

De nye byggeforskriftene YTTERVEGGER

The Norwegian building regulations of 1969. External walls.

Av sivilingeniør Øivind Birkeland
Norges byggforskningsinstitutt

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



De nye byggeforskriftene

YTTERVEGGER

Av sivilingeniør Øivind Birkeland, Norges byggforskningsinstitutt

Innledning

De nye byggeforskriftenes bestemmelser om yttervegger er et av de avsnitt hvor funksjonsprinsippet er langt gjennomført. Det er ikke sagt noe om hvilke konstruksjoner man kan bruke, men det er forsøkt stilt krav til de egenskaper som yttervegger må ha under forskjellige forhold. De viktigste forhold som det er stilt krav til er:

- 1) I kapittel 43
 - Vindtetthet
 - Regntetthet
 - Dampdiffusjonstetthet
 - Beskyttelse mot solstråling
- 2) I kapittel 54
 - Varmeisolasjon
- 3) I kapittel 55
 - Branntekniske krav
- 4) Styrke

Det er ikke stilt spesielle lydisolasjonskrav. Dette kommer vel av at i alminnelighet vil vinduene med hensyn til lydgjennomgang være såpass dominerende i forhold til resten av veggen at det er deres relativt svake lydisolasjon som er avgjørende. Nesten alle praktisk brukbare vegger er langt bedre enn noe vindu. En vegg dårligere enn vinduene *kan imidlertid lages*. Men det er rimelig at man ikke bruker slike vegger. Man bør holde seg til dem som er bedre enn vinduene.

Man skal være oppmerksom på at byggeforskriftene bare stiller krav med hensyn til *noen* egenskaper. For at veggen skal være god, må den også ha tilfredsstillende ytelser med hensyn til mange andre egenskaper. Kort sagt: hvis veggen bare har tilfredsstillende ytelser for de egenskaper som er viktigst, helse og sikkerhet, kan man i og for seg få lov til å bygge en vegg som er dårlig med hensyn til andre egenskaper. At veggen tilfredsstillende byggeforskriftene er altså ikke noen fullstendig kvalitetsgaranti.

En annen ting som man også skal være oppmerksom på, er at erfaring viser at i og for seg gode konstruksjoner ofte ikke virker som de skal på grunn av feil og mangler ved utførelsen. En alminnelig feil er at de utvendige regntettende lag ofte ikke hindrer regn i å trenge inn i veggen. En annen alminnelig feil er at de vindtettende sjikt i veggen ikke tetter tilstrekkelig. Mangelfullt og uriktig utførte dampsperrersjikt finner man også. En annen gruppe hyppige skader har sin årsak i kuldebroer som kan forårsake for stort varmetap, ubehagelig kalde felter, sprekkdannelse, kondensasjon og skjemmende sverting.

En riktig konstruksjon og riktig utførelse er viktig for at en vegg skal virke som tilsiktet.

Norges byggforskningsinstitutt har utgitt et byggdetaljblad, *NBI (21).011 – Ytterveggkonstruksjoner som kan*

tilfredsstillende byggeforskriftenes funksjonskrav. Det vises til dette. Dette bladet gjør ikke krav på å være uttømmende, mange flere veggkonstruksjoner er tenkelige. På enkelte hold er dette bladet blitt kritisert for at det ikke har tatt med betongvegger med innvendig isolering. Når dette ikke er gjort, er det av hensyn til kuldebroproblemet som det er pekt på ovenfor. Det var å ønske at de som er spesielt interessert i slike vegger kunne utvikle konstruksjoner som er gode også med hensyn til disse egenskaper, slik at man kan utnytte disse konstruksjoners i og for seg gode ytelser med hensyn til andre egenskaper.

