

6101-7111

SBI-SÆRTRYK
171

UDK 691.001.6
69.022.5.001.12

Byggeindustrien nr. 7 og 8, 1967

Georg Christensen og Klaus Blach:
Udvikling og vurdering af nye byggevarer

STATENS
BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

I kommission hos Teknisk Forlag
København 1967 · Kr. 4,50

01098P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
2

UDVIKLING OG VURDERING

AF NYE BYGGEVARER

civilingeniør *Georg Christensen*, SBI og
arkitekt MAA *Klaus Blach*, SBI. Side 2

FUNKTIONSBETINGEDE

EGENSKABER FOR

IKKE-BÆRENDE INDERVÆGGE

civilingeniør *Georg Christensen*, SBI og
arkitekt MAA *Klaus Blach*, SBI. Side 6

Udvikling og vurdering af nye byggevarer

Civilingeniør Georg Christensen, SBI

Arkitekt M. A. A. Klaus Blach, SBI

Udvikling og vurdering af nye byggevarer

Et nyt syn på byggevarer

- markedet overvældes af nye produkter
- bedømmelse er vanskelig
- en ny arbejdsmetodik er påkrævet

Tidligere tiders rolige udvikling af materialer og konstruktioner inden for byggeriet har i de senere år antaget en stærkt accelererende – for ikke at sige eksplosiv – karakter. Næsten daglig bringes nye materialer og konstruktioner på markedet – byggevarer som kan erstatte noget traditionelt anvendt eller byder på helt nye muligheder.

For alle byggeriets parter er det blevet et problem at vurdere, om og i hvilken udstrækning de nye produkter er anvendelige. Men hvordan skal denne vurdering foretages? Den almindelige fremgangsmåde er at sammenligne det nye med det traditionelle og kræve, at det nye produkts egenskaber på en række væsentlige områder ikke må være ringere end det kendte. Denne fremgangsmåde giver imidlertid ikke tilfredsstillende resultater, simpelthen fordi ingen virkelig ved, om de egenskaber, som det traditionelle produkt er i besiddelse af, i det hele taget er nødvendige og – hvis dette er tilfældet – om de er tilstrækkelige.

Så længe der ikke fandtes andre retningslinier for bedømmelse af nye materialer og konstruktioner, var sammenligning med det velkendte næsten den eneste praktiske mulighed for at kunne vurdere det nye. Dette forhold har også tidligere afspejlet sig i bygningsreglementet, hvor der efter konkrete konstruktioner ofte blev benyttet udtrykket »eller tilsvarende«. Denne formulering fører desværre ikke til en rationel udnyttelse af de mange nye

materialer og konstruktioner, hvorfor dette princip også er forladt i den sidste udgave af bygningsreglementet.

Både ved udvikling og vurdering af nye byggevarer er det vigtigt at foretage en nøje gennemtænkning af hvilke egenskaber, det er ønskeligt, det nye produkt skal være i besiddelse af. Denne systematiske gennemtænkning er endnu næsten ubetrådt land, og den bør omfatte langt flete forhold, end hvad der fremgår af bygningsreglementets bestemmelser.

I det følgende gennemgås hvordan den nye arbejdsmetodik, der her må til, bl.a. må omfatte en funktionsanalyse, formulering og værdiansættelse af funktionsbetingede egenskaber samt udvikling af måle- og kontrolmetoder for prøvning.

Byggevarer bør have funktionsbetingede egenskaber

- første skridt er en funktionsanalyse
- derefter kan der formuleres ønsker og krav

Problemet med at få skabt et rationelt grundlag for en produktudvikling kan kun løses, hvis der foretages en analyse af den måde, det nye produkt må tænkes at skulle fungere på. Heraf afledes begrebet »funktionsanalyse«, som er den proces, som fører frem til en kvalitativ angivelse – ofte i form af stikord eller en checkliste – af de egenskaber, som f.eks. en nærmere beskrevet byggevarer kan ønskes at skulle være i besiddelse af. Blandt vigtige forhold kan her nævnes styrke- og deformationsegenskaber samt brand- og lydtekniske egenskaber.

Resultatet af funktionsanalysen vil i høj grad afhænge af det anvendelsesområde, som i forvejen må være fast-

sat for det pågældende emne. Fastlæggelse af anvendelsesområdet må derfor nøje overvejes, inden den egentlige funktionsanalyse finder sted. Generelt sagt vil et bredt anvendelsesområde kræve et større udviklingsarbejde – og eventuelt en mere kostbar produktion – men vil også give et større marked. Byggevarer til et begrænset anvendelsesområde vil i modsætning hertil normalt være det enkleste at udvikle og fremstille. Hvor bredt et anvendelsesområde der skal sigtes på, må derfor i hvert enkelt tilfælde afgøres efter en afvejning af den nødvendige indsats med det forventelige udbytte.

Ved en funktionsanalyse foretages en nøje overvejelse af bygningsdelens funktioner set i relation til påvirkninger og egenskaber. Det skal her bemærkes, at begrebet »funktion« skal tages i en mere udvidet betydning end normalt. For eksempel vil begrebet bestandighed, som her medtages som en funktion, ikke falde inden for de grænser, som normalt er afstukket for dette begreb.

Ved funktionsanalysen bør der »graves dybt nok« for at nå frem til så mange relevante forhold som muligt. Når funktionsanalysen er tilstrækkeligt dybtgående, vil det ofte opdages, at det i mange tilfælde er tvivlsomt, om de gammelkendte produkter er gode nok – selv om de hidtil har været brugt som målestok. En funktionsanalyse, som tager sit udgangspunkt i de kendte udførelser, ville derfor næppe kunne bringe udviklingen stort videre end til at foreslå de værste og mest åbenbare »traditionelle« urimeligheder ændret.

Den rationelle funktionsanalyse, der starter helt fra bunden, kan som udgangspunkt have, at vi på den ene

side har en række brugerkrav – der f.eks. ændrer sig med stigende velstand – og på den anden side en række ydre vilkår, et miljø, der angiver brugeren.

Som et eksempel på et område, hvor den nye tankegang allerede har vundet indpas herhjemme, kan nævnes det almindelige lejlighedsskel. Dette er førhen næsten udelukkende blevet udført af tunge materialer – ikke fordi der var et krav om, at materialerne skulle være tunge, men fordi tunge materialer hidtil lettest har kunnet tilfredsstille kravene til lejlighedsskel. Hvis de funktionsbetingede ønsker til et lejlighedsskel analyseres, optræder der imidlertid ikke umiddelbart noget krav om tyngde. Et lejlighedsskel skal primært være stærkt nok samt tilstrækkeligt brand- og lydisolierende. Baseret på denne nye betragtningsskema synes interessen for lette lejlighedsskel at være betydeligt forøget herhjemme i de sidste år.

