

MURKATALOGEN
1999

Anvisning M6 Porebetong

Blokk og blokkmurverk
Materialegenskaper



murbransjens forsknings-
og informasjonskontor

Mur-Sentret
Forskningsvn. 3b
P.b. 53 Blindern
0313 OSLO

Tlf. 22 93 07 60
Faks 22 60 11 92

INNHold

1. Fremstilling, produkter, kontroll	3
1.1 Generelt	3
1.2 Delmaterialer og blokkfremstilling. Densiteter	3
1.3 Blokkprodukter og bruksområder	3
1.4 Kontroll.....	3
2. Fukttekniske egenskaper. Samvirke mørtel/blokk.....	4
2.1 Generelt	4
2.2 Fukttransport og likevektsfukt. Frostbestandighet	4
2.3 Volumbestandighet. Svinn og svelling	4
2.4 Samvirke mellom blokk og mørtel	4
3. Fasthetsegenskaper.....	5
3.1 Generelt	5
3.2 Trykk- og strekkfasthet i porebetongblokk	5
3.3 Trykk- og bøyestrekfasthet i murverk	5
3.4 Skjærfasthet i murverk	6
4. Deformasjonegenskaper.....	6
4.1 Generelt	6
4.2 E-moduler i porebetongmurverk	6
5. Varmetekniske egenskaper	7
5.1 Generelt	7
5.2 Spesifikk varmeutvidelse	7
5.3 Spesifikk varmekapasitet	7
5.4 Termisk konduktivitet (spesifikk varmeledningsevne)	7
6. Lydtekniske egenskaper	8
6.1 Generelt	8
6.2 Lydisolasjonsevne for murverk i porebetong	8
7. Lydtekniske egenskaper	9
7.1 Generelt	9
7.2 Brannmotstand i murverk i porebetong.....	9
7.3 Porebetongens og murverkets fasthetsegen- skaper ved høye temperaturer.....	9

Litteraturhenvisninger:

Norsk Standard:

NS 3475 Prosjektering av murverk.
Beregning og dimensjonering

Murkatalogens produkthefter og prosjekteringsanvisninger

1 Fremstilling, produkter, kontroll

1.1 Generelt

Porebetong er et høytrykksdamperdet produkt av finmalt kvartsit, sement og kalk. Produktet ble oppfunnet på 1920-tallet. I dag produseres det porebetong i et stort antall fabrikker over hele verden.

I Norge startet den første produksjonen i 1947 under navnet Siporex på Gullaug i Lier. I 1952 startet en tilsvarende produksjon under navnet Ytong i Hokksund. Fra 1972 skjer all produksjon ved en fabrikk på Sem i Hokksund.

Densitet klasse	Tykkelse mm	Høyde mm	Lengde mm	Bruksområder
600	50	400	600	Innmuring, interiør
600	75	200, 400	600	Lettvegger, innmuring, interiør
600	100	200, 400	600	Brannmur, lettvegger, innmuring, interiør
500	150	200, 400	600	Bærende / ikke bærende murverk Innervange i skallmurvegg Brannvegger, skillevegger, m.m.
500	200	200	600	Bærende/ikke bærende murverk
500	240	200	600	Bærende/ikke bærende murverk
400	300	200	600	Isolerende/bærende massiv-vegg
400	400	200	600	Isolerende/bærende massiv-vegg

Tabell 1.3. Porebetongblokk, densiteter, formater og bruksområder.

1.2 Delmaterialer og blokkfremstilling. Densiteter

Porebetong er et høytrykksdamperdet produkt av finmalt kvartsit, sement og kalk. Det oppstår porer ved at det tilsettes aluminiumpulver som esemiddel.

Råmaterialene blandes med vann og tappes i former hvor massen eser. Når massen har oppnådd passende fasthet, skjæres den til aktuelle blokkformater ved hjelp av tynne ståltråder. Herdingen skjer i autoklaver i vannmettet damp under høyt trykk. Det bygges da opp kjemiske forbindelser bestående av kalsiumhydrosilikater. Etter autoklaving er produktet ferdigherdet og har oppnådd alle sine styrkeegenskaper og sin volumbestandighet.

Porebetongen inneholder runde lukkede makroporer med diameter 0,5–1,5 mm. I poreveggene mellom makroporene er det mindre porer, mikroporer, som er åpne og derved gir en viss forbindelse mellom makroporene.

