



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Præfabrikerede vådrum

Erfaringer med anvendelse fra 1990'erne til i dag

Brandt, Erik; Morelli, Martin

Publication date:
2017

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Brandt, E., & Morelli, M. (2017). *Præfabrikerede vådrum: Erfaringer med anvendelse fra 1990'erne til i dag.* (1 udg.) SBI Forlag. SBI Forskning Nr. 2017:13

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.



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

PRÆFABRIKEREDE VÅDRUM

ERFARINGER MED ANVENDELSE FRA 1990'ERNE TIL I DAG

SBI 2017:13



Præfabrikerede vådrum

Erfaringer med anvendelse fra 1990'erne til i dag

Erik Brandt
Martin Morelli

Titel	Præfabrikerede vådrum
Undertitel	Erfaringer med anvendelse fra 1990'erne til i dag
Serietitel	SBi 2017:13
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2017
Forfattere	Erik Brandt, Martin Morelli
Redaktion	Niels Samsø Nielsen
Sprog	Dansk
Sidetæl	78
Litteratur- henvisninger	Side 73
Emneord	Vådrum
ISBN	978-87-563-1851-8
Tegninger	Martin Morelli
Fotos	Erik Brandt, Martin Morelli, BvB, Karsten Pålsson (figur 16, 46, 47, 55, 57, 58), Jacob Ehrbahn (figur 19)
Omslag	Jon Kabell, BvB
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post sbi@sbi.aau.dk www.sbi.dk

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

Indhold

Forord	4
Introduktion	5
Projektets formål	9
Metode	9
Vådtrum gennem tiden	11
Renovering og nyetablering af badeværelser indtil ca. 1990	11
Badeværelser opført i 1990'erne	12
Badeværelser i 2000'erne og til i dag	13
Vådtrum opført i forbindelse med Projekt Renovering eller i 1990'erne	14
Lette badeværelser - in-situ løsninger	15
Lette badeværelser - elementer	19
Lette badeværelser - kabiner	28
Tunge in-situ løsninger	33
Tunge elementløsninger	35
Tunge kabineløsninger	39
Erfaringer fra traditionelle badeværelser opført i 2000'erne og 2010'erne	52
Badeværelser fra 2000'erne	52
Badeværelser fra 2010'erne	58
Interview	60
Sammenfatning af resultater fra BvB's 5-års eftersyn og besigtigelser udført af SBI	63
Vurderet af Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse	63
Opsamling på besigtigelser af badeværelser	64
Sammenfatning af skader konstateret ved besigtigelser og eftersyn	66
Systemløsninger med badekabiner og elementer	69
Konklusion	72
Litteratur	73
Appendiks A. Systematik til feltundersøgelser	75
Generelle oplysninger	75
Tilstandsgrader	75
Konsekvensgrader	75
Skitser/tegninger/opmålinger (plantegning og vægtegning fra dør og mod uret med angivelse af skader)	76
Registreringsskema - feltundersøgelser	77

Forord

Denne publikation afrapporterer undersøgelser af eksisterende vådrum, foretaget ved visuelle inspektioner. Undersøgelserne er foretaget for Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse (BvB) og Grundejernes Investeringsfond (GI).

Projektet har taget udgangspunkt i de vådrumsløsninger, der blev etableret i slutningen af 1990'erne i forbindelse med Projekt Renovering, hvor mange vådrum blev etableret i forbindelse med større byfornyelsesprojekter, fx i de Københavnske etageboliger. Projektet inkluderer også nyere vådrum opført i 2000'erne og en dobbeltbundsløsning udviklet i 2010'erne. Yderligere omfatter publikationen også færdige, præfabrikerede badekabiner, som er på markedet i dag, disse har ikke været besigtiget systematisk.

Vægten i undersøgelserne har været lagt på at evaluere om vådrumsløsningerne – herunder principperne i deres konstruktionsopbygning – kan anbefales i fremtiden, eller om der har vist sig problemer, der skal være fokus på i fremtiden.

Publikationen er udarbejdet af forsker, ph.d. Martin Morelli og seniorforsker, civilingeniør Erik Brandt.

SBi takker Grundejernes Investeringsfond (GI) og Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse (BvB) for den økonomiske støtte og deres deltagelse i inspektioner af vådrum og diskussion af indholdet.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København
Afdelingen for Byggeteknik og Proces
September 2017

Ruut Peuhkuri
Forskningschef

Introduktion

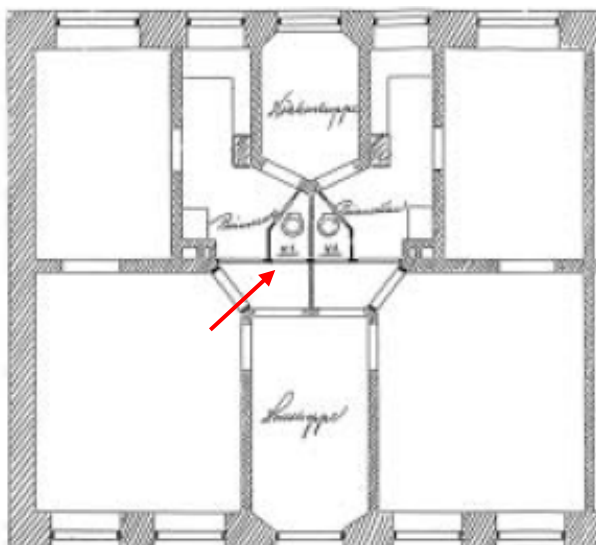
Vådtrum har en anden brug og belastning end resten af boligens rum, da vægge og gulv normalt bliver belastet af vand og/eller høj relativ luftfugtighed. Vægge og gulve skal derfor udføres af robuste materialer og konstruktioner, som bl.a. skal sikre vandtæthed af konstruktionen. Vådtrum er derfor et af de mest komplicerede og dyre rum at etablere i boligen. Desuden skal flere håndværksfag arbejde sammen på ofte begrænset plads.

Den ofte kraftige fugtpåvirkning medfører, at konstruktioner, hvori der indgår organiske materialer, har en øget risiko for nedbrydning pga. råd og svamp, hvis der opstår utætheder i vand- og afløbsinstallationer eller konstruktioner (gulvbelægninger og vægbeklædninger). Også konstruktioner af uorganiske materialer kan give anledning til fugtproblemer men sjældent i samme omfang, som når der indgår organiske materialer i konstruktionerne.

Vanskeligheden ved at projekttere og udføre vådrum korrekt har gennem tiden medført mange kostbare skader – herunder mange følgeskader på tilstødende bygningsdele.

I 1990'erne blev der gennemført byfornyelse i stort omfang især i de større byer som København og Aarhus. Målet var at forbedre de sanitære forhold i boligblokkene, som typisk var bygget i slutningen af det 19. århundrede.

De bygninger, som indgik i byfornyelsen, var normalt udført med massive murede vægge, en for- og bagtrappe, etageadskillelse med træbjælkelag og lejligheder med 2-3 værelser. Lejlighederne kunne være med et lille toilet i lejligheden (figur 1) eller alternativt med fælles toiletter på bagtrappen. Ejendommene var normalt opført med toilet i gården, hvor de blev delt med naboerne. I forbindelse med byfornyelsen blev der installeret badeværelser i mange lejligheder. Det var et ønske, at de nye badeværelser blev udført både billigt og med sikring af vandtæthed mv.



Figur 1. Etageplan i ældre ejendom med indeliggende toilet – toiletet er meget lille.



Figur 2. Toilet i etageejendom hhv. før (kun toilet) og efter (toilet og bad) renovering.

Konstruktionsmæssigt er badeværelser formentlig de mest komplicerede rum at bygge. Mange håndværksfag er nødt til at samarbejde, så funktioner, installationer, overflader mv. passer sammen. Der kræves især omhu, for at minimere risikoen for vandindtrængning ved de mange samlinger. Da badeværelser både er udsat for vand på gulv og vægge samt høj relativ fugtighed, er det ofte nødvendigt at installere en vandtæt membran for at beskytte følsomme materialer.

Generelt betragtes konstruktioner af uorganiske materialer som modstandsdygtige over for fugt, men flere af dem kan dog godt transportere fugt, fx mursten eller letbeton. Også i disse tilfælde er det derfor ofte nødvendigt med en vandtæt membran, hvor der er størst vandpåvirkning.

Organiske materialer kan nedbrydes, hvis de udsættes for regelmæssig vandeksponering eller høj relativ fugtighed. For eksempel er træ i en konstruktion sårbart, da det kan få skimmelvækst eller nedbrydes af råd eller svamp, hvis vandet trænger igennem en lækage i gulvbelægninger, vægbeklædning eller installationer. En skade forårsaget af vand kan føre til kostbare reparationer, hvis den ikke opdages og elimineres inden for rimelig tid. Konstruktioner og installationer bør derfor inspiceres regelmæssigt, fx som en del af almindelig vedligehold.

I eksisterende etageejendomme er der ofte meget begrænset plads til rådighed for etablering af et badeværelse, og der kan også være sårbare konstruktioner eller bindinger, fx i form af installationer, der ikke kan flyttes. Etablering eller renovering af badeværelser i eksisterende bygninger er derfor ofte vanskeligere end at bygge badeværelser i forbindelse med nybyggeri.

Da det ved byfornyelse ikke er muligt at gennemtvinge indvendig renovering af badeværelse og køkken mv. hos alle beboere, vil det ofte være hensigtsmæssigt, at vægten af de materialer/bygningskomponenter, som anvendes til renoveringen, er så lav som muligt. Derved vil de eksisterende bygninger kunne bære de nye elementer uden større statiske ændringer i ejendommen.

I 1991 undersøgte Eriksen et al. (1991) 44 nyere badeværelser og rapporterede 205 fejl relateret til zonen med den højeste vandbelastning. Disse 205 fejl blev inddelt i syv typiske grupper

- 1 Utætte gennemføringer (59)
- 2 Fugesvigt (44)
- 3 Fugtophobninger (30)
- 4 Revner (25)
- 5 Manglende vedhæftning (20)
- 6 Lunger og buler (16)
- 7 Sætninger (11)

Resultaterne fra de 44 undersøgte badeværelser viste et generelt behov for at forbedre kvaliteten af badeværelser. I den efterfølgende periode 1994-1998 blev udviklingsprogrammet Projekt Renovering gennemført med henblik på at forbedre kvaliteten af badeværelser og samtidig begrænse udgifterne til opførelse. Trods initiativet i Projekt Renovering, rapporterede Brandt (2005), at badeværelser i en årrække havde været den væsentligste årsag til svigt.

Ifølge Brandt (2008) er de vigtigste egenskaber relateret til levetiden af badeværelser vandtæthed, vanddampgennemtrængelighed, modstandsdygtighed overfor mekaniske belastninger, dimensionsstabilitet som følge af ændringer i relativ fugtighed og temperatur samt anvendelsen af kompatible materialer. Ifølge Brandt et al. (2011) reduceres badeværelseres levetid ofte pga. svigt (manglende vandtæthed) omkring rørgennemføringer og gulvafløb, og dermed indtrængning af vand i konstruktionen. Disse typiske fejl er forårsaget af forkert montering af gulvafløb eller af, at der er anvendt et uegnet eller forkert gulvafløb.

Badeværelser kan typisk opdeles i to kategorier afhængig af den anvendte konstruktion.

- *Tunge badeværelser* lavet af beton, murværk eller letbeton. Disse materialer har traditionelt været betragtet som velegnede til brug i vådrum, og de er da også temmelig tolerante overfor mindre fejl, idet de kan tåle opfugtning uden selv at skades.
- *Lette badeværelser* er betegnelsen for konstruktioner som typisk er udført med skeletvægge eller konstruktioner af træ beklædt med pladematerialer, fx gipsplader, kalciumsilikat-plader eller krydsfiner. Disse materialer/konstruktioner er i sig selv sårbare over for selv små mængder vand og skal derfor beskyttes med en vandtæt overflade. I Projekt Renovering kunne lette badeværelser også være bygget af ikke organiske materialer fx fiberbeton som beskrevet i afsnit Nr. 6: *PL-BOX – komponentbadeværelser*.

Brandt (2005) rapporterede, at en almindelig fejl ved traditionelle badeværelser er, at man ændrer gulvbeklædningen uden samtidig at skifte til en passende type gulvafløb eller sikre samlingen mellem gulv og vægge. Disse to fejl forårsager indtrængen af vand i gulvet og rummet nedenunder. Ved en let badeværelseskonstruktion bestående af pladematerialer er fejlene typisk indtrængen af vand gennem vægge og/eller gulve forårsaget af uegnede materialer, fx pladematerialer med utilstrækkelige egenskaber, hvor en vandtæt membran mangler, eller at den er for tynd, samt svigt omkring detaljer specielt omkring gulvafløbet.

Hvad er Projekt Renovering?

Projekt Renovering blev iværksat og gennemført i perioden 1994 til 1998. Formålet var at udvikle og afprøve modeller for industrialiseret renovering, herunder produkter, metoder og processer. Inden for rammerne af Projekt Renovering blev ni kategorier af projekter identificeret, hvor "Nye vådrumstyper" var

en af dem. Projekt Renovering blev gennemført i en periode, hvor København var præget af mange byfornyelsesaktiviteter. Formålet med byfornyelsen var at forbedre kvaliteten af boligerne og derigennem bringe toiletter og brusere fra bagtrapper, kosteskabe eller baggårde ind i hver lejlighed.

Projekt Renovering gjorde typisk brug af præfabrikerede badeværelser i større eller mindre grad, og i alt blev 19 forskellige badeværelsesløsninger udviklet. Badeværelserne kan grupperes som enten lette eller tunge badeværelser med yderligere tre underinddelinger: 1) in-situ, 2) elementer og 3) kabiner.

En 5-års eftersynsrapport for løsninger udført under Projekt Renovering (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2004) konkluderede, at 90 % af de badeværelsesløsninger, som oprindeligt blev foreslået, også blev udført i praksis.

For at sikre vandtæthed mv. blev nogle af badeværelsestyperne undersøgt i laboratoriet før badeværelserne blev installeret. For de præfabrikerede badeværelser blev det anset for en fordel, at store dele af de kritiske arbejdsopgaver og kvalitetskontrollen skete på fabrik.

En opfølgning på hvordan resultatet blev for de 19 badeværelsesprojekter, er ikke tidligere blevet gennemført.

Projektets formål

I denne rapport vurderes og beskrives badeværelser fra

- Projekt Renovering og udstøbning på bjælkelag (1990'erne)
- Nyere vådrumsløsninger med udstøbning på bjælkelag (2000'erne)
- Dobbeltbundsløsning (2010'erne)
- Systemløsninger med badekabiner og elementer

Badeværelserne vurderes på baggrund af litteraturstudier, feltundersøgelser og interviews af involverede parter i de respektive projekter. Den opsamlede viden i forbindelse med dette projekt og afrapporteret her, danner grundlag for udarbejdelsen af *Vådrum eksempelsamling* (Brandt & Morelli, 2017) med gode løsninger til renovering af vådrum - primært til anvendelse i etageboliger.

Målgruppe

Resultaterne fra projektet retter sig mod personer som arbejder med badeværelser i etageejendomme. Det vil typisk være bygningsejere/boligforeninger samt projekterende og rådgivende ingeniører og arkitekter.

Metode

Til indhentning af viden om de eksisterende badeværelsesløsninger har der været anvendt tre overordnede metoder.

- Litteraturstudier af dokumentations-, prøvnings-, eftersyns- og lignende rapporter.
- Besigtigelser af badeværelser og installationsskakte.
- Interviews af involverede parter i projekterne.

Litteratur

Dokumentationsrapporter udarbejdet i forbindelse med Projekt Renovering er blevet gransket. Rapporterne har dannet grundlag for beskrivelsen af de 19 vådrumsløsninger fra Projekt Renovering i denne rapport, se fx (By- og Boligministeriet, 1999a). En oversigt over de anvendte dokumenter findes i afsnittet *Litteratur*.

Flere af de undersøgte vådrum har også haft tilgængelige data i Byggeskade-fonden vedrørende Bygningsfornyelses (BvB) database, hvor yderligere informationer omkring vådrumsløsningerne findes, og hvor også 1 og 5 års eftersynsrapporter for byggerierne findes. Desuden findes der prøvningsrapporter udført af eksempelvis Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) i forbindelse med udvikling af vådrumsløsninger. For nyere vådrumsløsninger fra 2000'erne og 2010'erne findes der ikke forsøgsrapporter i samme omfang, og løsningerne er derfor primært baseret på de udførte besigtigelser og informationer fra BvB's database.

Feltundersøgelser

Til feltundersøgelserne blev der udarbejdet en systematik til undersøgelse af vådrum, se *Appendiks A. Systematik til feltundersøgelser*. Metoden relaterer sig til skadesundersøgelse og tager udgangspunkt i Brandts (1997) beskrivelse af en systematik til feltundersøgelse af badeværelser. Systematikken

er en ikke-destruktiv undersøgelse, som primært er baseret på visuelle registreringer af tilstanden og målinger af faktiske forhold som fx fugtindhold i træ samt revnevidder. Ved hjælp af besigtigelseskemaet blev badeværelset tilstand registreret herunder eventuelle skader på emner i badeværelserne inklusive tilhørende installationsskakte. Metodikken blev udarbejdet for at afsløre typiske skader i badeværelserne, og for at opnå en ensartet vurdering uanset beliggenhed, tidspunkt og vurderingsperson. Emnerne, der behandles i systematikken, er:

Generelle forhold

- antal brugere, størrelse (fotos til dokumentation og beskrivelse af rummet)

Konstruktioner

- gulvbelægninger og vægbeklædninger
- loft, døre og vinduer
- konstruktionsopbygning

Installationer

- vand- og afløbsinstallationer, herunder rørgennemføringer
- el-installationer
- ventilation
- installations-skakt

Målbare forhold

- fugtindhold i træelementer og revner i fliser

Den systematiske tilstandsvurdering omfattede en 5-trins rangordning af tilstanden. Som konsekvens af rangordningen kan der udledes eventuelle behov for renovering af konstruktioner og installationer.

Besigtigelserne blev gennemført i tilfældigt udvalgte lejligheder, hvor det eneste kriterium var, at badeværelserne var blevet udført i forbindelse med enten Projekt Renovering, i perioden 2000'erne eller som dobbeltgulv (2010'erne). Hvor det var muligt, blev inspektioner gennemført i minimum tre badeværelser for hver løsningstype. De udvalgte badeværelser blev inkluderet på grundlag af beboernes vilje til at deltage i projektet. Denne tilfældige udvælgelse blev anset for tilstrækkelig til at sikre badeværelser med forskellige brugsmønstre og skader i projektet.

Interviews

De informationer, som kan fremskaffes fra litteraturstudier og feltundersøgelser, giver ikke nødvendigvis et sandfærdigt billede af vådrumsløsningernes holdbarhed. Involverede parter i de respektive projekter har derfor været interviewet med henblik på at opnå en viden, som ikke er dokumenteret på anden vis. De personer, som blev interviewet, kunne bidrage med forskellige informationer.

- Administratorer kan bidrage med information om skader fx via forsikringsoplysninger.
- Arkitekter og Ingeniører kan bidrage med information omkring kritiske områder og forhold som relaterer sig til projektering og udførelse.
- Beboere kan informere om problemer ved den daglige brug af vådrum.
- Entreprenører/håndværkere, som har været involveret i de aktuelle projekter, har det ikke været muligt at finde frem til. De ville ellers kunne have bidraget med information om udfordringer ved udførelse af de anvendte vådrumsløsninger.

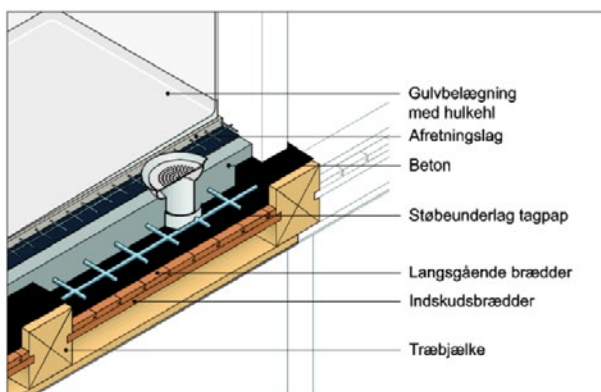
Vådtrum gennem tiden

Gennem tiden har der været forskellige opbygninger af vådrum, afhængig af de gældende regler på området. I dette afsnit er anført de vigtigste krav til vådrum i den periode undersøgelserne omfatter.

I 1990'erne var SBI-anvisning 169 (Brandt & Nielsen, 1991) gældende. Den blev senere suppleret med SBI-anvisning 180 (Statens Byggeforskningsinstitut, 1998). I 2001 blev SBI-anvisning 169 erstattet af By og Byg Anvisning 200 (Brandt, 2001). I 2015 udkom SBI-anvisning 252 (Brandt & Morelli, 2015), som erstattede By og Byg Anvisning 200. Samtidig udgik SBI-anvisning 180.

Renovering og nyetablering af badeværelser indtil ca. 1990

Traditionelt har badeværelser og andre vådrum i Danmark været fremstillet udelukkende af uorganiske materialer, fx murværk, beton eller letbeton. Fordelen ved disse materialer er primært, at de ikke er sårbare over for fugt. Desuden er nogle af materialerne vandtætte i sig selv. Erfaringsmæssigt har vådrumskonstruktioner fremstillet af uorganiske materialer og med en vandtæt - eller i nogle tilfælde blot vandafvisende overflade - fungeret tilfredsstillende med de daværende måder at bade på. I forbindelse med renoveringsopgaver eller nyetablering af badeværelser blev gulvkonstruktionen ofte lavet ved at støbe en betonplade på det gamle træbjælkelag jf. figur 3. Erfaringerne med disse og lignende konstruktioner er generelt gode, forudsat at betonen har været af god kvalitet og i tilstrækkelig tykkelse.



Figur 3. Opbygning af et traditionelt vådrumsgulv af ældre dato etableret på eksisterende gulv med træbjælkelag og med lerindskud (Brandt & Morelli, 2015).

I 1970'erne blev det tilladt at bruge lette konstruktioner i badeværelser, fx skeletvægge med beklædning af gipsplader og gulvkonstruktioner med krydsfiner som undergulv. Træbaserede materialer var tilladt i gulvkonstruktioner under forudsætning af, at de blev imprægneret og beskyttet med en vandafvisende og vandtæt overflade. Formålet var at gøre konstruktionerne billigere, og til en vis grad at gøre byggeprocessen hurtigere.

I løbet af 1970'erne og 1980'erne blev yderligere lempelser indført, fx blev det tilladt at bruge træbaserede materialer uden imprægnering mod råd og svamp. Det var dog en betingelse, at gulv- og vægbeklædning skulle være i

overensstemmelse enten med bestemmelser, der var godkendt af Boligministeriet eller med en godkendelse af en specifik konstruktion eller materiale (systemløsning). Godkendelserne blev på det tidspunkt også givet af ministeriet.

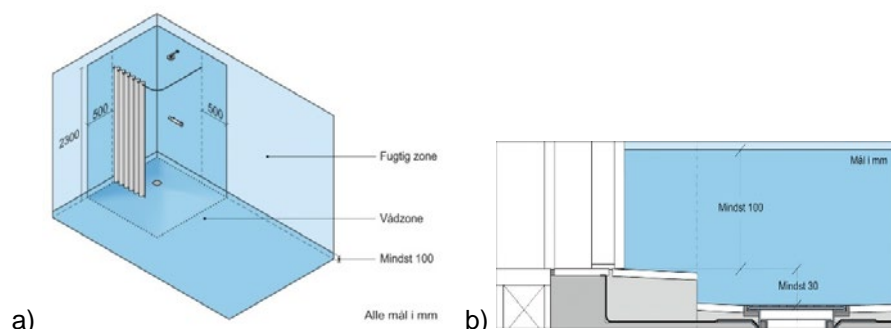
SBI-anvisningen 109 "Gulve på træbjælkelag og skeletvægge i vådrum" (tre udgaver) (Kjerulf et al., 1984) var dengang den af ministeriet godkendte retningslinje. En forudsætning for anvendelsen af lette konstruktioner var, at konstruktionernes undersider var tilgængelige, så utætheder kunne opdages hurtigst muligt.

Badeværelser opført i 1990'erne

I 1990'erne var brugen af lette konstruktioner udbredt med flere forskellige muligheder for væg- og gulvkonstruktioner. Konstruktionerne var beskrevet i SBI-anvisning 169 "Gulve og vægge i vådrum - i nye boliger og ved renovering" (Brandt & Nielsen, 1991).

Med udgivelsen af SBI-anvisning 169 blev der - baseret på erfaringer med brugen af lette konstruktioner - indført strengere regler for nogle konstruktioner, fx var det udelukkende godkendte krydsfiner- og spånplader, der måtte anvendes til gulve. Glasfiberarmeret polyester udgik af brug på grund af helbredsmæssige årsager. Desuden blev brugen af lette konstruktioner udelukket for vådrum med en eksponering højere end i almindelige boliger.

Erfaringerne fra brugen viste, at nogle af de anvendte konstruktioner og overfladebelægninger var sårbare, især i socialt boligbyggeri, hvor eksponeringen i mange tilfælde er hårdere end i øvrigt boligbyggeri. I 1995 blev der derfor indført yderligere krav for at forbedre kvaliteten og dermed levetiden af vådrum (Brandt, 1995). Den vigtigste ændring var, at en opdeling af vådrummet i en vådzone og en fugtig zone blev introduceret. Kun de mest modstandsdygtige konstruktioner og overflader var tilladt i vådzone, dvs. området omkring bruser og badekar, se figur 4. Anvendelsen af almindelige gipsplader blev forladt og en ny type – "vådromsgips" – med silikoneimprægneret kerne beregnet til brug i vådrum blev udviklet. Overfladebelægninger med maling og træ på skeletvægge var fra dette tidspunkt kun tilladt i den fugtige zone.



Figur 4. a) Eksempel på opdeling af badeværelse i vådzone og fugtig zone. Vådzone omfatter hele gulvet og vægge omkring bruseren indtil 500 mm fra dens afgrænsning. Vådzone på vægge går fra gulv til loft, men i høje rum kan området over normal rumhøjde betragtes som fugtig zone. Gennemføring af rør i gulvet er ikke tilladt i området med den højeste eksponering for vand, markeret med en stiplede linje. Det er typisk også området med den største hældning af gulvet mod gulvafløb. b) Eksempel på opbygning af vådrum som et kar, hvor der er 30 mm niveauforskel mellem gulvafløb og gulvniveau ved dør (Brandt & Morelli, 2015).

Badeværelser i 2000'erne og til i dag

Figur 4 viser, hvordan badeværelser kan opdeles i en våd og en fugtig zone. Vådzone omfatter de områder af badeværelset, hvor overfladerne regelmæssigt/dagligt forventes at blive udsat for vand, mens væggene i fugtig zone kun forventes at blive udsat for høj relativ fugtighed og eventuelt lejlighedsvis påvirkning af vand. I vådzone er kravene til vandtæthed og robusthed strengere end i den fugtige zone.

Hvis badeværelset er mindre end 3,25 m² eller mindre end 1,3 m bredt, anses alle vægge for vådzone (Brandt & Morelli, 2015).

Vådtrum klassificeres afhængig af den bygningskategori, de er beregnet til. Den laveste klasse (L - Lav) er vådrum i enfamiliehuse, fritidshuse til eget brug mv. Den næste klasse (M - Middel) er boliger i etageejendomme, sommerhuse til udlejning mv., hvor belastningen vurderes at være højere end i klasse L. Den sidste klasse (H - Høj) er for anvendelser med en eksponering, der går ud over, hvad der forventes i boliger, fx badeværelse i idrætshaller eller industrikøkkener. I klasse H er kun uorganiske konstruktioner tilladt.

Vådrum opført i forbindelse med Projekt Renovering eller i 1990'erne

De 19 typer af badeværelser i Projekt Renovering er alle installeret i typiske ejendomme bygget omkring slutningen af det 19. århundrede, hvor etageadskillelsen bestod af træbjælkelag med lerindskud. Badeværelsernes indbygning i ejendommene blev udført efter et af følgende to principper som vist på figur 5.

- Her blev den eksisterende etageadskillelse fjernet, og et nyt fundament lavet i kælderen. Badeværelserne – færdige badekabiner – er sat op oven på hinanden i såkaldte badetårne. Fordelen er, at badekabinerne og dermed de mest kritiske arbejdsoperationer udføres på fabrik under gode arbejdsbetingelser. Ulempen er, at kabinerne kræver store indgreb i bygningen ved montering.
- Selvstændige badeværelser i lejlighederne, hvor lasten fra hvert badeværelse skal optages af den eksisterende etageadskillelse (og det eksisterende fundament). Fordelen er, at badeværelserne samles på stedet, og at elementerne ofte kan monteres uden indgreb i bygningen. Ulempen er, at samlingerne skal være bygbare og som regel kræver stor omhu for at sikre tætheden.



Figur 5. a) Selvbærende tårn af kabiner med nyt, selvstændigt fundament i kælderen. b) Selvstændige badeværelsesceller i hver lejlighed installeret på etageadskillelse i form af træbjælkelag.