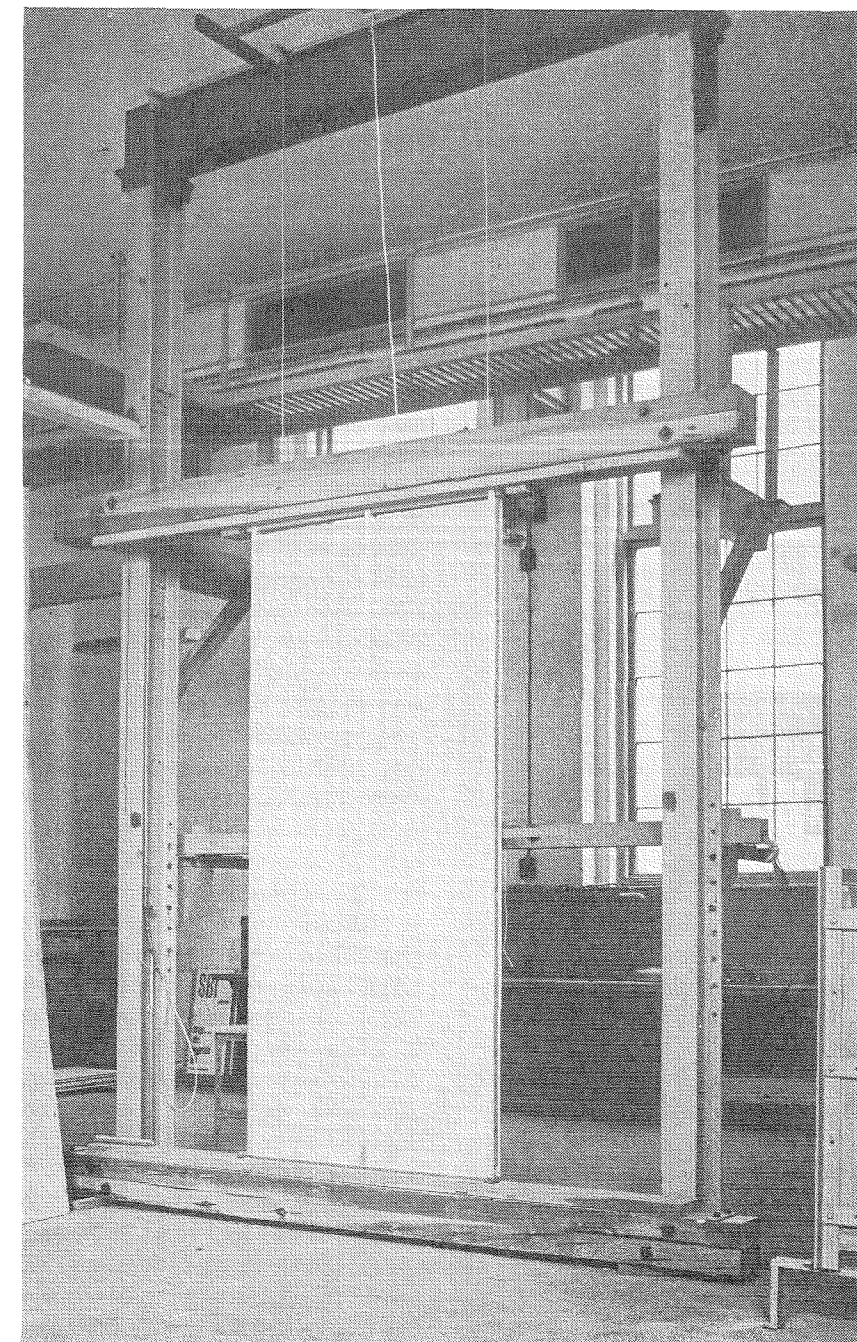
Når en funktionsanalyse er tilendebragt, kan der formuleres funktionsbetingede ønsker, og baseret herpå kan der ske en ansættelse af værdier for de egenskaber, som en byggevarer må ønskes at skulle have. De ønskelige egenskaber bør derfor som regel først opstilles kvalitativt (= alment ønske), og hvor det er muligt, derefter kvantitativt (= foreslået opfyldelse).

Afhængigt af hvem, der opstiller de funktionsbetingede ønsker og den foreslåede opfyldelse af ønskelige egenskaber, vil der blive opnået forskellige resultater. Således vil bygningsmyndighederne ifølge sagens natur ikke kunne undgå at arbejde med »minimumskrav«.

En konsekvens heraf er, at godkendelser afgivet af bygningsmyndighe-

Udviklingen af nye byggevarer vanskeliggøres ofte, fordi der ikke findes formulerede krav til de egenskaber, et sådant nyt produkt skal have. Forinden en ny produktion igangsættes, må der foretages en analyse af den måde, det nye produkt skal fungere på. Denne artikel beskriver, hvorledes en sådan »funktionsanalyse« kan foregå.

I en efterfølgende artikel vil man anvende den fremgangsmåde på lette ikke-bærende skillevægge og derigennem nå frem til en række af de egenskaber, som det pågældende produkt skal være i besiddelse af.



Forsøgsopstilling til afprøvning af ikke-bærende indervægges styrke og stivhed. Afstanden mellem »gulv« og »loft« kan reguleres således, at vægge i op til 4 meters højde kan afprøves.

der på grundlag af krav om »minimums-egenskaber« normalt ikke kan betragtes som et kvalitetsstempel, men kun som en oplysning om, at visse helt ufravigelige minimumskrav er opfyldte. Bygningsmyndighedernes minimums-egenskaber bør derfor heller ikke konsekvent være grundlaget for målsætningen, da et produkt, som på alle områder kun lige opfylder disse krav, ikke vil være »kvalitetsstempelt«.

Det må dog nævnes, at på visse områder vil en forbedring ud over myndighedernes krav ikke føre til et bedre eller mere anvendeligt produkt, medens der på andre områder kan vindes i kvalitet ved at tilstræbe egenskaber, der er bedre end de af myndighederne krævede.

Fabrikanter af nye produkter må normalt sætte sig højere mål end minimumskravene på et eller flere områder, for at kunne konkurrere med andre produkter. Fabrikanten kan da benytte »minimums-egenskaberne« til at sikre sig, at de særlige fordele ikke er opnået ved at sætte andre vigtige egenskaber over styr. Grænsen for en sådan produktudvikling sættes ofte af økonomiske hensyn, men erfaringen viser, at selv hvor et produkt bliver »dyrere«, vil det alligevel ofte kunne klare sig i kraft af særlig kvalitet på vigtige områder.

Hvor funktionsbetingede ønsker formuleres i anvisninger, der skal være generelt vejledende for projektering af byggevarer, bør der i princippet stræbes højt, idet der må tilstræbes en så høj kvalitet i byggeriet, som det er muligt at forestille sig med anvendelsen af endnu bedre materialer og konstruktioner end i dag. Som tidligere nævnt vil vedtagelser vedrørende hvilket niveau den i øjeblikket relevante opfyldelse af ønskelige egenskaber kan lægges på, være afhængig af hvem der står for formuleringen. Myndighederne vil ligge nær et minimum, producenter bør ligge væsentligt over det i øjeblikket realisable.

Den checkliste, der skal være en kontant projekteringsvejledning for producenter, bør sandsynligvis i gennemsnit holde et niveau et sted mellem det producenterne af sig selv ville søge at nå, og det teoretisk ønskelige, men måske endnu ikke realisable, niveau. De forskellige sæt funktionsønsker bør dog stadig betragtes sammen,

således at »reducerede« funktionskrav og -ønsker kan revideres i takt med den tekniske udvikling og stigende velstand. Som et eksempel på denne tankegang kan anvendes myndighedernes syn på lydisoleringen af vore boliger. Her er kravene allerede blevet skærpet, og de vil utvivlsomt også blive yderligere skærpet i de nærmeste år, efterhånden som ny viden om de tekniske muligheder for en mere effektiv lydisolering lader sig udnytte i praksis.