I porebetong med densitet 500 kg / m³ utgjør porevolumet ca. 80% og fast masse ca. 20% av volumet.

Porebetongen kan produseres i densitetsområdet 350–650 kg/m³, men er standardisert i tre densitetklasser, hhv. 400, 500 og 600 kg/m³.

1.3 Blokkprodukter og bruksområder

Blokkproduktene har plane sider, og er standardisert i densiteter og formater i hht. tabell 1.3. Det leveres U-blokk for veggtykkelse ≥ 150 mm med skifthyde 250 mm.

1.4 Kontroll

De fleste produsenter av betongprodukter til formål som dekkes av Byggforskriftene, er underlagt frivillig kontroll av «Kontrollrådet for betongprodukter». Kontrollrådet tar stikkprøvekontroll på de enkelte produksjonsbedriftene minst to ganger pr. år. Godkjente produsenter pålegges intern kvalitetskontroll.

Blokk av porebetong produseres i hht. Kontrollrådets bestemmelser og etter en fabrikknorm med krav til densitet, trykkfasthet, målnøyaktighet og merking. Prøvetester er angitt i NS-EN 678 og 679. Porebetongblokker godkjennes og klassifiseres i klasse F1 hos Kontrollrådet.

Kontrollrådet utgir hvert år en ajourført liste over de produsenter som er godkjent for levering av de forskjellige produkttypene.

2 Fukttekniske egenskaper

Samvirke mørtel/blokk

2.1 Generelt

Materialenes fukttekniske egenskaper har betydning for mulige bruksområder. Fuktmengden i en blokk eller en oppmurt konstruksjon gir utslag på varmeisoleringssevne, frostbestandighet, mur- og pussmørtelens heft- og herdebetingelser, sikkerhet mot fuktproblemer m.m.

Fuktinnholdet i porebetongen uttrykkes som fuktmengdens andel i vekt-% av tørt materiale. Nyproduisert porebetong inneholder 30–40 vekt-% fukt. Leveringsfukt er mindre enn 30 vekt-%.

2.2 Fukttransport og likevektsfukt.

Frostbestandighet

Porestrukturen i porebetongen består av runde lukkede makroporer med diameter 0,5–1,5 mm. I poreveggene mellom makroporene er det mindre porer, mikroporer, som er åpne og gir derved en viss forbindelse mellom makroporene.

Fukttransporten i tørt materiale skjer gjennom diffusjon. I fuktig materiale vil det være en kombinasjon av diffusjon og kapilærtransport.

Likevektfuktigheten i murte konstruksjoner, beskyttet mot fritt vann, varierer med den relative fuktigheten i luften. Normalt vil RF innendørs ligge i området 30–60%, og veggkonstruksjonen innstiller seg på ca. 3–4 vekt-% fuktinnhold. Se fig. 2.2.

Frostbestandighet

Ved et fuktinnhold på mindre enn ca. 60 vekt-% er det liten risiko for frostskafer, men over dette øker risikoen med økt fukt. Slike fuktmengder kan bare forekomme under tilførsel av rennende vann som kraftig nedbør, vannlekkasjer e.l.

2.3 Volumbestandighet. Svinn og svelling

Alle byggematerialer endrer mål ved varierende fuktinnhold. Svinn oppstår under uttørring. Blir materialene igjen mettet med vann, reduseres det foregående svinnet noe. Svinnet er størst i blokkene umiddelbart etter produksjon.

I bruksområdet med 30–3 vekt-% fuktinnhold vil fuktbevegelsen være maks. 0,15 mm/m. Riktig bruk av fugearmering reduserer de ulemper svinn- og svellingsbevegelser kan medføre.

Fig. 2.3 viser kurve over krymping i luft fra vannmettet tilstand til likevektsfukt ved romtemperatur og 43% RF.

2.4 Samvirke mellom blokk og mørtel

Murverkets kvalitet er i stor grad styrt av hvor godt mørtelen er tilpasset det stein- eller blokkprodukt som benyttes. Det er i mange sammenhenger ikke selve mørtelens eller blokkens styrke som er avgjørende, men samvirket mellom dem.