De 19 badeværelsesløsninger fra Projekt Renovering er kort beskrevet i tabel 1, som også viser antallet af undersøgte badeværelser for hver enkelt type. Bemærk at det ikke er alle typer, der har været besøgt i forbindelse med dette projekt.

Tabel 1. Konstruktionsprincip for de 19 typer af badeværelser og antal af besøgtede badeværelser i projektet. Det skal bemærkes, at ikke alle typer løsninger er besøgtede.

Konstruktionsprincip	#	Beskrivelse	Badeværelser	
Lette badeværelsesløsninger	In-situ	1	SBI-anv. 180, lette badeværelse med opretstående stålkår (1. gen)	0
		2	SBI-anvisning 169, vinyløsning	0
		3	Lette badeværelse, stålmembran (1. gen)	3
	Elementer	4	Lette badeværelse, stålmembran i gulv og vægge	2
		5	Lette præfabrikerede badeværelsesgulve	4
		6	PL-BOX komponentbadeværelser (fiberbeton)	7 ¹
		7	Lette badeværelselementer, med stålmembran i gulv	0
	Kabiner	8	Jupiter kabiner, præfabrikerede badeværelser	0
		9	P4 bruseniche i kombination med stålmembran til indbygning	3
		10	P4 bruseniche i kombination med stålmembran som kabine	0
		11	Halvlet EJ badekabine i letbeton	4
Tunge badeværelsesløsninger	In-situ	12	SBI-anvisning 180 tung badeværelsesløsning ²	16
		13	Præfabrikerede betonbadeværelsesbunde med 85 cm høje vægge	1
	Elementer	14	Præfabrikerede badeværelsesbunde i fiberbeton	3
		15	Betonkabiner, (dobbelte) fabriksstøbte (1. gen)	2
	Kabiner	16	GH betonkabiner, fabriksstøbte standardprodukt	0
		17	EJ badekabiner, betonbunde og vægge i letbeton	0
		18	Betonkabiner, badeværelse med køkkenkarnap, tårnløsning (2. gen)	4
		19	Lette præfabrikerede kabiner med badeværelse og køkken, tårnløsning	2

¹ 4 badeværelser var opført i en ejendom, hvor kun et af badeværelse stadigvæk var originalt fra Projekt Renovering ved besigtigelse og de øvrige badeværelser renoverede. 3 badeværelser var opført i en anden ejendom fra Projekt Renovering.

² Løsning 12 kendes også som traditionel betonudstøbning på træbjælkelag, og de undersøgte badeværelser var ikke en del af Projekt Renovering, men blev udført i 1990'erne som beskrevet i SBI-anvisning 180 (Statens Byggeforskningsinstitut, 1998) for tunge in-situ udførte badeværelser.

Lette badeværelser - in-situ løsninger

Nr. 1: SBI-anvisning 180 - let badeværelse med opretstående stålkår

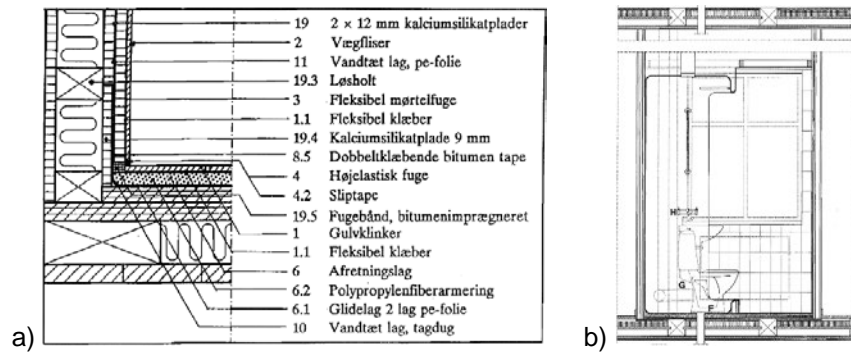
Løsningen er detaljeret beskrevet i SBI-anvisning 180 (Statens Byggeforskningsinstitut, 1998), men har ikke været besøgtet i projektet.

I SBI-anvisning 180 er løsningen defineret som et let badeværelse, hvor væggene er udført som (træ)skeletvægge beklædt med 2 lag kalciumsilikatplader. Gulvet er udført som afretningslag på krydsfinnerplader, der er lagt på

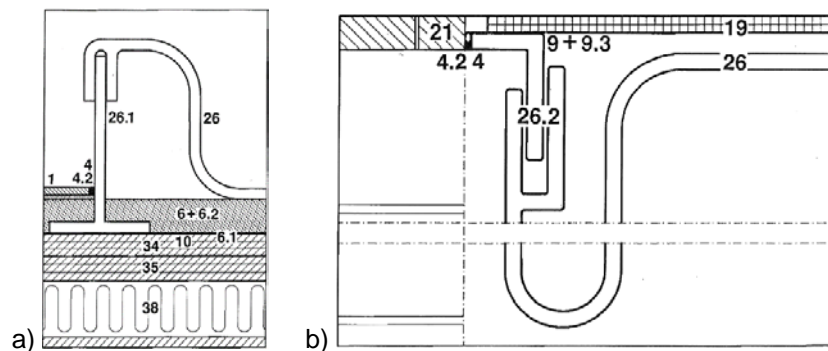
bjælkelaget. Der er i brusenichen monteret et lodret stående vandtæt stålkar (gulv, loft og 3 sider af brusenichen).

Løsningen blev udviklet til bygninger, hvor konstruktionerne ikke var egnede til at bære den tunge last fra traditionelle badeværelser med betonudstøbning.

Vandtætningssystemet i denne løsning af lette vådrum består af en EPDM tagdug i hele gulvet placeret lige under afretningslaget. I væggene er en vandtæt PE-folie placeret mellem kalkiumsilikatpladerne, se figur 6.



Figur 6. a) Snit i overgang mellem gulv og væg. b) Opstalt af opretstående stålkar med snit gennem stålkar.

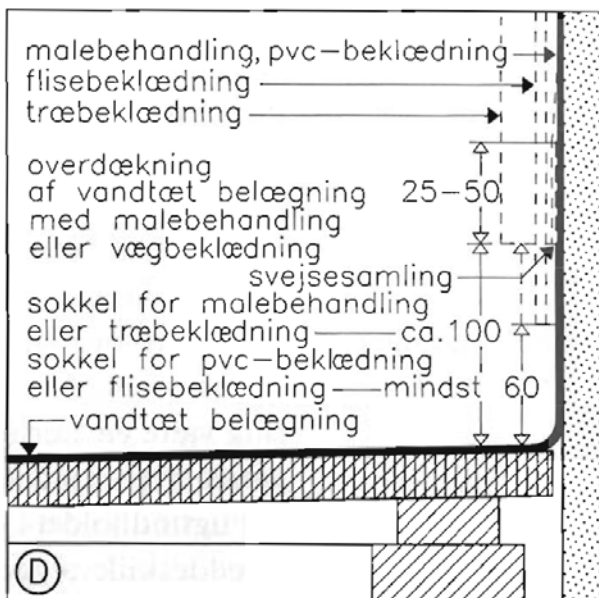


Figur 7. Fastgørelse af opretstående stålkar til a) gulv (lodret snit), b) væg (vandret snit).

Nr. 2: SBI-anvisning 169 – pvc løsning

Badeværelsesløsninger med pvc er nærmere beskrevet i SBI-anvisning 169 (Brandt & Nielsen, 1991), men har ikke været en del af de undersøgte badeværelser.

Figur 8 viser opbygningen af gulv og vægge, hvor gulvet er opbygget med en vandtæt belægning af pvc på undergulv af spånplade udlagt på påforinger for at sikre fald mod afløb. Væggene i løsningen er skeletvægge med pladebeklædning. Vandtætning på både gulv- og vægoverflader er udført med pvc banevare med svejste samlinger.



Figur 8. Gulv med vandtæt pvc-belægning på undergulv af spånplade på træbjælkelag med påforinger for gulvfald. Belægningen er ført op ad væggen og samlet med pvc-beklædningen på væggen eller som vist med punkteret linjer fx malebehandling, flise- eller træbeklædning (Brandt & Nielsen, 1991).

Nr. 3: Lette badeværelser – stålmembran 1. generation

Der er besigtiget 3 badeværelser i ejendommen Dannebrogsgade 19, København V. Løsningen er afrapporteret i *Lette Baderum* (Bygge- og boligstyrelsen, 1994).

Badeværelset er opbygget med et gulvelement, der består af et vandret, vandtæt "badekar" i rustfrit stål, som vist på figur 9. De opbukkede kanter på stålkarret er ført mindst 60 mm op over færdig gulvoverflade. Alle gennemføringer af stålmembranen er svejst, så de er vandtætte. På den vandrette stålmembran er der etableret et afretningslag med fald til gulv afløb. Selve gulvkonstruktionen med membran og afretningslag har ingen stivhed af betydning, så stivheden skal etableres i det underliggende gulv. Vægkonstruktionerne er udført med traditionelle løsninger (lette skelet-, murede-, beton- eller bindingsværksvægge). I de besigtigede lejligheder var væggene udført med fliser på lette vægge. Der er ingen begrænsninger af muligheder for overfladebelægning af gulve. Overflader på vægge skal afpasses efter vægkonstruktionen.



Figur 9. Udførelse af let badeværelsesløsning.

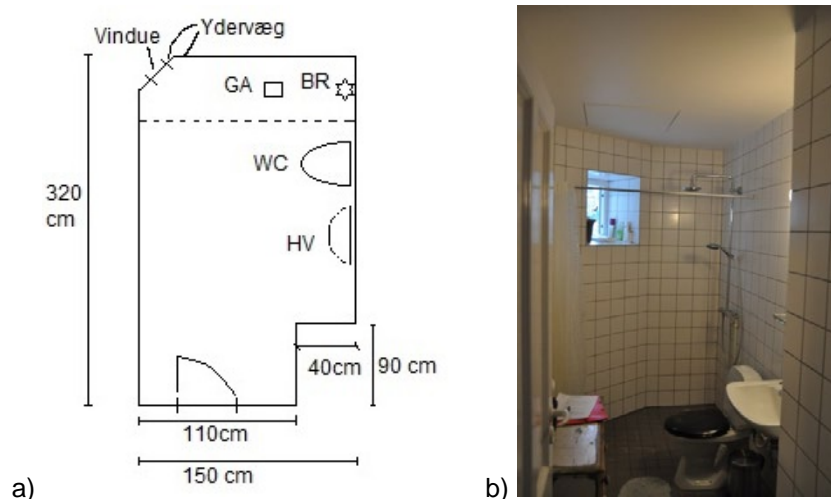
Indgreb i bygning:

Den lette in-situ badeværelsesløsning kræver ikke indgreb i hverken tag, facade eller kælder, og løsningen kræver kun mindre konstruktive indgreb i

etageadskillelse. Det er ikke et krav, at badeværelser skal være beliggende over hinanden af konstruktive hensyn, men det er hensigtsmæssigt af hensyn til føringsveje for vand og afløb.

Indretning

De 3 besøgtede vådrum var alle til højre i opgangen og havde samme grundplan som skitseret i figur 10a. Badeværelset havde en længde på 3,2 m og en bredde ved bruseområdet på 1,5 m, og badeværelsets areal var således større end 3,25 m². Det er dermed et af de få eksempler på store badeværelser, der blev besøgt. Størrelse og udformning af badeværelserne giver gode muligheder for at montere skærmvægge eller indrette badeværelserne, så fugtfølsomme områder ikke placeres i de mest vandbelastede områder.



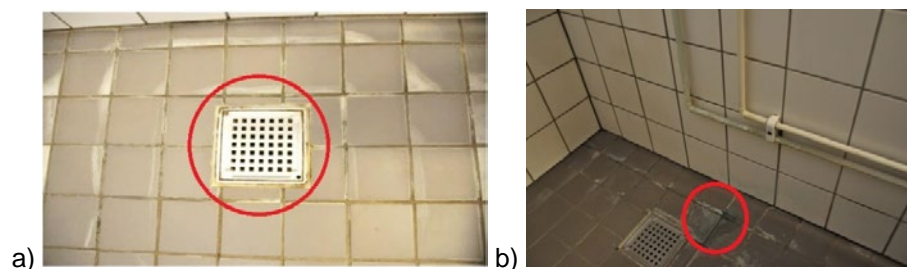
Figur 10. a) Plantegning af badeværelse og b) foto af badeværelse.

Undersøgelse

De besøgtede badeværelser var nogle af de få undersøgte badeværelser, hvor den ene væg var ydervæg, og dermed havde et vindue. Vinduet var placeret modsat bruseren, se figur 10b. Der blev ikke konstateret skader på rammer og karme.

Karevnen i badeværelset var etableret med et niveauspring ved døren på ca. 30 mm og fald på gulvet mod afløb.

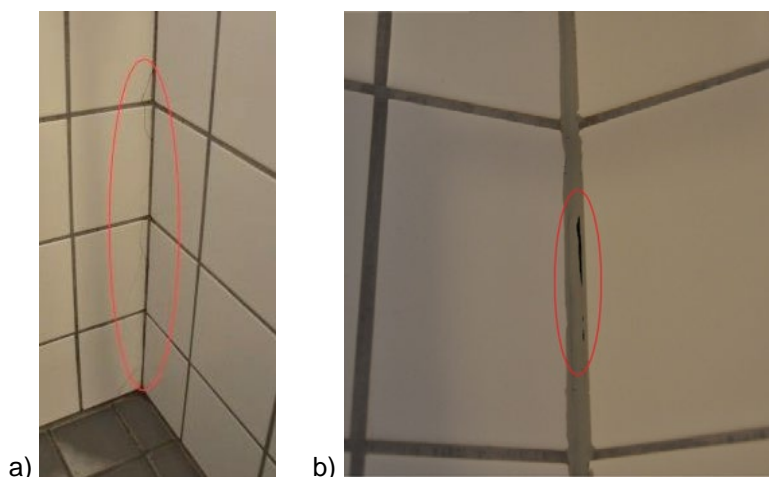
På gulvet blev der konstateret skimmeldannelse på de bløde fuger ved gulv-væg samlingen og omkring gulvafløb. Misfarvninger var primært observeret i bruseområdet, se figur 11a. På gulvet blev der desuden observeret misfarvninger fra de synlige rør ført til brusearmaturet, se figur 11b.



Figur 11. a) Misfarvninger på bløde fuger omkring gulvafløb og samling mellem gulv og væg. b) Grønlig misfarvning på gulv fra brugsvandsrør ført til brusearmatur.

På væggene blev der registreret revner og fugeslip i bruseområdet. Revnerne blev set i 2 af de 3 badeværelser, hvor de største revner var 0,25 mm,

men i væggen modsat bruseren, se figur 12. Fugeslippet blev også observeret på væggen modsat bruseren og højt på væggen, hvor der vil være mindre direkte vandpåsprøjtning.



Figur 12. a) 0,25 mm revner i nederste fire fliser. b) Fugeslip i hjørne mellem to vægge i bruseområde.

Installationsskakten blev ikke inspiceret, men adgang til skakten var i et andet værelse end badeværelset. Adgangen til skakten var omkring 2 m høj. Desuden var der adgang til installationer for overboens afløbsinstallationer over loftet via to loftlemme.

Erfaring fra Projekt Renovering

Erfaringer fra udførelsen i Projekt Renovering viste, at tykkelsen af stålmembranen skulle være mindst 2 mm for at sikre, at der ikke kom varmebuler.

Den vandtætte stålmembran måtte ikke perforeres af bolte, skruer, søm eller lignende.

Den anvendte planløsning tillod umiddelbart at inddrage yderligere areal (fra henholdsvis entré og soveværelse) til eksisterende toilet og badeværelse. Det blev registreret, at projekteringstiden for elementerne svarer til forventningerne, som i et normalt projekt, hvis der korrigeres for udviklingsarbejdet. Genhusningstiden blev overholdt uden større konflikter.

Lette badeværelser - elementer

Nr. 4: Lette badeværelser - stålmembran i gulv og vægge

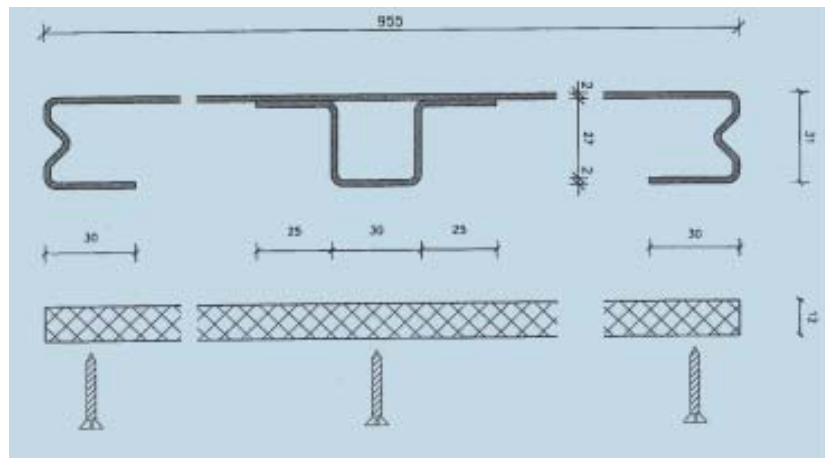
Der er besøgt 2 badeværelser i ejendommen Sigvald Olsens Gade 6 og Louis Pios Gade 9, København SV. I de besøgte ejendomme var bad og toilet i separate rum, men i badeværelserne var der også en lille håndvask. Løsningen er afrapporteret i *Rationel, let byfornyelse* (Erhvervs- og boligstyrelsen, 2004a).

Løsningen består af en rustfri stålmembran til vådrumsgulve (1. generation til gulve), som beskrevet i afsnit *Nr. 3: Lette badeværelse – stålmembran 1. generation*. Løsningen med en stålmembran i gulvet har med stor succes været anvendt i ca. 500 badeværelser. Projektet fokuserede derfor på en tilsvarende videreudvikling af sikre løsninger til vægge, som kunne kombineres med gulve med stålmembraner.

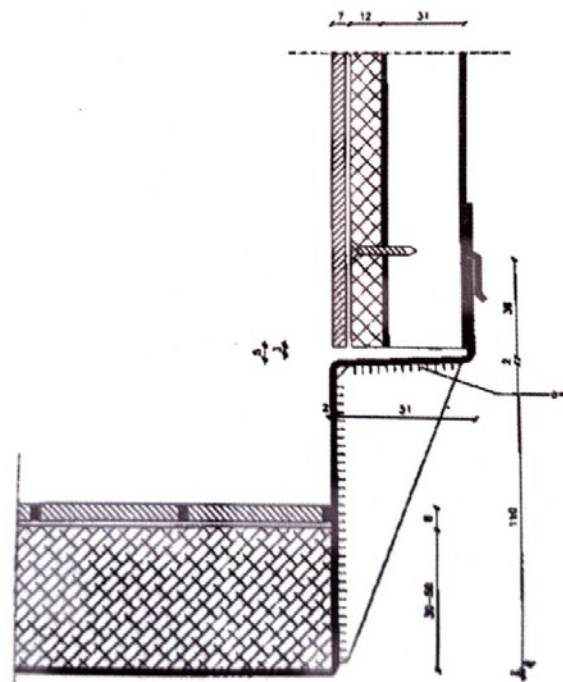
Stålpladens placering i væggen var 50 mm bag færdig overflade, og ved enderne ombukkes stålpladen for at etablere kantflige til fastgørelse af kalksilikatplader, se figur 13a. Ved samlingen mellem membraner i gulv og væg blev væggene forsynet med en forankringsskinne, der holdt væg og

gulvmembranen sammen, se figur 13b. Tætheden mellem samlingerne blev opnået med lodrette neoprenfugebånd. Afvanding af "indvendigt hulrum" i vægpaneler sker ved overgang mellem panel og gulvmembran, se figur 15b.

Vandinstallationerne føres over nedhængt loft og lodret ned bag kalkiumsilikatpladerne til brusearmatur og håndvask.



a)



b)

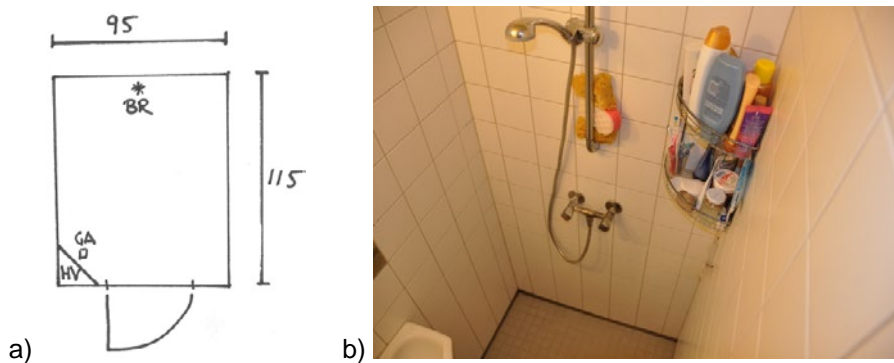
Figur 13. a) Vægelement i bukket stål og med kalkiumsilikatplade. b) Detalje ved gulv og væg samling.

Indgreb i bygningen

De lette elementer kræver ikke indgreb i hverken tag, facade eller kælder og kun mindre konstruktive indgreb i etageadskillelse. Det er ikke et krav, at badeværelser skal være beliggende over hinanden af konstruktive hensyn, men det er hensigtsmæssigt af hensyn til føringsveje for vand og afløb.

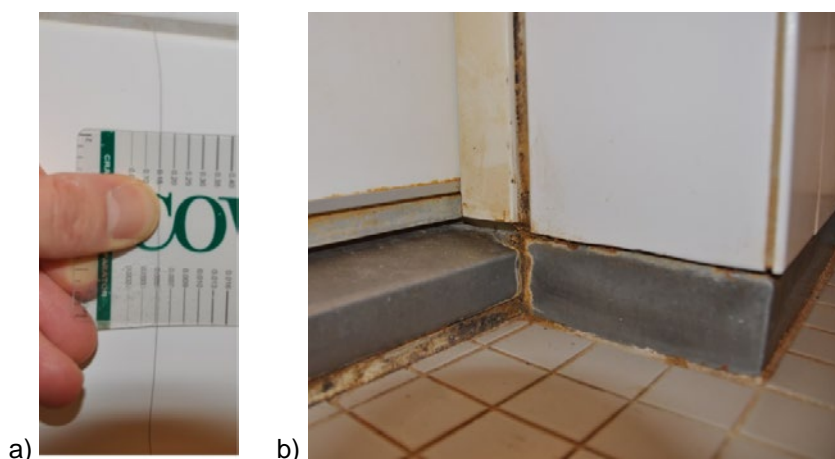
Indretning

De to besigtigede lejligheder havde begge separat bad og toilet. Dermed var den vandbelastede del af et traditionelt badeværelse adskilt fra den ikke vandbelastede zone. Lejlighederne havde gode indretninger af toilet og bad i forhold til mange andre badeværelser, hvor bad og toilet kombineres i et rum. figur 14 viser indretningen af baderummet med tilhørende håndvask.



Undersøgelse

Baderummene var placeret i midten af boligen. De værste skader registreret var ca. 0,15 mm brede revner på væggen, skimmelvækst ved afløb og misfarvning og kalk på fuger ved hjørnerne i vådzone/bruseområdet, se figur 15. Mindre skader blev konstateret på vægge, hvor vægbeklædningen ved brusearmaturet havde små huller fra tidligere montering af inventar. Baderummet var indbygget, så der var et trin op fra det øvrige gulv. Bassinet i bruserummet blev etableret med en ca. 5 cm opkant fra stål bunden, som også havde samme højde ved døren, der dog var lavet som bundstykke og elastisk fuge.



Figur 15. a) 0,15 mm revne i fliser og b) misfarvning er ved dør og på stål opkant fra gulvelement.

Erfaring fra Projekt Renovering

Fra udførelsen af løsningen i Projekt Renovering blev følgende erfaringer fra udførelsen rapporteret:

- Projekterings tiden for badeværelser udført med elementerne svarer til forventningerne, som i et normalt projekt, hvis der korrigeres for udviklingsarbejdet.
- Genhusningstiden blev overholdt uden større konflikter.
- Denne planløsning tillod umiddelbart at inddrage yderligere areal (fra henholdsvis entré og soveværelse) til eksisterende toilet og badeværelse.
- Tykkelsen af stålmembranen skulle være minimum 2 mm for at sikre, at der ikke kom varmbuler.
- Det konkluderedes, at de udviklede paneler gav det ønskede og acceptable niveau af sikkerhed for tætheden.
- Der er ikke mulighed for efterjustering ved evt. sætninger i etageadskillelsen, og heller ikke for senere indbygning af vandbåret gulvvarme.

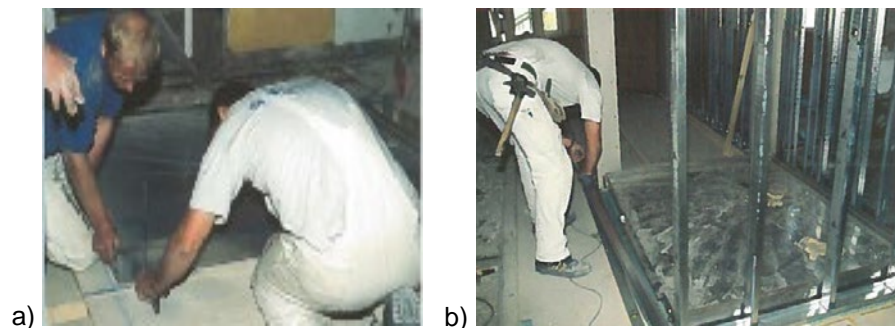
Nr. 5: Lette badeværelser - præfabrikerede gulve

Der er besigtiget 4 badeværelser i ejendommen Eskildsgade 13-15, København V, men løsningen er også indbygget i ejendommen Rolfsvej 18/Adilsvej

19, Frederiksberg. Løsningen er afrapporteret i *Lette stålbunde - Lette præ-fabrikerede badeværelseselementer* (By- og Boligministeriet, 2001a), *Lette stålbunde – Baderum til renovering og byfornyelse* (By- og Boligministeriet, 2001b) og *Indbygning af lette fabriks fremstillede badeværelser* (Boligministeriet, 1997a).

Ideen med projektet var at udvikle et gulvelement, der var så let, at det kunne bæres op i lejligheden og placeres på etagedækket. Gulvelementet skulle have en opkant, der sikrede en sammenbygning med murede vægge, lette vægge af stålskelet og kalciumsilikatplader eller vægge med rustfrit stål membran.

- *Elementleverandørens løsning.* RHS-profiler sammensvejst til et skelet med indbyggede faldlinjer mod gulv afløb. Skelettet blev beklædt med vandfast krydsfiner. I forbindelse med Projekt Renovering blev gulvelementet yderligere forsynet med en faconpresset rustfri stålmembran med påsvejest gulv afløb og opkanter til samling med vægelementernes vandtætte smøremembran. Elementerne var tunge og gav problemer med indbæring.
- *1. generation af forsøgsprojekt (Rølsvej 18/Adilsvej 19).* Ingen organiske materialer i de to nye udviklede løsninger. Dele af RHS-rammen og krydsfineren blev fjernet for at gøre elementet lettere. Dele af konstruktionen blev erstattet af en sandwichkonstruktion med hhv. polyuretanskum og oplimet af tilskårne hårde batts af glasuldsfibre. Elementerne blev lidt lettere, men stadig for tunge til indbæring. Vægge blev i projektet opbygget af 15 mm fibergips på stålskelet og RHS profiler i hjørnerne.
- *2. generation af forsøgsprojekt (Eskildsgade 13-15).* Sandwichkonstruktionen bestående af PU-skum og rustfrit stål for at opnå tilstrækkelig stivhed i elementet.
 - *Løsning 1:* Sandwichelement blev opbygget med en overplade i rustfrit stål med påsvejest gulv afløb og 20 mm fald mod afløb. Underpladen var aluminium og imellem pladerne var der PU-skum. Elementet havde problemer med at spænde frit, hvilket vil sige, at det kun var understøttet i de fire hjørner. Med 1 m mellem understøtninger var konstruktionen stiv og stabil, men denne løsning havde problemer med tætheden mellem top- og bundplade, da de to materialer påvirkedes forskellige af den kraftige varme og det høje tryk ved opskumning.
 - *Løsning 2:* Opbygning som løsning 1, men aluminiums bundpladen blev udskiftet med rustfrit stål, så begge plader var af samme materiale.



Figur 16. a) Gulvelement fastgøres til underlaget. b) Vandtæt rustfrit stålkar etableret og opsætning af vægge er i gang.