Formulering af ønsker og krav til funktionsbetingede egenskaber

- alle byggevarer projekteres primært ud fra ret enkle elementære ønsker
- samfundet kræver yderligere sikkerhed og bestandighed
- herudover ønskes som regel en række sekundære forhold tilgodeset

Ved forsøg på analyse af den funktion, et givet emne skulle kunne tilfredsstille, er det rimeligt at begynde med de elementære ønsker. Disse vil næsten altid være indlysende, når den simpleste definition for emnet lægges til grund. Således er det elementære ønske ved anvendelsen af et vindue at skabe en lysåbning, hvorigennem dagslys kan passere. På tilsvarende måde vil det elementære ønske ved anvendelsen af en ikke-bærende indervæg være at skabe en form for rumbegrænsning.

Disse definitioner giver umiddelbart anledning til at opstille som elementære ønsker, at vinduer skal give hensigtsmæssig dagslysbelysning af rum, og at vægge skal give hensigtsmæssig begrænsning af rum.

Det elementære ønske kan herefter detaljeres. »Hensigtsmæssig belysning« kan således specificeres i ønsker vedrørende lysets kvantitet, farve, blanding osv. For vægge kan det elementære ønske om »rumbegrænsning« tilsvarende specificeres i ønsker om begrænsning rent fysisk, visuelt, akustisk, termisk osv.

Når de elementære ønsker er formuleret, er det som regel nødvendigt at behandle de forhold vedrørende sikkerhed, som samfundet ofte gennem sine myndigheder – kræver overholdt. Når sikkerhedsforholdene er formuleret af myndigheder, vil de kunne be-

trages som sikkerhedskrav som ufravigeligt må efterkommes. Sikkerhedskrav sigter normalt først og fremmest på undgåelse af personskade og dernæst på sundhedsaspektet. Det generelle sikkerhedskrav vil ofte kunne detailleres i krav vedrørende styrke, stabilitet, brandtekniske egenskaber osv.

Alle emner, der anvendes i byggeri, er tiltænkt en vis »levetid«, dvs. de må have en vis holdbarhed. Uanset hvor »god« holdbarhed det i de enkelte tilfælde måtte være hensigtsmæssigt at tilstræbe, må emnets *bestandighed* tages i betragtning.

Begrebet bestandighed vil normalt også kunne detaljeres, f.eks. i ønsker vedrørende ældning, påvirkning af vand og vanddamp, mekanisk påvirkning, varmebestandighed osv. I denne gruppe vil det ofte være nødvendigt at betragte to eller flere forhold under et, fordi der er en indbyrdes afhængighed imellem dem, således at vurderingen af et givet emnes egenskaber bliver en »balancekunst«. F.eks. kan det være vanskeligt at afgøre, om et emne, der er meget bestandigt, men vanskeligt at vedligeholde, reparere og udskifte, er at foretrække for et andet, der har mindre »iboende« bestandighed, men som til gengæld er let at reparere eller udskifte.

De ovenfor behandlede forhold er karakteristiske ved, at de må behandles ved *alle* udformninger eller »udgaver« af et givet emne. Dvs. at uanset hvilken byggevarer eller bygningsdel, der aktuelt behandles, så må *elementære ønsker, sikkerhed og bestandighed* betragtes som *primære forhold*.

Herudover vil det imidlertid som regel være rimeligt at søge specificeret en række *sekundære forhold*. Disse vil udgøre en supplerende ønske- eller checkliste, og vil ofte være karakteriseret ved, at de er relevante ved *visse* nærmere bestemte anvendelser af det pågældende emne, og at tilfredsstillelse af ønsker her er af sekundær betydning. Eksempelvis må ved en funktionsanalyse af vægge både »fysisk begrænsning« og »sømfasthed« tages med, men sømfasthed er kun nødvendigt ved visse vægge og må karakteriseres som mindre betydende end det primære forhold, at væggen pr. definition skal give fysisk begrænsning af et rum.

Dog vil en helt skarp grænse imel-

lem primære og sekundære forhold ikke altid kunne angives, og den vil næppe heller have noget virkeligt formål.

Såvidt det kan skønnes, er det endnu ikke muligt at angive en systematik for opstilling af de sekundære forhold. En vis supplerende af de primære forhold vil dog normalt være naturlig. Herudover kan det ofte være rimeligt at inddrage aspekter såsom udseende, målkoordinering, industrialisering, detailgennemklaring, produktion, transport og montering. Hvis en projekterende eller producent vil benytte den checkliste, som kan afledes af funktionsanalysen, ved konstruktion af en ny byggevarer, kan der være behov for at betragte yderligere sekundære forhold f.eks. vedrørende priser og salg.

De funktionsbetingede egenskaber bør kunne angives i målelige værdier

- for moderne byggevarer har »god håndværksmæssig udførelse« ingen mening
- opgivne egenskabsværdier bør være målelige, dvs. opgives ved tal
- også andre hensyn må tages

Hvis funktionsanalysens resultat skal have virkelig værdi for en producent, er det ikke tilstrækkeligt, at der opgives nogle almene ønsker eller en foreslået opfyldelse i prosastil. Det ville svare til formuleringen om »god håndværksmæssig udførelse«. Overalt, hvor det er muligt, bør de ønskede egenskaber værdiansættes med tal, eller der må gives helt præcise formuleringer.

Til illustration af dette forhold kan gives nedenstående eksempel vedrørende de akustiske forhold i forbindelse med en ikke-bærende indervæg i en bolig:

Funktionsanalysens resultat:

Alment ønske

Væggen skal reducere luftlydtransmission fra et rum til et tilgrænsende.

- denne formulering er nødvendig, men ingen direkte hjælp f.eks. for en producent.

Foreslået opfyldelse (1)

Væggen skal reducere luftlydtransmission fra et rum til et tilgrænsende, således at f.eks. højroret tale lige akkurat kan høres, men ikke forstås, gennem væggen.

- denne formulering er mere præcis, men udsat for subjektiv bedømmelse.

Foreslået opfyldelse (2)

Væggen uden dørpartier skal have et middelreduktionstal på mindst 44 dB (laboratoriemåling).

- denne formulering er så præcis som i dag muligt, og objektiv måling er gjort mulig.

I dette krav om at en byggevarers ønskelige egenskaber skal kunne angives i målelige værdier, ligger en af de største vanskeligheder for at få skabt et rationelt projekteringsgrundlag. I byggeriet findes der desværre ikke et nodesystem som i musikken – vore muligheder for at udtrykke ønskelige egenskaber i målelige værdier er stærkt begrænsede. Dette skyldes dels, at visse egenskaber overhovedet ikke egner sig for at blive værdiansat med tal, dels at den eksisterende viden på mange punkter er utilstrækkelig.

Hertil kommer, at selv hvor vi har viden og kan angive målelige værdier, vil en talangivelse ofte kunne være et for unuanceret udtryk for virkeligheden. Eksempelvis tager den ovennævnte talangivelse på 44 dB – der er en gennemsnitsværdi for måling ved 16 forskellige frekvenser – ikke hensyn til flankeeffekter der kan opstå i praksis, og heller ikke til at svind (svindrevner) og kastninger i den færdige væg kan forringe dens lydisolerende evne. Det kan derfor på det her beskrevne område være rimeligt også at tage hensyn til rumisoleringen, som i modsætning til reduktionstallet også afhænger af de konstruktioner, der omgiver væggen.

