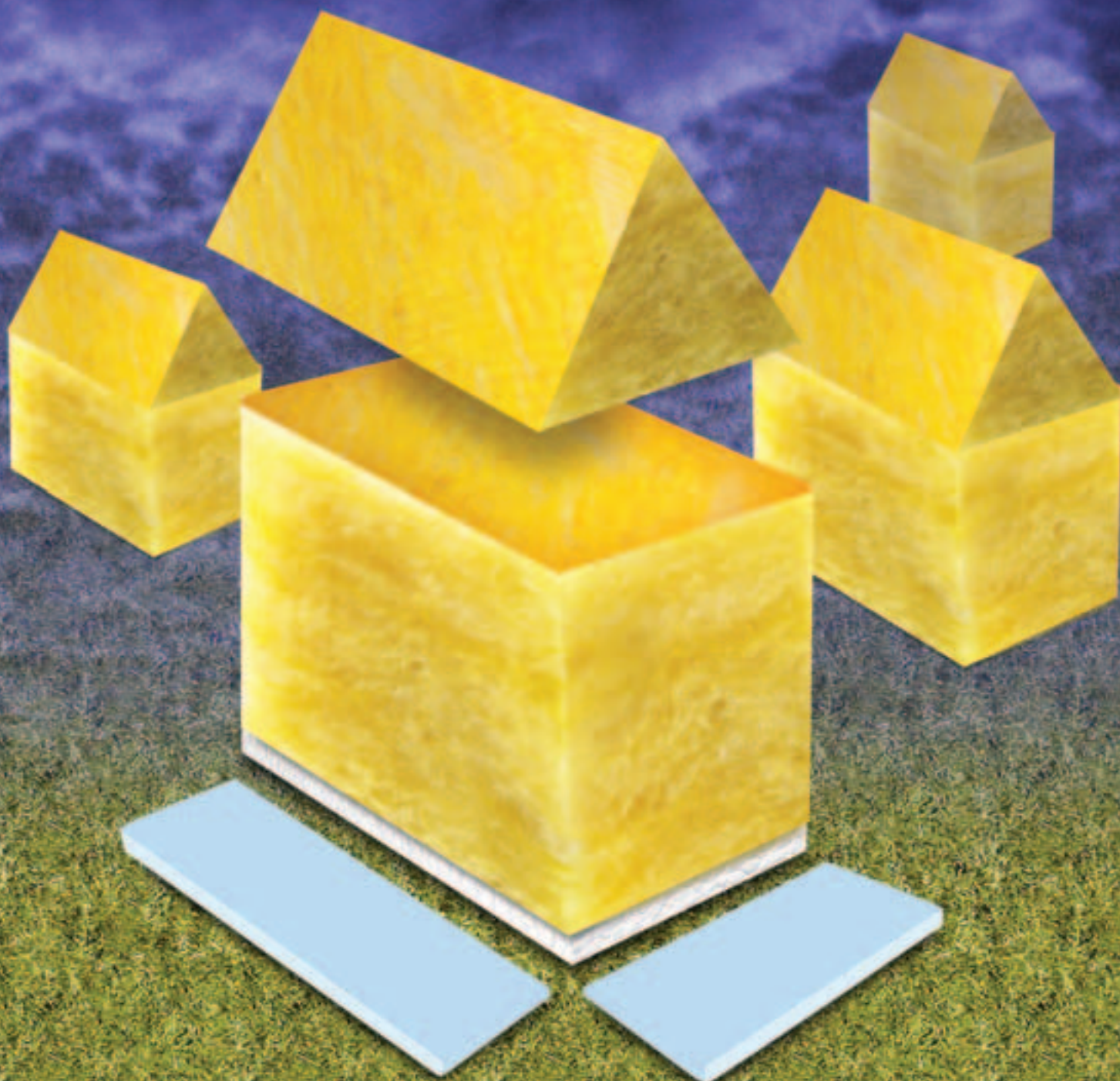


BOLIGISOLERING

KONSTRUKSJONER - FORSKRIFTER - TEORI



Isolering

Den beste energien er den som ikke ble produsert. Den som ble igjen som urørt natur og brusende fossefall. Derfor er varmeisolasjonsprodukter en av samfunnets beste miljø-investeringer. Isolering reduserer energiforbruket, sparer miljøet og øker komforten.