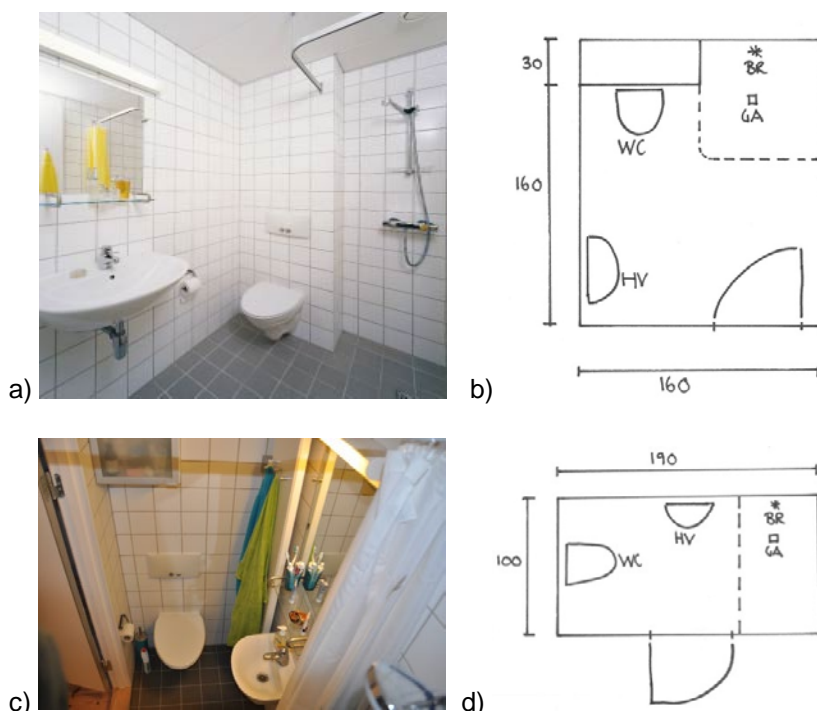
I Eskildsgade blev vægge opbygget med stålskelet og 2 lag kalciumsilikat. Væggene blev opbygget efter at gulvelementet var placeret. 22 badeværelser blev installeret med RHS-ramme og vandfast krydsfiner, membran af rustfri stålplade med opbukkede kanter (leverandør løsning), mens kun 4 forsøgsbadeværelser blev etableret som beskrevet i 2. generation løsning 2.

Indgreb i bygning

De lette præfabrikerede badeværelsesgulve kræver ikke indgreb i bygningens klimaskærm. Badeværelseselementerne skal bygges sammen med de eksisterende konstruktioner, så der vil være et mindre indgreb i etagedækket, der skal have den fornødne bæreevne.

Indretning

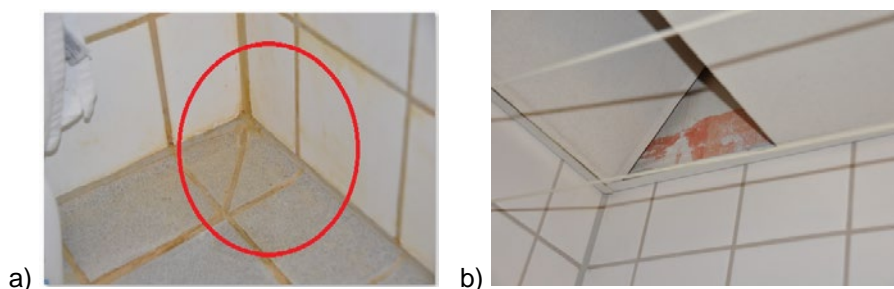
Fire badeværelser blev besigtiget, og badeværelserne havde hver sin indretning. To af badeværelserne var næsten kvadratiske ca. 1,6 x 1,9 m, mens to andre var rektangulære 1,0 x 1,9 m, se figur 17. Alle badeværelserne havde badebænk, men med de givne indretninger vil det være muligt at lave afskærmning for at beskytte de fugtfølsomme områder, specielt omkring døren. Desuden vil det være muligt at bytte om på bad og toilet og dermed opnå større afstand fra den vandbelastede zone og døren.



Figur 17. a) og c) Foto af badeværelser med lette præfabrikerede elementer. og b) og d) Plantegning af badeværelserne.

Undersøgelse

Ved inspektionen af badeværelserne blev der ikke konstateret nævneværdige skader. Der blev registreret misfarvninger på fliser og fuger ved hjørnerne i bruseområdet, se figur 18a. Ved inspektion over det nedhængte loft var der tydeligt tegn på en ekstra behandling med primer eller membran påført fliseunderlaget, hvilket ses på figur 18b.



Figur 18. a) Misfarvninger af fliser og fuger på gulv og væg i bruseniche. b) Rød primer eller membran bag fliser ført op over nedhængt loft.

Erfaring fra Projekt Renovering

De oprindelige elementer fra leverandøren var for tunge til indbæring i ejendomme. Opbygningen med en RHS-ramme med vandfast krydsfiner og stålplade membran vejede over 150 kg, og krævede specielt løftegrej. Første generations elementerne udviklet i Projekt Renovering havde samme problem. Ved anden generation blev batts af glasuldsfibre opgivet pga. manglende stabilitet og stivhed i sandwichkonstruktionen. De nyudviklede elementgulve kom til at veje ca. 50 kg.

I forbindelse med projektet i Eskildsgade blev der udført fugtmålinger i både anden generations gulvelementet og reference elementerne, og målingerne viste ingen tegn på opfugtning.

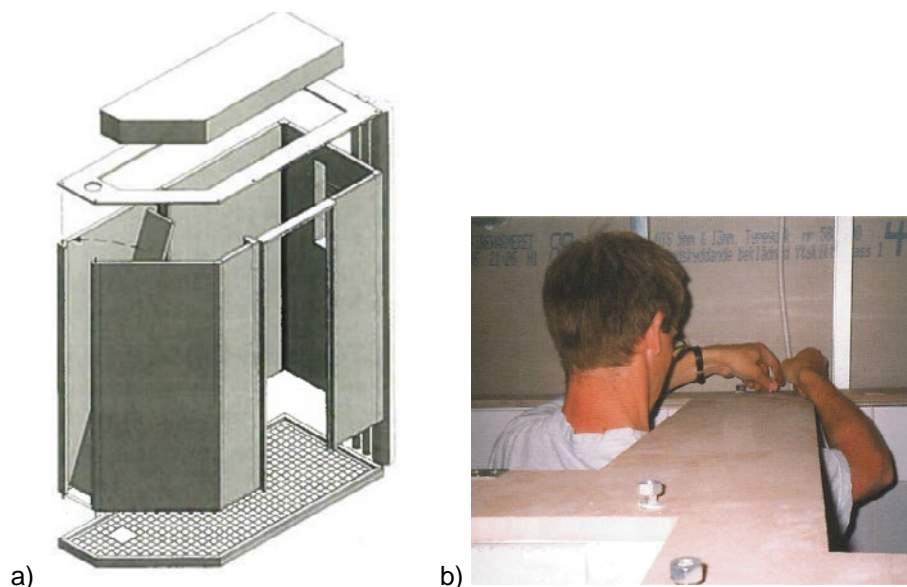
Ved udførelse af projektet, opstod der uventede problemer, som kan opstå i forbindelse med de fleste renoveringer og byfornyelser.

- Byggeperioden blev forlænget fra 6 måneder til 8 på grund af en svampeskade i ejendommen
- Genhusningstiden blev forlænget fra 3 måneder til 5 måneder pga. svampeskaden. Der opstod en utilsigtet ventetid inden udbedringsarbejderne i etageadskillelserne var gennemført, og de nye badeværelser kunne monteres.
- Projektet har givet lidt koordineringsproblemer undervejs, specielt omkring installationsføringer pga. etagebjælkernes placeringer i etagedækket.

Nr. 6: PL-BOX – komponentbadeværelser

I forbindelse med Projekt Renovering blev der udviklet to generationer af løsning nr. 6. Første generation blev udført i Andreas Bjørns Gade 12-14, Christianshavn, København K, hvor der blev besigtiget 4 badeværelser. Derudover blev der besigtiget 3 badeværelser af anden generation, som var udført i Abel Cathrines Gade 29, København V. Løsningerne er beskrevet i *Komponentbadeværelser* (Boligministeriet, 1997b) og *Komponentbadeværelser-2* (Erhvervs- og Boligstyrelsen, 2002).

Projektet arbejdede med badeværelsesløsninger bestående af komponenter, der blev samlet af fabriksfremstillede fiberbeton hjørner, gulv- og væg-elementer. Yderligere blev der fremstillet lofter til badeværelserne. Elementerne var i størrelser, som kunne bæres op i lejlighederne, og elementerne blev spændt sammen med gevindstænger i hjørnerne, se figur 19.



Figur 19. a) isometri af badeværelse med alle elementer fra anden generations badeværelser. b) Samling af loft og vægelementer med gevindstænger fra første generations badeværelser.

Der blev i Projekt Renovering udviklet to generationer af badeværelser.

- 1 Første generation af komponentbadeværelser blev installeret som 4 forsøgsbadeværelser, mens 14 lejligheder i samme ejendom blev udført som traditionelle badeværelser med støbt gulv. Ved besigtigelsen var kun et af de fire forsøgsbadeværelser, som udført under Projekt Renovering. De tre andre badeværelser var renoveret, men renoveringerne bestod i udskiftning af overflader, fx nye fliser eller malebehandling på væggene. Elementerne var fremstillet som støbte fiberbetonelementer armeret med polypropylenfibre. Vægelementerne var alle 2,1 m høje svarende til en standard dørkarm og døre kunne derfor placeres frit ved projektering.
- 2 Anden generation af badeværelserne blev installeret i 10 lejligheder. I anden generation af komponentbadeværelset blev elementerne produceret med en sprøjtebeton med bedre styrkeegenskaber, hvilket samtidig reducerede vægten af elementerne. En bedre finish og planhed blev også opnået på elementerne. Desuden blev samlingerne mellem elementerne forbedret.

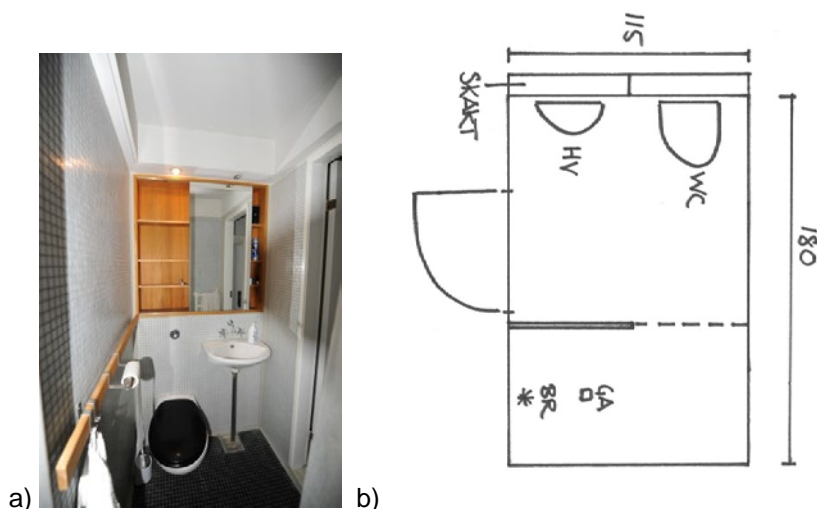
Indgreb i bygning

Monteringen af de lette elementbadeværelser kræver ikke indgreb i bygnings klimaskærm. Inden levering af badeværelserne kræves det, at eksisterende gulv er fjernet, og at evt. opretning af etageadskillelsen har fundet sted. Da badeværelserne leveres som elementer, kan der forekomme opbygning af nye eller reparation af eksisterende vægge, som støder op til badeværelserne. I første generation var badeværelsesgulvet 45 mm over lejlighedens øvrige gulv.

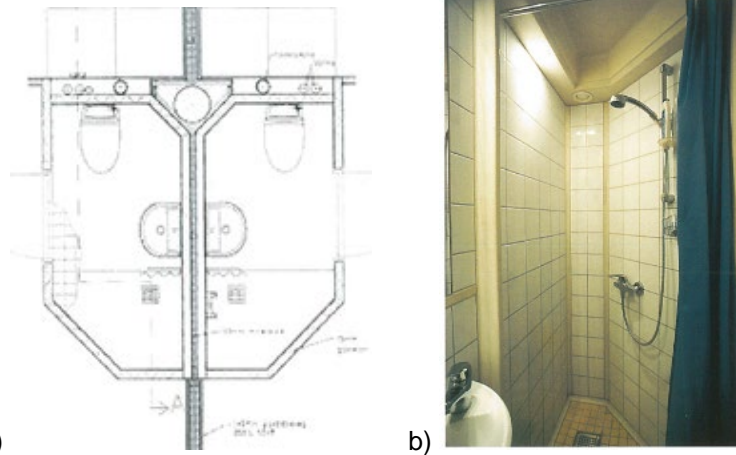
Indretning

De fire besigtigede badeværelser i Andreas Bjørns Gade var fra første generation i Projekt Renovering, og de havde alle en rektangulær grundplan på ca. 1,2 x 1,8 m. I de besigtigede lejligheder var badeværelsesdøren adskilt fra brusenichen med en skærmvæg.

Anden generations badeværelserne i Abel Cathrines Gade havde næsten samme dimensioner 0,9 x 2,1 m, også her var døren placeret midt i den længste væg. I de besigtigede badeværelser var bruseområdet afskærmet med badeforhæng, da muligheden for en fast skærmvæg havde sine begrænsninger i de smalle badeværelser med en bredde på 0,9 m. Dermed var afskærmningen af de fugtfølsomme materialer ved dørene bedre i 1. generations løsninger end i 2. generations løsninger.



Figur 20. Indretning af første generations badeværelse. a) Foto taget fra bruseniche som er bag fotograf. b) Spejlvendt badeværelse i forhold til foto.

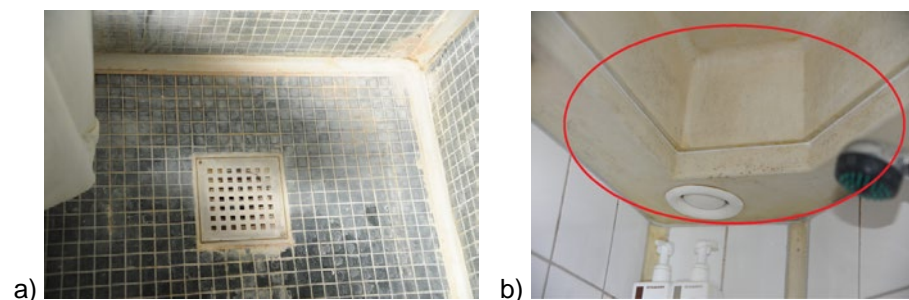


a) b)
 Figur 21. Indretning af anden generations badeværelser. a) Plantegning af badeværelse og b) foto af badeværelse.

Undersøgelse

Ved inspektionerne af de syv badeværelser (fire fra Projekt Renovering og tre renoverede) blev der registreret enkelte fliser/mosaikker i gulvet som var revnet, lidt skimmel på de elastiske fuger ved gulv afløb og samlinger mellem gulv og væg i brusenichen. I det eneste første generations badeværelse som stadigvæk eksisterede, var der ingen bløde fuger, da der var lavet præfabrikerede hjørne elementer. De sorte mosaik stifter på gulv og væg gjorde at badeværelset var svært at vedligeholde og kalk var meget synligt, se figur 22a.

I anden generations badeværelset blev tre badeværelser liggende i samme side af opgangen besøgt. Den mekaniske ventilation i de tre badeværelser var meget forskellig, hvor det ene badeværelse havde meget god ventilation, mens et andet næsten ingen havde. I det badeværelse med ringest ventilation var der synlige mørke aftegninger i loftet, som tegn på at fugten ikke blev fjernet fra badeværelset, se figur 22b.



a) b)
 Figur 22. a) Første generations badeværelse med meget kalk på mosaikstifter. b) Misfarvning af loft i brusenichen (tegn på skimmelvækst) i anden generations badeværelse.

Den største udfordring ved begge generationer af badeværelserne var deres adgang til installationer. Skaktene var placeret bag toilettet i et skab, se figur 23.



Figur 23. Adgang til installationer bag toiletet via et skab, se også Figur 20a.

Fra BvB eftersyn blev der konstateret svigt/skader med følgende kommentarer:

- Lodret, elastisk fuge slipper.
- Flisebeklædte vægge og gulves vandtæthed må ikke kun baseres på, at fugerne er vandtætte.
- Der skal etableres en MK-godkendt membran under flisebeklædning i vådzone.

Erfaring fra Projekt Renovering

De erfaringer som blev opnået i forbindelse med projektet var, at vægten af badeværelserne blev reduceret ved anvendelse af fiberbetonelementer i forhold til traditionelle støbte badeværelser. De udviklede badeværelser i anden generation vejede ca. 50-60 % mindre. Denne vægtreduktion har især betydning i ejendomme, hvor de bærende konstruktioner skal forstærkes, og dermed ikke nødvendigvis bliver så omfattende som ved traditionelle badeværelser.

I første generations badeværelserne var der udfordringer med overfladen, som ikke var tilfredsstillende pga. beton og støbemetoden. Det var nødvendigt at spartle og male de synlige betonhulkehle, ligesom der var problemer med skævheder under udtørring. En anden udfordring var vægten på de store gulv- og vægelementer som næsten blev for tunge til at bære ind i lejlighederne for to personer uden løftegrej.

Nr. 7: Lette badeværelseselementer - stålmembran i gulv

Denne løsning er ikke blevet besigtiget i dette projekt. I forbindelse med Projekt Renovering er løsningen blevet bygget ind i beboelsesejendommen Solgården i Kolding.

Løsningen består af et gulvelement med en stålkarløsning som beskrevet i Nr. 3: Lette badeværelse – stålmembran 1. generation. Væggene i løsningen var opbygget af delelementer i fibergips. Gulv- og vægelementer blev leveret som rumstore elementer med fliser mv. forberedt for montage af sanitet og øvrigt udstyr.



Figur 24. Lette badeværelselementer med stålmembran i gulv.

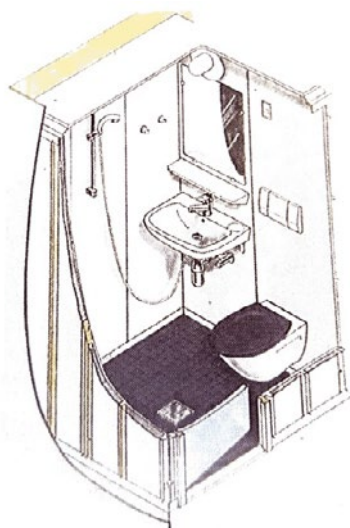
Lette badeværelser - kabiner

Nr. 8: Jupiter kabiner - præfabrikerede badeværelser

Denne løsning har ikke været besigtiget i projektet, da information omkring løsningen har været svære at fremskaffe. Det har blandt andet ikke været muligt at finde frem til en ejendom, hvor badekabinerne er installeret. Løsningen er beskrevet i Jupiters brochurermateriale, der er beskrevet i et ældre HFB katalog, men ikke findes i den nuværende udgave på www.HFB.dk.

Badeværelseskabinerne er udført af præfabrikerede glasfibrelementer, hvor kabinerne enten kan leveres som samlesæt eller rumstore færdigafte-rede kabiner, se figur 25. Den mindste af kabinerne har en vægt på 150 kg. Hvis kabinerne skal samles på stedet kan hvert element/del leveres i pakker med en vægt under 25 kg.

Bundene støbes som et element og er vandtætte, og elementet har en hulkehl for afledning af vand. Væggene er opført som hårde, stærke og holdbare elementer som fx kan bære et væghængt toilet. Overfladerne i badekabinerne kan være glasfiber, fliser mv. Installationer er tilgængelige via inspektionsskakt i badeværelset.



Figur 25. Isometri af Jupiter badeværelseskabine.

Nr. 9: P4 bruseniche i kombination med stålmembran

Der er besigtiget 3 badeværelser i ejendommen Christianshavns Voldgade 49-59, København K. Løsningen er beskrevet i artikler i Boligen og Byggeindustrien m.fl., herunder en projektbeskrivelse af løsningen udarbejdet af Dissing+Weitling.

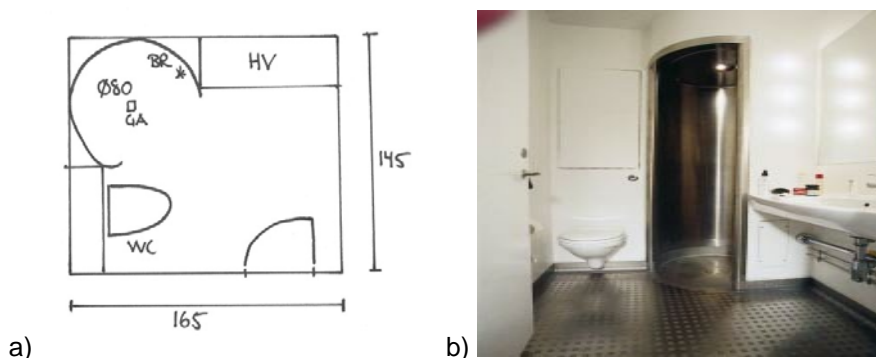
Ejendommen havde synlige sætninger og bundforholdene var meget ringe. Det betød at badeværelserne skulle være lette, da ejendommens fundamenter ikke kunne bære traditionelle tunge badeværelser. Badeværelserne der blev installeret var udført med en stålkarsløsning (se afsnit *Nr. 3: Lette badeværelse – stålmembran 1. generation*), hvor gulvelement inklusiv hulkehl samt bruseniche blev udført i rustfrit stål. Væggene uden direkte vandpåvirkning var opbygget af stålskelet med kalciumpulverplader med overflade i form af vådrumsmalesystem. Stålkaret i gulvet var frit eksponeret, men sandblæst for at skridsikre gulvet.

Indgreb i bygning

Badeværelserne blev udviklet til at kunne bæres af ejendommen uden større indgreb i etageadskillelse og fundament, såfremt de konstruktive forhold i øvrigt var i orden. De lette kabiner blev leveret med et samlet gulvelement og bruseniche, som var udført i rustfrit stål. De lette kabiner kunne deles og dermed bæres ind via trapperne til de enkelte lejligheder, hvorefter de samles.

Indretning

De tre besigtigede badeværelser var ca. 1,7 x 1,5 m i grundplan og placeret inde i lejlighederne. Brusenichen med en diameter på 0,8 m var placeret i stor afstand fra døren og alle brusenicher havde badeforhæng. Udformningen af brusenichen, som en cylinder, gør at vandet ikke rammer væggene uden for brusenichen, se figur 26. Placeringen af toilet og håndvask gjorde at der var meget plads i badeværelset modsat brusenichen. Adgang til to skakte var etableret bag toilet og nær håndvask.

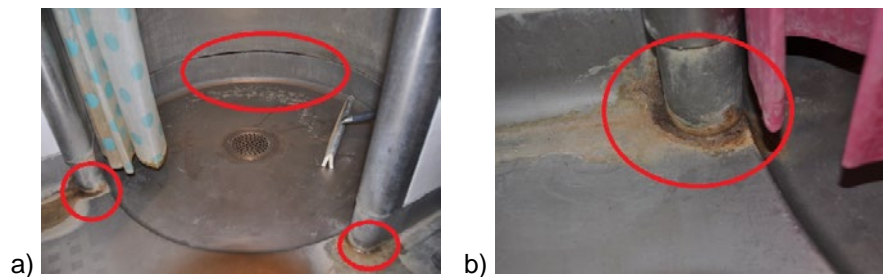


Figur 26. a) Vandret snit af badeværelse. b) Foto af badeværelse med sandblæst stålgulv.

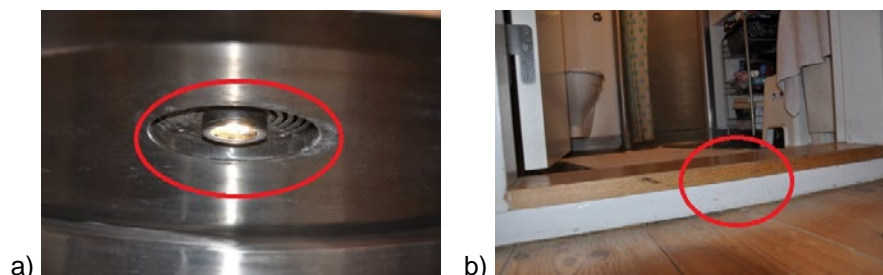
Undersøgelse

De tre besigtigede badeværelser havde nogenlunde samme slitage som primært var omkring det vandbelastede område. Især samlingen mellem gulv og brusenichens afgrænsninger havde kalk/rust misfarvninger, se figur 27, men der var også tydelig kalkaflejringer i bruseniche. Generelt var det holdningen fra beboerne af de rustfrie overflader er svære at holde rene for kalk.

Ved besigtigelserne blev det oplyst, at det var upraktisk at udsugningen var bygget sammen med lampen i brusenichen, figur 28a, da det gjorde vedligeholdelse af ventilation og lampe besværlig. Badeværelserne havde karevne ved at brusenichen var i en forsænkning og der yderligere var niveauforskel ved døren. Figur 28b viser at selve gulvniveauet i badeværelset er tæt på samme niveau som i det tilstødende rum.



Figur 27. a) Misfarvninger/kalk på væggen og på gulvet. b) Rust/misfarvning ved hjørnesamlinger.

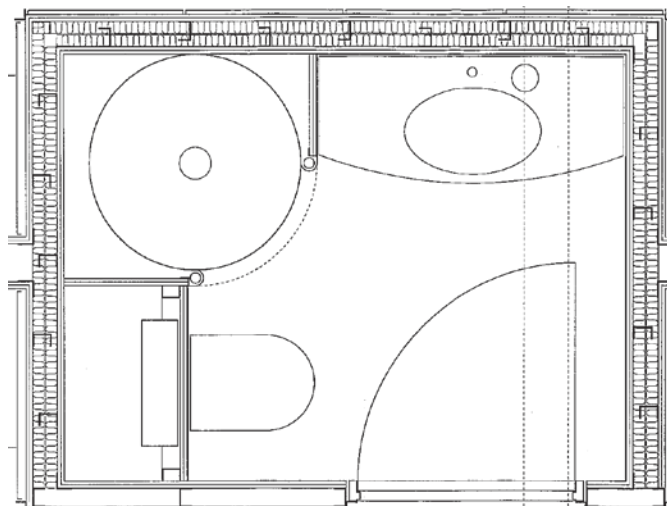


Figur 28. a) Udsugning integreret i lampen. b) Niveauforskel på gulv i badeværelse og gang.

Nr. 10: P4 bruseniche i kombination med stålmembran - som kabine

Løsningen er ikke besøgt, men er indbygget i Smedjen på Odense Glasværk beliggende på Brummers Plads 1-27. Løsningen er beskrevet i *Erhvervsbygninger – Boliger i ældre erhvervsbygninger* (Erhvervs- og Boligstyrelsen, 2004b).

Løsningen er en videreudvikling af løsning beskrevet i afsnit Nr. 9: P4 bruseniche i kombination med stålmembran, hvor gulvet inklusiv hulkehl samt brusenichen er udført i rustfrit stål. Væggene er udført i traditionelle vægge, hvor løsningen er udført som en samlet kabine, se figur 29. Ligesom for løsning 9 kan kabinen skilles ad og bæres ind i de enkelte lejligheder.



Figur 29. Vandret snit af badeværelse.

Erfaring fra Projekt Renovering

Erfaringer fra Projekt Renovering er at, i en del af forsøgsbyggeriet viste en tilsvarende udførelse af tunge kabiner sig at være en smule billigere, men håbet var at projektet skulle medvirke til en udvidelse af markedet for denne type løsninger, hvorigennem der måske kunne opnås en billigørelse af badekabinen.

Nr. 11: EJ badekabine i letbeton - halvlet

Der blev besigtiget 4 badeværelser i Boligforeningen Ringgården afdeling 5 i Århus beliggende på Paludan Müllers Vej 41-7 og Wilhelm Bergsøes Vej 1-31. Løsningen er beskrevet i *Badeværelser – Vandret indbygning af præfabrikerede lette badeværelser* (Bolig- og Byministeriet, 1998a).

Badeværelserne er udført som kabineløsninger, hvor gulvet er en tung konstruktion udført som et præfabrikeret element støbt i letbeton med pimpsten, og de lette vægge er udført med stålskelet og kalciumsilikatplader.

Gulvet i badekabinen var en armeret, vandtæt betonplade med en tykkelse på 60-90 mm. Gulvpladen havde et svagt fald mod afløb, hvor betonen var 60 mm og blev afsluttet med en opkant på 40 mm. Væggene blev monteret på gulvelementets opkant, og væggene var opbygget af stålprofiler beklædt med 13 mm gipsplade og 13 mm kalciumsilikatplade ind imod rummet, se figur 30. Vandtætningen af gulv og vægge blev sikret med en smøremembran. Loftet er opbygget af en stålramme beklædt indvendig med plastdampspærre (dette anbefales ikke længere) og 13 mm gipsplade. Udvendig var loftet beklædt med en krydsfinerplade. En samlet kabine vejede omkring 1300 kg.