Mørtelen skal være sterk nok, gi god vedheft til underlaget, samt være smidig og lett bearbeidbar for å gi et godt håndverksmessig resultat. En av faktorene som påvirker sluttresultatet er den transport av vann som skjer når blokk og mørtel blir

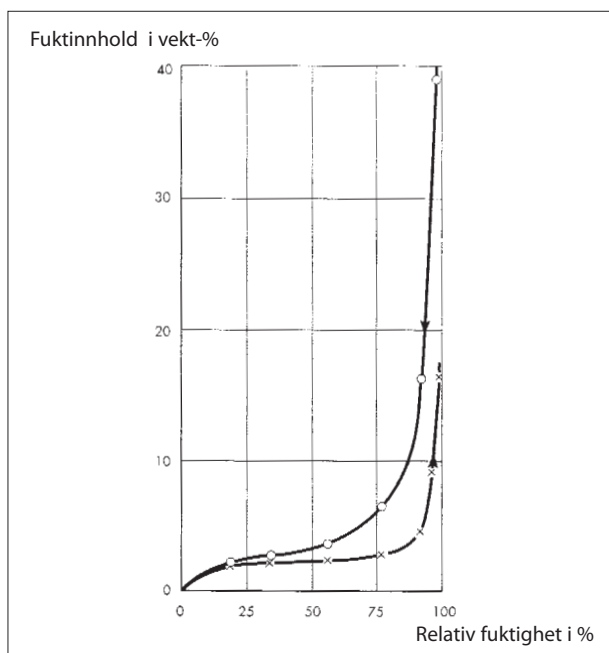


Fig. 2.2. Fuktlikevektskurve for porebetong i densitetklasse 500 og temperatur 20°C.

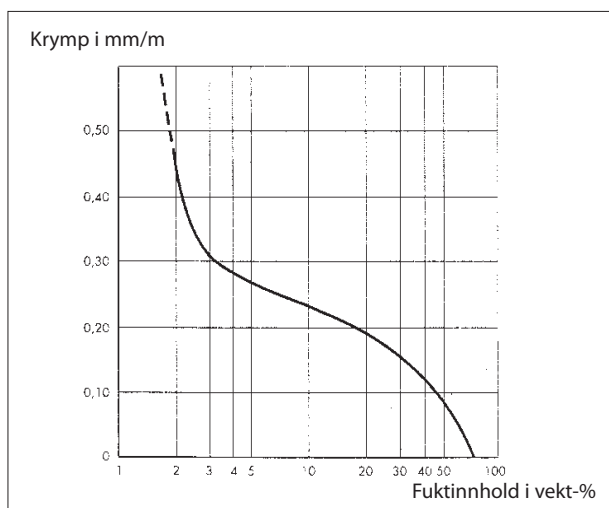


Fig. 2.3. kurve over krymping i luft fra vannmettet tilstand til likevektsfukt ved romtemperatur og 43% RF. Stiplet kurve antyder krymp ved videre uttørring.

murt sammen.

Til muring av porebetongblokk benyttes et spesialtilpasset limprodukt. Limfugen bygger 2–3 mm. Limet leveres av blokkprodusenten.

Ved muring med vanlige murmørtler må det tas hensyn til at porebetong er et sugende materiale. Sugeevnen må nøytraliseres ved oppfuktning av kontaktflaten, dvs. forvannes.

3 Fasthetsegenskaper

3.1 Generelt

For murverk av ulike materialer er det viktig å skille mellom materialets (steinens/blokkens) fasthet og murverkets fasthet.

Materialets fasthet refererer til den enkelte blokktype, mens murverkets fasthet er avhengig av flere faktorer.

De viktigste er:

- blokkens fasthet
- samvirke mellom blokk og mørtel
- mørtelkvalitet

I murverk er trykkfastheten atskillig større enn strekkfastheten. Videre har murverket forskjellige fasthetsegenskaper i de to spennretningene.

NS 3475 – Prosjektering av murverk inneholder oversikt over blokktypers fasthetsegenskaper samt et beregningsgrunnlag for dimensjonering ut fra disse fastheter.