Til trods for, at der som her vist kan være en række ukendte faktorer, bør producenten værdiansætte så mange af de funktionsbetingede egenskaber som muligt, idet selv unuancerede talangivelser vil kunne danne udgangspunkt for en sammenligning af ensartede byggevarer.

Prøvningsmetoder er nødvendige for projektering og kontrol

- det er ikke nok, at en egenskabsværdi er opgivet ved tal
- der må angives metoder til prøvning samtidig
- prøvningsmetoder behøves også til løbende produktionskontrol

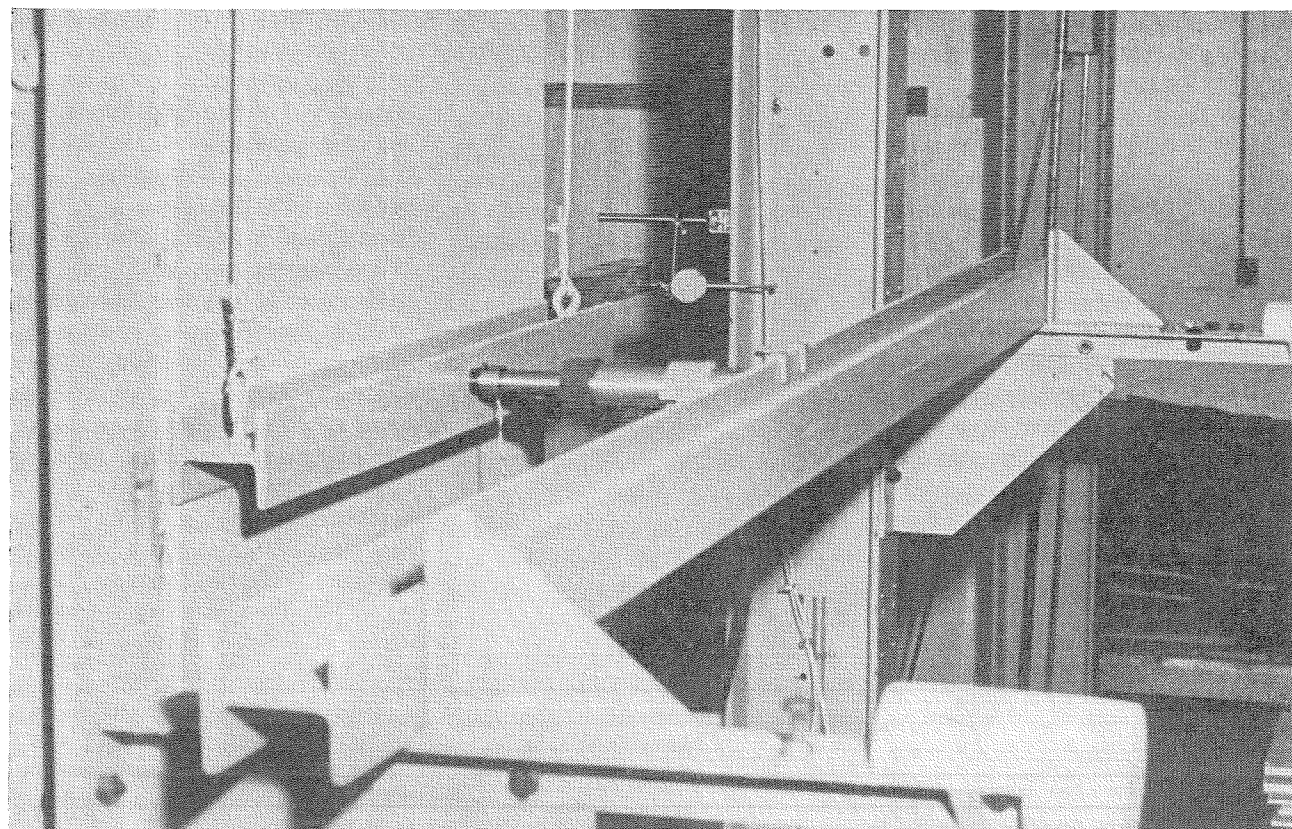
Fastsættelse af funktionsbetingede egenskaber medfører, at det også må fastlægges, hvorledes de bedømmes. Der må ved alle forhold, hvor det er muligt, angives en prøve, hvorved det kan konstateres, om de ønskede funktionsbetingede egenskaber er tilstede. Resultatet af en sådan prøve bør også kunne angives som en talværdi, så vurderingen af resultatet indskrænker sig til en sammenligning af denne talværdi med en i forvejen vedtaget »grænseværdi«. Jo længere en prøvningsresultat så ligger på den rigtige side af en grænseværdi, jo bedre vil i reglen – men absolut ikke altid – kvaliteten være på området, og der foreligger derfor en mulighed for en graderet kvalitetsbedømmelse. I princippet bør der som prøvningsmetoder derfor altid vælges sådanne, som ikke alene giver ja/nej resultater.

Prøvningsmetoder er i øvrigt ikke alene nødvendige som et supplement til de værdiansatte egenskabsønsker, men vil også være påkrævet ved kontrol af en igangsat produktion.

Ligesom der er huller i den eksisterende viden, når det drejer sig om talangivelser for egenskabsønsker, således mangler vi endnu at udvikle en lang række prøvningsmetoder og det tilhørende apparatur. Der er dog en stærk udvikling igang inden for området, hvor arbejdet – i erkendelse af at det som regel er ret becosteligt at udvikle prøvningsapparatur – er internationalt betonet, således at prøvningsapparatur kopieres landene imellem eller at bestemte prøvninger udføres centraliseret hos institutioner, der har specialiseret sig heri.

Efterhånden som der kan formuleres funktionsbetingede ønsker og krav til byggevarers egenskaber – og udvikles de tilhørende prøvningsmetoder – så vil der være skabt det nu stærkt savnede, mere rationelle grundlag både for projektering af nye byggevarer og for sammenligning af disse med eksisterende.

I denne artikels 2. del bringes som et eksempel en forsøgsvis opstilling af funktionsbetingede ønsker til egenskaber ved ikke-bærende indervægge. Eksemplet bringer på visse områder nye eller mere præcise formuleringer – men viser også hvordan der endnu i dag er store lakuner i vor viden.



Forsøgsopstilling til afprøvning af ikke-bærende indervægges styrke og stivhed. Kræften påføres væggen som linielast ved hjælp af den hydraulisk virkende trykcelle, som ses imellem de to vandrette I-jern. Kræften bestemmes med en måledåse, som indskydes imellem trykcellen og det ene I-jern. Væggenes udbygning bestemmes med almindelige måleure.

Funktionsbetingede egenskaber for ikke-bærende indervægge

Som et eksempel på, hvorledes den i forrige artikel (se Byggeindustrien nr. 7) skitserede tankegang kan benyttes på et konkret tilfælde er her behandlet bygningsdelen den *ikke-bærende indervæg*:

Definition

Ved en ikke-bærende indervæg forstås en lodret, etagehøj væg, kun påvirket af indendørs klima. Væggen er normalt ikke beregnet til at overføre anden belastning til omgivelserne end sin egen vægt. Væggen kan kaldes »let«, hvis vægten er mindre end 100 kg/m². (Glasvægge, spanske vægge, luft-gardin-vægge etc. er ikke omfattet af det fremførte forslag).