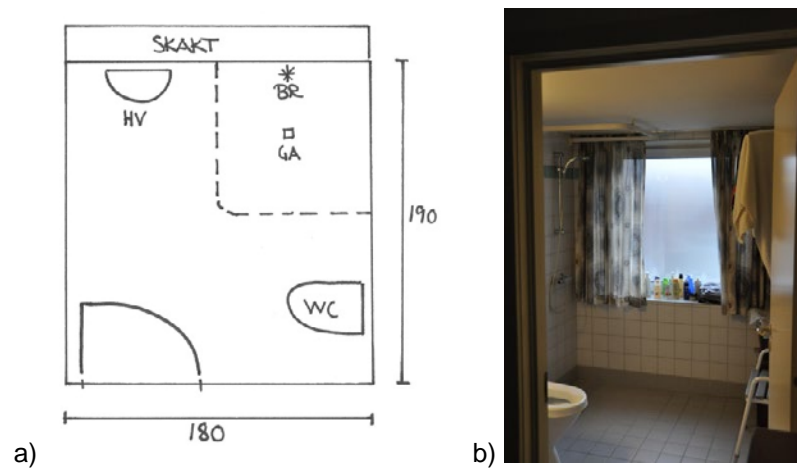
Figur 30. a) Montage af en badeværelseskabine, der skal føres vandret ind i bygningen i et eksisterende værelse. b) Fire badeværelser som er placeret i bygningen, hvor stålskelet og installationer tydeligt ses inden der opbygges vægge med skaktadgang.

Indgreb i bygning

De lette kabiner kræver som minimum et større indgreb i facaden, se figur 30, så de kan føres vandret ind i lejlighederne, men muligvis også indgreb i selve lejlighederne for at skabe plads til kabineren. Desuden kræves det, at badeværelserne kan placeres over hinanden i opgangen. Hvis etagedækkene kan bære kabinernes vægt, er der ingen krav til yderligere konstruktive forstærkninger af ejendommen.

Indretning

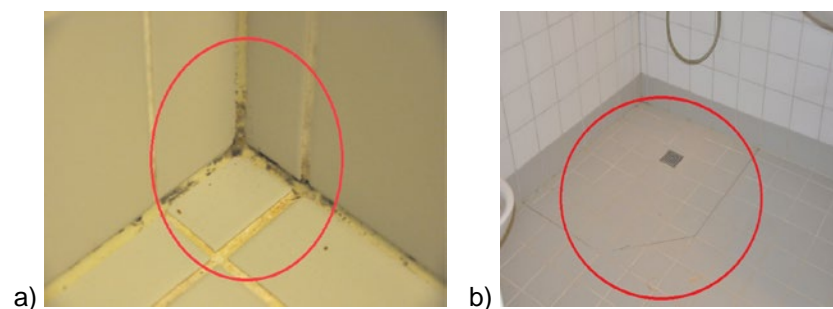
Tre af de fire badeværelser var ens indrettet, selvom de var placeret forskellige steder i bebyggelsen. De tre badeværelser var kvadratiske med dimensioner på ca. 1,9 x 1,8 m. Det fjerde badeværelse var indrettet til bevægelseshæmmede og var derfor større – ca. 2,1 x 2,7 m. De forholdsvis store badeværelser muliggør, at bruseområderne kan afskærmes ordentligt, uden at brusenichen bliver uacceptabel smal. I to af badeværelserne var brusenichen placeret modsat døren, mens det tredje badeværelse havde bruseniche ved siden af døren, da badeværelset havde skråloft. Dette badeværelse havde også en skærmvæg på ca. 360 mm for at beskytte dør og karme. De tre badeværelser var indrettet med forsænkning i bruseområdet, mens badeværelset for bevægelseshæmmede havde større fald mod afløb for at undgå niveauspring på gulvoverfladen.



Figur 31. a) Plantegning af badeværelse på ca. 1,90 m x 1,80 m. b) Foto af badeværelse forberedt til bevægelseshæmmede uden forsænket bruseniche.

Undersøgelse

Da lejlighederne var del af en boligforening, blev det nævnt, at lejlighederne blev sat i stand, når de blev fraflyttet. Generelt bar badeværelserne præg af at være vel vedligeholdte. Det blev nævnt, at de bløde fuger ofte blev skiftet, der blev dog stadigvæk registreret et mindre omfang af skimlede fuger i det vandbelastede områder, se figur 32a. Brusenichen var placeret i en forsænkning på omtrent en flisetykkelse, dog ikke i badeværelset til bevægelseshæmmede. Adgang til installationer fandtes i en skakt uden for badeværelset via en lem på 600 x 1200 mm. Skakten var i en god størrelse for at tilgå installationer, men der var ikke noget meldesystem til registrering af utætheder i skakten.



Figur 32. a) Skimlede fuger i bruseniche. b) Forsænkning ved bruseniche.

Erfaring fra Projekt Renovering

Ideen med de lette præfabrikerede badekabiner var, at genhusning af beboerne kunne undgås. De præfabrikerede badekabiner skulle føres vandret ind i bygningen i et eksisterende værelse. Det betød, at de eksisterende installationer skulle fungere i hver lejlighed, men kabler og fremløbsledningen til radiatoranlægget skulle fjernes for at give plads til opbygningen af de nye lejligheder.

Erfaringer fra udførelsen var, at der var flere koordinationsmæssige og tekniske problemer i forbindelse med udskiftning af den samlede installation i en beboet boligblok end oprindeligt forventet. Arbejdet blev yderligere kompliceret og fordyret af, at varmerørene var isoleret med asbestholdigt kiselgur.

Tunge in-situ løsninger

Nr. 12: SBI anvisning 180

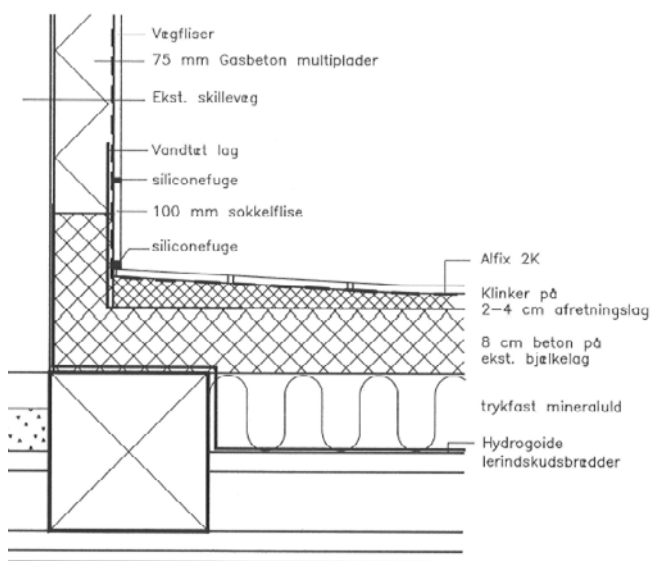
De 16 besøgtede badeværelser var beliggende på flere adresser,

- Bjarkesvej 6 / Aksel Møllers Have 32, Frederiksberg (4 stk.)
- Nylandsvej 22-24, Frederiksberg (4 stk.)
- Sindshvilevej 8, Frederiksberg (4 stk.)
- Stampesgade 7 / Colbjørnsgade 25 (4 stk.)

Badeværelserne var opført eller byfornyset i 1990'erne, men var ikke del af Projekt Renovering. Konstruktivt kan løsningerne godt svare til dem beskrevet i afsnit *Badeværelser fra 2000'erne*, selvom det er forsøgt at have forskellige opbygninger.

Badeværelsesløsningen er som udgangspunkt det, som typisk benævnes et traditionelt badeværelse. Herved forstås, at der på træbjælkelaget udstøbes et betongulv eventuelt med opkanter. Væggene er udført i gasbeton og placeres på gulvet eller på opkanterne, se figur 33.

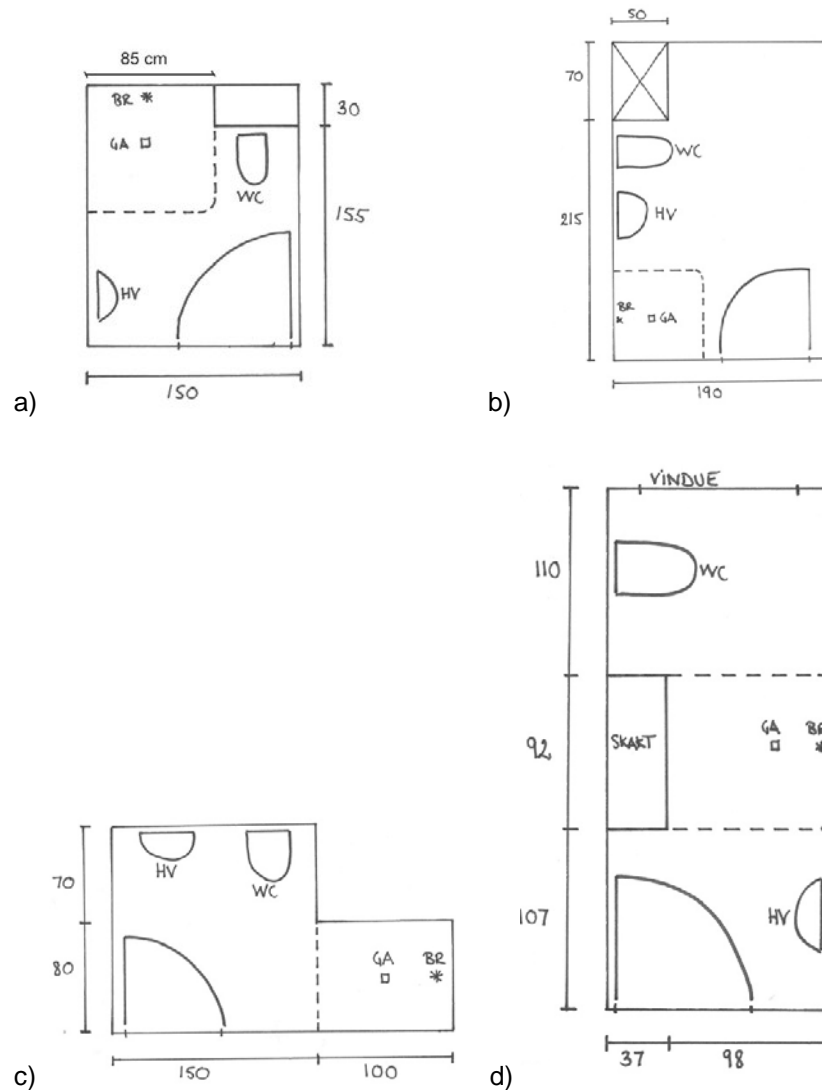
Betongulvet giver tætheden i konstruktionen, når tykkelsen er mindst 60 mm og gulv afløb er indstøbt. Mellem betonen og afretningslaget blev der placeret et vandtæt lag i hele gulvet. På væggene i vådzone blev et vandtæt lag etableret under fliseklæberen. I de undersøgte badeværelser var gulvet opbygget som et kar og havde fald mod afløb. Der blev registreret bløde fuger i overgangene gulv-væg og væg-væg, men også over sokkelflisen, når bunden var støbt som et kar med opkanter, se figur 33 og figur 35a.



Figur 33. Eksempel på opbygning af badeværelse med støbt betondæk i brusenichen, hvor inskudsleret er erstattet med mineraluldsbatts. Væggene er af porebeton og placeret på støbte opkanter. Der er anvendt vandtæt membran bag fliser på gulv og vægge.

Indretning

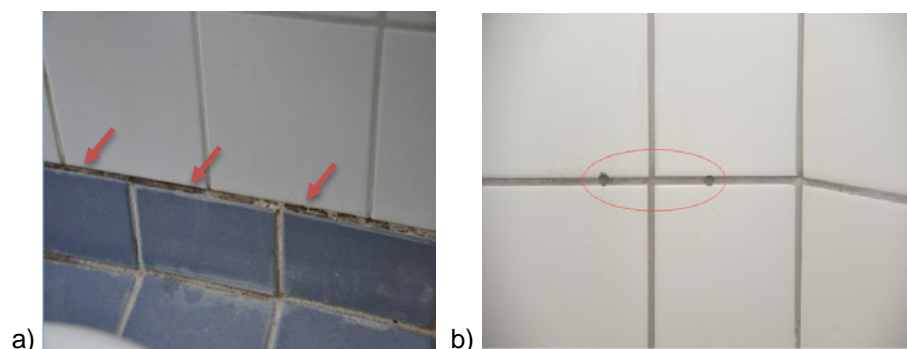
Da badeværelset etableres ved udstøbning af et betongulv, er det kun bygningens geometriske forhold, som sætter begrænsningerne for indretningen af badeværelset, se figur 34. Generelt vil små badeværelser have udfordringer med afskærmningsvægge omkring brusenichen, hvorfor der ofte anvendes bruseforhæng. Hvis badeværelset fornyes, kan der under tiden inddrages arealer fra naborum, så badeværelset bliver større og mere funktionelt.



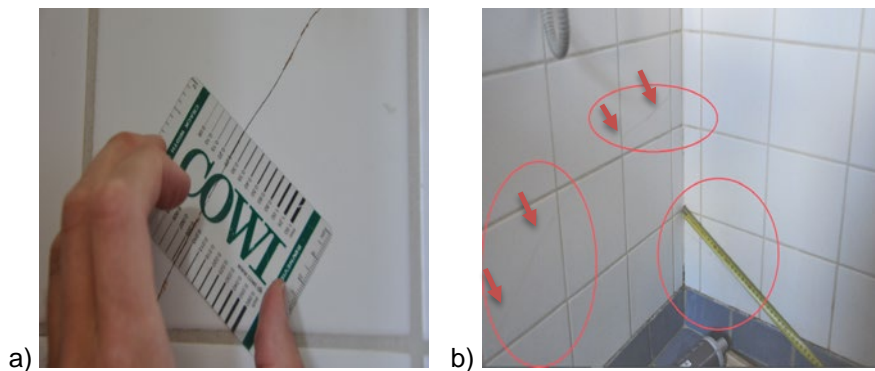
Figur 34. Forskellige indretninger fundet blandt de 16 besøgtede badeværelser. Indretningerne er typisk fundet blandt de besøgtede badeværelser.

Undersøgelse:

Besøgtelserne af badeværelserne viste i store træk de samme forhold, som BvB registrerede ved 5 års eftersynene. Ved langt de fleste besøgtelser var badeværelserne i god stand og bygningsdelene intakte. Flere af de registrerede skader kunne relateres til vedligehold, fx misfarvede/skimlede elastiske fuger, huller i beklædninger og revnede fliser, se figur 35 og figur 36. De revnede fliser kunne også skyldes, at noget mere grundlæggende var galt med badeværelserne, men dette var ikke muligt at afgøre ved de visuelle inspektioner. I vådzone sås fine revner med en bredde på 0,1 til 0,25 mm på fliser. I et enkelt badeværelse blev der registreret revner i væggene som løb i fugerne, hvilket kunne tyde på bevægelser i konstruktionen.



Figur 35. a) Skimlede elastiske fuger over og under sokkelflisen. b) Huller i vægge i de vandbelastede områder efter montage af kroge mv.



Figur 36. Revner i fliser. a) Revnevidde 0,25 mm og b) mange revner i flere vægge mellem røde pile og langs målebåndet. Revnevidder ca. 0,10 mm.

I forhold til installationerne blev det konstateret, at den mekaniske udsugning fungerede godt i alle badeværelser. Der blev ikke registreret nogen lodrette gennembrydninger i gulvene, idet alle installationer er ført ud i installations-skakte. Vandrette gennembrydninger af vægge var forsynet med manchetter. Skakte var placeret enten med adgang fra naborum, hvor der var god adgang til installationer via en inspektionslem i dørhøjde, eller adgangen til skakten var fra badeværelsets fugtige zone, figur 37.



Figur 37. a) Adgang til installationsskakt via inspektionslem i rumhøjde og b) adgang via lem i badeværelse.

I installationsskaktene var de vigtigste komponenter let tilgængelige. Der var støbt betongulv i bunden af skaktene, men der sås ikke noget meldesystem fra bunden.

Tunge elementløsninger

Nr. 13: Præfabrikerede betonbadeværelsesbunde med 85 cm høje vægge

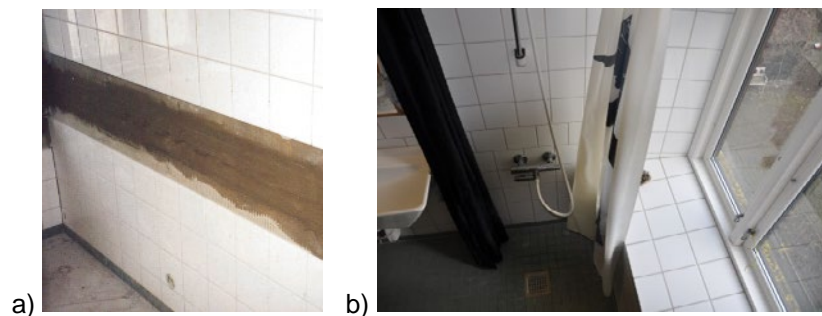
Der blev besøgt et badeværelse i ejendommen Dannebrogsgade 51, København V. Løsningen er beskrevet i *Lave baderum – præfabrikerede lave baderum* (By- og Boligministeriet, 1998).

Løsningen består af et "kar" med 850 mm høje sider alt sammen udført af præfabrikeret beton. Fra 850 mm til loft kan der anvendes præfabrikerede vægge, eller vægge kan laves på stedet. I projektet blev væggene opbygget i konstruktionsbeton. Tanken var at begrænse problemer med tæthed, koordinering blandt håndværksfag, vægt mv, se figur 38.



Figur 38. a) Præfabrikerede beton "kar" med en højde på 850 mm. b) Samling af bund og vægge på forsøgsbadeværelse.

Alle betondele blev behandlet med en flydende membran inden opsætning af fliser, og samlingen mellem bund og vægge blev behandlet med membran og fliser på byggepladsen, se figur 39.



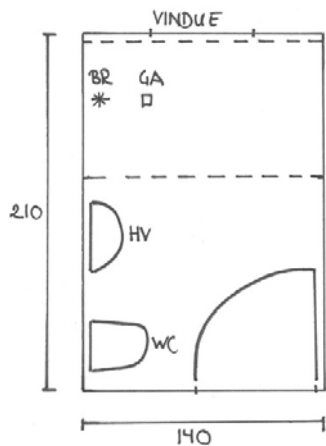
Figur 39. a) Samling med påført membran og b) samling påført fliser som springer i forbandtet.

Indgreb i bygning

Installeringen af de tunge elementer kræver som minimum, at vinduet i badeværelset demonteres. Højden på 850 mm af præfabrikerede bunde var bestemt ud fra bredden på et 2-fags dannebrogsvindue, som alle elementer blev hejst ind gennem. Da elementerne er udviklet til at kunne bæres af den eksisterende ejendom, kræves der ikke yderligere indgreb, forudsat at bygningen har den fornødne stabilitet og bæreevne.

Indretning

Det besigtigede badeværelse målte ca. 1,4 x 2,1 m, og havde en dør i den ene ende og et vindue i den anden ende. Vinduet i badeværelset gjorde det svært at indrette, så brusenichen ikke var i nærheden af fugtfølsomme materialer, figur 39b, som ofte forekommer ved dør og vindue. Badeværelset var indrettet med badeforhæng foran vindue og mod resten af rummet, men der ville være mulighed for at montere en fast skærmvæg mod resten af rummet.



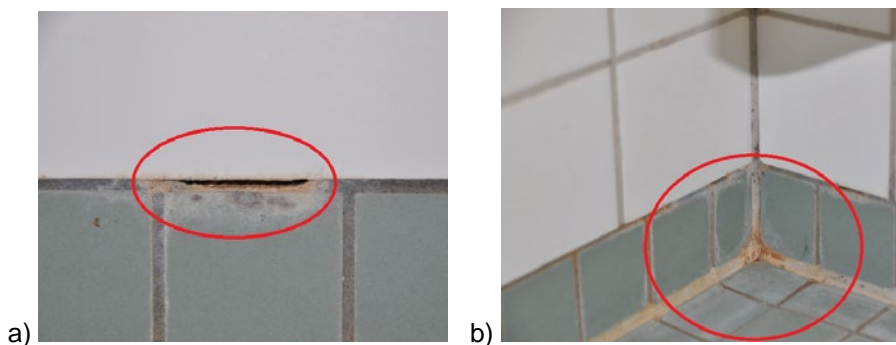
Figur 40. Plantegning af badeværelse på ca. 2,10 m x 1,40 m.

Undersøgelse

Ved besigtigelsen af badeværelset blev det registreret, at den mekaniske ventilation var blokeret med en cd. Desuden blev der registreret flere manglende mørtelfuger mellem de to nederste fliser på væggen i brusenichen, se figur 41. Yderligere skader registreret var misfarvninger på væggen og gulvet i vådzone/bruseområdet. Der sås meget skimmelvækst i vådzone (bruseområdet). Endelig blev der observeret mindre skader på vægge, fx at den elastiske fuge manglede.

Det blev også registreret at armaturet til bruseren sad langt nede på væggen, hvilket skyldtes at det var monteret på væggen af bunden ca. 750 mm over gulvet.

Adgangen til skakten var fra gangen, men indretningen af lejligheden tillod ikke adgang pga. at vaskemaskinen var placeret foran lemmen. BvB bemærkede i deres eftersyn, at samlinger på installationer ikke måtte være skjulte og skulle være let tilgængelige for inspektion i tilfælde af utætheder eller skader fx via lem.



Figur 41. a) Mørtelfuge mangler flere steder mellem de nederste to fliser på væggen, og b) flere steder med manglende fuger og misfarvede fuger pga. kalk og skimmelvækst i vådzone.

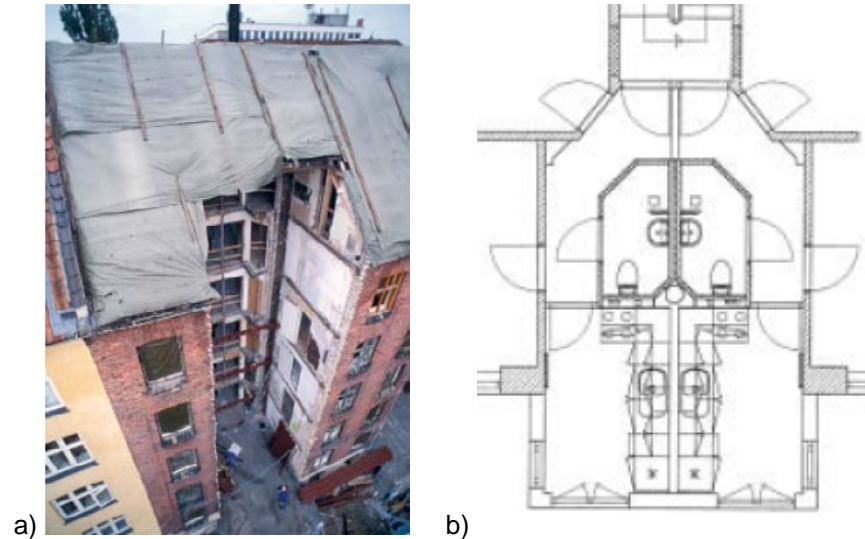
Erfaring fra Projekt Renovering

Erfaringer fra udførelsen viste, at indbygningstiden for etablering af de tunge præfabrikerede betonbadeværelsesbunde med 850 mm høje vægge blev reduceret ca. 30-40 % ift. et in-situ støbt badeværelse pga. montagen. Da der ikke var tørre- og hærdetid på byggepladsen, blev der opnået en betragtelig reduktion af byggefugten tilført bygningen.

Nr. 14: Præfabrikerede badeværelsesbunde - fiberbeton

Besigtigelsen omfattede 3 badeværelser i ejendommen Sønder Boulevard 18-20, København V. Løsningen er beskrevet i *Let facade- og etagedæk-system til renovering* (Erhvervs- og Boligstyrelsen, 2004c).

I den besigtigede ejendom var bagtrapperne nedlagt og lejlighederne derved udvidet med 5 m² til bad og køkken, da der blev opført en karnap i stedet for bagtrappen. Badeværelserne blev lavet med præfabrikerede gulvelementer, hvor bunden blev støbt i glasfiber armeret beton og vægge i gasbeton. Gulvelementet blev produceret med indstøbt gulv afløb, og gulvelementet blev udlagt på et nyt stål-/ gips etagedæk, se figur 42.



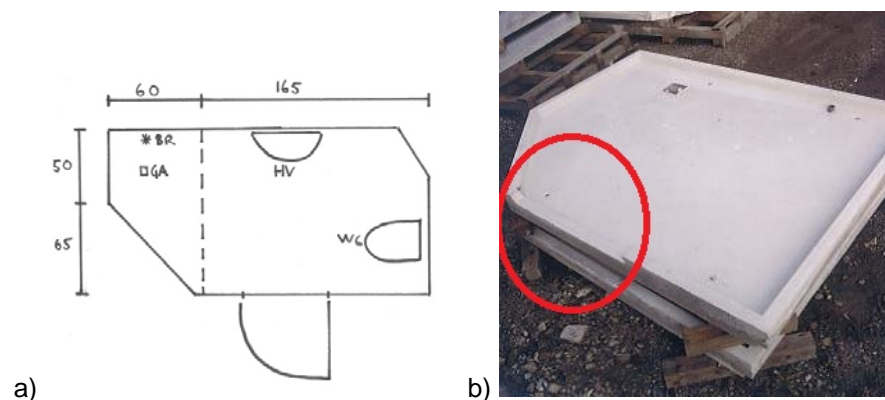
Figur 42. a) Bygning med nedrevet bagtrappe, hvor de bagerste vægge er badeværelses afgrænsning. b) Udsnit af plantegning, der viser området omkring bad og køkken som bygges ind i karnap.

Indgreb i bygning

Løsningen i projektet krævede et større indgreb i facaden, idet bagtrappen blev fjernet og lejlighederne udvidet. Det nyetablerede bærende system af stål og gips skulle bære de nye badeværelser og køkkener. Ved at erstatte de eksisterende træbjælkelag, vil der ikke være udfordringer med råd og skimmel i de etagedæk, hvor badeværelser og køkken skulle etableres.

Indretning

De besigtigede badeværelser havde en rektangulær udformning, hvor toilet og bad var placeret i hver sin ende af badeværelserne, mens døren var placeret midt i en af de lange vægge, se figur 43. Vandinstallationerne var tilgængelige via to lemme i loftet. Af de tre besigtigede badeværelser havde kun et badeværelse fastmonteret skydedøre ved brusenichen, mens de andre to havde badeforhæng.

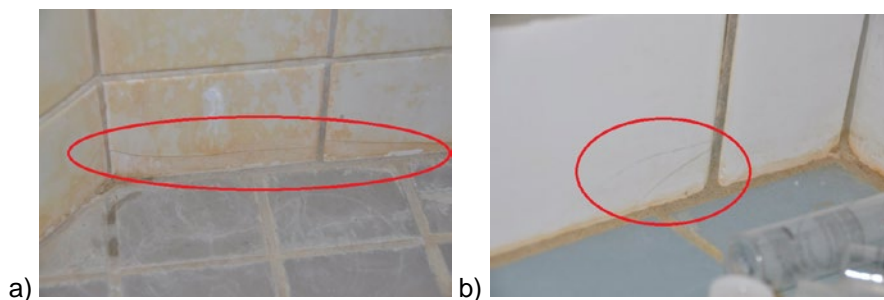


Figur 43. a) Plantegning af de tre besigtigede badeværelser og b) billede af gulvelementet. Den røde cirkel viser området, hvor opkanten er reduceret i højde for at give plads til døren.

Undersøgelse

De tre besigtigede badeværelser var placeret i samme side af én opgang.

Adgangen til installationer var besværlig og adgangen til fordelerrør blev besværliggjort af at adgangen var etableret i loftet. I væggene lige over gulvet blev der registreret revner i væggene, hvilke var gældende for alle tre badeværelser. Alle revnerne optrådte i brusenichen, se figur 44.



Figur 44. Revner i vægge lige over gulvet.

Ud over revnerne var der meget kalk på fliser og mørtelfuger. Der var anvendt mørtelfuger omkring gulv afløb og i gulv-væg samlingen, hvorimod der over nederste fliserække på væggen var en elastisk fuger ligesom i væg-væg samlingen. Bruseområderne var desuden placeret ca. 1 cm lavere end resten af gulvet. Ved gennemgang af BvB materialer fra 5 års eftersyn var det desuden noteret at fliser ikke var ført ind bag indfatninger, men ellers var der registreret samme skader og forhold i badeværelserne.

Erfaring fra Projekt Renovering

Ideen med badeværelsesløsningen var at reducere byggetiden og dermed bidrage til en reduktion af omkostningerne. Det vil kræve nærmere undersøgelser, hvis metoden skal anvendes ved større lejligheder, idet der kan opstå problemer med hensyn til bygningens stabilitet og etageadskillelsens bæreevne ved større spændvidder. Da badeværelserne blev bygget i København, var det ikke muligt at lave løsningen så let som ønsket, da kommunen ikke ville tillade dette. Det betød, at der skulle udføres ekstra arbejde på de bærende konstruktioner. I andre byer ville det være muligt at lave løsningen lettere.

Erfaringer fra udførelsen viste, at det har givet en del koordinationsmæssige udfordringer. Eksempelvis var leveringstiden af industrielle komponenter ofte længere end perioden fra byggestartet til planlagt levering.