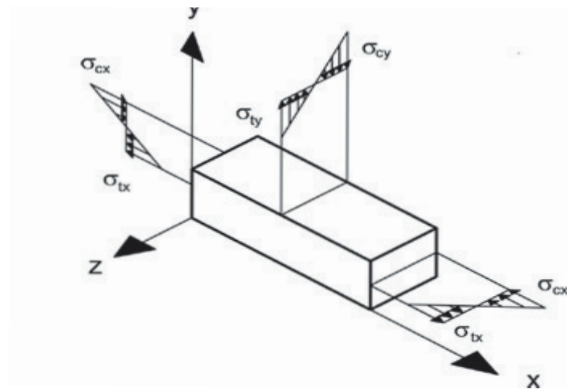


Fig. 3.1

Definisjon på retninger på spenninger og momenter

3.2 Trykk- og strekkfasthet i porebetongblokk

Med trykkfasthet forstås bruddlast, målt på hel blokk. Blokkens densitet og trykkfasthet hører nøye sammen. Produsenten skal oppgi blokktypens trykkfasthet og densitet.

Selve blokkens strekkfasthet (egenfasthet) er anslått i tabell 3.2 og benyttes til beregninger/vurderinger av svinn- og fordelingsarmering i murverket.

Porebetongblokk har fastheter i hht. tabell 3.2.

Benevnelse	Densitet klasse	Karakteristisk fasthet	

3.3 Trykk- og bøyestrekfasthet i murverk

Trykkfasthet i murverk – f_c

I horisontal og vertikal retning angis trykkfasthet som hhv. f_{cx} og f_{cy} . Se tabell 3.3.

Trykkfastheten i blokkmurverk av porebetong vil i liten grad variere med murmørtelkvaliteten, fordi mørtelen ofte har større fasthet enn selve blokken. Derimot har fugefyllingen innvirkning på fasthetsegenskapene. Limt porebetong gir full fuge.

Bøyestrekfasthet i murverk – f_t

I horisontal og vertikal retning angis bøyestrekfasthet som hhv. f_{tx} og f_{ty} . Se tabell 3.3. Bøyestrekfastheten er forskjellig i de to hovedspennretningene og er størst for horisontale spenn. Karakteristisk for murverk er at bøyestrekfastheter er vesentlig lavere enn trykkfastheter.

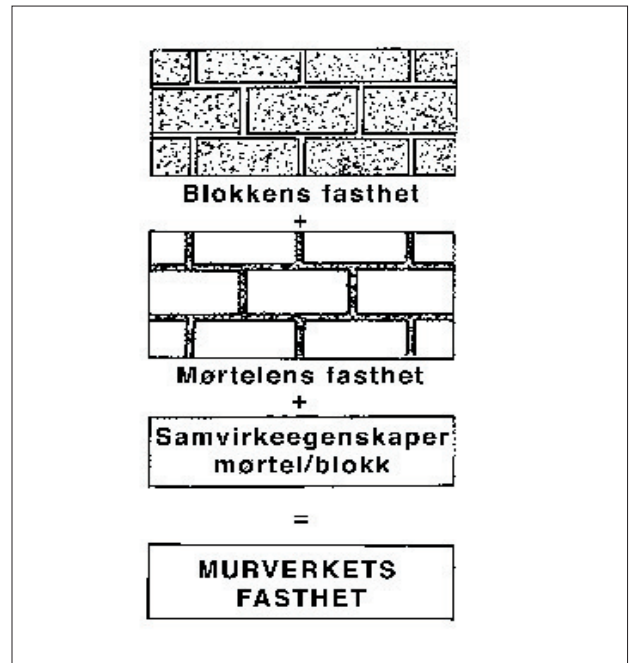


Fig. 3.3

Murverkets sluttfasthet påvirkes av flere faktorer

3.4 Skjærfasthet i murverk

I NS 3475 er dimensjonerende skjærfasthet, f_v , satt til 0,2 N/mm², uavhengig av type blokk/stein eller mørtelkvalitet.

Dette er noe høyt for murverk av porebetong.

Som orienterende verdier kan benyttes:

$f_v = 0,17 \text{ N/mm}^2$ for P 4,0/600			Konstruksjonsfastheter							
Type	f_{ck}	Densitet	Mørtel	Trykkfasthet		Bøyestrekfasthet		E-modul, trykk		
				f_{cn}	f_{tn}	E_{cn}	E_{cn}'			
	N/mm ²	kg/m ³		y	x	y	x	y	x	y
Porebetong	4,0	600	B, C, lim	2,4	2,4	0,15	0,30	2000	2000	400
	3,0	500	"	1,8	1,8	0,15	0,30	1500	1500	400