Tetthet mot regn

Byggeforskriftene sier her: «*Yttervegg skal være så tett at det ikke trenger regnvann inn i veggen så varmeisolasjonen eller varigheten nedsettes.*»

Klimaforholdene, også med hensyn til slagregnpåkjenninger, er meget forskjellige. Tidligere snakket man ofte om mer eller mindre *værhårde strøk*. Spesielt når det gjelder slagregnpåkjenninger spiller lokalklimaet en meget stor rolle. Det er derfor riktigere å snakke om mer eller mindre *værhårde steder*.

Når det gjelder faren for at regnvann skal trenge inn i sprekker og fuger, er det regnmengden som renner på fasaden *samtidig* som det virker et vindtrykk på regnfilmen som er særlig farlig. Klimafaktoren er altså *samtidigheten* av regn med høy intensitet og store vindstyrker. Når det gjelder faren for oppsugning i selve veggmaterialene er det de lange perioder med tilførsel av regn uten avbrudd av tørkeperioder som er avgjørende.

Som et hjelpemiddel for å klassifisere de forskjellige ytterveggkonstruksjoners bestandighet mot slagregn, er det et godt hjelpemiddel å innføre følgende betegnelser:

- a. *Meget værhardt sted.* Med dette menes byggested i meget utsatt kyststrøk, høyfjellstrøk og meget utsatte høydedrag i strøk som vanligvis ikke betraktes som værharde. Hit hører også høyhus på steder som ellers ikke blir betraktet som de mest værharde.
- b. *Værhardt sted.* Med dette menes alminnelig kystklima og utsatte deler av strøk med moderat værpåkjønning.
- c. *Sted med moderat værpåkjønning.* Med dette menes strøk med små slagregnmengder eller/og moderate vindpåkjenninger. I denne kategori kommer indre deler av Østlandsområdet og spesielt beskyttede steder langs kysten.
- d. *Innlandssted med moderat værpåkjønning.* Med dette menes de deler av Østlandet som ligger særlig godt beskyttet, og som har ubetydelige slagregnpåkjenninger. Hit kan også høre steder som stort sett hører hjemme i andre soner, men hvor det skal bygges et lavt hus beskyttet f. eks. av tett skog høyere enn huset.

Norges byggforskningsinstitutt

Det vanskelige er at det er nødvendig for å finne ut i hvilken gruppe man vil plassere et bygg og selve byggestedet, nøye å vurdere både det enkelte sted og byggets høyde. Innen et enkelt bygningsråds distrikt kan det forekomme mange steder med forskjellig påkjenning. Flere uhell har hendt fordi man har anvendt konstruksjoner som gikk godt i et gammelt lunt byområde, på høydene rundt det gamle byområdet. For å komme fram til en slik klassifisering av et enkelt bygningsrådsdistrikt, er det viktig å ta vare på og utnytte alle erfaringer man får med veggkonstruksjoner av de ulike typer. Hvis man sammenligner slike erfaringer med den skalaen som er gitt her, burde denne grupperingen på lang sikt kunne bli et godt hjelpemiddel.

Hvor god en veggs egenskaper er, med hensyn til regntetthet, kan prøves i et laboratorium. Prøvemethoden kan i korthet beskrives slik:

a. For massive vegger:

«Prøveveggen innsettes som den ene siden i en kasse som gis et overtrykk på 70 mm vannsøyle.

Massive vegger skal gis en vanntilførsel ved toppen av veggen, slik at hele veggen blir dekket av en vannfilm. Veggen prøves etter følgende program: 5 timers vannpåsprøyting, 5 timers uttørring (lufttilførsel uten vannpåsprøyting), 36 timers kontinuerlig vannpåsprøyting.

b. Skallmurer og flerlagsvegger

Prøveveggene innsettes som før i den ene siden i en kasse. Her benytter man imidlertid vindstyrke varierende i 6 kast pr. min. fra 0–110 mm vannsøyle. Vannpåsprøytingen er 15 l/m²h, og jevnt nedsilende vann påføres i mengder fra 40–100 l/mh, varierende med høyden av huset over den prøvede vegg.