Det kalde klimaet i Norge gjør at varmeisolering er blitt en svært viktig del av vår byggeteknikk. Allikevel bruker vi flere milliarder kroner til å varme opp våre bygninger. I et klima som vårt er det derfor meget gode grunner, både av hensyn til komfort, privat- og nasjonaløkonomi og samfunnets ressurser, til å varmeisolere våre bygninger ekstra godt. Spesielle varmeisolerende materialer i bygningsdeler kom i vanlig bruk i 1950-årene. Isolasjonstykkelsene har økt i takt med krav til boligstandard og økte energipriser, noe som igjen har ført til stadig skjerping av forskriftskrav. En bolig i dag har kun 1/3-del av varmetapet i forhold til en bolig for omlag 50 år siden.

Isolasjon

Ordet isolasjon og verbet isolere har sin opprinnelse i det latinske ordet insula som betyr øy. Å isolere betyr egentlig å skille fra hverandre, som en øy skilt fra land. Dette stemmer jo bra, for ved varmeisolering prøver vi å skille et varmere og et kaldere klima fra hverandre. Det er imidlertid viktig å holde klart for seg at i praksis kan aldri denne atskillelsen bli total. I en bygningskonstruksjon plassert mellom to ulike temperaturer vil det alltid foregå en varmetransport. Det vi derimot kan oppnå er å bremse varmestrømmen. Gjennom bruk av gode varmeisolasjonsmaterialer kan den varmemengde som unnslipper bygningen reduseres betraktelig.

Glassull

Hovedkomponentene, i både vanlig glass og i glassull er sand, soda og kalk. I vår glassullproduksjon benytter vi også en stor andel (70 %) resirkulert glass. I smeltet tilstand ved rundt 1400 °C blir glasset ført inn i en veldig hurtig roterende metallring som vi kaller spinner. Glasset spinnest ut gjennom hullene i spinneren og formes til lange, tynne tråder. En varm luftstrøm drar fibre ytterligere ut til en diameter på ca. 0,005 mm, som tilsvarer 1/20-del av tykkelsen til et hårstrå. Fibrene påsprøytes bindemiddel og samles opp på et transportbånd, der de danner en tykk hvit glassullmatte. Produktets endelige form og egenskaper bestemmes av transportbåndets hastighet og av høyden mellom båndene når produktet passerer herdeovnen. Glassullens karakteristiske gule farge kommer etter at bindemiddelet er herdet. Bindemiddelet binder de enkelte fibre sammen i berøringspunktene og gir produktene gode mekaniske egenskaper. Den sammenhengende matten skjæres til forutbestemte bredder og lengder, slik at vi får produktene vi kjenner som plater og ruller. Glassull er svært elastisk og komprimeres opptil 75 % ved emballering. Produktet har dermed et adskilling mindre lagring- og transportvolum enn isolasjonsvolum.

INNHold

Lavenergiboliger	4
Produkter	5
Takkonstruksjoner	8
Yttervegger	12
Skillevegger	17
Etasjeskiller	22
Gulvkonstruksjoner	28
Forskrifter	32
Teori	37
Varmeisolering	38
Lydisolering	45
Brannisolering	48
Kombinasjon, lyd/brann	51
Fukt	52
Diverse konstruksjoner	
Badstue	54
Kjølerom	55
Dytting og fugetetting	56
Isolering av kalde konstruksjoner	57
Hytter og torvtak	58
Garasjer	59
Frostbeskyttelse	59
Isolering mot utendørs støy	60
Trapperom	61
Gulvvarme	62
Forankring og avstivning	63
Logistikk	64
Supplerende forskriftskrav, ...	65
Begreper og uttrykk	66
Litteraturhenvisninger	67

Lavenergiboliger

Boliger kan gjøres betydelig mer energieffektive enn det som er vanlig i dag. Oppvarmingsbehovet kan halveres ved å isolere boligen bedre, bruke superisolerende vinduer, installere balansert ventilasjon med varmegjenvinning og bygge husene tette slik at man unngår luftlekkasjer.

