
Byggepladsen. SBI-anvisning 93. Statens Byggeforskningsinstitut. 1974.
- SBUF, Svenska Byggbranchens Utvecklingsfond.
Bättre materialhantering på bygget. FoU-Vest. 1990. (90:20).
- Skjøtt-Larsen, T.; O. M. Herold.
En stor VVS-grossist - S. C. Sørensen A/S. I: Logistik. 2. udg. Dansk
Speditørforening. 1989. s. 54-56.
- Skjøtt-Larsen, Tage.
Logistik - På vej. Samfundslitteratur, 1992.
- Storhagen, Nils G.
Materialadministration - grunder og muligheder. Liber AB, 1987.

Thomas, Randolph H.; Victor E. Sanvido og Steve R. Sanders.
Impact of Material Management on Productivity. I: Journal of Construction Engineering and Management, 1989/3.

Summary

SBI Report 256: Building logistics

This report describes building logistics with emphasis on establishing an understanding of the logistics concept. Previous experience of logistics activities is described and opportunities for improvement as a result of continued research and development are suggested.

The Logistics Concept

The concept of logistics was primarily developed within industry and now constitutes an important management tool for ensuring an overall strategic perspective on the materials flow in the production process.

For the construction sector logistics comprises planning, organization, coordination and control of the materials flow from the extraction of raw materials to incorporation in the finished building on the building site.

Logistics can be viewed from two angles: from a company point of view where the logistic activities are initiated within the individual company, and from a project perspective where the complete logistic activities for a building project are the focus.

As a starting point, it is desirable to focus on the complex production conditions of practical construction. These are characterized by, among other things, a temporary organization, a strong specialization at company level and the traditional division into subcontracts in the production process. As a consequence, the planning and controlling functions associated with logistics are often distributed amongst many actors so that there are special requirements for coordination and management as well as for collaboration in construction project organisations.

Logistics in relation to present practice

The considerable loss and waste of building materials which occurs shows that logistic activities are not always carried out optimally. Current practice in the building sector concerning logistics may typically be described as ad-hoc collaborations, a lack of a long-term development and lack of an overall perspective.

The design is seldom carried out with the logistic activities of the production process in mind. This is not only because the logistic concept in building is under development, but also caused by traditional ways of collaboration and the lack of feedback on problems.

The relationship between suppliers and contractors is characterized by a strategy of "price-hunting". This focuses on the price of building materials, while the inevitable costs related to materials handling (the logistics costs) are not integrated in a rational way in the decisions on choice and purchase of materials and building products. This "price-hunting" is mainly because data is scarce and the participants lack

methods and tools to make these decisions. As a consequence, decisions made by the contractors or building firms on choice of suppliers and supplier services are often made on slender grounds.

Systematic and careful planning of deliveries is also only made for a few categories of materials because gathering and exchange of experience is inadequate.

For most of the materials purchased, the planning of deliveries is done on an ad-hoc basis and is not carried out systematically. This causes two types of problems: firstly, some materials are procured just before they are needed, resulting in delays, interruptions of the working rhythm and an uneven load of resources for both suppliers and contractors. Secondly, other materials are procured in large quantities without complying with the production needs on the site, resulting in a waste of resources in during stocking, handling and transport.

Good logistics practice

There is no single standard solution for good logistics practice, which ensures successful building construction. Further development of building logistics is therefore an ongoing process that should be based on a set of principles and working methods to ensure that questions of logistics are treated properly both within the individual firms and within the entire construction process.

Good logistics practice may be based on the following principles:

- A logistically based design form where support of the production process and decisions on the most advantageous solutions are in focus
- Planning of production and deliveries characterized by the following:
 - deliveries of materials correspond to the building rhythm on site
 - the incorporation of materials and building products takes place in direct connection with the transport to the building site
 - the need for completion work on the building site is reduced
 - the internal transport on site is reduced or made more efficient.
- The planning and operation of the building site based on a strategy to the effect that materials and building products are to be handled, transported and stocked as little as possible. The following main items are included in the planning and running of the building site:
 - equipment for transport, handling and lifting
 - necessary places for completion work
 - storage space for temporary storage
 - access roads and internal roads
- Policy to the effect of minimizing the total building costs which requires a knowledge about the logistics costs of different types of materials, forms of deliveries etc.
- Control, coordination and management stressing the following fields:
 - a general upgrade of the planning and controlling of the work within each firm and contract
 - increased effort concerning the coordination across company and contract borders
 - active participation of top management in the construction process especially in decisions concerning building techniques, execution method, and production technology
- Introduction of new ways of collaboration characterized by holistic views, long-term development, confidence and dependency between

parties. New ways of collaboration might ensure common learning processes and the gathering and exchange of information necessary for a long-term development process.

Continued research and development

Further efforts are needed within research and development both in the shape of pilot building, analyses, and development projects, perhaps in collaboration between several parties of the construction sector.

The following tasks should be taken up:

- analysis and testing of new ways of collaboration within building
- mapping of communication in the building process as well as analyses and test of electronic procurements
- testing and development of principles of logistically based design
- assessment of costs of logistics
- development of measuring methods, follow-up routines and controlling tools.
- mapping of logistics activities in the renovation sector.

I denne rapport gives en beskrivelse af logistikbegrebet og en sammenfatning af de hidtidige erfaringer med logistikaktiviteter i byggeriet. På denne baggrund fremlægges endvidere en række ideer til, hvordan logistikarbejdet kan styrkes, idet der er lagt vægt på at inspirere til en udviklingsindsats i byggesektorens virksomheder.