Ved fastsettelsen av denne vannmengden skal det bare tas hensyn til høyden av den del av bygningen som ikke er beskyttet av omliggende bebyggelse, trær o.l.»

Kravet til å kunne brukes på meget værhardt sted må ansees oppfylt hvis veggen tilfredsstillende følgende krav:

- a. For massive vegger skal det ikke bli synlige fuktpletter på innsiden av veggen. Prøveveggen skal etter prøven skjæres opp i striper, slik at man kan iakttå hvor langt fukten har trengt inn. Fukten skal ikke ha trengt lenger inn i veggen enn 4 cm.
- b. For skallmurer må bare de ytterste par mm av isolasjonen bli våt. Vann må ikke kunne bli ledet over fra ytre til indre vange. Vann som er trengt gjennom ytre vange skal kunne renne ut igjen uten å gjøre skade.
- c. For vegger bygd opp av flere lag skal det etter 5 timers vannpåsprøyting bare forekomme en ubetydelig fukting av det vindtettende lag. Fukten må ikke påføre pappen skade eller kunne trenge videre inn i veggen.
- d. For vegger som ikke går inn under noen av de nevnte grupper, skal kravene avpasses slik at de gir samme sikkerhet mot skader som for vegger nevnt under a–c.»

En slik prøvning vil som regel bare være aktuell for nye ukjente veggkonstruksjoner. En hel del veggtyper som det alt foreligger erfaringer med, er forsøkt klassifisert i det foran nevnte byggedetaljblad.

Generelt kan man si at vegger med fugeløsninger og kledninger som er utført etter totrinnsprinsippet, kan

utføres slik at de klarer de største påkjenninger. Massive vegger av porøse materialer (som kanskje attpåtil får sprekker), slik at vannet kan suges kapillært eller renne i sprekker tvers gjennom veggen, kan ikke ventes å klare særlig store påkjenninger.

Vindtetthet

Byggeforskriftene sier her:

«Veggen skal være så vindtett at det på innsiden av veggen ikke kan spores luftbevegelser p.g.a. vind som trenger gjennom veggen.»

Denne bestemmelse er noe mangelfull. Selv om betingelsen er oppfylt, kan det trenge så store luftmengder gjennom veggen at vi under ugunstige vindforhold får en alt for kraftig ventilasjon med det dermed følgende store varmetap. Videre må man forhindre at kaldluft blåser inn i, og utveksles i hulrom i veggen og i isolasjonsmaterialet (f. eks. mellom trådene i mineralull). De to siste årsaker har faktisk ført til at det har vært umulig å holde oppvarmet hus med god varmeisolasjon og hvor man ikke kunne merke sjenerende trekk. NBI har målt en luftbevegelse på 2,7 m/sek. umiddelbart under golvbordene, men det var ingen trekk, luften bare blåste tvers gjennom huset. Selvsagt resulterte dette i et golv med overflate-temperaturer ned mot frysepunktet.

Heldigvis inneholder varmeisolasjonskapitlet noen mer utfyllende bestemmelser. Det heter her: «Samtlige bygningsdeler skal være så vindtette at kald luft ikke trenger igjennom konstruksjonene og slik at isolering og hulrom på innsiden av isoleringen ikke kan fylles med kald luft.»

Den Nordiske komité for bygningsbestemmelser utvalg for lette ikke-bærende yttervegger har foreslått en annen formulering. Den gjengis her da det kan tjene til å utdype byggeforskriftenes krav:

«Krav til vindtetthet og forhindring av konveksjonsstrømninger

Veggen skal være så vindtett at det på innsiden ikke kan spores luftbevegelser p.g.a. vind, som er trengt gjennom konstruksjonen. Dette krav ansees for oppfylt, hvis luftgjennomgangen pr. m² vegg er mindre enn den som angis av øverste kurve på fig. 1. Lekkasjen skal være noenlunde