Vi vil påstå at dagens standard er et "høyenergihus". I dag bygges det etter forskriftens minimumskrav. Inntil nå (2004) har boligprodusentene levert deg den dårligste standarden de har lov til å gi deg. Flere husleverandører jobber med lavenergikonsepter, om få år er det nok dette som blir "standard".

Det mest grunnleggende i forhold til å spare energi er å heve isolasjonsstandarden på boligen.

Vi skiller gjerne mellom passive og aktive energiltak. Passive tiltak er ikke noe annet enn at man isolerer boligen bedre enn forskriftens minimumsstandard. Dette vil gi varige verdier til beboeren og man vil spare energi i all fremtid, i motsetning til tekniske installasjoner (aktive tiltak) som har begrenset levetid og ikke minst et vedlikeholdsbehov. Det er særlig bedre isolerte vegger og tak, bedre varmegjennvinning og reduserte luftlekkasjer som vil gi de største besparelsene.

Hvordan bygge et lavenergihus?

- Godt isolerte konstruksjoner
 - 25 - 40 cm isolasjon i vegger
 - 40 - 50 cm isolasjon i tak
 - 25 - 35 cm isolasjon i gulv
 - bruke utvendig isolering i vegger mot terreng
- Bruke vinduer med 3-lags energiruter
- Redusere vindusarealet (ned mot 15 % av gulvarealet)
- Legge fuktspærren 5 cm inn i veggen (den blir ikke perforert pga rør og kabelføringer)
- Bygg tettest mulig, luftlekkasjer må unngås
- Begrens bruken av karnapper og arker
- Mekanisk ventilasjon med varmegjenvinning
- Vær nøye med detaljer rundt topp grunnmur, vindus-smug, bjelkelag og tak, hvor det må tettes og isoleres nøye (unngå kuldebroer)
- Alt utstyr som avgir varme plasseres innenfor isolasjonssjiktet





Glava Multi Rull A 37 i 150 mm tykkelse er tilpasset 1 1/2 normal stenderhøyde og monteres uten kapp og spill når det skjæres etter avpassede skjærespor. 1 pakke dekker hele 3 veggfakk.



Glava Raftplate er en formskåret glassullplate med impregnert kraftpapir. Benyttes til isolering langs raftene istedenfor tradisjonell rafteskuffe og isolasjon som må tilpasses. Gir rask montering og sikrer luftespalten.



Glava på rull benyttes gjerne også i tak. På bildet vises Glava på rull i etasjeskille- ren. Direkte utrulling av isolasjon i etasjeskille- ren gir rask montering.



Med Glava Takstolplate monteres isolasjonen i taket i en operasjon. Vekten på en 300 mm Glava Takstolplate er bare 3,5 kg.



Glava Vindsperre i full etasjehøyde gir et minimum av skjøter og et godt og sikkert resultat. Merk at vindspærren er særdeles transparent som innebærer at stenderen synes. Den transparente vindspærren gir også et svært godt lys inne.



Glava Skjærebord er et sammenleggbart arbeidsbord i aluminium. Bruk av bordet innebærer en bedre og riktigere arbeidsstilling. Samtidig oppnås et bedre isolasjonsresultat gjennom rette og eksakte snitt.



Som isolasjon utenpå mur er kun det beste godt nok. Skadene vises først etter flere år og kostnadene ved utbedring blir uforholdsvismessig dyre. Styrofoam Perimate DI-A opptar minimalt med fuktighet og har særdeles høy trykkstyrke.



Isotherm Ringmurselement er en kombinert forskaling med ferdigbehandlet overflate av fibersement. Samme element brukes både som rett-element og til innvendige og utvendige hjørner.