Anvendelsesområde

Den ikke-bærende indervæg forudsættes i dette eksempel pri-

mært anvendt til *rumadskillelse i boliger*.

(Anvendelsesområdet kan dog formodentlig udvides til at omfatte også andre former for byggeri – f.eks. kontorhusbyggeri – ved ret enkle ændringer af formuleringerne vedrørende egenskaber).

I tabellen 1 er i skematisk form vist en funktionsanalyse for en ikke-bærende indervæg, dvs. at der for både primære og sekundære forhold er foretaget en samlet vurdering af funktioner, påvirkninger og egenskaber. Funktionsanalysens resultat fremgår af tabellens højre kolonne som de egenskaber, der eventuelt skal værdiansættes.

Stikordene i højre kolonne er derefter brugt som udgangspunkt for formulering af »Alment ønske« i den følgende gennemgang.

I fortsættelse af artiklen i forrige nr. om funktionsanalyse som grundlag for produktion af et nyt materiale gives her et eksempel på, hvorledes denne fremgangsmåde kan anvendes i praksis.

		FUNKTION – bygningsdelen skal kunne tilfredsstille	PÅVIRKNING – bygningsdelen evt. kan blive udsat for	EGENSKABER – bygningsdelen evt. skal have ansat værdier for	
PRIMÆRE FORHOLD	ELEMENTÆRE ØNSKER	1	at begrænse, fysisk	statiske og dynamiske kræfter	styrke og stivhed visuel adskillelsesevne lysisoleringssevne termisk isolationsevne tæthed
		2	at adskille, visuelt	(betragtning) lys	
		3	at adskille, akustisk	lyd fra een side	
		4	at adskille, termisk	varme (kulde) fra een side	
		5	at adskille, luftteknisk	luftover(under)tryk fra een side	
	SIKKERHED	6	at være ufarlig, fysisk	brug og ødelæggelse	stabilitet brandtekniske egenskaber
		7	at være ufarlig, brandteknisk	brand (fra een side/begge sider)	
	BESTANDIGHED	8	at være bestandig, ælde	kemisk-fysisk nedbrydning	ældning hårdhed, skørhed fugtbestandighed varmebestandighed egnethed for vedligeholdelse
		9	at være bestandig, brug	mekanisk slid	
		10	at være bestandig (H ₂ O)	vand og vanddamp	
		11	at være bestandig, varme	varmestråling	
		12	at være bestandig (reparation)	–	
SEKUNDÆRE FORHOLD	13	at være modulær	–	mål (modul) sammenbyggelighed transport- og monteringslethed udtrækningsstyrke hygrotermisk stabilitet lyddæmpende evne varmeakkumulerende evne udsende	
	14	at være detailgennemklaret	–		
	15	at være håndterlig	transport, lagring, montering		
	16	at være belastningsoverførende	vægt fra reoler, installationer etc.		
	17	at være hygrotermisk stabil	varme- og fugtpåvirkning		
	18	at være lyddæmpende	lydindfald		
	19	at være termisk træg	varmestrøm		
	20	at være af tilsigtet udseende	–		

Skematisk oversigt over funktionsbetingede egenskaber for en let, ikke-bærende indervæg.

Efter de almene ønsker er der i den udstrækning, det er muligt, angivet et forslag til, hvorledes ønskerne i dag menes at kunne opfyldes. Det må understreges, at »Foreslået opfyldelse« bør revideres, så snart ny viden gør det muligt. Der er derefter omtalt, hvilken »Prøvning«, der kan benyttes for at konstatere, om de egenskaber, som omtales under foreslået opfyldelse, er tilstede. Under »Bemærkninger« er givet supplerende oplysninger, og under »Bygningsreglementets krav« er refereret til relevante punkter i det nye bygningsreglement, BR 66.

Styrke og stivhed

Alment ønske

Væggen skal for at danne fysisk rumbegrænsning udvise en passende styrke og stivhed.

Foreslået opfyldelse

Væggen skal til de tilstødende bygningsdele kunne overføre en jævnt fordelt vandret liniebelastning på 50 kp/m virkende på midten af væggen, uden at forskydning og udbøjning af væggen tilsammen overskrider 1/250 af væggens højde.

Væggen skal yderligere kunne modstå en 3 gange gentaget dynamisk områdebelastning på 12 kp/m på samme sted, uden at der opstår påviselige skader (f.eks. revner), samt en dynamisk områdebelastning på 24 kpm, uden at der konstateres brud eller blivende deformationer.

Prøvning

En vægdel nominelt 250 cm høj og med en vandret udstrækning på 120–180 cm opstilles i laboratoriet på tilsvarende måde som i praksis, idet der ses væk fra tilslutninger til andre inder- og ydervægge.

Vandret liniebelastning

En linielast svarende til 50 kp/m af væggens vandrette udstrækning påsættes gradvis under samtidig registrering af deformationen.

Dynamisk områdebelastning

De dynamiske belastninger påføres de over for overfladebelastninger svageste dele af væggen. For en skeletkonstruktion med beklædningsplader skal belastningen derfor påføres midten af disses største frie spænd.

- 1) En sandsæk med en diameter på 40 cm og en vægt på 40 kg føres i en pendulbevægelse vinkelret mod vægden således, at denne rammes med en vandret stødenergi på 12 kpm. Vægdelen udsættes for denne belastning tre gange, og eventuelle revner eller andre skader registreres.
- 2) På samme måde som under 1) udsættes væggen for et enkelt stød med den samme sandsæk med en energi på 24 kpm. Eventuelle skader eller blivende deformationer registreres.

Bemærkninger

For andre væghøjder ekstrapoleres

ud fra de resultater, der er opnået ved en væghøjde på 250 cm. Hvis en sådan ekstrapolation ikke kan betragtes som rimelig, kan en anden væghøjde benyttes ved prøvning og resultaterne vurderes særskilt.

Bygningsreglementets krav

I kap. 5.5.6 omtales, at lette ikke-bærende indervægge skal udføres med fornøden styrke og stivhed, samt at de skal fastgøres forsvarligt til tilgrænsende bygningsdele. Herudover findes i kap. 6.1.7 anført en række konkrete konstruktionseksempler.

Visuel adskillelsesevne

Alment ønske

Væggen skal være ugenomsigtig og ugenomskinnelig.

Foreslået opfyldelse

Væggen skal være ugenomsigtig og ugenomskinnelig.

Prøvning

Bemærkninger

Gælder primært almindelige indervægge i boliger.