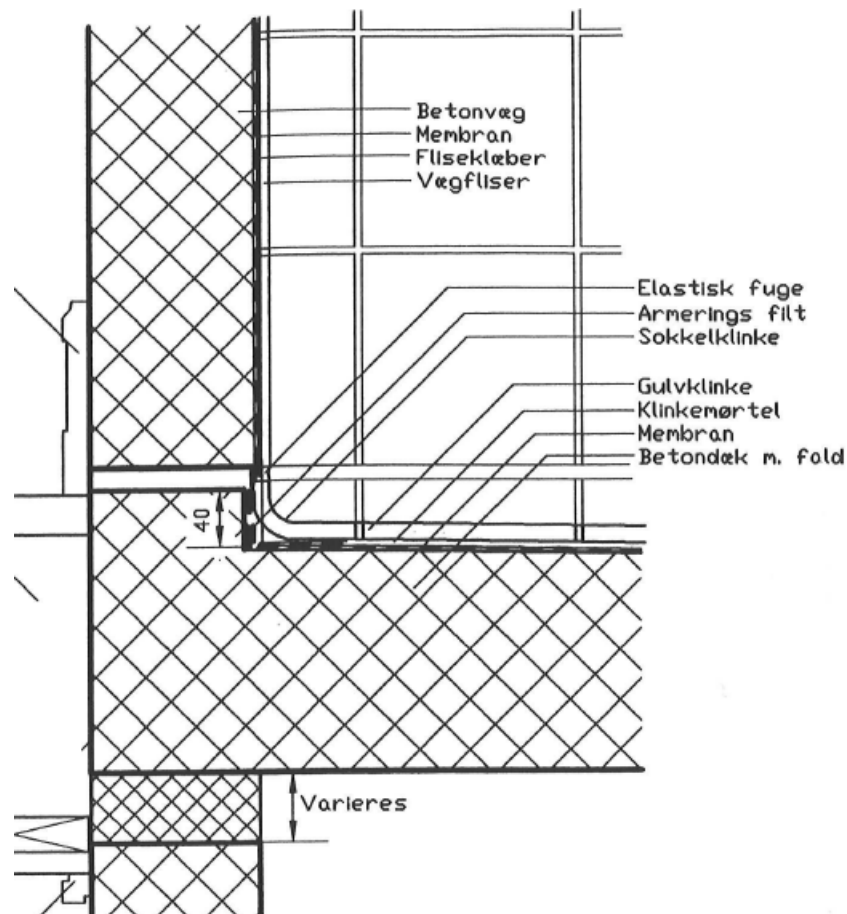
Tunge kabineløsninger

Nr. 15: Betonkabiner, (dobbelte) fabriksstøbte (1. generation)

Der blev foretaget besigtigelse af 2 badeværelser i ejendommen Lollandsvej 26-28, Frederiksberg. Løsningen er beskrevet i *Badekabiner* (Bygge- og Boligstyrelsen, 1997) og *Indbygning af fabriksstøbte badeværelser* (Bygge- og Boligstyrelsen, 1996).

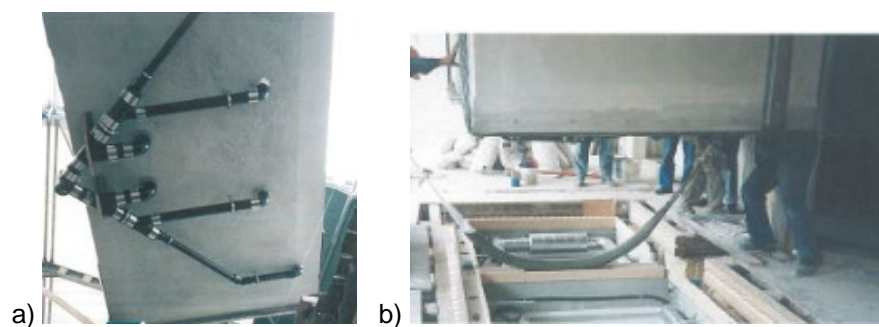
Projektet arbejdede med badekabiner af beton, og badeværelserne udviklet i dette projekt var første generation, som siden blev fulgt op af en anden generation, der er beskrevet under afsnit *Nr. 18: Betonkabiner, badeværelse med køkkenkarnap, tårnløsning (2. generation)*.

Løsningen bestod af selvbærende badeværelsesenheder, hvor hver enhed bestod af to badeværelser, se figur 46.



Figur 45. Detaljer omkring samling mellem gulv og væg. I væggen under badeværelset er vist understøbningen som er med til at justere indbygningshøjden af badeværelset.

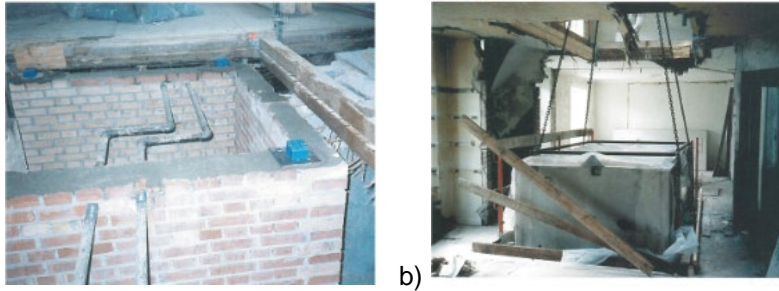
De selv bærende badeværelser blev placeret på nye fundamenter i kælderen. De fuldt færdigpaterede badeværelser var opført i betonelementer, og det forventedes at håndværkerne ikke skulle ind badeværelserne. Det betød også, at alle tilkoblinger af installationer skulle kunne gøres fra kabinernes yderside. Alle kabiner blev udført i samme højde, og eventuelle højdeforskelle på etagerne blev justeret ved understøbningen af kabinerne.



Figur 46. a) Underside af kabine, hvor afløbsinstallationerne ses. I venstre side ses sammenbygningen til faldstammen. b) Understøbning af badekabiner, hvor der på underside af kabinen kan ses afløbsrørene.

Indgreb i bygning

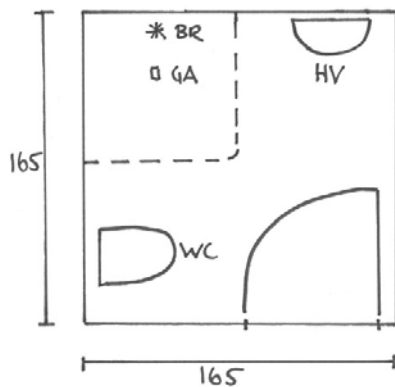
Installeringen af de dobbelte fabriksfremstillede badeværelser krævede indgreb i taget for at de kunne sammenbygges til et "badetårn". Yderligere krævede løsningen, at der etableredes bærende fundamenter i kælderen, som kunne optage lasten fra badeværelserne, der derved blev en selv bærende enhed, se figur 47.



Figur 47. a) Murede fundament i kælder. b) Nedsænkning af kabine, hvor der ses kun 50 mm afstand mellem kabinen og de øvrige bygningsdele.

Indretning

Badeværelserne har en dimension på ca. 1,65 x 1,65 m, og er at betragte som et lille vådrum. Med den anvendte indretning er det muligt at afskærme brusepladsen med skærmvægge eller - som det er gjort - med forhæng. Indretningen har tilladt, at bad og dør er i hvert sit hjørne af badeværelset, og dermed er den vandbelastede zone og de fugtfølsomme materialer ikke placeret i nærheden af hinanden. Faldet mod gulv afløb er bygget ind i flisebelægningen, uden at der forekommer niveauspring på badeværelsesgulvet.



Figur 48. a) Plantegning af badeværelse. b) Foto af badeværelse.

Undersøgelse

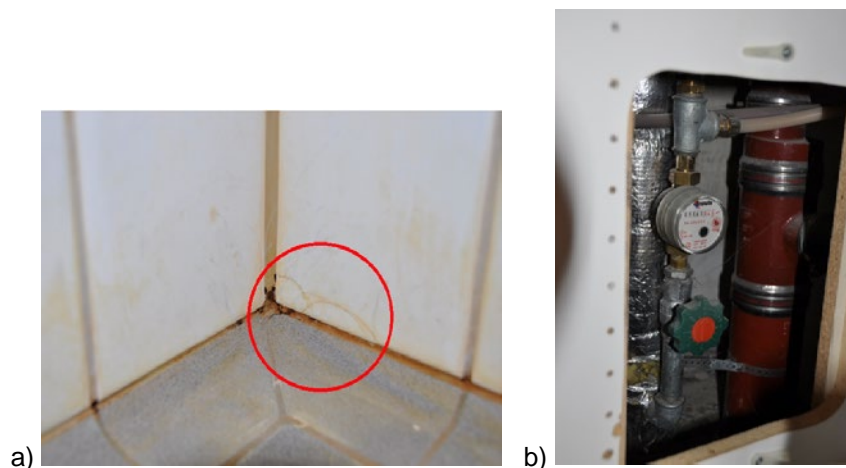
Ved besigtigelsen blev det konstateret, at der var armering over væg-væg samlingerne, og at der var påført membran. Det kan ikke siges, om membranen havde den fornødne tykkelse, se figur 49. I BvB's materiale er det oplyst, at membran også er påført på gulv og væg.



Figur 49. Samling mellem væg-væg over nedhængt loft. Igennem den sorte membran kan anes et net som vurderes at være en armering og membran over samling.

Af skader blev der registreret revner i enkelte fliser lige over hulkelen i brusenichen. Ellers var der lidt skimmel at finde på de elastiske fuger og kalkede fliser, se figur 50. Der var god mekanisk ventilation i begge lejligheder. Adgangen til installationer var fra køkkenet via en lem på 200 x 300 mm, idet installationerne var ført over loftet til køkkenet. I skakten blev der ikke registreret et meldesystem ved utætheder i installationerne.

Det blev oplyst, at der havde været korrosion af alle rør over de nedhængte lofter, da der var blevet bygget kobber og stålrør sammen. Det blev oplyst, at der ellers kun havde været mindre skader som fx afløbsrør under vask der var skiftet til plast og udskiftning af cisterneindmad efter 6 år.



Figur 50. a) Revne og misfarvning af fliser og fuger i bruseniche. b) Skakt i køkken, 200 x 300 mm.

Erfaring fra Projekt Renovering

Erfaringerne fra Projekt Renovering var baseret på opførelsen af 20 tunge fabriksfremstillede badeværelser udviklet og installeret i en ejendom, samtidig med at 20 traditionelle badeværelser med jernbetondæk støbt på stedet og vægge med stålskelet vægge med kalciumsilikatplader blev opført.

Erfaringer fra udførelsen viste, at:

- Byggeperioden blev reduceret fra 8 til 6 måneder svarende til 25 %.
- Genhusningstiden blev halveret fra 6 måneder til 3 måneder. Dog var der store gener ved at bo i lejlighederne under byggeriet.
- Prisen for badeværelser blev reduceret med 25 %.

Nr. 16: GH betonkabiner - fabriksstøbt standardprodukt

Badeværelser af denne type har ikke været besigtiget, da det ikke har været muligt at finde frem til adresser, hvor badeværelserne har været installeret. Desuden er løsningen beskrevet i GH-bads brochure, men den har heller ikke været muligt at fremskaffe.

Løsningen består af rumstore, færdigapterede badeværelser i form af præfabrikerede betonkabiner. Gulvtykkelsen er 120 mm og væggene er typisk 100 mm. Kabinerne stables, så de danner tårne.



Figur 51. Billede af renoveret badeværelse.

Indgreb i bygning

For at kunne bygge badeværelserne ind i en ejendom er det en forudsætning, at der laves et indgreb i taget, så kabinerne kan hejses ned. Dertil kræver løsningen, at der etableres nye fundamenter i kælderen, og at den eksisterende etageadskillelse nedbrydes for at gøre plads til kabinerne. Badeværelserne skal placeres over hinanden.

Nr. 17: EJ badekabiner - betonbunde og vægge i letbeton

Badeværelserne beskrevet i denne løsning har ikke været besigtiget, da det ikke har været muligt at fremskaffe brochuremateriale på kabinerne, og oplysninger om hvor de blev installeret. Beskrivelser af løsningen findes i EJ badekabiners brochuremateriale.

Løsningen består på samme måde som løsning *Nr. 15: Betonkabiner, (dobbelt) fabriksstøbte (1. generation)* og *Nr. 16: GH betonkabiner - fabriksstøbt standardprodukt* af rumstore, præfabrikerede kabiner, der skal stables oven på hinanden. Badekabiner en er udført i letbeton.



Figur 52. Foto af renoveret badekabine.

Indgreb i bygning

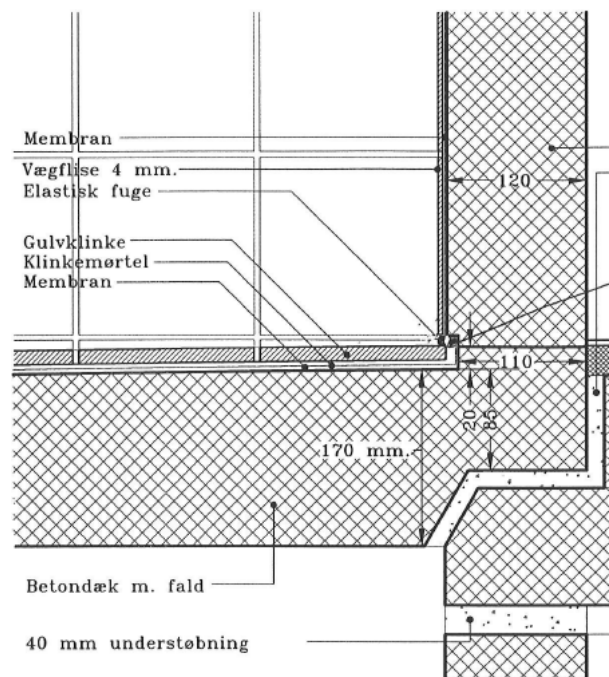
Indgreb i bygningen er et krav for anvendelse af løsningen, ligesom det er et krav, at kabinerne stables oven på hinanden. Indgreb i tag, facade eller kælder er i visse tilfælde en forudsætning for løsningen afhængigt af indbygningsmetoden.

Nr. 18: Betonkabiner, badeværelse med køkkenkarnap, tårnløsning (2. generation)

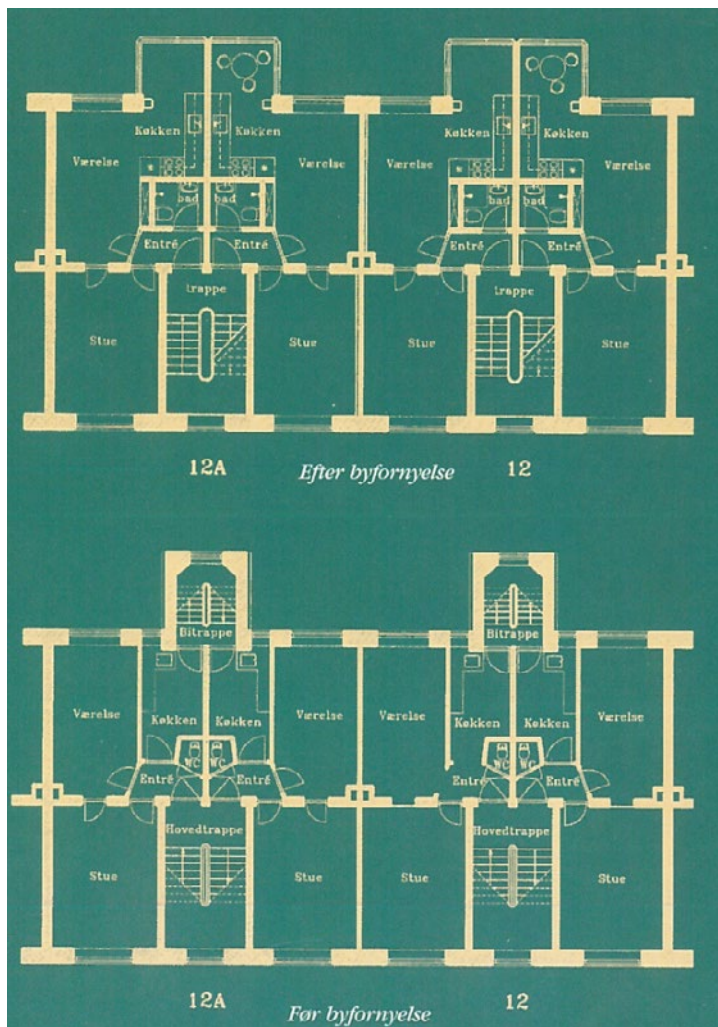
I Brohusgade 12-12A, København blev der besigtiget to badeværelser og to toiletter. Det ene toilet havde tidligere også fungeret som bad, men det andet var i forbindelse med et fællesrum i kælderen. Løsningen er beskrevet i *Badedtårn – Badeværelsestårn med køkkenkarnap* (By- og Boligministeriet, 1999b).

Projektet var en videreudvikling og demonstration i større skala end det, der var afprøvet i Projekt Renovering 021, som beskrevet i løsning *Nr. 15: Betonkabiner, (dobbelte) fabriksstøbte (1. generation)*. Forskellen mellem 2. og 1. generationsløsningerne var, at bagtrappen i 2. generationsløsningen blev revet ned, og badekabinerne blev monteret gennem en åbning i facaden, hvorefter en karnap blev bygget i stedet for bagtrappen for at udvide boligarealet med ca. 4 m².

Løsningen bestod af 20 ens rumstore, præfabrikerede betonkabiner, der indeholdt to nablejligheds færdigapterede badeværelser samt betonelementdele til lejlighedernes køkkener, karnapper samt fælles lejlighedsskel. Badeværelserne var stablet til stabile selv bærende tårne, der stod på fundamenter i kælderen.



Figur 53. Snit i samlingsdetalje mellem gulv og væg mod køkken. Under fliserne er der placeret en membran.



Figur 54. Øverst ses en plan af etage efter renovering og nederst ses planen før renovering. Specielt er det området ved køkken og bagtrappen som er ændret samt toilettet som er udvidet til et badeværelse.

Vandinstallationen i badeværelset blev udført med PEX-rør indstøbt i vægge. Alle rør blev samlet i fordelerrør monteret tilgængeligt over det nedhængte loft. Varmeinstallationen blev udført som gulvvarmeanlæg med indstøbt varmeslange for vand.

Afløbssystemet blev udført af støbejernsrør og leveret fra fabrikken ophængt under bunden af kabinerne. Afløbsinstallationen sluttede i et grenrør, som dannede overgang til den fælles faldstamme, som skulle monteres, når kabinerne var på plads, oven på hinanden. Grenrøret var den eneste installationsdel, som ragede ud over ydersiden af kabineelementet. Dette kunne lade sig gøre, fordi der på dette sted var udskåret for en lodret installationskakt ned gennem alle bygningens bjælkelag. For at kunne udføre afløbsinstallationens sammenbygning med væggen i det underliggende kabineelement fra kabinens yderside, blev der monteret en støbeunderlagsplade omkring afløbsrørene, så udsparringen i den underliggende væg kunne tilmures udefra.

Indgreb i bygning

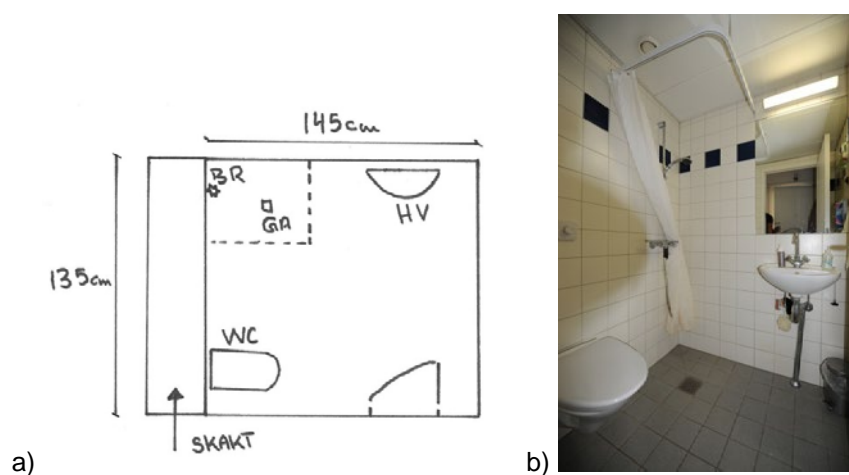
Indbygning af fabriksfremstillede badeværelser kombineret med karnapper med køkkener kræver indgreb i facaden og taget, se figur 55. Ydermere skal der fjernes eksisterende etageadskillelser for at kunne få plads til kabinerne, og i kælderens skal der etableres fundamenter for at kabinerne kan blive selv bærende.



Figur 55. Modelfoto af to lejligheder efter montage af nye badeværelser og køkken, hvilket er vist med lyse farver på billedet. Karnappen er bygget ud over terrænen og adgang til kælderen er sænket i terrænen.

Indretning

De besøgtede badeværelser var næsten kvadratiske – ca. 1,35 x 1,45 m. Bag væggen med toilet og brusearmatur var der en installationsskakt, se figur 56. Det vandbelastede område var placeret væk fra døren og var i de besøgtede badeværelser afskærmet med forhæng. Afhængigt af indretning ville det også være muligt at opsætte en mindre fast afskærmning (250 mm) eller måske en glas dør, der kunne gå indad. Faldet i gulvet er lavet uden spring i flisebelægningen ved brusenichen.



Figur 56. a) Skitse af indretning af et besøgtet badeværelse. b) Billede af et færdigt badeværelse.

Undersøgelse

I det ene badeværelse blev der ikke registreret nogen skader i badeværelset, men som for de andre badeværelser i ejendomme var der en mindre hensigtsmæssig adgang til skakten via en lem på 500x800 mm fra stuen. I modsætning til mange af de øvrige ejendomme, var der melding af utætheder i skakten, i form af rør som i skakten blev ført til kælderen med en angivelse af lejlighedsnummer. Dog var der i kælderskakten ikke en alarm, så der blev ikke meldt videre herfra.

I det andet badeværelse blev der registreret lidt skimmel på nogle bløde fuger, og en lille skade over døren.

Fra BvB's eftersyn blev der konstateret at vandlås og gulvafløb ikke passede sammen, og at der på gældende tidspunkt var krav om anvendelse af VA-godkendte gulvafløb. Derudover blev der konstateret revner mellem de nye betondæk og eksisterende etageadskillelser.

Erfaring fra Projekt Renovering

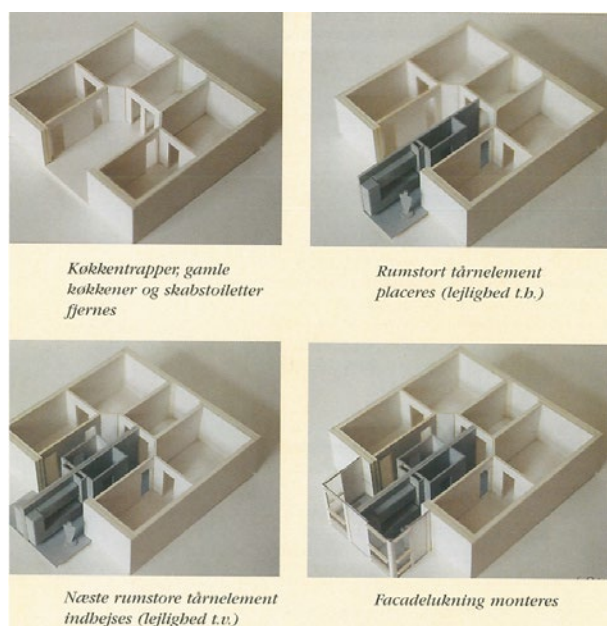
Erfaringer fra udførelsen viste, at:

- Byggeperioden blev reduceret med 12,5 % (svarende til én måned).
- Genhusningsperioden var kun 4 måneder.
- Den korte byggetid og den meget korte genhusningstid har medført betydelige besparelser på byggelånet og samtidig på genhusningskontoen.

Forsøgsprojektet stillede helt specielle krav til udformningen af tilslutningsdetaljerne mellem de installationer, som kom færdigindbygget i kabinerne fra fabrik og de øvrige husinstallationer, som blev udført på stedet. Alle tilslutningsdetaljer for afløb, vand, varme, ventilation og el blev ved projektgranskningens møderne færdigudviklet, så forsøgsprojektets målsætninger kunne opfyldes.

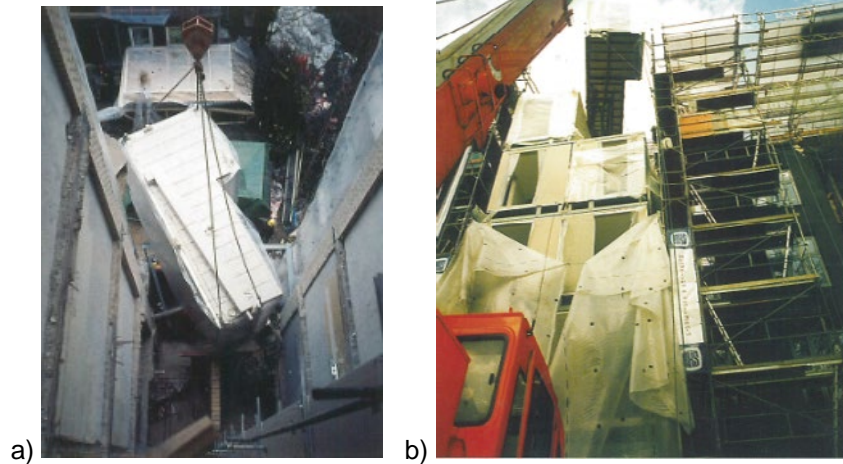
Nr. 19: Lette præfabrikerede kabiner med badeværelse og køkken - tårnløsning
Besigtigelsen omfattede 2 badeværelser i ejendommen Helgesvej 7-11, Frederiksberg. Løsningen er beskrevet i *Tårnelementer – Præfabrikerede rumstore tårnelementer* (Bolig- og Byministeriet, 1998b).

Ideen med projektet var at anvende rumstore præfabrikerede elementer som indeholdt badeværelse og køkken. Princippet i udførelse af badeværelserne i lejlighederne er vist på figur 57.



Figur 57. Model af princip for opførelse af badeværelserne fra nedbrydning til færdig karnap.

Ideen med projektet var at udvikle et byggesystem baseret på en let konstruktion af stålprofiler og fibergipsplader. De rumstore elementer blev samlet af væg-, loft- og gulvelementer med stive hjørnesamlinger til en stabil kasse, se figur 58. Gulvelementets stålramme blev fastboltet i det eksisterende etagedæk. Selvom kabinen blev betragtet som let vejede den 3,5 ton.



Figur 58. a) Ophejsning af en kabine og b) montagen af en kabine oven på de øvrige.

Vandtætheden i gulvelementet blev sikret med en rustfri stålmembran med opbuktet kant til montering på vægelementet. Membranen havde form efter krydsfinérbunden, som membranen var limet fast på. Gulvfliser var klæbet til membranen, og det rustfrie gulv afløb var svejst til membranen. Vægelementerne blev også påført en vådrumsmembran.

Installationerne i de rumstore kabiner blev indbygget i væggene og under gulvet. Efter montagen blev tilslutningen til installationerne udført fra en tilgængelig skakt.

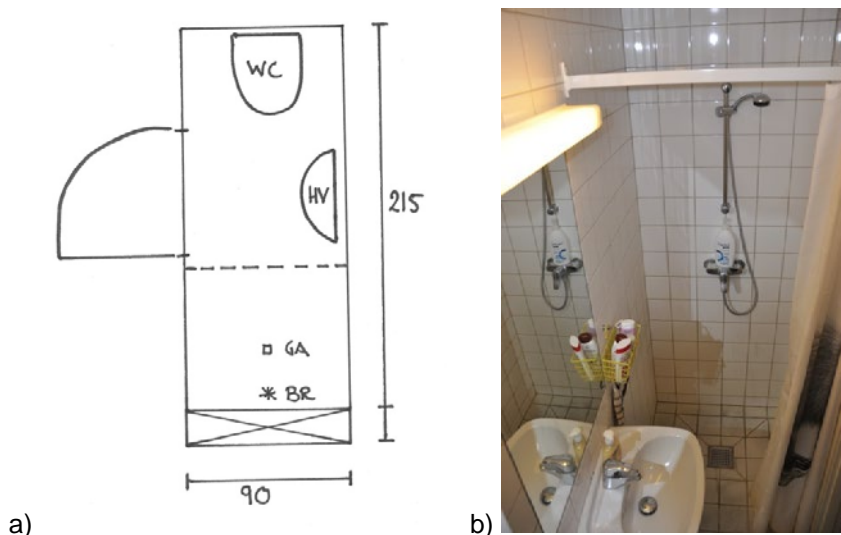
Indgreb i bygning

Løsningen kræver store indgreb i både tag og facade og desuden skal eksisterende etageadskillelse inklusiv køkkener, skabstoiletter og køkkentrapper rives ned. Alle de mest medtagne bygningsdele, fx rådkader i etagedæk, blev dermed også fjernet. Elementerne blev leveret fra fabrik og inden montage skulle der etableres fundamenter i kælderen og gårdarealet. De enkelte lejligheders badeværelser og køkkener blev samlet til et rumstort element, og disse blev stablet dels oven på hinanden og dels ved siden af hinanden.