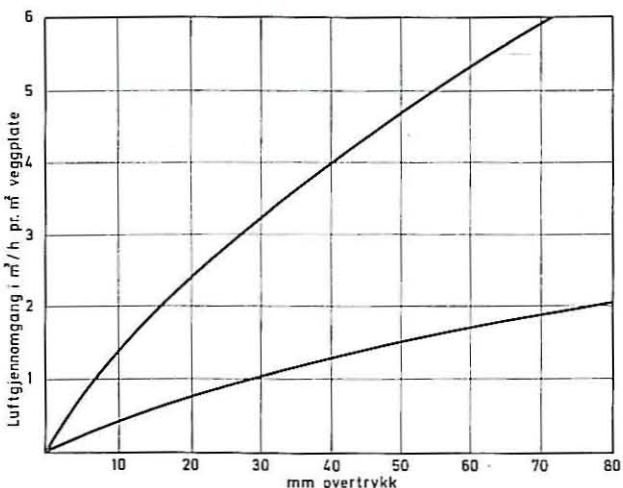


Fig. 1. Forslag til krav til vindtetthet. Den øverste kurve er det foreslåtte krav. Den nederste angir tettheten av gode bindingsverksvegger. (Se NBI rapport nr. 7.)

jevnt fordelt og ikke være punktlekkasje. Kravet gjelder den faste del av veggen (men ikke fugen mellom karm og ramme i et vindu, en dør, opplukking ventil e.l.).

Isolasjonsmaterialet skal være anbragt således at der ikke p.g.a. konstruksjonens utformning oppstår konveksjonsstrømninger (i materialet), som forhøyer varme-gjennomgangstallet k , beregnet uten hensyn til den påtvungne konveksjon, med mere enn 10%. Ved sterkere konveksjonsstrømninger må der tas hensyn til den forhøyelse dette medfører i varmeledningstallet (λ).

Prøvemethode

Vindtettheten undersøkes på en prøvevegg. Denne skal være så stor at alle deler av veggen og alle typer av fuger er representert. Prøveveggen settes inn som den ene side i en kasse hvis tetthet er kjent; kassen settes under et innvendig luftovertrykk svarende til 10, 30, 50, 70, 60, 40 og 20 mm vannsøyle. Luftgjennomtrengningen ved hvert av disse trykk måles.

Under forsøket skal prøveveggen være tett langs kanten, og de ventiler, som er til å åpne, skal lukkes tett. Åpninger til utjevning av trykket på den utvendige kledning skal derimot fungere som forutsatt.

Forhøyelsen av k -verdien p.g.a. påtvungne konveksjonsstrømninger forutsettes kontrollert ved målinger på den ferdige vegg.»

Det er prinsipielt lett å tilfredsstille kravet til vindtetthet. Ved trevegger, «curtain walls» og lignende er det vesentlig papplag vi kan bruke. Kravet som gjengitt på den siste kurve kan ansees tilfredsstillt når det utenpå og innenfor isolasjonen ligger et papplag som er tilstrekkelig tett. Disse papplagene må selvsagt også ha visse egenskaper med hensyn til damptetthet og dampåpenhet. Utvendig er f. eks. et lag asfaltimpregnert papp (ikke overflatebelagt) av minste vekt 500 g/m² (asfalt og papp sammenlagt) tilstrekkelig. Alle pappskjoter må være med minst 5 cm brede overlappinger fastklemt mellom to faste lag. (Liming er selvsagt også godt nok). Innvendig vil en vanlig dampperre også ha den tilstrekkelige tetthet. Pappen utvendig kan utelates hvis det brukes en tilstrekkelig vindtett plate som er fastgjort på en slik måte at det oppnås tilstrekkelig vindtetthet langs kanten av platen. (Den må spikres tett.) De fleste platematerialer på markedet (unntatt porøse trefiberplater) må ansees tilstrekkelig tette. Fuger mellom elementer kan ansees å oppfylle kravet når de er tettet med en papp eller tapestrimmel som er klemt godt fast, fugemasse eller en god tetningslist (dårlige kan være verdiløse).