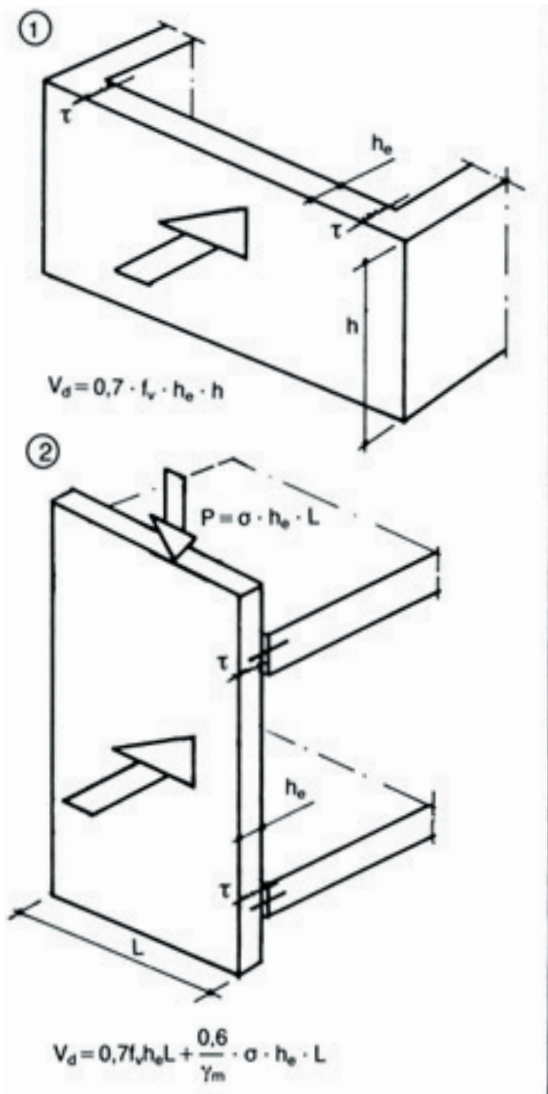


Fig. 3.4. Murverkets kapasitet for skjærkraft ved to vanlige tilfeller

$$f_v = 0,15 \text{ N/mm}^2 \text{ for P 3,0/500}$$

$$f_v = 0,12 \text{ N/mm}^2 \text{ for P 2,5/400}$$

Skjærkapasiteten i et murverkstverrsnitt uten permanente trykkspenninger skal ikke regnes større enn:

$$V_d = 0,7 \cdot f_v \cdot A$$

Hvor A er tverrsnittets areal. Står tverrsnittet med permanente trykkspenninger, kan det også medtas et bidrag fra friksjonskreftene:

$$V_d = (0,7 f_v + 0,6 \sigma / \gamma_m) A$$

Hvor σ er størrelsen av de opptredende, permanente trykkspenningene og γ_m er materialkoeffisienten. Se fig. 3.4

4 Deformasjonsegenskaper

4.1 Generelt

Ved kapasitets- og deformasjonsberegninger av murverk av porebetongblokker betraktes materialet som lineært elastisk, dvs. at det er en lineær sammenheng mellom spenninger og

deformasjoner.

Proporsjonalitetsfaktoren regnes dermed som konstant, og benevnes materialets elastisitesmodul E. Den oppgis i N/mm².

4.2 E-moduler i porebetongmurverk

Elastisitetsmodulen i murverket er avhengig av flere faktorer.

- Murverkets fastheter. Murverkets E-modul er avhengig av materialets trykkfasthet. Større trykkfasthet gir høyere E-modul.
- Murverkets spennretninger.
- Belastningens varighet. Deformasjonsegenskapene påvirkes av om lasten påføres over kort eller lang tid. E-modul for korttidslast er høyere enn for langtidslast. Som «tomfingregel» kan korttids-E-modulen regnes i størrelsesorden 800 ganger blokkens karakteristiske trykkfasthet: $E \approx 800 \cdot f_{ck}$.
- Belastningsformen. E-modulen påvirkes av om belastningen som gir deformasjon er påført som trykk eller bøyestrek. Ved deformasjonsberegninger vises til NS 3475. Murverksstandarder har for øvrig ingen normerte grenser for akseptable deformasjoner eller forskyvninger for murverk kontrollert i bruksgrensetilstand.