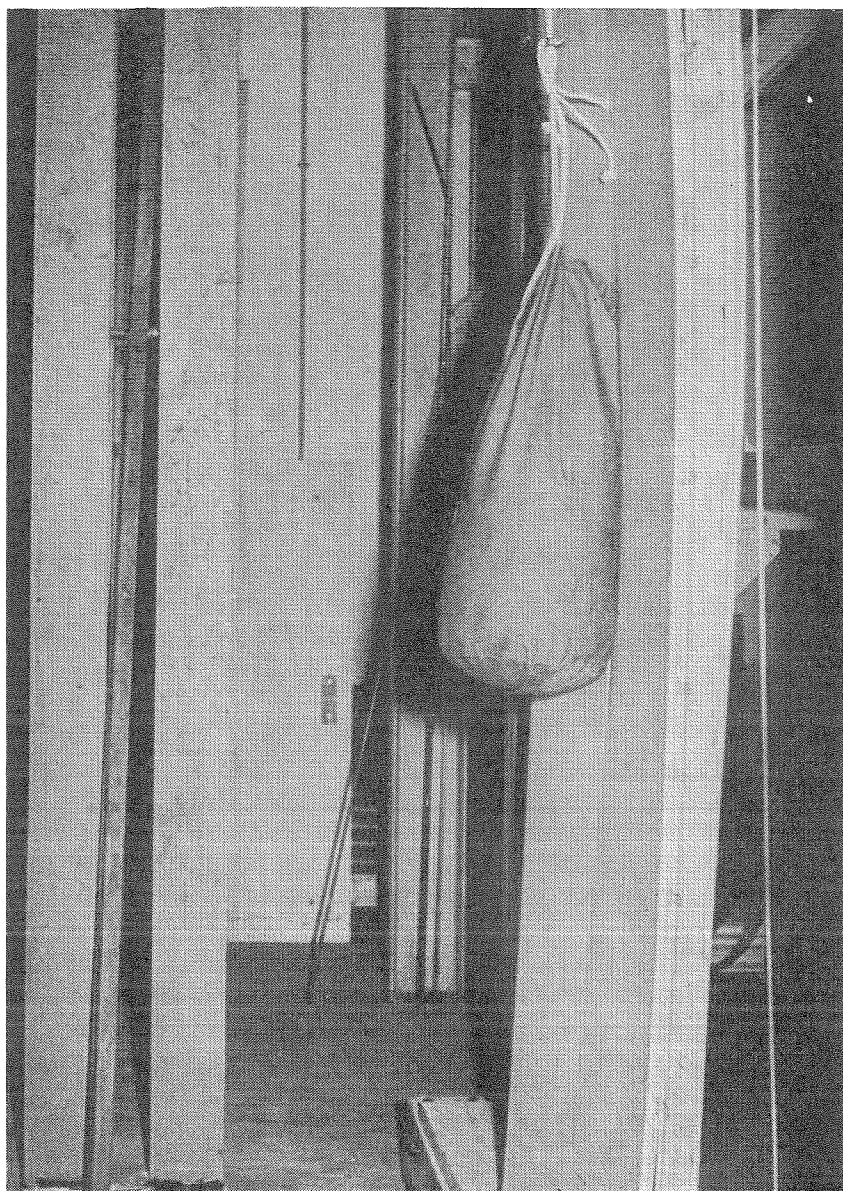
Bygningsreglementets krav

Ingen. Det tillades ifølge kap. 5.5.6, at skillevægge kan udføres af træ og glas, når glasset udgør den overvejende del af skillevæggenes areal.

Lydisoleringssevne

Alment ønske

Væggen skal reducere luftlydtransmissionen fra et rum til et tilstødende.



I en forsøgsstand bedømmes væggenes evne til at modstå dynamiske påvirkninger. På billedet ses en 40 kg sandsæk fotograferet netop i det øjeblik den i en pendulbevægelse rammer væggen. Ved dette forsøg efterlignes den dynamiske kraft på væggen forårsaget af et kraftigt skulderstød.

Foreslået opfyldelse

Væggen uden dørpartier skal have et middelreduktionstal på mindst 44 dB. Desuden må reduktionstallet ved de enkelte frekvenser ikke være mindre end angivet i nedenstående tabel. Afvigelser mod lavere værdier tillades dog, såfremt disse afvigelser ikke overstiger 1,0 dB i gennemsnit for hele frekvensområdet.

Prøvning

Væggen opstilles som adskillelse mellem to rum med fastlagte akustiske

egenskaber. På traditionel måde måles væggenes reduktionstal ved 16 forskellige frekvenser fra 100–3150 Hz, og det gennemsnitlige reduktionstal beregnes i dB.

Bemærkninger

Ved prøvningen tages der ikke hensyn til eventuelle flankeffekter, som måtte forekomme, når væggen anvendes i praksis. Det bør tilstræbes, at væggenes kvalitet i akustisk henseende ikke forringes væsentligt ved flankeffekter. Dette kan konstateres ved

Hz	.....	100	125	160	200	250	315	400	500
dB	.....	27	30	33	36	39	42	45	46
Hz	.....	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
dB	.....	47	48	49	50	50	50	50	50

måling af rumisolationen. Svindrevner må ikke i betragtelig grad kunne forringe væggenes lydisolierende evne.

Bygningsreglementets krav

For skillevægge inden for den enkelte lejlighed findes ingen krav vedrørende lydisolering.

Termisk isolationssevne

Alment ønske

Væggen skal være termisk isolerende, således at den anvendt mod rum med normaltemperaturer forskellige fra, hvad der påregnes for beboelsesrum, vil forhindre ubehagelig træk og stråling.

Foreslået opfyldelse

Væggenes middeloverfladetemperatur skal kunne holdes inden for området 17–23° C.

Prøvning

Overfladetemperaturer beregnes efter DIF's »Regler for beregning af bygningers varmetab«.

Bemærkninger

Ved tilslutning og fastgørelse af en indervæg til ydervægge må der lægges vægt på at undgå kuldebroer.

Bygningsreglementets krav

I reglementets kap. 8.2.1 omtales, at skillevægge mod uopvarmede trapperum og lignende skal have en varmeisolerende evne på $k=1,7 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ \text{ C}$, samt at skillevægge mod tagrum skal isoleres som ydervægge.

Tæthed

Alment ønske

Væggen skal kunne forhindre luftstrømme (især lugt) i at forplante sig fra et rum til et tilstødende.

Foreslået opfyldelse

Væggenes lufttekniske tæthed antages indtil videre at være tilfredsstillende, hvis væggenes lydisolierende evne er tilfredsstillende.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

Ingen.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

Stabilitet

Alment ønske

Personskade som følge af helt eller partielt sammenbrud af væggen må ikke kunne forekomme.

Foreslået opfyldelse

Væggen skal til tilstødende bygningsdele kunne overføre en jævnt fordelt vandret liniebelastning svarende til 100 kp/m virkende på midten af væggen.

Væggen skal tilsvarende kunne overføre en dynamisk virkende områdebelastning på 36 kpm, virkende på det for væggenes stabilitet farligste område (ved skeletvægge de statisk virksomme dele).

Prøvning

Fremgangsmåden ved forsøgene er analog med det under pkt. 1 (styrke og stivhed) anførte.

Bemærkninger

Den foreslåede opfyldelse er baseret på, at personskaade undgås, såfremt væggen ikke bryder sammen. Undgåelse af personskaade ved sammenbrud af væggen forudsætter, at der også formuleres ønsker vedrørende vægt, hårdhed og brudflader i nedstyrtende vægdele. Sådanne formuleringer foreligger endnu ikke.

Bygningsreglementets krav

I kap. 5.5.6 omtales, at ikke-bærende indervægge skal have fornøden styrke og stivhed, samt at de skal fastgøres forsvarligt til omgivelserne. Herudover findes i kap. 6.1.7 anført en række konkrete konstruktionseksempler.

Brandtekniske egenskaber

Alment ønske

Personskade som følge af brand må ikke kunne forekomme.

Foreslået opfyldelse

Gennembrændingstid:

Væggen skal være mindst BD 30*.