Ved murte vegger er det stort sett pusslagene som tetter. Ved fuget murverk kan man se eksempler på konsentrert trekk gjennom unøyaktigheter i fugningen.

Dampdiffusjonstetthet

Om dette sier byggeforskriftenes kapittel 43: *Dampdiffusjonstettheten i de forskjellige deler av yttervegg skal være slik at det ikke oppstår skadelig kondensdannelse inne i veggen.*

Dette er en meget generell formulering men kan kanskje også bli klarere ved følgende sitat fra de retningslinjer som er utarbeidet av den Nordiske Komité for Bygningsbestemmers utvalg for lette ikke-bærende yttervegger:

«Kravet i pkt. 4.1 ansees oppfylt hvis det tettende lag på innersiden av varmeisoleringen (beskrevet i pkt. 2.3) har en vanddamppermeabilitet mindre enn 0,01

g/m²hmmHg. (Vanddamppgjennomgangen forutsettes bestemt ved «boksmetoden» og slik at pappen ved prøven har en middels relativ fuktighet, som ikke ligger for langt fra den som den vil få i praksis.) Samtlige fuger skal være limte eller utført som overlappninger, som klemmes mellom to faste lag.

Hvis bygningens ventilasjonsanlegg kan forårsake et innvendig overtrykk, må vanddamppermeabiliteten være mindre enn 0,005 g/m²hmmHg, og samtlige tetninger skal være limte eller sveiste. Det skal spesielt kontrolleres at fuktighetsisoleringen ikke skades ved spikerlag i veggen o.l. Særlige sikkerhetsforanstaltninger må tas ved radiatoropphenging osv.

Det tettende lag på yttersiden av isoleringen, men innenfor eventuelle ventilasjonsspalter, skal la mer fuktighet enn 0,05 g/m²hmmHg passere. (Bestemt som ovenfor angitt.)»

Så vel selve veggen som eventuelle fuger mellom to elementer og tilslutninger til andre bygningsdeler må være utført i overensstemmelse med ovenstående for at kravet kan anses for oppfylt; også fugene skal således forsynes med en innvendig tetning.

De vanlig brukte murte vegger vil vanligvis ha tilfredsstillende egenskaper når det gjelder dampdiffusjonstetthet. Man må imidlertid alltid sørge for at den utvendige overflatebehandling ikke er for tett. Man har fått stygge skader på vegger som har stått bra i mange år ved å gi dem en tett overflatebehandling. (Skyldes riktig nok ofte ikke kondens, men vann som er innestengt i veggen.)

Et spesielt problem har man ved betongvegger som er isolert innvendig. En slik isolasjon vil vanligvis være utført av lettbetong, og relativt sett i forhold til denne danner betongen en praktisk talt damprett sperre. Erfaringer tyder imidlertid på at slike konstruksjoner går godt under følgende forutsetninger: Isolasjonen innvendig må komme på plass uten å være alt for våt. (Det synes å være en eller annen kritisk grense for maksimalt fuktinnhold som vi foreløpig ikke kjenner. Vi vet bare at det kan gå galt hvis vi starter med alt for stort fuktinnhold, og at det ellers synes å gå godt.) Videre må ikke kapillær tilbakesugning til rommet være hindret.

Beskyttelse mot overoppvarming p.g.a. solstråling

Om dette sier de nye byggeforskriftene:

«Yttervegg inklusive åpninger skal utføres slik at solstråling ikke gir generende høy temperatur i rommet innenfor.»

Dette trenger igjen en utdypning, og også her kan vi finne veiledning i de felles nordiske retningslinjer for lette ikke-bærende yttervegger. Det heter her:

«Krav til solbeskyttelse

Fasaden skal være utført slik at solbestråling på fasaden i rommets bruksperiode ikke bevirker en temperaturstigning over den høyeste av følgende verdier:

- Når utetemperaturen er under +22°C, må innnetemperaturen ikke overstige +27°C.
- Når utetemperaturen er over +22°C, må innnetemperaturen ikke overskride denne med mere enn +5°C.