Badeværelserne blev boltet sammen til et stabilt tårn af selvbærende kabiner. Ud over etableringen af fundamenter i kælderen, skulle der også forbedres afløbs- og forsyningsledninger i kælderen.

Indretning

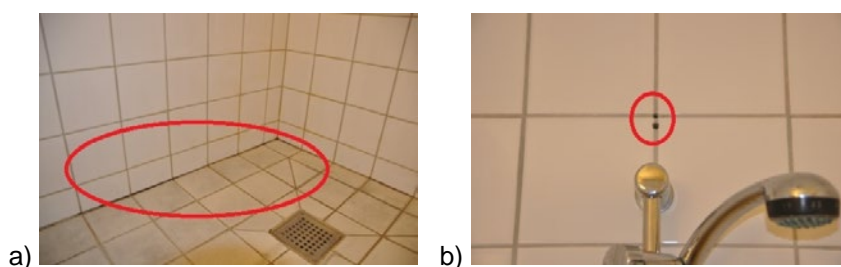
De besigtigede badeværelser var aflange med en bredde på 0,9 m og en længde på 2,15 m. Den aktuelle indretning gør det svært at lave en effektiv afskærmning af vådzonen, men en mindre afskærmning ved døren ville være mulig. Brusenichen er afskærmet med forhæng. Faldet på gulvet er lavet som kuvertfald mod gulvafløbet, se figur 59.



Figur 59. a) Plantegning af badeværelse og b) foto taget fra toilettet mod brusenichen.

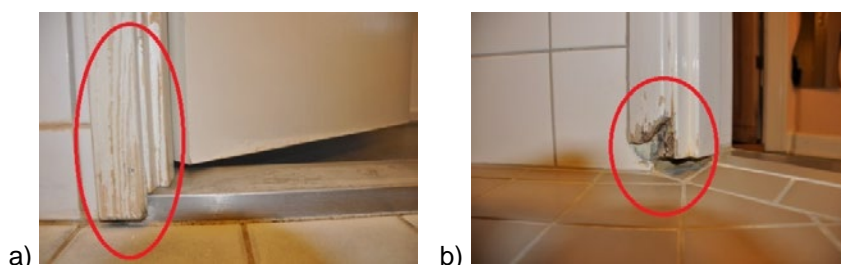
Undersøgelse

I de to besøgtede badeværelser blev der registreret hhv. lidt og meget skimmel på de bløde fuger i brusenichen. I badeværelset, hvor der var meget skimmel, var fliserne også mere misfarvede end i det andet badeværelse, se figur 60. Desuden blev der registreret huller i fugerne over brusearmaturet, hvilket kan skyldes, en flytning af armaturet/brusestangen, da BvB tidligere har registreret et løst brusearmatur.



Figur 60. a) Misfarvede fliser med sorte elastiske fuger mellem gulv og væg. b) Huller over brusestang.

Dørene har tydelige tegn på fugtpåvirkning, hvor det nederste af døren buler ud, og det blev vurderet at døren ikke var egnet som vådrumsdør. Samtidig var der tydelige tegn på slitage af malingen på trækarme, da de ikke var skærmet ordentligt af med et bruseforhæng, se figur 61a.



Figur 61. a) Slitage på dørkarm og bunden af dør. b) Eksempel fra anden lejlighed på nedbrudt dørkarm placeret i bruseniche, hvor der bruses op ad døren.

Fra gangen var der god adgang til installationerne via en stor skakt, men skakten havde ikke et meldesystem i tilfælde af utætheder.

BvB's 5 års eftersyn afslørede mindre revner ved sammenbygningen mellem af præfabrikerede kabiner og den eksisterende etageadskillelse. Gulvene i gangene "gynger", men det vurderedes ikke til at være af stor konstruktiv betydning, men mere et irritationsmoment i dagligdagen.

Erfaring fra Projekt Renovering

Ideen var at etablere nye badeværelse, fx tunge præfabrikerede kabiner med badeværelse og køkken, i eksisterende ejendomme, når disse alligevel skal renoveres og bringes op på et niveau, som svarer til nybyggeri med høj kvalitet og stor præcision. En væsentlig målsætning for projektet var en kort indbygningstid og dermed en kort genhusningstid for beboerne. Dette skulle være muligt grundet anvendelse af de fuldt færdige, præfabrikerede badeværelser og køkkener, dvs. rumstore elementer, som kunne færdiggøres på fabrikken og monteres på byggepladsen.

Erfaringer fra udførelsen viste, at:

- De dårligste bygningsdele i den gamle bygning blev nedrevet, og dermed blev der sparet omfattende reparationsarbejder af etageadskillelser, bi-trapper og dårligt facademurværk.
- Den største del af det samlede byggearbejde blev udført på fabrik, og dermed blev byggetiden på byggepladsen reduceret.
- De tunge præfabrikerede kabiner er udført som nybyggeri med høj kvalitet og stor præcision.
- Byggetid (i alt 9 måneder) og genhusningstid ($5\frac{1}{2} + 7\frac{1}{2}$ måneder) for projektet har holdt sig på det normale niveau.
- Der var udfordringer ved montagen, da kabinerne skulle boltes til de eksisterende etagedæk, hvilke viste sig sværere end planlagt.

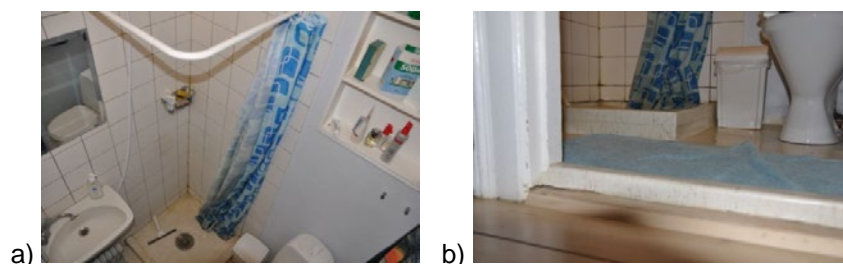
Der blev i projektet videreudviklet en rationel, hurtig, og økonomisk metode til etablering af præfabrikerede tårntilbygninger i byfornyelsen. Fordelene ved denne type af badeværelser med mere omfattende nedrivning af eksisterende vægge er primært bedre arbejdsforhold og logistik, mens de prismæssige fordele er begrænsede. En besparelse på selve tidsforbruget vil dog i sig selv betyde en gevinst for byggeriet som helhed.

Badeværelse med pvc-gulvbelægning og fliser på væg

De to besigtigede badeværelser i Norgesgade 5, København S var ikke en del af Projekt Renovering, men havde en alder på ca. 20 år, der svarede til en opførelse på samme tid som badeværelserne i Projekt Renovering.

Der findes ingen beskrivelser på badeværelserne, så beskrivelsen baseres på besigtigelserne.

Gulvet var beklædt med pvc og brusenichen var omkranset af en opkant. Gulvet havde kun et gulvfløb, som var placeret ind i bruseområdet. Figur 62 viser nogenlunde hvordan overfladerne på vægge og gulve er. I brusenichen og bag håndvasken var der fliser, som stoppede ca. 15 cm efter forhænget mod toilettet. På de øvrige vægge var der væv, og undersiden af den ovenliggende etageadskillelse er synlig inklusive rørføringer.



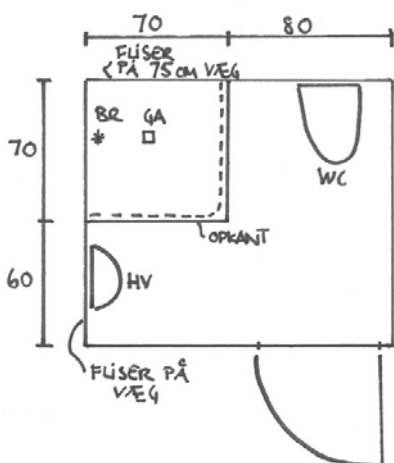
Figur 62. Billede af badeværelse med pvc-gulvbelægning, fliser på vægge i bruseniche og ved håndvask, mens øvrige vægge er beklædt med væv.

Indgreb i bygningen

Det er vurderet, at badeværelserne er bygget på stedet, da der er anvendt mange forskellige materialer, og flere af væggene i badeværelserne er ejendommens originale vægge beklædt med væv. Dertil er der ikke noget nedhængt loft, og overboens installationer er derfor synlige i de underliggende badeværelser. Fra BvB's dokumenter ser det ud til, at de besigtigede badeværelser er en udvidelse af de eksisterende kosteskabs toiletter, hvilket virker som en rimelig antagelse bedømt ud fra opbygningen og sammensætningen af materialer.

Indretning

Badeværelserne er indrettet som vist på figur 63, men de små badeværelser gør det svært at afgrænse det vandbelastede område med andet end et badeborhæng.

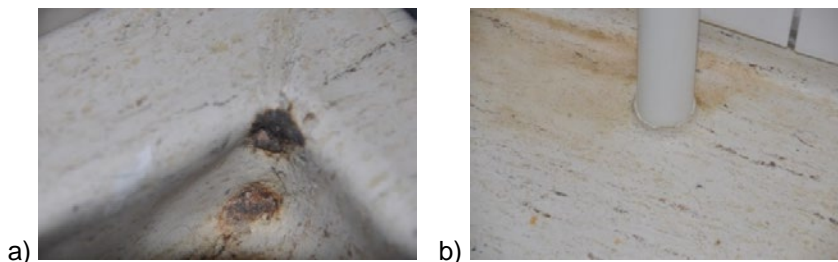


Figur 63. Indretning af badeværelser med et bruseområde på ca. 700 x 700 mm.

Undersøgelse

Badeværelserne havde tydelige tegn på at have været i brug ca. 20 år. Begge badeværelser var udstyret med mekanisk ventilation, og døre som var i træ og ikke vådrumsdøre. Badeværelset var kun udstyret med et gulvafløb placeret i brusenichen, og det betød at vand der kom uden for brusenichens opkant ikke kunne ledes til gulvafløbet.

Gulvoverfladerne var meget slidte, og i det ene badeværelse var der et hul i pvc-belægningen. Yderligere var opkanten på pvc-belægningen ved væggene ca. 40 mm, men det kunne ikke afgøres, hvor meget overlap der var mellem flise og PVC. Ved rørgennemføringen ved håndvaskens afløb var denne mindre end 10 mm, se figur 64.



Figur 64. a) Hul i pvc-belægning i opkanten ind mod brusenichen (mørk aftegning). b) Samling af afløbsrør under håndvask og gulvbelægning samt samling mellem gulv og væg (pvc-fliser).

Fugerne var som i mange øvrige badeværelser også skimmelede, og enkelte steder var der slip i fugerne. Badeværelserne havde ingen skakte, da alle installationer var synlige og blev samlet med de øvrige installationer i køkkenet.

Erfaringer fra traditionelle badeværelser opført i 2000'erne og 2010'erne

Badeværelser fra 2000'erne

Ved traditionelle badeværelse fra 2000'erne forstås, at der på træbjælkelaget udstøbes et betongulv evt. med opkanter under nye vægge. Nye vægge udføres typisk i gasbeton eller som skeletvæg, som placeres på gulvets opkanter. Løsningen i dette afsnit kan svare til løsningerne beskrevet i afsnit Nr. 12: *SBI anvisning 180*, men hvor opførelsestidspunktet er forskelligt. Der kan også være forskelle i konstruktionsopbygningen af gulvet, da nye metoder og materialer er kommet til gennem tiderne.

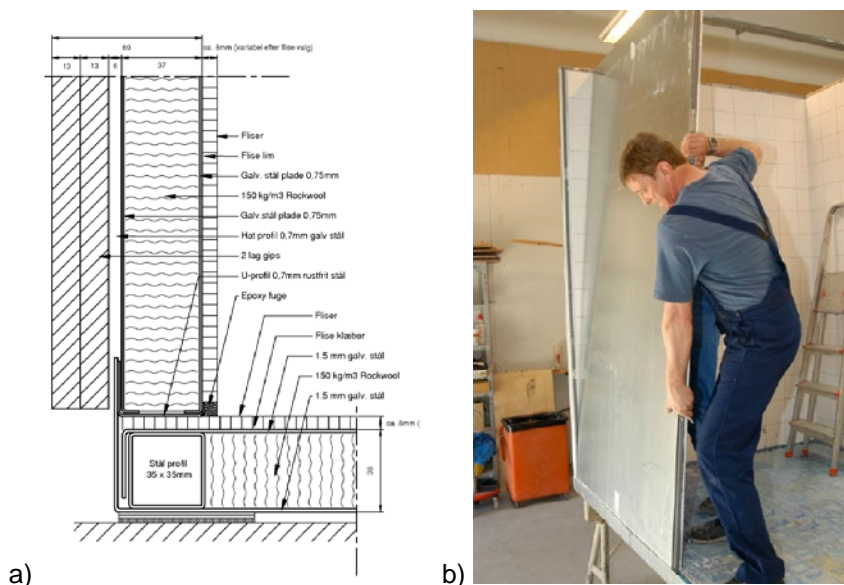
De undersøgte badeværelser har ikke været en del af Projekt Renovering, men er udført i 2000'erne som beskrevet i SBI-anvisning 180 (Statens Byggeforskningsinstitut, 1998) for tunge in-situ badeværelser.

I projektet blev der besigtiget 5 varianter af badeværelser med karakteristika som beskrevet i tabel 2. Løsning F skiller sig ud fra de andre mere traditionelle løsninger, da det er præfabrikerede lette løsninger også kendt som Inexa kabiner.

Tabel 2. Beskrivelse af undersøgte badeværelser opført i 2000'erne som traditionelle betonudstøbninger på træbjælkelag.

#	Badeværelsesløsning	Undersøgte badeværelser
A	<i>Gulv:</i> Armeret betonplade udstøbt på svalehaleplader med opkant og betonafretning med fald. <i>Vægge:</i> Porebeton med en tykkelse på 50 mm, 75 mm eller for fritstående vægge en tykkelse på 100 mm. <i>Loft:</i> Forsænket gips.	1
B	<i>Gulv:</i> Tunge præfabrikerede dækelementer. <i>Vægge:</i> Tunge præfabrikerede vægge. <i>Loft:</i> Nyt betonloft.	3
C	<i>Gulv:</i> 60 mm støbt betondæk inkl. krydsarmering og varmeslanger. Betonlaget er støbt på svalehaleplader og 40-50 mm brandbatts. <i>Vægge:</i> Porebeton. <i>Loft:</i> Nindhængt	3
D	<i>Gulv:</i> Nye støbte betondæk med støbebatts. <i>Vægge:</i> Nye lette stålprofiler, mineraluld og 2 lag kalciumsilikatplader. <i>Loft:</i> Loftsystem med kerne af mineraluld	4
E	<i>Gulv:</i> In-situ armeret betonplade. <i>Vægge:</i> Porebetonvægge med en tykkelse på 50, 75 eller 100 mm og fritstående vægge har haft en tykkelse på 100 mm. <i>Loft:</i> Forsænket gips.	3
F	INEXA badekabiner. Lette præfabrikerede elementer. <i>Gulv:</i> Sandwichkonstruktion med 1,25 mm galvaniserede stålplader på begge sider af en kerne med hård mineraluld (ca. 38 mm) og forstærkede stålprofiler, se figur 65. <i>Vægge:</i> Sandwichkonstruktion med 0,75 mm galvaniserede stålplader på begge sider af en kerne med hård mineraluld (ca. 37 mm). <i>Loft:</i> Sandwichkonstruktion med 0,75 mm galvaniserede stålplader på begge sider af en kerne med hård mineraluld (ca. 26 mm).	5

Løsning A opført i Norgesgade 5A, København S. Løsning B opført i Valdemarsgade 52, København V. Løsning C opført i Stormgade 14E, København K. Løsning D opført i Wilkensvej 35/Malthe Bruuns Vej 2-8, Frederiksberg. Løsning E opført i Prinsessegade 57-59, København K. Løsning F opført i Burmeistergade 4-26, København K, løsningen er også kendt som INEXA-kabiner, og har været beskrevet i blandt andet 'Afprøvning af lette badeværelser – afrapportering af forsøgsprojekt' (sbs, 2007).



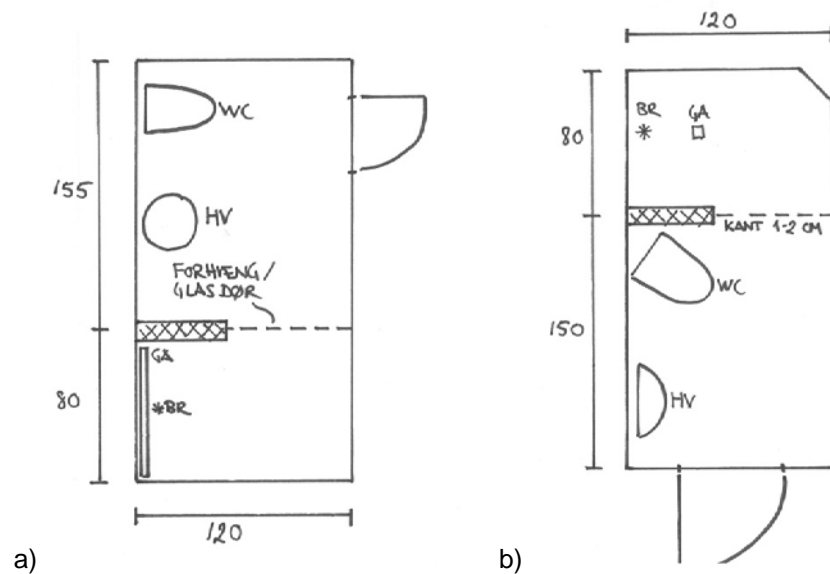
Figur 65. a) Lodret snit i væg/gulv detalje for INEXA kabine. B) Montering af væg i skinne langs gulvelements kant.

Indgreb i bygning

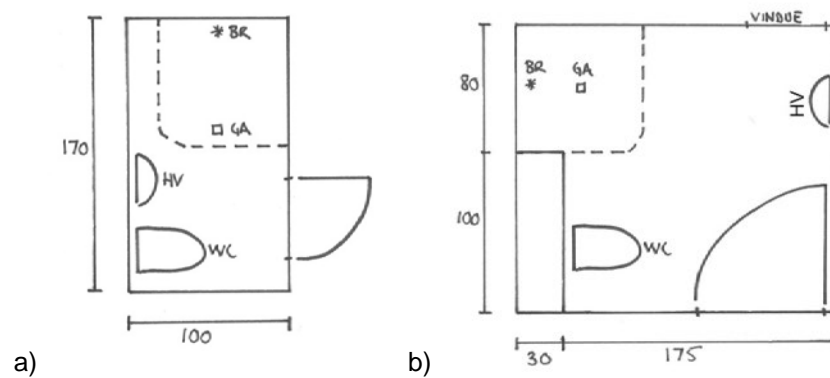
I ældre bygninger kræver etablering af badeværelser normalt indgreb i etageadskillelsen. Den oftest anvendte vådrumsløsning ved renoveringsprojekter er in-situ støbte betondæk, hvor der støbes på eksisterende træbjælkelag. Vægge udføres i porebeton eller som skeletvægge. Overfladerne er normalt beklædt med fliser på vådrumsmembran. Undertiden er det nødvendigt, at etageadskillelser og fundamenter forstærkes, hvis de ikke kan bære lasten fra betonudstøbningen. Hvis eksisterende toiletter/badeværelser ønskes gjort større, vil der også kræves indgreb i boligernes indvendige vægge, men generelt kræver in-situ løsninger ikke større indgreb i bygningen.

Indretning

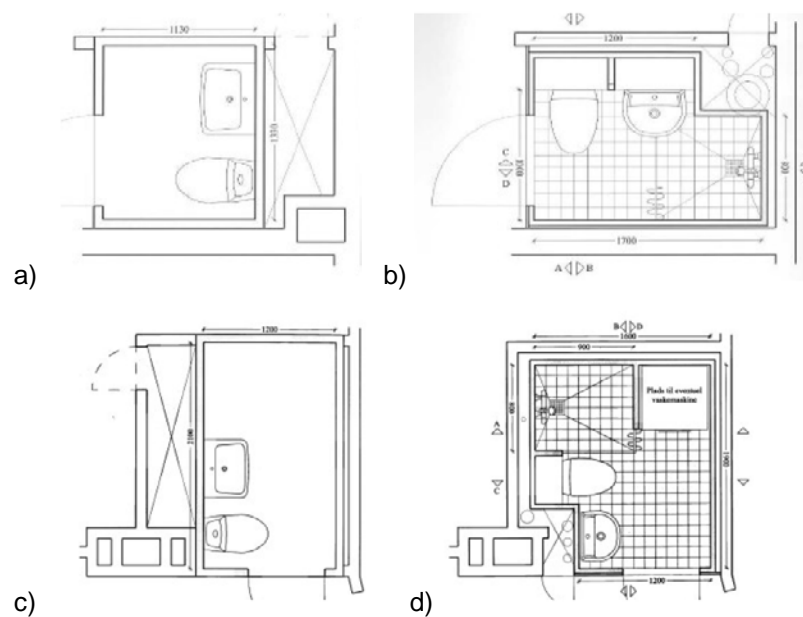
Generelt har indretningen af de undersøgte vådrum været meget hensigtsmæssig. Da badeværelserne ofte etableres ved udstøbning af et betongulv, er det kun bygningens geometriske forhold, som sætter begrænsninger for indretningen af badeværelset. Generelt vil det for små badeværelser være svært at udføre skærmvægge omkring brusenichen, hvorfor der ofte anvendes bruseforhæng. For en del af de undersøgte badeværelser er der blevet inddraget plads fra tilstødende rum, for at få badeværelset gjort større. I figur 66-figur 68 ses eksempler på indretninger af nogle besøgtede badeværelser.



Figur 66. Eksempler på rektangulære badeværelser med faste vægge som afskærmning, hvor der er god afskærmning af den vandbelastede del af badeværelset. a) badeværelset havde enten bruseforhæng eller glasdør som afskærmning mod resten af badeværelset, hvor b) havde bruseforhæng



Figur 67. Eksempel på indretning af badeværelser. a) Aflangt badeværelser med bruseniche afgrænset med bruseforhæng og b) kvadratisk indretning af badeværelser, hvilket var en løsning set i flere besigtigede badeværelser.



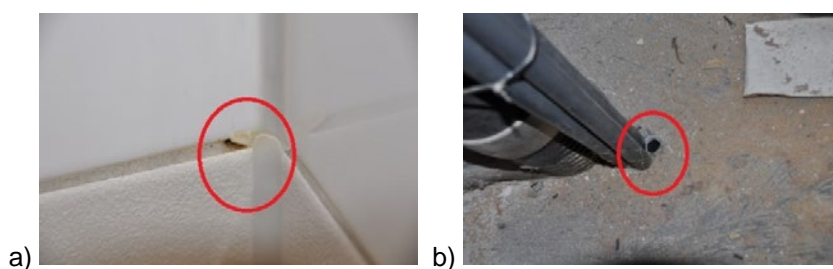
Figur 68. Eksempler på anvendte planløsninger for INEXA badekabiner, hvor a) og c) er forholdene før og b) og d) er efter renovering. Badeværelserne er beliggende inde i lejlighederne med installations-skakt mod gang eller værelse.

Undersøgelse

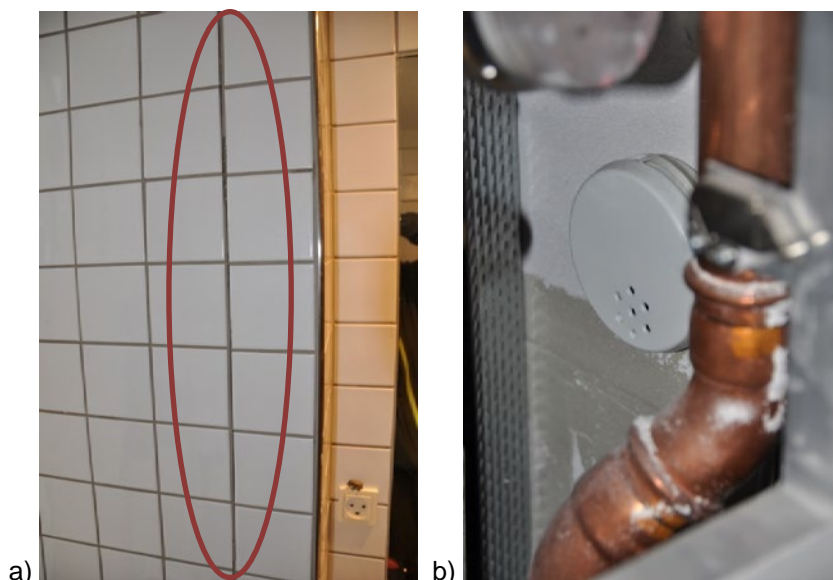
Besigtigelserne af de 19 badeværelser opført i 2000'erne har viste flere forskellige svigt og skader, men overordnet er der registreret lignende skader som for badeværelserne opført i 1990'erne. For tre af badeværelsesløsningerne i tabel 2 blev badeværelserne vurderet til at være intakte uden skader. I de tre andre løsninger blev der blandt andet registreret bagfald på gulvet uden for bruseniche, lidt fald på gulvet i brusenichen og ru fliser som besværliggjorde rengøring af gulve. I figur 69-figur 72 ses et udsnit af de skader, der blev konstateret ved besigtigelserne. Nogle problemer som allerede var udbedret, men som beboerne nævnte, var:

- Ru overflader som er svære at gøre rene
- Tilkalkede cisterner
- Vandlås stopper ofte pga. hår

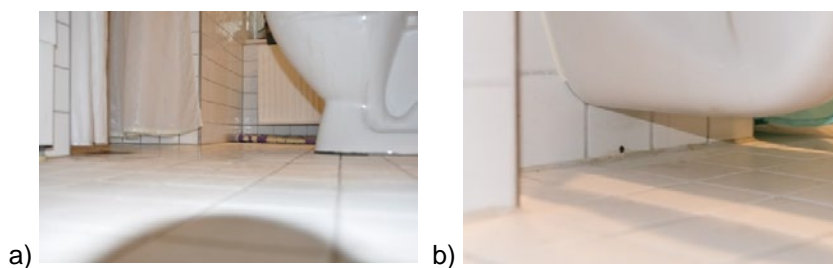
De to sidstnævnte er generelle problemer, som ikke har med selve badeværelsets konstruktion at gøre.



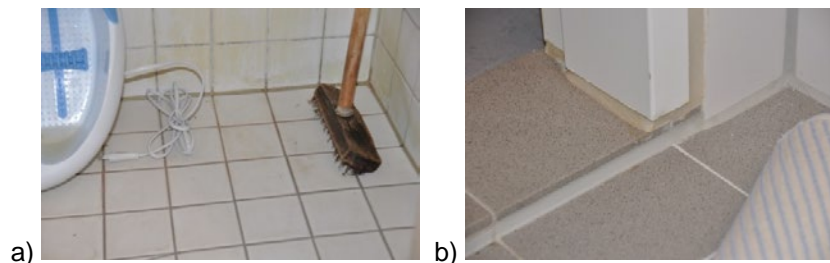
Figur 69. a) Hul i fugen over sokkelflise i brusenichen. b) Hul i bunden af skakt



Figur 70. a) Sætningsrevner i vægge med spring i flisefuger. b) Alarm til melding af utætheder i skakt.



Figur 71. a) Lille fald på gulv ved dør og større fald på gulvet i brusenichen. Bunden er sammensat af to elementer og ved samlingen midt i badeværelset er gulvoverfladen højest. b) Meldehul for eventuelle utætheder i installationsskakt.



Figur 72. a) Misfarvninger på gulv, væg og sorte pletter på fuger bag gulvmoppe. b) Dørkarm hævet over gulv i badeværelse så vandpåvirkning minimeres.