5 Varmetekniske egenskaper

5.1 Generelt

Varmetekniske egenskaper bør vurderes nøye ved valg av materialer. En konstruksjon skal være oppbygget og utformet slik at flere krav tilfredsstilles:

- Varmetapet gjennom veggene skal ikke være for stort
- Innvendig romtemperatur skal lett kunne styres
- Overflatetemperaturen innvendig skal ikke være for høy eller for lav

Porebetong har svært gunstige varmetekniske egenskaper og er relativt volumbestandig ved temperaturpåvirkning.

Det skilles mellom tunge og lette bygningsmaterialer hvor porebetong tilhører de tunge. Dette gir gunstige varmelagrende egenskaper som har betydning i romklimasammenheng ved at materialet bidrar til å utjevne romtemperaturforskjellene over døgnet.

5.2 Spesifikk varmeutvidelse

Varmeutvidelseskoeffisienten for murverk av porebetong er

$$\alpha = 0,008 \text{ mm/m K}$$

Hvis konstruksjonen er relativt lang, og utsatt for større temperaturvariasjoner, må man ta hensyn til de lengdeendringer som vil oppstå. Med temperaturvariasjon på årsbasis på f.eks. 70 °C (fra kaldeste vinternatt til varmeste sommerdag), tilsvarer dette en lengdeendring på

$$\Delta l = \alpha \cdot T = 0,008 \cdot 70 = 0,56 \text{ mm/m}$$

For å motvirke at temperaturbevegelser forårsaker oppsprekking av konstruksjonen, skal liggefugene armeres. Materialprodusentenes anvisninger bør følges nøye.

På lange fasader bør veggen oppdeles med vertikale bevegelsesfuger. Avstanden mellom disse bør ikke overstige ca. 16–20 m. Ved ommurte hjørner bør ikke avstanden til nærmeste vertikale bevegelsesfuge overstige 8–10 m.

5.3 Spesifikk varmekapasitet

Materialets evne til å oppmagasinere (akkumulere) varme uttrykkes ved materialkonstanten spesifikk varmekapasitet, c , som uttrykker varmemengden pr. massenhet og grad.

For porebetong regnes en spesifikk varmekapasitet på

$$c = 1,0 - 1,1 \text{ kJ/kg K}$$

Varmemengden en konstruksjon kan lagre, C , er proporsjonal

med veggens flatemasse, m :

$$C = c \cdot m \text{ (kJ/K)} = \text{konstruksjonens varmekapasitet}$$

Murverkets høye varmekapasitet har gunstig innvirkning på både inneklimate og oppvarmingsøkonomi. En oppnår:

- magasinering av overskuddsvarme fra solstråling (gratis-varme)
- utjevning av de temperatursvingninger som oppstår p.g.a. solens varierende stråleintensitet over døgnet
- Forhindre overoppvarming på varme og solrike dager

5.4 Termisk konduktivitet

(spesifikk varmeledningsevne)

Ved temperaturforskjell mellom to flater i et materialsjikt, transporteres termisk energi fra det varme mot det kalde. Prosessen pågår til temperaturforskjellen er utjevnet.

Materialets evne til å transportere varme er en materialkonstant som kalles termisk konduktivitet eller spesifikk varmeledningsevne, λ (W/m² K). Varmeledningsevnen varierer med densitet og fuktinnhold. I praksis vil varmeledningsevnen for limt porebetong i fuktbalanse (3–4 vekt-%) være:

$$\text{Densitetklasse 600: } \lambda_p = 0,17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Densitetklasse 500: } \lambda_p = 0,14 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Densitetklasse 400: } \lambda_p = 0,11 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Se Murkatalogens anvisninger for U-verdi på massive-, skallmur- eller forblendingsvegger av porebetong.

6 Lydtekniske egenskaper

6.1 Generelt

Lyd som overføres fra et rom til et annet, forplanter seg på forskjellige måter og langs forskjellige veier. En betingelse for god lydisolering er at man ved prosjekteringen tar hensyn til alle faktorer. Bølgene fra lydkilden forplanter seg via luften til skillevegg og tilstøtende konstruksjoner, som settes i svingninger.

Svingningene vil igjen overføres til luften i «mottakerrommet», og dermed oppstår luftlyd også her. Denne lyden er imidlertid mer eller mindre redusert, som en direkte følge av skilleveggenes lydisolerende egenskaper.