Innetemperaturen er den temperatur som måles i en sort kule med en diameter på 15 cm, plassert ved arbeidsplassene.»

Det er ikke lett å kontrollere om et slikt krav er oppfylt, men det kan kontrolleres beregningsmessig. Professor Bo Adamson ved Lund's Tekniska Högskola har et EDB program som kan brukes til dette formål. Professor Vagn Korsgaard ved Danmarks Tekniske Høiskole utfører tilsvarende beregninger på en analogregnemaskin. Vanligvis vil det ikke komme på tale å utføre slike beregninger for det enkelte bygg. For den store masse av bygg må man ha enkle håndregler å holde seg til.

Det som gjør saken komplisert er at evnen til å beskytte mot soloppvarming ikke er noen egenskap ved husets ytterflate alene. Massene i bygningen ellers m. v. spiller en stor rolle.

Under forutsetning av en bygning med normal vekt på råbygget, og normal romoppdeling har Nordisk komité for bygningsbestemmers utvalg for lette ikke-bærende yttervegger forsøkt seg på å utforme noen håndregler. Komitéen sier selv at disse hviler på et mangelfullt grunnlag og kan kritiseres. Komitéen sier:

«Utførelser, som oppfyller kravet

Ved bygninger med normal vekt på «råbygget» og normal romoppdeling ansees kravet for oppfylt, hvis de vegger som vender mot de ugunstigste solretninger fra øst til sydvest, oppfyller ett av følgende krav:

- Vinduene må ikke være mer enn 12 % av golvarealet.
- Vinduene må forsynes med utvendig solbeskyttelse, som er anbrakt slik at et vindusareal, som svarer til høyst 10 % av golvarealet, rammes av solen. (Dette gjelder for alle tider på dagen fra og med mars til oktober.)
- Bygningen er forsynt med et klimaanlegg med tilfredsstillende kapasitet.»

Komitéen sier videre i sine kommentarer:

«Det er, sett fra et økonomisk synspunkt, uheldig å utforme ytterveggen slik at et kjøleanlegg blir nødvendig for å oppnå en tilfredsstillende innetemperatur. Utvalget vil derfor advare mot slike utførelsesformer.»

Man må se på forskriftenes krav om beskyttelse mot overopphetning på grunn av solvarme som et varsko: Glem ikke faren for overopphetning p.g.a. solvarme.

Varmeisolasjon

Bestemmelsene om varmeisolasjon av yttervegger finnes i kapittel 54. I prinsippet er disse bygget opp som tidligere. Landet er delt i 4 klimasoner, og disse er de samme som tidligere. Kravet til varmeisolasjon er imidlertid økt. Denne økning av kravet burde ikke medføre vanskeligheter. Stort sett har vel vegger vært isolert bedre enn det har vært krevd. En ny ting er at det er forskjell på vegger med vekt over og under 100 kg/m².

Om bestemmelsenes gyldighetsområde heter det:

«I leilighet og rom for varig og kortvarig opphold, samt kjellerrom som skal holdes frostfrie, skal golv, vegger, tak, vinduer og dører mot det fri eller mot kaldt rom utføres slik at de oppfyller kravene i dette kapittel.

For arbeidsrom som ikke er bestemt for stillesittende arbeid, fastsetter bygningsrådet kravet i hvert enkelt tilfelle.»

Rom hvor det ikke skal utføres stillesittende arbeid er altså unntatt og er underlagt bygningsrådets spesielle krav i det enkelte tilfelle. Det er viktig å merke seg at butikklokaler må antas å høre til denne gruppen.

Det er også viktig å merke seg at det i Tabell 1 som inneholder kravene, finnes en kolonne «Tillates for begrensede deler av en vegg».