Flammespredning:

Vægkonstruktionen samt eventuel beklædning af denne skal udføres således, at synlige overflader ved en

*) For at en adskillende bygningsdel skal kunne klassificeres som branddrøj (BD) i et givet antal minutter, skal ved brandkammerprøven følgende påvises at være opfyldt:

- 1) Middeltemperaturstigningen må, bestemt på den bort fra brandkammeret vendende side af prøvelegemet, ikke overstige 140° C, og temperaturstigningen må i intet punkt på overfladen overstige 180° C.
- 2) Prøvelegemet skal bestå en tæthedsprøve (flammer).

brandteknisk prøve ikke yder større tilskud til en brand end 22 mm sammenpløjet høvlet fyr. Ildpåvirkning må ikke udvikle usædvanligt giftige luftarter i betydelige mængder eller forårsage usædvanlig kraftig røgudvikling.

Totalbrand:

En totalbrand må ikke kunne forårsage udvikling af usædvanligt giftige luftarter (f.eks. klor- og fluorgasarter) i betydelige mængder eller forårsage usædvanlig kraftig røgudvikling.

Prøvning

Væggenes gennembrændingstid bestemmes efter DS 1051, »Brandkammerprøven«.

Vægoverfladens flammespredende evne bestemmes ved Statsprøveanstaltens »Panelprøvemethode«.

Vedrørende udvikling af giftige og røgkraftige gasarter ved ildpåvirkning og totalbrand er prøvemethoder endnu ikke fastlagte.

Bemærkninger

Det er endnu ikke muligt kvantitativt at angive mængden af giftige og røgstærke luftarter, som kan tillades udviklet ved brandforsøg.

Bygningsreglementets krav

Ifølge kap. 6.1 skal indvendige ikke-bærende skillevægge udføres mindst som BD-bygningsdel 30, idet mindre partier kan udføres af glas. Endvidere skal synlige overflader udføres således, at de ved en brandteknisk prøve ikke yder større tilskud til en brand end 22 mm sammenpløjet, høvlet fyr. I byggeri højere end 8 etager må overfladens brandtekniske egenskaber dog ikke være ringere end rør og puds.

Ældning

Alment ønske

De i væggen indgående materialer skal udvise en tilfredsstillende kemisk-fysisk stabilitet.

Foreslået opfyldelse

Den kemisk-fysiske stabilitet hos de i væggen indgående materialer skal bibeholdes i tilfredsstillende omfang i 60 år, udsat for normale ødelæggelsesfaktorer, som f.eks. korrosion, svamp, skadedyr, indre kemisk nedbrydning og rengøringsmidler.

Prøvning

Ingen. (I visse tilfælde kan der dog ekstrapoleres for en længere årrække

på grundlag af forsøg igennem eet eller to år.)

Bemærkninger

Der må her udvises opmærksomhed, når materialers egenskaber kan tænkes at være særligt tidsafhængige. Det må også bedømmes, om let og billig reparation eller fornyelse kan retfærdiggøre en »levetid« på under 60 år.

Bygningsreglementets krav

I bygningsreglementets kap. 5.2.1 omtales, at der til ethvert byggearbejde skal anvendes gode og til formålet velvalgte materialer.

Hårdhed, skrøbelighed

Alment ønske

Væggen skal have en tilfredsstillende modstandsevne imod mekanisk slid.

Foreslået opfyldelse

Indtrykning:

Væggenes overflade skal være så hård, at der ved belastning med en 19 mm stålkugle udsat for et statisk tryk på 25 kp ikke frembringes et blivende indtrykningsmærke, som er mere end 0,5 mm dybt.

Slagstyrke:

Væggen skal uden ødelæggelse af overfladen kunne tåle en dynamisk påvirkning på 0,5 kpm.

Trykstyrke:

Væggen skal uden ødelæggelse af overfladen kunne tåle en statisk påvirkning på 60 kp overført fra den plane endeflade af et 25 mm akselstål.

Prøvning

Indtrykning:

a) Homogen væg eller sandwichkonstruktion.

Et udsnit på 0,5×0,5 m af væggen anbringes vandret på en kraftig stålplade. En 19 mm stålkugle trykkes med en kraft på 25 kp i eet minut imod vægudsnittet. Derefter aflastes og efter endnu eet minut aflæses den blivende indtrykning. For at målingerne kan gøres reproducerbare, belastes stålkuglen indledningsvis med en kraft på 0,3 kp, der anvendes som nulstilling ved alle målinger.

b) Skeletvæg med beklædningsplader. Prøven udføres som ovenfor beskrevet dog kun for vægbeklædningspladen.

Slagstyrke:

Et dynamisk stød udføres med en 50 mm stålkugle (vægt 0,5 kg), som i en pendulbevægelse rammer den lodret anbragte væg på det område, som skønnes svagest. Denne påvirkning må ved en faldhøjde på 1 m ikke give egentlige skader på vægoverfladen. Selv kraftige indtryksmærker kan tolereres ved prøven.

Trykstyrke:

En statisk belastning på 60 kp overføres fra den plane endeflade af et 25 mm akselstål. Kraften påføres den lodrette væg på det sted, som skønnes svagest med henblik på gennemlokning (ved en skeletkonstruktion på midten af en fritspændende beklædningsplade). Denne påvirkning må ikke give egentlige skader på vægoverfladen. Selv kraftige indtryksmærker kan tolereres ved prøven.

Bemærkninger

Ønskes der yderligere oplysning om materialets brudgrænser, kan de under slagstyrke og trykstyrke nævnte belastninger øges, indtil der indtræffer endeligt brud i konstruktionen. For den dynamiske påvirkning skal stålkuglens fald øges i spring på 20 cm ud over 1 m.

For at muliggøre en tilfredsstillende bedømmelse af hårdhed og skørhed bør der sandsynligvis formuleres ønsker også vedrørende vægoverfladers modstandsevne over for afslibning og ridning.

Bygningsreglementets krav

Ingen direkte krav, men pudsede overflader og bløde (brandimpregnerede) træfiberplader tillades.

Fugtbestandighed

Alment ønske

Væggen skal i så vid udstrækning som muligt forblive upåvirket af vand og vanddamp.

Foreslået opfyldelse

I »tørre rum« er det normalt unødvendigt at træffe særlige forholdsregler.

I »våde rum« skal væggen gøres vandafvisende i en højde af mindst 1,7 m, og væggen skal i øvrigt bestå af fugtbestandige materialer. Hjørner og samlinger skal være tætte, ligesom konstruktionen skal være opbygget således, at der ikke kan opstå fugtansamlinger i den.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

Ved et fugtbestandigt materiale forstås her et materiale, som efter konditionering ved 20° C og 50 % RF og påfølgende neddykning i vand i 30 dage ikke udviser dimensionsændringer, der overskrider 10 % af udgangsdimensionerne. Endvidere skal materialet være upåvirket af råd og svamp.

Bygningsreglementets krav

Ifølge kap. 5.5.7 skal vægge omkring baderum samt wc-rum med gulv afløb udføres således, at der ikke kan opstå fugt eller vandansamlinger i konstruktionerne. Vægge skal udføres af uorganiske materialer eller af fugtbestandige konstruktioner godkendt af boligministeriet. Endvidere skal vægge i wc-rum og baderum være vandafvisende indtil en højde af 1,7 m over gulv.

Varmebestandighed

Alment ønske

Væggen må ikke ændre egenskaber eller udseende ved de temperaturvariationer, som er normale i boliger.

Foreslået opfyldelse

Normalt træffes der ingen særlige forholdsregler.