6.2 Lydisolasjonsevne for murverk i porebetong

Forskjellen i lydnivå mellom et rom hvor lyden produseres og et tilstøtende rom hvor lyden mottas, angir skilleveggenes luftlydisolasjon. Denne luftlydisolasjonen uttrykkes ved et lydreduksjonstall, R_w , og har benevnelsen desibel (dB).

For ett og samme materiale kan luftlydindeksen uttrykkes som en funksjon av skilleveggenes flatemasse, m (kg/m^2). Lydisolasjonen øker med økende flatemasse. For massive enkeltvegger av porebetong kan laboratoriemålte verdier for luftlydindeks uttrykkes ved følgende empiriske formel:

$$\begin{aligned} R_w &= 38,3 + 27,5 \cdot \lg(m/100) \text{ dB} \\ m &= \text{veggenes flatemasse i kg/m}^2 \end{aligned}$$

For å ivareta veggens lydisolerende evne må alle fuger være tette, også stussfugene.

Detaljer må gjennomarbeides slik at en unngår luftlyd- eller strukturlydgjennomganger.

Lydskillevegger kan bygges opp som massiv vegg eller dobbeltvegg. For massive vegger kan om nødvendig lydisolasjonsevnen økes ved å benytte en strålingsminskende kledning på én side. Kledningen bør ha frittstående stendere for å oppnå

minst mulig lydoverføring. Vegger med to vanger (dobbeltvegg) bygges opp med et hulrom på f.eks. 50 mm. Her plasseres en mineralullplate som sikrer at hulrommet blir gjennomgående og demper langsgående lydsvingninger i hulrommet. Vangene bør ha så lite kontakt som mulig.

Noe lyd vil forplante seg fra et rom til et annet via tilstøtende konstruksjoner. Slik lyd kalles flanketransmisjon, F.

Antatt flanketransmisjon må trekkes fra luftlydindeks oppnådd i laboratoriet før sammenligning med forskriftskrav gjøres. Normalt regnes flanketransmisjon å utgjøre ca. 3dB. Murkatalogens anvisning P9 Murte innervegger gir tallverdier for ulike konstruksjoner.

7 Branntekniske egenskaper

7.1 Generelt

Etter byggforskriftene skal bygningsdeler og byggevarer som det stilles branntekniske krav til, klassifiseres på grunnlag av brannprøving etter fastsatte metoder eller teoretiske beregninger. Etter NS 3919 Brannteknisk klassifisering av materialer, bygningsdeler, kledninger og overflater inndeles alle bygge-

materialer i tre hovedgrupper etter brennbarhetsegenskapene: Brennbare, begrenset brennbare og ubrennbare materialer.

Porebetong tilhører den siste gruppen, dvs. at materialet ikke vil kunne bevirke at brann oppstår eller utvikler seg. I land hvor murverk kan sies å være bygningsindustriens basismateriale, er antall branner langt lavere enn hos oss. Nå er heller ikke de ubrennbare materialene likeverdige i brannteknisk forstand. Materialeegenskaper som vanninnhold, densitet og varmeledningsevne spiller en avgjørende rolle.

7.2 Brannmotstand i murverk i porebetong

Brannmotstand er et uttrykk for den tid i minutter (T) bygningsdelen kan stå utsatt for en brannpåkjenning tilsvarende et normert tid/temperaturforløp, med ivaretagelse av de branntekniske egenskaper det stilles krav til.

Brannmotstand regnes som overskredet når:

- Den dimensjonerende belastning ikke lenger kan opptas
- Man får utilsattelig overføring av varme til den ueksponerte side av bygningsdelen, dvs. når midlere temperaturøkning på den ueksponerte side overskrider 140 °C, eller temperaturøkningen på lokale deler av flaten overskrider 180 °C
- Bygningsdelen ikke lenger kan forhindre spredning av flammer og branngasser

Brannprøver blir lagt opp med henblikk på å undersøke disse forhold. Brannteknisk prøving av byggevarer og konstruksjoner finner normalt sted ved Norges Branntekniske Laboratorium, Trondheim.