Dette betyr at hvis man har f. eks. en søyle stående i en godt isolert vegg, så kan man isolere selve søylen i henhold til denne kolonnen, med andre ord noe dårligere enn veggen forøvrig.

Også kapittel 54 inneholder en bestemmelse om veggens vindtetthet, og man har i generelle ord forsøkt å ta vare på de forhold som er omtalt foran under vindtetthet. Dessuten finnes en bestemmelse om indre konveksjonsstrømninger: «Det skal unngås at det oppstår indre konveksjonsstrømninger som nedsetter varmeisolasjonsnivåen unormalt.»

Om kuldebroer sier forskriftene bare: «Kuldebroer som kan føre til kondens eller dårlig romklima, skal unngås.»

Alle disse forhold er igjen forsøkt utdypet av «Utvalget for lette ikke-bærende yttervegger». Det heter her:

«Veggen skal være konstruert slik at de konveksjonsstrømninger som oppstår p.g.a. veggens konstruksjon ikke kan forhøye det etter ovennevnte regler beregnede varmegjennomgangstall (k) med mere enn 10 %.

Foruten de av varmeisoleringsutvalget foreslåtte bestemmelser må man for alle lokaler som oppvarmes, så som beboelsesrom og lokaler til stillesittende arbeid, hvor det ikke påvises at varmeanlegget er slik utført at utsatte deler av veggen holdes kondensfri, iakttas følgende:

- Veggens gjennomsnittlige k-verdi inklusiv alle kuldebroer, men fraregnet glasset og rammene, må ikke være mer enn 50 % høyere enn de k-verdier som kreves i de ovennevnte felles nordiske varmeisoleringsbestemmelser.
- Veggens innvendige overflatetemperatur må ikke noe sted være lavere enn +8°C når utetemperaturen er +20°C og innetemperaturen er normal (gjelder ikke for glass og rammer i vinduene, men derimot for karmene).»

Ellers skulle varmeisoleringsforskriftene tale for seg selv.

Brannbestemmelser

Brannbestemmelsene finnes i kapittel 55 Brannvern. Dette vil bli gjennomgått særskilt. Her nevnes bare noen springende punkter: Trevegg kan som før bare anvendes i bygninger med begrenset høyde og begrenset størrelse. Ellers heter det i forskriftene:

«Yttervegg

Yttervegg skal i alt vesentlig bestå av ubrennbart materiale. Til isolasjon og tetning må bare brukes ubrennbart materiale eller materiale som på grunn av sine egenskaper eller sin bruk ikke bidrar til spredning av brann.

Departementet kan tillate bruk av annet materiale enn ubrennbart materiale til fasadekledning.

I bygning for leilighet, forretning, kontor, skole samt for industri- og verkstedsformål uten særlig brannfarlig virksomhet kan ikke-bærende yttervegg i viss utstrekning inneholde brennbart materiale under forutsetning av at brannvesenet med det stigematerielle det rår over, kan komme til bygningens fasader for å slokke brann. Slike vegger er ikke tillatt i bygning med over 8 etasjer.

Krav til vegg som nevnt ovenfor:

- a. Den utvendige kledning skal være av ubrennbart materiale. Departementet kan tillate bruk av annet materiale enn ubrennbart materiale.
- b. Den innvendige kledning skal være tennvernende.
- c. All isolasjon skal være av ubrennbart materiale og fylle veggen, slik at det ikke dannes hulrom.
- d. Hvor den utvendige kledning er utektet, skal det utenpå bindingsverk, isolasjon, og eventuelt papplag festes en kledning som er ubrennbar eller godkjent av departementet til dette formål.
- e. Veggen utføres slik ved tilslutning til etasjeskiller og til vegg som begrenser branncelle, at brann i veggen hindres i å spre seg forbi disse.»