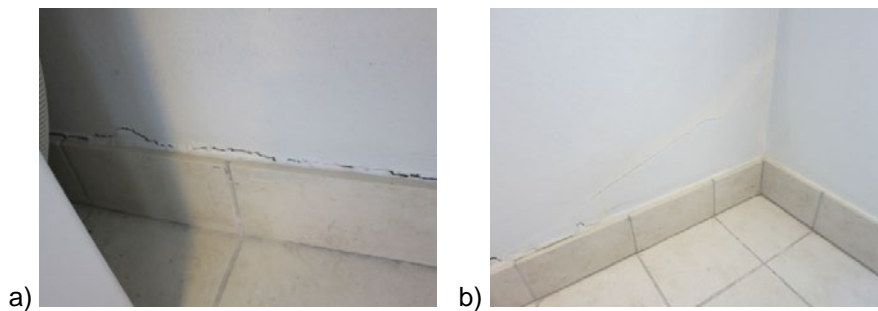
BvB's 5-års eftersyn af de traditionelle badeværelser fra 2000'erne, inkluderede stort set alle ovenstående løsninger. Det blev også i disse eftersyn konstateret, at hovedparten af badeværelserne var intakte og uden væsentlige byggetekniske problemer. Der blev dog registreret både mindre og større svigt, som førte til følgende kommentarer:

- Bagfald på gulvoverflade uden for brusenichen.
- Revnedannelse ved overgang mellem væg og dæk.
 Det var uvist, hvorvidt der er tale om deciderede sætningsrevner eller svindrevner. Det var ikke muligt på det forhåndenværende grundlag at afgøre, hvad der lå til grund for de opståede revner, og om de kunne udvikle sig yderligere, med deraf følgende skader.
- Der manglede dokumentation for korrekt udførelse af vådrumsmembran og rørgennemføringer i vådzonen fx "vandtætning væg-vægoverflade". Dette var et krav i By og Byg Anvisning 200, *Vådtrum* (Brandt, 2001): Ved konstruktioner eller installationer, der efter ombygningen er skjult, vil der være risiko for, at et eventuelt alvorligt svigt først bliver opdaget, når det har resulteret i en større følgeskade. Når der mangler oplysninger om, hvordan en konstruktion eller installation er opbygget, er det vanskeligt at vurdere, hvor stor risikoen er for, at der opstår svigt eller skader.
- Misfarvninger på fordelerrør/messingnippel som følge af utæthed. Der blev ikke registreret fugt i bunden af skakte eller fugt omkring pakninger.
- Vedrørende vandinstallation med vandret rørføring og fordelerrør blev det bemærket, at der tilsyneladende ikke er udskiftet nipler, pakninger eller fordelerrør. Der er derfor stadig tegn på korrosion/utætte samlinger.

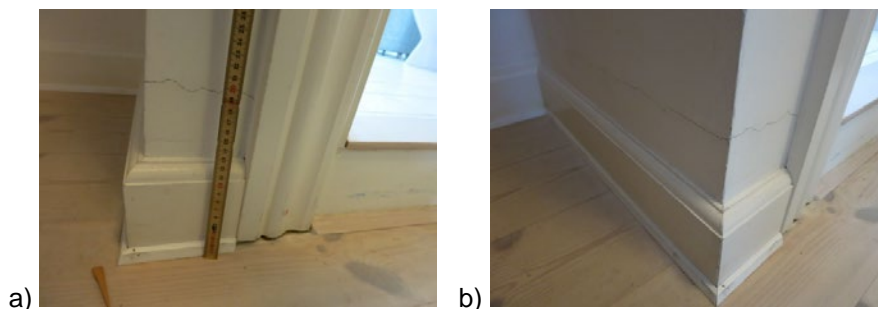
Det vides ikke, hvad der er gjort i forhold til BvB's anbefalinger fra 1-års eftersynet.

Løsningen med betonudstøbning på træbjælkelag er normalt en god og sikker løsning, der har været anvendt med godt resultat fra før 1950. I de seneste par år har BvB haft sager med skader, hvor bjælkelaget ikke har kunnet bære lasten fra de tunge badeværelser, hvilket har medført store følgeskader i konstruktionerne, jf. figur 73-figur 74. Ved efterfølgende statistiske beregninger har det vist sig, at der har været store nedbøjninger, og at bjælkerne har været belastet med 50-100 % mere end de var dimensioneret til. Nogle af følgeskaderne har været sætninger, som har givet spring i de vandrette flisefuger, og revner over sokkelfliser, hvor der er støbt med opkant. Der har også været registreret en komprimering af isoleringslaget mellem bjælkelaget og underlaget for udstøbningen, fx korrugerede stålplader. I et tilfælde var isoleringen midt på bjælken 25 mm, mens den ved bjælkeenden var 18 mm på grund af sammentrykning.

Udover at skaderne er synlige i badeværelset, så slår de også igennem på ydersiden af badeværelsesvæggene, hvor der kommer revner.



Figur 73. a) Revne over sokkelflise i badeværelse, og b) revne op gennem væggen.



Figur 74. Revne i yderside af væg mod badeværelse. Badeværelsesgulv er en udstøbning som har gulvoverflade ca. 15-20 cm over lejlighedens øvrige gulv. a) Revne 20 cm over eksisterende lejligheds-gulv, og b) revnen fortsætter på ydersiden af badeværelsets væg.

Erfaringer fra forsøgsprojekt med INEXA badeværelser

Forsøgsprojektet med lette præfabrikerede elementbadeværelser blev udført i perioden marts 2005 til marts 2006. De overordnede erfaringer fra projektet blev:

- I forbindelse med nedrivningen af de gamle badeværelser boede beboerne i lejlighederne, selv om nedrivningsarbejdet i stor stil svarede til processen ved renoveringsopgaver. Da lejlighederne var beboet under nedrivningen, skulle der tages ekstra hensyn til støv- og støjgener.
- Anvendelsen af præfabrikerede elementer stiller særlige krav til punktlig-hed og kvalificeret arbejdskraft og indeholder ikke samme fleksibilitet som ved traditionelle in situ udførte badeværelser.
- Montagemandskabet var ikke tilstrækkeligt uddannede og kvalificerede til gennemførelse af en så krævende logistisk byggeproces.
- Manglende kvalitetssikringsprocedure medførte, at en lang række udførte aktiviteter skulle omgøres, fx
 - Udstøbning af skjulte gulvsamlinger i cisternes-kakt blev overset, hvilket medførte et større interimistisk reparationsarbejde.
 - Fliser anvendt til lukning af udstøbte gulvsamlinger havde anden farvetoning end resten af gulvet.
 - Nivellering af gulvfaldet ved montagen svigtede i flere tilfælde.
 - Manglende emballering af gulvelementer medførte tilsmudsning med klæbemateriale, som ikke kunne fjernes. Konsekvensen var, at der måtte udføres en ny flisebelægning, hvilket betød, at gulv afløb og bundstykke i døren skulle hæves. Funktionen af en "sladrerende" med udløb under bundstykket blev elimineret ved den nye flisebelægning.
- Oprindelig tidsplan var 3-4 uger for levering og montage per lejlighed, men processen varede i gennemsnit 12 uger, dog 15½ uge når nedrivningen også blev inkluderet. Til sammenligning blev et forsøgsprojekt (referenceprojekt) med traditionelle badeværelser udført på ca. 8 uger.
- Der skulle udvikles specielt løfteudstyr til at håndtere de tunge elementer for at de kunne føres op gennem trappeopgangene. Det betød også at gulvelementerne blev leveret i to dele.
- De tunge gulvelementer på 100-150 kg skulle placeres på opklodsninger på bjælkelaget, hvilket gav håndværkerne uheldige arbejdsstillinger, da

der ikke var mulighed for et plant og trædefast underlag. Arbejdet med væggene var væsentligt bedre.

Kvaliteten af badeværelserne blev vurderet som tilfredsstillende, men procesmæssigt var badeværelsesleverancen utilfredsstillende. Flere elementer skulle opmagasineres på pladsen, hvilket ikke var den oprindelige plan i projektet.

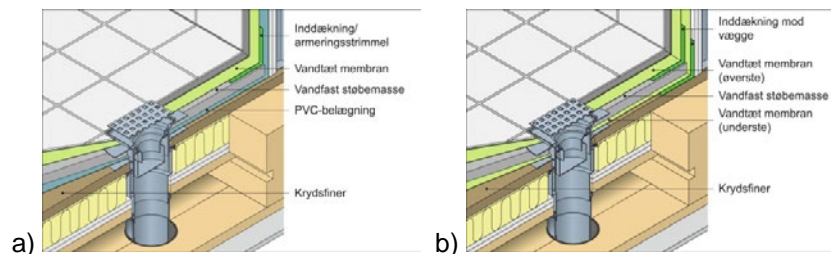
Økonomisk var der næsten ingen forskel på de lette elementbadeværelser og traditionelt udførte badeværelser i parallelt forsøgsprojekt.

Badeværelser fra 2010'erne

Besigtigelsen af denne løsning er foretaget på to forsøgsbadeværelser med dobbeltbund. Løsningen er beskrevet i SBI-anvisning 252, *Vådtrum* (Brandt & Morelli, 2015). Der er opført en del flere baderum med dobbeltbund andre steder, men disse er ikke besigtiget.

Løsningen er udviklet til at blive anvendt i ejendomme, hvor fundamenter og etagedæk ikke kan bære lasten fra traditionelle betonstøbte badeværelser, eller hvor det ikke er ønsket at lave indgreb i facader og tag for at montere hele kabiner. Dobbeltbundsløsningen skal bygges på stedet, og kan ikke leveres som præfabrikeret element.

Løsningen adskiller sig fra andre lette vådrumskonstruktioner ved at have to vandtætte lag i gulvkonstruktionen. De vandtætte lag er adskilt af en let støbemasse, som kan klare en eventuel fugtbelastning. Begge vandtætte gulve udføres som traditionelt med armering i samlingen mellem gulv og væg. De vandtætte lag føres begge til gulvafløb. De to beskrevne og udførte løsninger er vist i figur 75.



Figur 75. Dobbeltbundsløsning med a) pvc som nederste membran og b) med smøremembran som nederste membran.

Indgreb i bygningen

For at kunne installere badeværelser med dobbelt bund var det nødvendigt at fjerne det eksisterende gulv og lerinds kud, se figur 76. Yderligere var det nødvendigt at afrense de eksisterende vægge. Hvis eksisterende vægge ikke har den fornødne styrke og stivhed eller badeværelset ønskes gjort større, må de eksisterende vægge nedbrydes.



Figur 76. Badeværelse under nedbrydning og klargøring for opbygning af dobbelt gulv.

Indretning

De to badeværelser har forskellig udformning, og for det ene badeværelse har det krævet ekstra plads, da beboeren benytter kørestol, figur 77a. Det har også betydet, at dette badeværelse ikke har afskærmning af bruseni-chen med et badeforhæng.



Figur 77. Billeder af de to badeværelser efter færdiggørelse og inden indflytning af beboere. Dimensionerne på badeværelserne er a) 2,5 x 1,4 m og bruseområdet udgør yderligere 0,8 x 1,1 m og b) ca. 3,1 x 1,6 m.

Undersøgelser

Badeværelserne har været i brug omkring 3 år, og besigtigelsen efter dette gav ikke anledning til anmærkning bortset fra begyndende skimmelvækst på en hjørnefuge.

Interview

I forbindelse med projektet blev der gennemført interviews med nogle af de aktører, der havde medvirket ved projektering eller udførelse af badeværelser under Projekt Renovering og/eller senere. Der blev udarbejdet en "interview-guide" med en række spørgsmål for at sikre en tilbunds gående og ensartet fremgangsmåde ved interviewene. Spørgsmålene er anført herunder:

Bestyrelse/ Administrator

- Kender du til fejl/svigt i vådrum?
- I hvilken forbindelse er skaderne registreret?
- Hvilke skader er der typisk indrapporteret for vådrum?
- Har der inden for de seneste 10 år været udbedringer i vådrum?
- Har der været utætheder i vådrum?
- Har der været skader på overflader eller materialer?
- Er vådrummet renoveret inden for de seneste 10 år?
- Har der været behov for øget vedligehold i vådrum?

Beboere

- Har der været skader i dit vådrum?
- Hvornår er skaderne opstået og i hvilken forbindelse?
- Har der været utætheder i vådrummet?
- Har der været skader på overflader eller materialer?
- Er vådrummet renoveret inden for de seneste 10 år?
- Har der været behov for øget vedligehold i vådrum?

Ingeniører/ Arkitekter/ Producenter

- Har du været involveret i Projekt Renovering med vådrum?
- Hvordan vurderer du vådrumsløsningerne fra Projekt Renovering har klarer sig med hensyn til skader?
- Har du været involveret i reparationer af vådrum opført under Projekt Renovering?
- Hvilke skader er der typisk registreret?
- Har der været utætheder i vådrummet?
- Har der været skader på overflader eller materialer?
- Har du været med til at renovere/udføre vådrum inden for de seneste 10 år?
- Hvilke konstruktive løsninger er anvendt ved renovering af vådrum?

I forbindelse med planlægning af besigtigelse af badeværelserne blev administrator typisk kontaktet for at formidle kontakt til bestyrelser og beboere. I den forbindelse blev administrator samtidig interviewet. Der er ikke fra administrators side kommet relevante oplysninger frem om ekstraordinære forhold omkring badeværelser. Dette skyldes blandt andet, at administratorer typisk kun kan give oplysninger om registrerede skader, fx gamle forsikrings-skader/-anmeldelser. Da badeværelserne er opført i 1990'erne, kan der desuden have været et eller flere skifter i administratorer. I så fald er det kun den periode, hvor den nuværende administrator har administreret den pågældende ejendom, at der kan gives oplysninger om evt. skader.

I forbindelse med det videre arbejde med besigtigelserne har bestyrelser og beboere været kontaktet og interviewet. Sidstnævnte i forbindelse med selve besigtigelserne. Vidensniveauet om skader i de besigtigede badeværelser har dog ofte været begrænset, fordi bestyrelser og beboere i lejlighederne i

nogle tilfælde er udskiftet siden badeværelserne blev etableret. Dog har det vist sig, at flere beboere har boet i samme ejendom siden etableringen af badeværelserne. Som hovedregel har der ikke været oplyst om problemer med de badeværelser, som er blevet besigtiget. Hvor brugerne har oplevet problemer med badeværelser, er det typisk forhold, som relaterer sig til vedligehold.

Ud over ovennævnte grupper, er der lavet interviews med rådgivere arkitekter/ingeniører og producenter. Dette er sket i forbindelse med møder med de pågældende. Resultatet af disse interviews er anført herunder:

Pålsson Arkitekter

Pålsson Arkitekter har prøvet mange forskellige løsninger i forbindelse med Projekt Renovering. Ud over Projekt Renoverings løsninger har Pålsson arbejdet med andre løsninger, som badekabiner i baggårde, bjælkelag med svalehaleplader etc. Pålsson oplyste, at de seneste år havde de mest arbejdet med traditionelle badeværelser (betonudstøbning på bjælkelag), idet renoveringsomfanget er mindre omfattende end i 1990'erne (mindre projekter/serier).

Det blev oplyst, at i en af de anvendte løsninger var gulvet placeret mellem vægge, hvilket gav fuger ved sammenbygning. I en anden løsning var der derimod anvendt meget store badekabiner (i rum størrelse), som gav problemer ved sammenbygningen. Begge steder har løsningerne dog fungeret godt.

Pålsson har arbejdet med flere løsninger med stålbunde, som generelt har fungeret godt. De har dog ikke arbejdet med disse løsninger de seneste år, bl.a. fordi Deba har præfabrikerede løsninger af denne type.

Pålsson har gode erfaringer med badekabiner i beton, hvor især betonkabiner på fundamenter er egnede til helhedsrenovering.

Der er ikke erfaringer med badeværelser, som ikke har klaret sig godt.

Dominia

Dominia har i et projekt anvendt cirkulære, opretstående badekar, hvilket, brugerne rapporterede, var lidt underligt i brug. Desuden sad lys og ventilation oven i hinanden.

I et af de første projekter med stålbund skabte svejsesamlingen i begyndelsen problemer i de tynde bunde. Efterfølgende ville buler i tynde stålbunde give bevægelser ved gang på gulvet.

I Projekt Renoveringsløsningerne med stålbunde blev der i første omgang anvendt lette vægge af kalciumsilikat. Senere blev væggene udført med gasbeton bl.a. efter ønske fra Københavns kommune. Forskellen mellem de to vægtyper er primært, at gasbeton fylder mere end kalciumsilikat.

Ved anvendelse af stålbunde kan disse produceres ens, hvis badeværelser i lejligheder over hinanden har samme udformning. Ulempen er at væggene ofte skal ændres. Mindre stålbunde i et stykke er simple at installere, hvorimod store bunde ofte er mere komplicerede og kræver svejsninger, da de skal samles af to mindre bunde.

Bindingsværksvægge kan generelt ikke optage mer-belastning af bygningen. Ved bindingsværksvægge laves nye badeværelsesvægge derfor generelt som lette løsninger. Hvis væggene er massive, bruges tunge løsninger.

I enkelte tilfælde er træbjælkelaget blevet fjernet og erstattet af et betondæk, så gulvet i badeværelset kommer i niveau med øvrige gulve i lejligheden. Dominia oplyste, at de ikke hører om skader, når 5 års eftersynet er passeret. De hører generelt sjældent om problemer med badeværelsesløsninger, når der anvendes kendte løsninger.

Lundgaard & Tranberg

I forbindelse med etablering af nye badeværelser, har Lundgaard & Tranberg haft oplevelser med svingende kvalitet af præfabrikerede badekabiner. Typisk er det udenlandske kabiner, som har været utilfredsstillende. Generelt er badekabinerne vandtætte, men der kan være problemer med manglende fald på gulv og dårlig finish, fx fliser som ikke er opsat håndværksmæssigt korrekt/pænt.

Lundgaard & Tranberg vurderer, at prisen er ens, uanset om der anvendes et pladsstøbt badeværelse eller en præfabrikeret kabine.

Deba

Deba badekabiner har været produceret siden 1990 i Tyskland og har tidligere været udført i samarbejde med Inexa. Badekabiner af denne type er installeret flere steder. Disse badeværelser er samlet på stedet i de enkelte lejligheder. En af udfordringerne med plads-samlede badekabiner er, at håndværkerne skal være fortrolige med montagen, da der ellers er stor risiko for at samlingerne ikke opnår tilstrækkelig kvalitet. Især er der risiko for flise-skader, der opstår ved montage og fra andre håndværkeres færden.

Deba badekabiner er lette sammenlignet med betonkabiner, og de er derfor egnede til ejendomme med svagere fundamenter og etageadskillelser.

Hele badekabiner som leveres uden loft, men med plastik som afdækning er følsomme for vand, der løber ned i de færdige badekabiner. Dertil vil der være risiko for byggeaffald over kabinen, hvilket kan stille øgede krav til byggeprocessen.

En anden udfordring ved præfabrikerede badekabiner er, at så længe de anvendes som de er testede, er erfaringer med dem gode. Til gængæld kan ændringer i konstruktionerne – som måske betragtes som små – medføre store skader på et ellers gennemprøvet system.

En fordel ved præfabrikerede badekabiner er, at de kan laves i moduler, og fliser kan tilpasses, så der ikke kommer mærkelige skæringer, som typisk opstår ved traditionelle pladsbyggede badeværelser. For præfabrikerede badekabiner er ansvaret for selve kabinen placeret hos leverandøren, mens en autoriseret håndværker blot kobler el og vand til og dermed har ansvaret for disse tilslutninger.

ModulBad

Producenten oplyste at samlinger i deres kabiner forsynes med membran, ligesom gulv forsynes med membran. Den præfabrikerede badekabine har ikke svind som resten af bygningen. Kabinerne produceres uden bløde fuger og dermed er skimmelvækst på fuger elimineret. En af udfordringerne ved kabinerne er, at der ikke er adgang til installationerne undtaget ventilation.

Sammenfatning af resultater fra BvB's 5-års eftersyn og besigtigelser udført af SBI

Vurderet af Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse

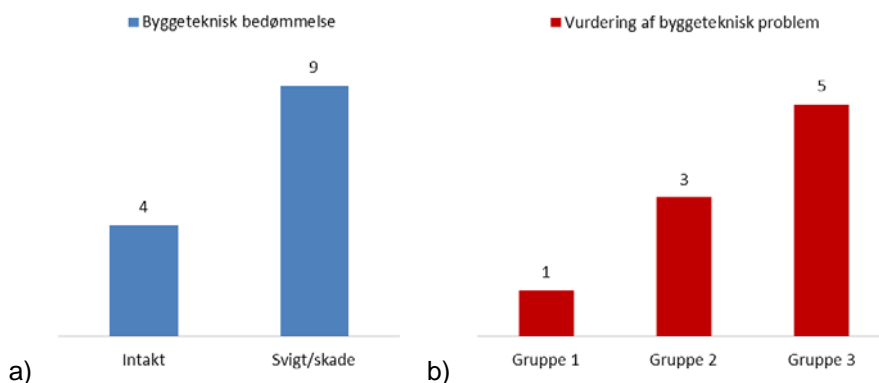
For 13 af de besigtigede ejendomme fandtes 5-års eftersyn rapporter fra Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse (BvB). Ved eftersyn inddeles BvB bygningsdele efter, om de er

- Intakte: dvs. bygningsdelen er byggeteknisk i orden
- Svigt/skade: dvs. bygningsdelen har et byggeteknisk problem

For bygningsdele med et byggeteknisk problem underopdeles de efter følgende beskrivelse

- Gruppe 1 - Forhold som kan opretholdes ved en normal periodisk drift.
- Gruppe 2 - Forhold som kræver udbedring eller en særlig driftsindsats / særligt opsyn.
- Gruppe 3 - Forhold som kræver udbedring.

Figur 78 viser fordelingen af de 13 ejendomme efter ovenstående bedømmelse fra 5 års eftersyn.



Figur 78. a) Figur viser fordelingen af de byggetekniske forhold i de 13 ejendomme, som værende intakte eller med svigt/skade. b) Figuren viser fordelingen af de ejendomme med byggetekniske forhold vurderet til svigt/skade.

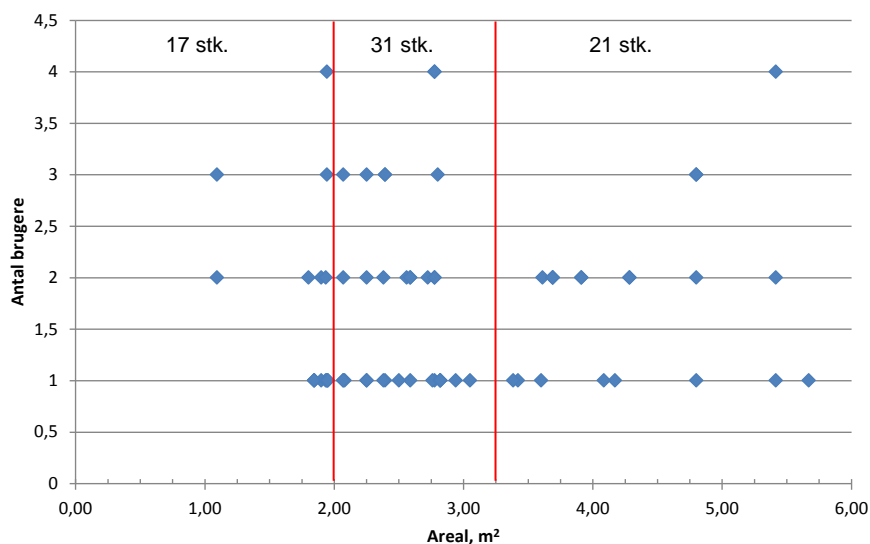
Ud over at der laves en bedømmelse af de byggetekniske forhold, indeholder 5 års eftersynene også bemærkninger på de problemområder, som er registrerede. Blandt de bemærkninger der er givet er:

- Lodret elastisk fuge slipper
- Hul i mørtelfuge i hjørnet i bruseområde
- Fugeslip ved vandret gummifuge på væg over sokkelklinke
- Der er fuget med mørtelfuge omkring gulv afløb
- Installationsskakte ved de præfabrikerede badeværelser er svært tilgængelige - skjulte samlinger
- Ikke etableret melderør i installationsskakte
- Opfugtede paneler ved døre
- Løst armatur til bruser
- Bagfald og lunger
- Revnede fliser og terrazzo
- Revne i hulkel

- Der er konstateret revnedannelse mellem flere bygningsdele i tilstødende rum og det nye badeværelse
- Flisebeklædning er ikke ført ind bag indfatning

Opsamling på besigtigelser af badeværelser

Besigtigelsen af badeværelserne fra 1990'erne og frem blev udført efter metoden beskrevet i *Appendiks A. Systematik til feltundersøgelser*, hvor tilstanden af de forskellige dele blev bedømt efter nedenstående skala for tilstandsgrader. Der blev også registreret oplysninger om antal brugere af badeværelserne og størrelser på badeværelserne blev registreret, se figur 79. Det ses, at af de besigtigede badeværelser er 2/3 dele at betragte som små badeværelser med et areal under 3,25 m². Arealet på badeværelset afhænger ikke af om det er opført under Projekt Renovering eller som et in-situ badeværelse fra 1990'erne og frem. Det vurderes også rimeligt at størrelsen afhænger mere af geometrien af de eksisterende boliger, end perioden de er projekteret, og løsning der er valgt.



Figur 79. Sammenhæng mellem arealet på badeværelse og antal brugere. Øverst i figuren er angivet antal badeværelser i det givne arealinterval, 0-2 m², 2-3,25 m² og > 3,25m².

I tabel 3-tabel 5 samles op på parametre relateret til gulv, væg og installationskakte, men flere parametre har været besigtiget, men af flere årsager ikke været mulige at bedømme eller i meget god stand og derfor blot at betragte som T0.

T0: Meget god	→	ingen tegn på unormal slitage eller skade
T1: God	→	behov for lettere vedligehold
T2: Dårlig	→	behov for vedligehold og mindre udbedringer
T3: Meget dårlig	→	klare symptomer på svigt eller skade
T4: (Ub)	→	udenfor betragtning eller uoplyst

T4 indikerer således, at det ikke var muligt at vurdere den pågældende parameter.

For gulvene blev der vurderet på 10 forskellige parametre, og tabel 3 viser fordelingen af de undersøgte parametre og tilstandsgrader.

Gulvene var overordnet set i god stand, og der er ikke store problemer at påpege. Der hvor der blev registreret flest udfordringer var på de elastiske fuger som let får begroinger med tiden. For de elastiske fuger krævede ca. hvert

fjerde badeværelse udskiftning af fugerne. Kritiske forhold som kan give anledning til skade eller svigt, havde kun omkring 5 % af badeværelserne. Det lave antal af T3 forhold, skal måske findes i det store antal af besigtigede præfabrikerede badeværelser fra Projekt Renovering.

Tabel 3. Opsummering af besigtigelser og forhold relateret til gulvkonstruktionen.

Parameter	T0	T1	T2	T3	T4
1. Overfladematerialet tilstand	66	0	3	0	0
2. Vandtæthed af gulv og væg	68	1	0	0	0
3. Karevne	65	0	0	4	0
4. Fuger/svejsninger	62	1	1	1	4
5. Bløde fuger	42	15	7	3	2
6. Overflade nem at rengøre	61	7	1	0	0
7. Placering af afløb ift. væg	69	0	0	0	0
8. Fald på gulv, plan, bagfald, mod afløb	66	0	0	3	0
9. Skrukke fliser / slip i gulvbelægning	66	0	0	3	0
10. Hensigtsmæssig gulvbelægning for underliggende konstruktion	69	0	0	0	0

Tilsvarende blev der for væggene undersøgt ni forskellige parametre, se tabel 4.

Tabel 4. Opsummering af besigtigelser og forhold relateret til vægkonstruktioner.

Parameter	T0	T1	T2	T3	T4
1. Overfladematerialet tilstand	65	4	0	0	0
2. Hjørners tilstand	66	2	0	1	0
3. Fugtskjolder/revner	61	4	1	3	0
4. Overgang gulv/væg	69	0	0	0	0
5. Bløde fuger	62	4	3	0	0
6. Tilstand af fuger/fugeslip	63	5	1	0	0
7. Huller i beklædning	61	6	0	2	0
8. Skrukke fliser	66	0	0	0	3
9. Hensigtsmæssig vægbelægning for underliggende konstruktion	67	2	0	0	0

Det overordnede indtryk fra besigtigelserne har været at vægkonstruktionerne har været af god kvalitet. For væggene har det typisk været mindre huller i beklædning fra ophæng af inventar og revner i fliser som har været at bemærke. De elastiske fuger har ikke været skimlede i samme omfang som fugerne ved gulvet. Det kan skyldes, at gulvet har mere fugtigt miljø end væggene. Som for gulvene ses, at mere kritiske forhold registreret under T2 og T3 kun optræder i under 5 % af de besigtigede badeværelser.

For installationsskakte blev der også bedømt ni forskellige parametre, se tabel 5. For installationsskakte var indtrykket mere blandet end for hhv. gulv og vægge. Ofte var det besigtigede ikke direkte relateret til kritiske skader, men mere en vurdering af om forholdene var fornuftige eller kunne være udformet på en mere hensigtsmæssig måde. I flere tilfælde har det slet ikke været muligt at besigtige installationsskaktene af flere årsager, hvilket også tydeligt ses i tabel 5 med store antal af T4-værdier. De typiske udfordringer der blev registreret var tilgængeligheden af installationerne, hvor skaktene var små eller placeret dårligt. Det skyldes, måske at der ved renoveringsopgaver ofte ikke er meget plads og dermed er det et kompromis mellem flere parametre. Der blev kun i få tilfælde registreret meldesystemer for utætheder i skaktene, og typisk ikke med alarm.

Tabel 5. Opsummering af besigtigelser og forhold relateret til installationsskakte.