En murveggs oppførsel under og etter en brann bestemmes av delmaterialenes egenskaper, og hvordan de samvirker. Selv om brannpåkjenning i stor grad påvirker murverkets egenskaper (kfr. kap. 7.3), tilsier erfaringer fra reelle branner og brannteknisk prøvning at murverk normalt bibeholder sine egenskaper både under og etter en brann. Porebetongmurverk har generelt god mekanisk styrke, lav varmeledningsevne og høy varmekapasitet pr. volumenhet, hvilket gjør at temperaturen i yttersjikt og innover i veggen øker forholdsvis langsomt ved brann. Store deler av tverrsnittet blir således uberørt av brannen og kan opprettholde sine opprinnelige egenskaper.

Tabell 7.2 gir deklarererte verdier på brannmotstand for vegger av porebetong.

7.3 Porebetongens og murverkets

fasthetsegenskaper ved høye temperaturer

Brannens påvirkning på materialet avhenger av temperatur og varighet. I en murt konstruksjon er det ikke minst mørtelfugene som får betydning for endringer av murverkets bæreevne etter en brannpåkjenning. Ved vurdering av en brannpåkjent konstruksjons bæreevne, må flere forhold tas i betraktning:

- evt. redusert blokkfasthet

Veggtkjelse mm	Ikke bærende vegg upusset	Bærende vegg upusset
50	EI 30	
75	EI 90	
100	EI 120	
150	EI 240	REI 240
200	> EI 240	> REI 240
240	> EI 240	> REI 240

Tabell 7.2. Brannmotstand for vegger av porebetong

- evt. redusert mørtelfasthet og samvirke mørtel/blokk
- evt. redusert bæretvernsnitt
- evt. riss og sprekkdannelser, deformasjon o.l.
- evt. redusert forankring eller avstivning
- evt. redusert effekt av armering

Man mangler i noen grad systematiske data for de fasthetsforringelser en brann påfører murverket. Dette vanskeliggjør en brannteknisk dimensjonering av murte konstruksjoner. Men ut fra en rekke forsøk som er gjort har man kunnet påpeke noen generelle egenskaper ved murverk utsatt for høye temperaturer:

Trykkfasthet

Porebetongens egenfasthet reduseres først ved temperaturer over ca 740 °C.

Det sementbaserte limet i fugene går i oppløsning når temperaturen overstiger ca. 570 °C. Murverkets fasthetsegenskaper vil derfor bestemmes av hvor stor del av tverrsnittet som er oppvarmet til disse temperaturene.

Sterk og langvarig oppvarming gir sprekkdannelser. Dette beror på at kjemisk bundet vann fordampes, og materialet krymper. Vegger utsatt for ensidig brannbelastning kan få utbøyning inn mot veggens brannside. Utbøyningen vil være størst for slanke vegger. Dersom veggen er lastbærende, kan den under brannen få redusert bæreevne fordi utbøyningen gir utilsiktet lasteeksentrisitet. Etter avsluttet brannpåkjenning og avkjøling vil utbøyningen helt eller delvis gå tilbake.

Bøystrekkfasthet/heftfasthet

Mer kritisk enn for trykkfastheten kan imidlertid brannpåkjenning være for murverkets bøystrekkfasthet, som er bestemmende for veggens bæreevne for horisontallast, f.eks. utvendig eller innvendig vindlast.

Bøystrekkfastheten for murverk med vertikal spennretning er en funksjon av egenfastheten i blokkmaterialet eller samvirket mellom mørtel og blokk i murverkets liggefuger. Ved økende brannpåkjenning og temperatur taper materialene en del av sin bøystrekkfasthet og antagelig reduseres også heftfastheten mellom mørtel og blokk i samme grad.

Bøystrekkfastheten i horisontal spennretning påvirkes av mengden av armering i liggefugene. Armeringen i fugene er overdekket med sementmørtel. Ved påkjenning av høye temperaturer vil stålet utvide seg kraftig, og det oppstår heftbrudd mellom armering og mørtel. Armeringens mørteloverdekning kan bli ødelagt, men det er vanskelig å angi hvor mye veggens bæreevne blir redusert.

Oppsprekking av konstruksjoner

Ensidig oppvarming vil medføre krumming med den konvekse siden mot brannsiden. I forbindelse med krummingen kan det oppstå vertikale riss og sprekkdannelser på den ueksponeerte siden. Hvor veggen er fastholdt, f.eks. i hjørner, kan det lett oppstå sprekker. Normalt vil sprekken imidlertid ikke være

gjennomgående.

For bærende vegger må det vurderes om sprekkdannelsen har betydning for veggens statiske funksjon.