Her er det den siste delen som man særlig bør legge merke til. Dette betyr at en curtain wall bygget opp på en ramme av tre normalt kan brukes opp til 8 etasjer. Man kan altså bruke et bindingsverk av tre, papplag og isolasjon av mineralull; det er bare kledningen som må utføres av andre materialer enn i et vanlig trehus.

Det er vel verd å merke seg det siste avsnittet om tilslutning til etasjeskiller og vegg som begrenser branncelle. Det er ikke så enkelt å angi en konstruksjon her som samtidig ikke er en kuldebro.

Laboratiemessig er noen få slike konstruksjoner blitt undersøkt.*)

Utvendig kledning skal være av ubrennbart materiale. Dog heter det: «Departementet kan tillate bruk av annet materiale enn ubrennbart materiale.» F. eks. burde man kunne regne med spredte mindre partier av tre. Dette er et forhold som ennå er nokså uklart og som burde avklares nærmere. Uten den oppmykende dispensasjonsadgang som departementet har, kan man risikere å utelukke mange bra materialer.

Styrkeforhold

Det er litt vanskelig å redegjøre for kravene til styrkeforhold. Det er nemlig slik at byggeforskriftene når det gjelder belastninger henviser til en Norsk Standard som ikke eksisterer (er under utarbeidelse).

Vegger kan deles i to: de bærende og de ikke-bærende

*) Se: NBI Håndbok nr. 11, side 31.

vegger. Ved bærende forstår man at veggen medvirker til å føre horisontale og vertikale krefter ned til grunnen. Her kan det bare henvises til de vanlige beregningsregler for konstruksjoner i de forskjellige materialer.

Det er imidlertid en hel del andre forhold som det er verd å merke seg. På lokale partier av veggen kan det oppstå sug og trykk større enn de gjennomsnittsbelastninger som vanlige vindlastbestemmelser opererer med. I de retningslinjer som Utvalget for lette, ikke-bærende yttervegger utarbeidet, foreslo man av den grunn at selve veggen skulle beregnes for en vindlast 25 % større enn det vedkommende belastningsforskrift fastlegger. En vegg kan også bli utsatt for belastninger fra mennesker i rommene. Det forannevnte Utvalg foreslo derfor at vegger skulle beregnes for en utadrettet belastning på 40 kg/m langs en linje 100 cm over golvet eller langs vinduets underkant. I lokaler hvor det kan oppstå trengsel, f. eks. møtelokaler, restauranter o.l., skulle denne belastning økes til 80 kg/m. Slike belastninger har de tradisjonelle veggkonstruksjoner uten videre kunnet klare: ved nye lette konstruksjoner er ikke dette uten videre opplagt. I tillegg til ovenstående kommer selvsagt egenvekt. Vind, belastning fra mennesker i bygningen og egenvekt må forutsettes å kunne opptre samtidig og i ugunstigste kombinasjon.

I tillegg til dette kan veggen bli utsatt for tilfeldige støt. For å ta vare på dette foreslo det forannevnte utvalg at veggen uavhengig av de ovenfor nevnte belastninger skal tåle en *bruddlast* på minst 60 kg virkende på ugunstigste sted og fordelt på en sirkelflate med 2,5 cm diameter.

Man kan ikke tillate for stor utbøyning av en vegg (av psykologiske grunner), den skal helst ikke stå og blafre som et seil. Det ofte nevnte Nordiske utvalg foreslo derfor at maksimal utbøyning burde være 1/300 av høyden.

Et spesielt punkt utgjør befestigelse for slike vegger som lette, ikke-bærende yttervegger. Befestigelsene kan korrodere. De må ha en førsteklasses korrosjonsbeskyttelse og bør overdimensjoneres.

Utførelser som tilfredsstillende kravet

Eksempler på utførelser som tilfredsstillende kravene er gitt i det innledningsvis omtalte Byggedetaljblad. Dette henviser igjen til andre Byggedetaljblad hvor vedkommende veggkonstruksjon er omtalt mer i detalj.

Disse byggedetaljblad er vedlagt.