Parameter	T0	T1	T2	T3	T4
1. Adgang til skakt, fra vådrum, luger	6	0	0	0	63
2. Adgang i vådrum fra våd- / fugtzone	7	0	0	0	62
3. Størrelse ift. installationer	38	3	4	4	20
4. Tilgængelighed af installationer	36	6	1	6	20
5. Tilgængelighed af krævende installationer, fx målere og følere	39	5	1	4	20
6. Rengørings- og vedligeholdsvendig	29	9	7	4	20
7. Tilgængelighed i hele etagehøjde	14	10	12	11	22
8. Meldesystem for utætheder	9	2	1	32	25
9. Er der plads til fremtidige installationer	36	5	4	4	20

Sammenfatning af skader konstateret ved besigtigelser og eftersyn

Generelt vurderes kvaliteten af de undersøgte badeværelser som høj sammenlignet med traditionelt udførte badeværelser. Der er god overensstemmelse mellem det, som blev registreret ved 5 års eftersynene og besigtigelserne. 5 års eftersynene inkluderede 13 ejendomme, mens besigtigelserne omfattede 18 ejendomme. Den efterfølgende sammenfatning af skader baseres primært på besigtigelserne, idet der er stort sammenfald mellem det registreret ved besigtigelserne og eftersynene, dog blev der registreret revner mellem badeværelse og tilstødende bygningsdele ved enkelte eftersyn.

De mest kritiske fejl, der blev konstateret ved besigtigelserne, var skimmelvækst på elastiske fuger (silikone), revner og huller i væg- og gulvbeklædning samt problemer i forbindelse med installationsskakten.

Mange af de registrerede fejl kunne have været undgået ved øget vedligehold, fx ved udskiftning af fliser med revner og udskiftning af fugemasse med skimmelvækst. Skimmelvæksten i sig selv kunne formentlig have været undgået/reduceret, såfremt der overalt havde været sørget for aftørring og god udluftning efter badning.

En af årsagerne til den høje kvalitet af badeværelserne vurderes at være deres opbygning/design, hvor den våde zone er adskilt fra fugtfølsomme materialer og komponenter, fx døre, vinduer og træpaneler. Det vurderes også, at badeværelserne er blevet vellykkede alene af den grund, at der har været ofret tid på at gennemtænke og udføre løsningerne. En del af løsningerne er endvidere blevet afprøvet ved fuldskala prøvning, før de blev udført i praksis, så deres egenskaber var dokumenterede.

Revner og huller

I mange badeværelser blev der observeret små revner og huller. Disse mindre fejl vurderes ikke at være af væsentlig betydning. Vandtætheden vil fx ikke påvirkes af en revnet flise. I nogle få tilfælde kan revner være forårsaget af sætninger, men sådanne revner er ikke set i vådzone/brusenichen. Huller efter skruer og lignende bør udbedres, da de normalt vil gennembryde det vandtætte lag.



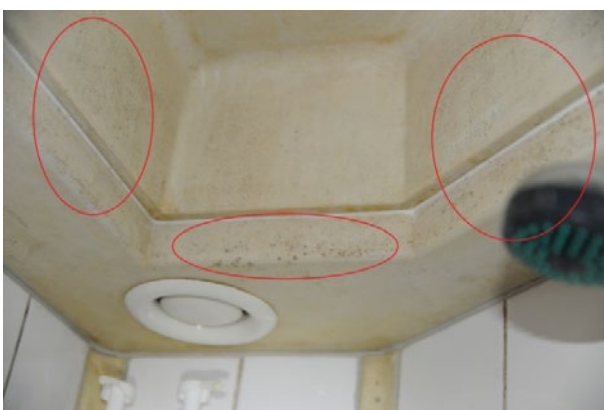
Figur 80. Til venstre ses en fiberarmeret gulvplade med sokkelokant (markeret med en sort linje). Til højre ses en revne i det færdige badeværelse med bund som til venstre. Revnen (den sorte linje) følger sokkelokanten på gulvpladen.

Skimmelvækst

Skimmelvækst blev primært set på elastisk silikone fugemasse, som var anvendt i fugerne mellem vægge og gulv eller omkring gulv afløbet. Skimmel findes hovedsageligt i vådzone, hvor der er regelmæssig vandeksponering, og dermed risiko for lange perioder med fugt på overfladen.



Figur 81. Den rustrøde farve på metaloverfladerne formodes at være skimmelsvamp og ikke rust. På den elastiske fuger under døren, er der sort skimmel.

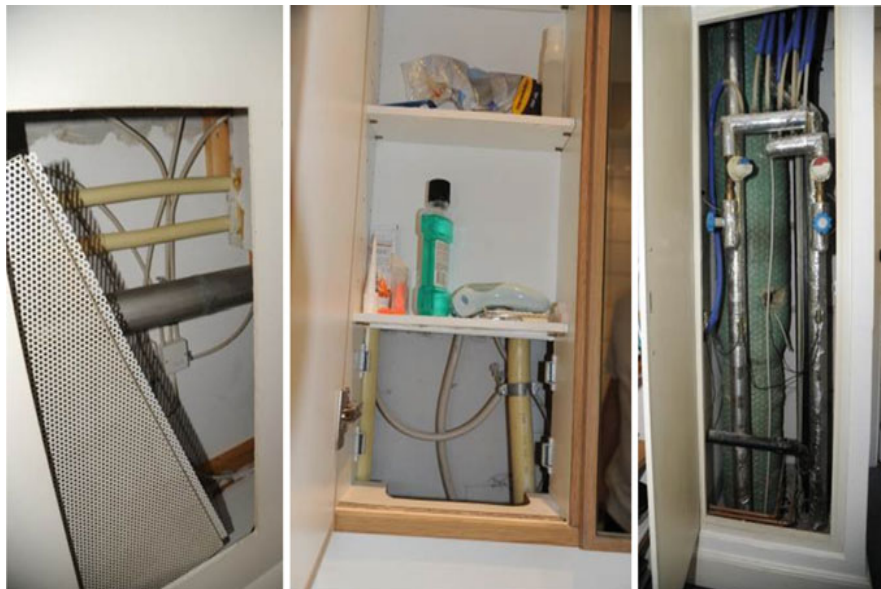


Figur 82. Loft i badeværelse med ringe ventilation, hvor der er begyndende mørke pletter i loftet (røde cirkler). De mørke aftegninger kan være begyndende skimmel, pga. af høj fugtighed forårsaget af lavt luftskifte.

Risikoen for skimmelsvamp er ofte relateret til beboeradfærd og vedligehold af ventilationssystemet. Risikoen for skimmelvækst stiger, fx hvis luftskiftet er reduceret pga. tilstopning eller justering på armaturet. Derudover kan manglende aftørring efter badning og tøjttørring på badeværelset øge fugtindholdet og dermed risikoen for skimmelvækst.

Installationsskakt

Der var store forskelle i udformningen af installationsskaktene, fx størrelsen af adgangsløkke, tilgængelighed og plads til fremtidige installationer jf. figur 83. Adgangen til skaktene var generelt ikke så omhyggeligt designet som selve badeværelserne. I mange tilfælde er det vanskeligt at få adgang til de vigtigste installationer, noget som også er blevet nævnt af driftspersonalet. Kun få af de 11 kontrollerede badeværelsestyper havde et alarmsystem/meldesystem til melding ad utætheder i tilfælde af utætte installationer. I nogle tilfælde blev melderør ført fra hver lejlighed og ned til kælderen. Her manglede dog et egentligt alarmsystem.



Figur 83. Forskellige løsninger på adgang til installationer. Til venstre er vist adgang via loftlem, i midten en lille skakt i et skab bag toilettet, og til højre en inspektionslem i dørstørrelse fra et værelse.

Systemløsninger med badekabiner og elementer

I det følgende bringes en kortfattet gennemgang af nogle af de præfabrikerede elementer og hele kabiner, der markedsføres i dag. Formålet er primært at give en oversigt over de muligheder der findes inde for præfabrikerede elementer. Det skal understreges, at der ikke er gennemført en generel besigtigelse af systemløsninger, og at nogle af løsningerne kun kendes fra oplysninger fra producenterne.

ModulBad (CRH concrete)

Producenten ModulBad har to præfabrikerede vådrumsløsninger. Den ene er en letbetonkabine og den anden er en tårn- eller selvbærende kabine.

Letbetonkabiner

Gulvelementet i letbetonkabinerne består af en dobbelt krydsarmeret jernbetonplade, med 20 mm opkant under alle vægge. Gulvtykkelsen i ikke bærende badeværelser er 70-90 mm afhængig af placering i rummet, fx er tykkelsen 70 mm ved gulv afløb. Gulvet er støbt i moderat beton 30 MPa og opfylder krav til passiv miljøklasse.

Væggene er krydsarmerede elementer i letbeton med en tykkelse på 55-250 mm. Installationer for el og vand trækkes i fordelerrør indstøbt i væggene. Ligeledes er loftet en krydsarmeret plade i letbeton med en tykkelse på 55 mm eller 80 mm.

Selvbærende kabiner - badetårne

Selvbærende badeværelser anvendes primært ved renovering, hvor de monteres enten udvendigt eller som tårn inde i bygningen. De udvendige tårnkabiner kan udføres med sandwichelementer eller i letbeton.

Samlingsdetaljer

Bund-, væg- og loftelementer er forsynet med fer-not samling samtidig med at de limes og sammenholdes med gennemgående stålbolte fra top til bund.

Tæthedspan / membraner

I elementsamlinger mellem væg og gulv, på væg og gulve i brusenicher samt omkring gulv afløb, er der udført vandtætning med væv og vandtætningsmembran.

Lodrette flisefuger i hjørner samt vandrette fuger mellem gulv/vægfliser fuges med sanitærsilikone. Fuge imellem loft og væg fuges med en malbar polymer fugemasse.

Yderligere oplysninger kan findes på: <http://modulbad.dk/badekabiner/>

BadElement

Gulvelementet udføres i beton med opkant/hulkehl. Gulvtykkelsen varierer fra 150-180 mm. Gulvelementet udføres med mindst 30 mm indstøbt fald mod gulv afløb. Forsænkning for bruseniche indstøbes i elementet.

Vægge udføres i beton med let tilslag (pimpsten). Vægtykkelserne varierer fra 120-180 mm afhængig af størrelsen af de lodrette belastninger og antallet af etager.

Vægelementerne er med en "tå" udvendig, så yderside af væg er afsluttet under færdigt gulv i bygningen.

Yderligere oplysninger kan findes på: <http://www.badelement.dk/badekabiner/>

Det Glade Bad

Præfabrikerede formstøbte glasfiber produkter.

Den mindste type har en vægt på ca. 150 kg og kan opstilles på eksisterende gulv uden forstærkning. Samlingen mellem gulv og væg er udført med overlap for afdrypning af vand. Samlingssystemet hindrer fugt på bagsiden. Bundene er støbt i et stykke og er vandtætte i sig selv. Soklen sættes direkte på et eksisterende gulv eller nedsænkes. Bunden lægges, væggene rejses og loftelementet lægges på. Der afsluttes med en udvendig beklædning, der er klar til tapetsering eller anden behandling. Kabinen monteres med inspektionsskakt på indvendig side, hvilket giver let adgang for vedligehold, måler-aflæsning og til eventuelle vvs-reparationer.

Kan anvendes både i nybyggeri og ved renovering.

Yderligere oplysninger kan findes på: <http://detgladebad.dk/produkter.php>

Kerapid

Badekabiner opbygget af gulv og vægelementer i glasfiber-armeret højstyrkebeton, hvilket tillader en vægtykkelse ned til 24 mm. Væggen er opbygget med en betonkerne, hvorpå en glasfibermåtte-armering er monteret.

Kerapid leverer to typer af vådrum, hvoraf den ene er en færdig kabine og den anden er en elementløsning. Kabineløsningen kan monteres i takt med at råhuset færdiggøres eller via huller i klimaskærmen. Elementløsningen samles på stedet, hvilket gør den egnet for brug i eksisterende bygninger, hvor der ikke ønskes indgreb i klimaskærmen.

Yderligere oplysninger kan findes på: <http://www.kerapid.de/>

Norac / Badekabiner.no

Norac laver præfabrikerede vådrum både til boligbyggeri og maritimt brug. Badeværelserne til boligbyggeri leveres som samlede, præfabrikerede kabiner til indhejsning i boliger. Gulvene er opbygget med en stålramme, hvori der støbes beton. Rammen i gulvet sikrer korrekt fald på gulvet. På den udstøbte beton påføres primer, vandtætningsmembran, fliseklæber og fliser. Væggene er i stål og monteres til bundrammen med skruer. Der påføres membran, fliseklæber og fliser. Samlingen mellem væg og gulv fuges med en blød fuge. Rør føres på bagsiden af væggene fra en fordelerboks over brusenichen.

PART^{AB}

Gulvkonstruktionen i vådrummene er opbygget af en stålramme med C-profiler. Den maksimale tykkelse af det forspændte betongulv er 60 mm. Gulvet er udført med et fald på 1:100, dog 1:50 i bruseniche. Betonen behandles med primer, vandtætningsmembran (sealing) og beklædes med fliser. Væggene er udført i aluminium/galvaniseret stålskelet beklædt med fliser. Den udvendige side beklædes med gipsplader. Tykkelsen af konstruktionen bliver dermed 70 mm + fliser. Loftet er udført i lakerede stålkassetter med inspektionslem, hvorover installationerne er placeret.

Gulvet er med opkant hvorpå væggene placeres. Samlingen udføres med cementmørtel som fyldt fuge.

De svensk producerede præfabrikerede vådrum er godkendte i Norge.

Yderligere oplysninger kan findes på: http://www.partab.nu/ENG_index.htm

Green Box

Færdige badekabiner opbygget med støbt betongulv med en samlet tykkelse inklusive fliser på 90 mm. Gulvet er udført med fald og forsænkning ved bruseniche.

Vægge er udført af varmgalvaniserede stålkassetter som samles, så varmforzinkningen ikke bliver brudt. På udvendig side af stålkassetterne er væggene stabiliserede med en gipsplade, som fuldklæbes til kassetten før kabinen samles.

Gulv og vægge er med vandtætningsmembran og fliser.
Loftet er udført af varmgalvaniserede og pulverlakerede stålplader.
De præfabrikerede vådrum er godkendte i Norge.

Yderligere oplysninger kan findes på: <http://www.greenbox.dk>

Deba

Deba fremstiller sandwichelementer bestående af en kerne af mineraluld med en stålplade pålimet på begge sider. Elementerne kan transporteres op ad trapper og samles på stedet i den enkelte lejlighed.

Elementerne er lette og kræver som regel ikke forstærkning af bjælkelag eller fundamenter.

Yderligere oplysninger kan findes på: www.deba.de

Konklusion

Det kan konkluderes, at der var god overensstemmelse mellem de rapporterede skader fra 5 års eftersyn udført af Byggeskadefonden vedrørende Bygningsfornyelse (BvB), og på de besigtigelser som er udført af Statens Byggeforskningsinstitut. De foretagne besigtigelser viste, at alle de undersøgte badeværelser var i god tilstand deres alder på ca. 10-20 år taget i betragtning.

Det vurderes at være på grund af, at der i de udførte projekter generelt har været fokus på kritiske detaljer i løsningerne både ved projektering og arbejdsudførelse (og tilsyn). De fleste badeværelser er udformet således, at den vandbelastede zone er placeret i god afstand til områder med fugtfølsomme materialer fx dør og vinduer og kritiske samlinger.

De gennemførte projekter vurderes alle at være gode og for at kunne anvendes som baggrund for videreudvikling af tilsvarende projekter i fremtiden.

I flertallet af badeværelser er der kun behov for mindre udbedringer, som det er forventeligt i de fleste badeværelser. Af typiske skader kan nævnes elastiske (silikone) fuger, som ofte viste tegn på skimmelvækst især i den våde zone, og huller fra skruer i vægge, hvor der ikke var sket tætning/udbedring efter at skruen var fjernet. Desuden ses revnede fliser både på vægge og på gulv – også tæt på gulvafløb.

Da de fleste badeværelser er placeret midt i lejlighederne, har de ikke vinduer, og den mekaniske ventilation er derfor vigtig for at sikre at fugtig luft fjernes. Dette er nødvendigt for at hindre skimmelvækst.

Der blev ikke konstateret stor forskel på slitage mellem Projekt Renoverings løsningerne og traditionelle udførte badeværelser fra hhv. 1990'erne og 2000'erne.

Den anvendte besigtigelsesmetodik vurderes at være velegnet til at bedømme badeværelsernes tilstand og deres funktionalitet baseret på visuelle besigtigelser. Metoden vil fx være anvendelig for rådgivere, entreprenører og teknikere i forbindelse med tilstandsregistrering.

For at kunne afklare årsagerne til nogle typer skader, fx revnede fliser, kræves der dog mere dybtgående undersøgelser - eventuelt med destruktive indgreb - end de visuelle besigtigelser, der er foretaget i projektet.

Litteratur

Bolig- og Byministeriet. (1998a). *Badeværelser – Vandret indbygning af præfabrikerede lette badeværelser* (Projekt nr. 260). København. ISBN: 90565-16-9.

Bolig- og Byministeriet. (1998b). *Tårnelementer – Præfabrikerede rumstore tårnelementer* (Projekt nr. 234). København. ISBN: 87-90565-04-5.

Boligministeriet. (1997a). *Indbygning af lette fabriksfremstillede badeværelser* (Informationsblad 246). København.

Boligministeriet. (1997b). *Komponentbadeværelser*. Projekt nr. 015. København. ISBN: 87-90565-01-0.

Brandt, E. & Morelli, M. (2015). *Vådtrum* (SBI-anvisning 252). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

Brandt, E. & Morelli, M. (2017). *Vådtrum eksempelsamling - Eksempler på præfabrikerede kabiner og elementer samt to in-situ løsninger* (SBI 2017:14). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.

Brandt, E. & Nielsen, C.V. (1991). *Gulve og vægge i vådrum* (SBI-anvisning 169). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Brandt, E. (1995). *Vådtrum. Hvad er muligt - hvad er lovligt?* Byggeindustrien, 1.

Brandt, E. (1997). *Systematik til feltundersøgelse af baderum*. Nordtest report: NT techn report 366. Nordtest, Espoo.

Brandt, E. (2001). *Vådtrum* (By og Byg Anvisning 200). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Brandt, E. (2005). *Reduced service life due to common building failures in Denmark*. 10DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Lyon, France, 17-20 april 2005.

Brandt, E. (2008). *Service life of lightweight bathrooms*, 11DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Istanbul, Turkey, 11-14 maj 2008.

Brandt, E., Møller, E.B., & Hansen E.J.de P. (2011). *Reduced service life of bathrooms due to leaks Around Floor Gullies and Pipe Penetrations*. 12DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Porto, Portugal, 12-15 april 2011.

By- og Boligministeriet. (1998). *Lave baderum – præfabrikerede lave baderum* (Projekt nr. 194). København. ISBN: 87-90565-18-5.

By- og Boligministeriet. (1999a). *Vådtrum. Bedre brug af gode totalløsninger for opbygning af bade- og wc-rum* (Projekt nr. 242-02). København. ISBN: 87-601-7811-6.

By- og Boligministeriet. (1999b). *Badetårn – Badeværelsestårn med køkkenkarnap* (Projekt nr. 283). København. ISBN: 87-90565-20-7.

By- og Boligministeriet. (2001a). *Lette stålbunde – Lette præfabrikerede badeværelselementer* (Projekt nr. 302). København. ISBN: 87-601-7827-2.

By- og Boligministeriet. (2001b). *Lette stålbunde – Baderum til renovering og byfornyelse* (Informationsblad nr. 232). København.

Bygge- og Boligstyrelsen. (1994). *Lette baderum. Udvikling af ny rustfast stålmembran til vådrum*. København. ISBN: 87-601-4168-9.

Bygge- og Boligstyrelsen. (1996). *Indbygning af fabriksstøbte badeværelser*. København.

Bygge- og Boligstyrelsen. (1997). *Badekabiner* (Projekt nr. 021). København. ISBN: 87-601-1408-8.

Erhvervs- og Boligstyrelsen. (2002). *Komponentbadeværelser-2* (Projekt nr. 281). København. ISBN: 87-601-7829-9.

Erhvervs- og Boligstyrelsen. (2004a). *Rationel, let byfornyelse* (Projekt nr. 157). København. ISBN 87-91340-04-7.

Erhvervs- og Boligstyrelsen. (2004b). *Erhvervsbygninger – Boliger i ældre erhvervsbygninger* (Projekt nr. 257). København. ISBN: 87-91340-01-2.

Erhvervs- og Boligstyrelsen. (2004c). *Let facade- og etagedæk-system til renovering* (Projekt nr. 290). København. ISBN: 87-91340-07-1.

Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2004). *Projekt Renovering - 5 års eftersyn*. København. ISBN 87-91340-26-8.

Eriksen, S.S., Hommel-Hansen, O., Nielsen, C.W., & Ovesen, K. (1991). *SBI-meddelelse 87. Nye vådrum i gamle boliger. Erfaringer fra en undersøgelse af 44 nyere vådrum*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Kjerulf, K., Brandt, E., & Nielsen, P.A. (1984). *Bygningers vådrum* (SBI-anvisning 109). 3. udgave. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Sbs. (2007). *Afprøvning af lette badeværelser – afrapportering af forsøgsprojekt*. København. Link: (<http://gi.dk/Publikationer/Afpr%C3%B8vning%20af%20lette%20badev%C3%A6relser%20-%20Proces%20og%20Produkt.pdf>)

Statens Byggeforskningsinstitut. (1998). *Badeværelser: Eksempler på planlægning, projektering og udførelse af badeværelser i nye og gamle boliger* (SBI-anvisning 180). 5. oplag. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Appendiks A. Systematik til feltundersøgelser

I forbindelse med feltundersøgelserne i projektet er der anvendt nedenstående skemaer. Skemaerne er udarbejdet til projektet med udgangspunkt i en Nordtest metodik (Brandt, 1997).

Generelle oplysninger

Vådrooms adresse:	Sags nummer:
Kontaktperson:	Dato:
Kontaktpersons adresse:	Tlf.:
Undersøger:	Brugsintensitet:

Emne	Ja	Nej	Vurdering/bemærkning
GENERELT			
Vådrum > 3,25 m ²			
Afskærmning af bruseplads			
Vådroomsdøre			
30 mm niveauforskel i tilstødende rum			
Mekanisk ventilation			Type:
Ventilationsspalter v. døre og vinduer			

Tilstandsgrader

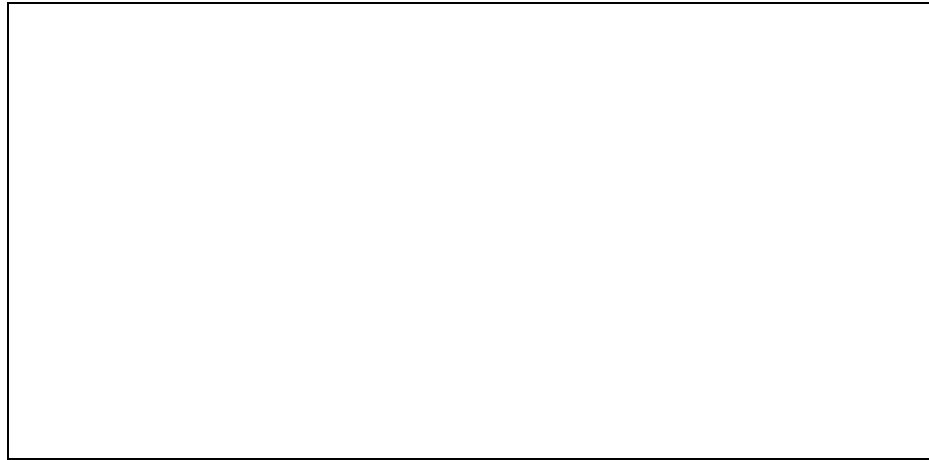
<i>Tilstandsgrad Ub:</i>	Uden for betragtning
<i>Tilstandsgrad 0:</i>	Meget god: ingen tegn på unormal slitage eller skade
<i>Tilstandsgrad 1:</i>	God: behov for lettere vedligehold
<i>Tilstandsgrad 2:</i>	Dårlig: behov for vedligehold og mindre udbedringer
<i>Tilstandsgrad 3:</i>	Meget dårlig: klare symptomer på svigt eller skade

Konsekvensgrader

<i>Konsekvensgrad 0:</i>	Ingen konsekvens
<i>Konsekvensgrad 1:</i>	Små konsekvenser - Lille risiko for følgeskader. Små vandpåvirkninger (fugtig zone). Gennemarbejdet projekt. Traditionel udførelse med kendte (uorganiske) materialer. Synlige rør.
<i>Konsekvensgrad 2:</i>	Middel store konsekvenser - Risiko for afgrænsede følgeskader. Jævnlig vandpåvirkning (vådzone med lav brugsintensitet). Traditionel udførelse på organisk underlag.
<i>Konsekvensgrad 3:</i>	Store konsekvenser - Risiko for alvorlige følgeskader. Daglig vandpåvirkning (vådzone med høj brugsintensitet). Nye/ukendte konstruktioner. Skjulte rør. Mangelfuldt arbejde.

Skitser/tegninger/opmålinger (plantegning og vægtegning fra dør og mod uret med angivelse af skader)

Skitser er ikke målfaste.



Registreringsskema - feltundersøgelser

Tilstandsgrader	Konsekvensgrader
0: Meget god	0: Ingen konsekvenser
1: God	1: Små konsekvenser
2: Dårlig	2: Mid. st. konsekvenser
3: Meget dårlig	3: Store konsekvenser

Emne	Tilstandsgrad 1	Tilstandsgrad 2	Tilstandsgrad 3
Gulvbelægning	Slid på overflade	Revner og sprækker i fliser	Utætte fuger eller huller i belægning
Membran i gulv			Utætheder
PVC gulvbelægning	Slid på gulv		Utætte svejsfuger
Vægbeklædning	Slid på overflade	Revner og sprækker i fliser. Fugtskjolder	Utætte fuger eller huller i belægning
Loft		Revner i loftbeklædning	
Vand- og afløbsinstallationer		Korrosion udvendig. Trykstød	Lækager
EI-installationer		Slitage på kontakter mv.	Overbelastning
Ventilation	Tilfredsstillende indeklima	Støj. Mangelfuldreguleringsmuligheder	Kanaler stoppede, utilfredsstillende ventilation
Sanitærudstyr	Lidt slitage	Slitage, tilkalkning, ridser	Revner og stærk slitage
Bærende underlag – gulv		Tydelig deformation	Utætheder pga. deformation. Råd

Emne	T. grad	K. grad	Vurdering/bemærkning
GULV			
Overflademateriale tilstand			
Vandtæthed af gulv og væg			
Karevne			
Fuger/svejsninger			
Bløde fuger			
Overflade nem at rengøre			
Placering af afløb ift. væg			
Fald på gulv, plan, bagfald, mod afløb			
Skrukke fliser / slip i gulvbelægning			
Hensigtsmæssig gulvbelægning for underliggende konstruktion			
VÆG			
Overflademateriale tilstand			
Hjørner tilstand			
Fugtskjolder/revner			
Overgang gulv/væg			
Bløde fuger			
Tilstand af fuger/fugeslip			
Huller i beklædning			
Skrukke fliser			
Hensigtsmæssig vægbeklædning for underliggende konstruktion			
LOFTER			

Dampspærre			
Revner			
Inspektions mulighed over loft			
DØRE OG VINDUER			
Overfladers tilstand			
Placering ift. vådzone			
AFLØB			
Belægnings tilslutning			
RØRGENNEMFØRINGER I GULV			
Utætheder			
Manchet			
Afstand til væg tilstrækkelig			
RØRGENNEMFØRINGER I VÆG			
Utætheder			
Manchet			
Afstand til væg tilstrækkelig			
SANITÆRUDSTYR			
Kloset tilstand			
Håndvask tilstand			
Badekar tilstand			
Brusekabine tilstand			
Montering fastgørelse og forsegling			
ARMATURER OG SYNLIGE RØR			
Fastgørelse af rør			
Tilstand rør			
Tilstand armaturer			
Montering armaturer			
VENTILATION			
Montering/fastgørelse			
Kanaler rengøring			
Spjæld fungerer/benyttes			
EL-INSTALLATIONER			
Tilstand kontakter/udtag			
Tilstand funktion			
Korrekt sikkerhedsafstand			
INSTALLATIONSSKAKT			
Adgang til skakt, fra vådrum, luger			
Adgang i vådrum fra våd- / fugtzone			
Størrelse ift. installationer			
Tilgængelighed af installationer			
Tilgængelighed af krævende installationer, fx målere, følere, brugsvandsrør			
Rengørings og vedligeholdsvendig			
Tilgængelighed i hele etagehøjde			
Meldesystem for utætheder			
Er der plads til fremtidig installationer			

Denne rapport evaluerer vådrumsløsninger, der blev etableret i slutningen af 1990'erne i forbindelse med Projekt Renovering. Her blev mange vådrum etableret i forbindelse med større byfornyelsesprojekter af Københavnske etageboliger. Projektet inkluderer også nyere vådrum opført i 2000'erne og en dobbeltbundsløsning udviklet i 2010'erne. Yderligere omfatter publikationen også færdige, præfabrikerede badekabiner, som er på markedet i dag.

Undersøgelserne er foretaget for Byggeskade-fonden vedrørende Bygningsfornyelse (BvB) og Grundejernes Investeringsfond (GI).

1. udgave, 2017

ISBN 978-87-563-1851-8