Vægoverfladepartier i køkkener skal dog kunne tåle en overfladetemperatur på 80° C, medmindre der er truffet særlige forholdsregler til forhindring af den ophedning af overfladen, som kan forårsages af varmeproducerende køkkenredskaber.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

Ingen.

Bygningsreglementets krav

Ifølge kap. 10.1.1 skal ildsteder og varmeanlæg opstilles således, at overfladetemperaturer på brændbare materialer ikke kan overstige 60°. Ifølge kap. 10.1.4 skal vægge i varmekamre udføres af ubrændbare materialer.

Vedligeholdelse

Alment ønske

Den nødvendige vedligeholdelse af væggen må ikke kræve for megen tid eller medføre urimelige udgifter.

Foreslået opfyldelse

Vedligeholdelse (reparation) af væggen skal kunne foregå uden særlige foranstaltninger og med sædvanligt materiel og materialer. Hvis vedligeholdelsen nødvendiggør brugen af specielle produkter, skal disse være forholdsvis let fremskaffelige.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

Hvor reparationer foretages, bør det normalt tilstræbes, at de reparerede områder antager omgivelsernes udseende så hurtigt som muligt.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

Modul

Alment ønske

Væggen og de monteringsfærdige komponenter, den eventuelt opbygges af, skal være generelt anvendelige ved varierende sammenbygningstilfælde.

Foreslået opfyldelse

Væggens vandrette byggemål i bredden skal være et multiplum af byggemodulen M.

Prøvning

Basismål og tolerancer skal fastlægges i henhold til DS 1011.3.

Bemærkninger

Ingen.

Bygningsreglementets krav

Beboelsesbygninger til udlejning skal ifølge kap. 4.1.4 være modulprojekteret i henhold til DS 1011.1 og DS 1011.2.

Sammenbyggelighed

Alment ønske

Væggen og de monteringsfærdige komponenter, den eventuelt opbygges af, skal være generelt anvendelige ved varierende sammenbygningstilfælde.

Foreslået opfyldelse

Indbyrdes sammenbygning af vægkomponenter skal være gennemklaret for sammenbygning i række, samt i retvinklede hjørner (ud- og indadgående), T-samlinger og krydssamlinger. Væggens tilslutning til lofter, gulve og andre vægge skal være gennemklaret.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

Ingen.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

Transport og monteringslethed

Alment ønske

Transport, lagring, montering skal kunne foregå med minimal manuel og mekanisk indsats og i øvrigt på en sådan måde, at der ikke opstår fare for personskade eller brækage.

Foreslået opfyldelse

Ingen.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

Ingen.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

Udtrækningsstyrke

Alment ønske

Vægge i beboelsesrum skal eventuelt kunne belastes med sædvanligt anvendte udsmyknings- og nyttegenstande. Vægge omkring wc- og baderum skal eventuelt kunne bære vægten af installationsgenstande og sanitetsudstyr.

Foreslået opfyldelse

Væggen skal i hele sin højde kunne bære en jævnt fordelt total belastning på 200 kp/m² (bograoler) med en momentarm på 150 mm, og væggen må ikke efter 1 døgn forløb ved denne belastning have revet sig løs eller udvise en deformation i vandret plan større end 10 mm.

Eventuelle skruer skal have en udtrækningsstyrke på mindst 60 kp og en sidetræksstyrke på mindst 150 kp.

Hvor håndvaske anbringes på væggen i særlige beslag, skal disse og væggen kunne tåle en lodret kraft på 150 kp, virkende med en momentarm på 35 cm regnet fra væggens overflade.

Hvor vægbeklædningsplader spænder frit, skal de have en sådan stivhed, at en vandret kraft på 20 kp anbragt i ugunstigste stilling ikke medfører en udbøjning, som er større end 5 mm.

Prøvning

Styrke

En vægdel med en vandret udstrækning på 120–180 cm opstilles i laboratoriet på tilsvarende måde som i praksis. Et hylde-system påskrues væggen således, at der med sandsække

kan påføres en jævnt fordelt belastning på 200 kp/m² af væggens øverste halvdel med en momentarm på 150 mm.

Søm- og skruefasthed

Mindre prøvestykker fastgøres på de områder af væggen, der er beregnet til ophængningsformål. Ved hjælp af en trækanordning bedømmes henholdsvis udtrækningsstyrken og sidetræksstyrken for en 3/4" skrue nr. 8.

Elastisk deformerbarhed

(vandrette kræfter)

På det mest ugunstige sted for fritspændende vægplader anbringes en kraft på 20 kp, som langsomt overføres fra den plane endeflade af et 25 mm akselstål, og udbøjningen måles.

Bemærkninger

Forsøget til bedømmelse af, om en håndvask kan anbringes på væggen, er ikke fastlagt.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

Hygrotermisk stabilitet

Alment ønske

Væggens egenskaber skal være således, at der ikke ved normalt forekommende variationer i luftens temperatur og fugtighed opstår utilsigtede deformationer af væggen.

Foreslået opfyldelse

Mål- og formændringer må ikke kunne hindre den tilsigtede funktion af døre.

Ved vægge omkring wc- og baderum må revner ikke kunne opstå.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

En bedømmelse af et materiales hygrotermiske stabilitet kan fås ved med et Hugenberger apparat at måle de længdeændringer, som fremkommer, når materialet udsættes for ændringer i den omgivende lufts temperatur og relative fugtighed. Hvad angår materialets stabilitet ved vekslende fugtighedsforhold, vil det især være af værdi at kende de længdeændringer, som fremkommer, når luftens relative fugtighed ved 20° varierer mellem ydergrænserne 30 % og 90 %.

Bygningsreglementets krav

Ifølge kap. 5.2.1 skal der til ethvert byggearbejde anvendes gode og til formålet velegnede materialer.

Lyddæmpende evne

Alment ønske

I visse tilfælde bør en væg have sådanne lydtekniske overfladeegenskaber, at efterklangstiden i et rum ned sættes (subsidiært forøges).

Foreslået opfyldelse

Ingen.

Prøvning

Traditionelle akustiske målinger af efterklangstiden i et »hårdt« rum, hvori vægkonstruktionen udgør een vægflade.

Bemærkninger

Ingen.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

Varmeaccumulerende evne

Alment ønske

I visse tilfælde bør en væg have sådanne termiske egenskaber, at amplituden af temperaturvariationerne i rumtemperaturen (f.eks. forårsaget af solindfald) formindskes.

Foreslået opfyldelse

Ingen.

Prøvning

Væggens varmeaccumulerende evne afhænger af den konstruktive opbygning samt af følgende materialekonstanter:

rumvægten	γ kg/m ³
varmeledningstallet	λ kcal/mh° C
varmefylden	c kcal/kg° C

Som et eksempel kan det nævnes, at for en homogen væg af en given tykkelse vil højere værdier af γ , λ og c give forøget varmeaccumulerings evne og dermed formindsket temperaturamplitude.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

Udseende

Alment ønske

Væggen skal til enhver tid frembyde et tilsigtet udseende.

Foreslået opfyldelse

Væggen skal udvise ringe smudsmodtagelighed og rengøring skal kunne ske på enkel vis med almindelige rengøringsmidler og -metoder. Patinering skal ske langsomt og ensartet.

Prøvning

Ingen.

Bemærkninger

I visse tilfælde kan væggens egnethed for tapetsering være af betydning.

Bygningsreglementets krav

Ingen.