GLASSULL

Glassull er det mest brukte isolasjonsmateriale i boliger. Et bredt vareutvalg dekker de fleste bruksområder innenfor varmeisolering, brannisolering og støydemping. Glassull-produktene er tilpasset bygningskonstruksjonene, dagens krav og forskrifter. Glassullens viktigste bruksområde er varmeisolering i bygninger, først og fremst i vegger, tak og bjelkelag, men også til isolering av rør og ventilasjonskanaler, samt akustiske himlinger.

Hovedkomponentene, i både vanlig glass og i glassull er sand, soda og kalk. I vår glassullproduksjon benytter vi også en stor andel (70 %) resirkulert glass. Glassull er svært elastisk og komprimeres opptil 75 % ved pakking. Produktet har dermed et adskilling mindre lagring- og transportvolum enn bruks-volum.

Plater

Glassull leveres i plateformater og rullelengder. Alle platene har en lengde på 1200 mm, mens bredden varierer i forhold til bruksformålet. Vårt standard produkt Glava Plate er 570 mm bred, og dekker både 36 og 48 mm trevirke. Vi har også andre bredder, for eksempel 605 mm tilpasset bruk av stålstendere.

Ruller

I stedet for å kutte produktet for hver 1200 mm, rulles produktet sammen i lengder opptil 18 meter avhengig av tykkelsen. Dette fører til færre skjøter under monteringen, og i tillegg vil det redusere mengden av kapp og spill.

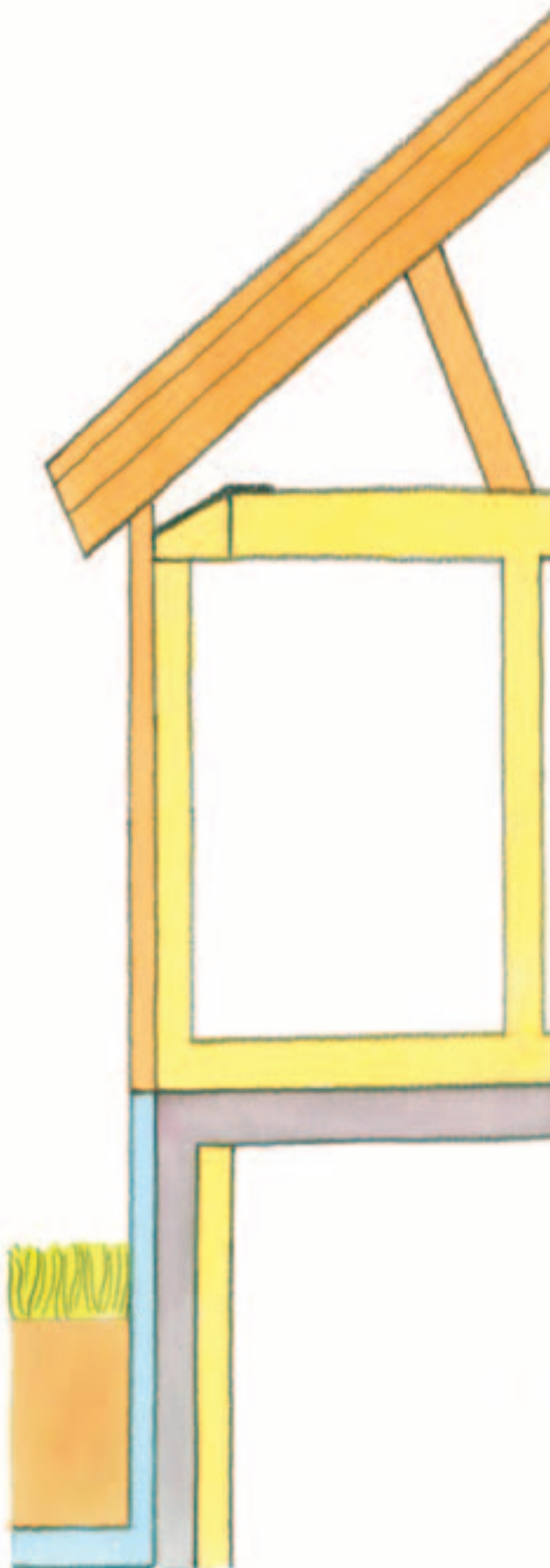
SKUMPLAST

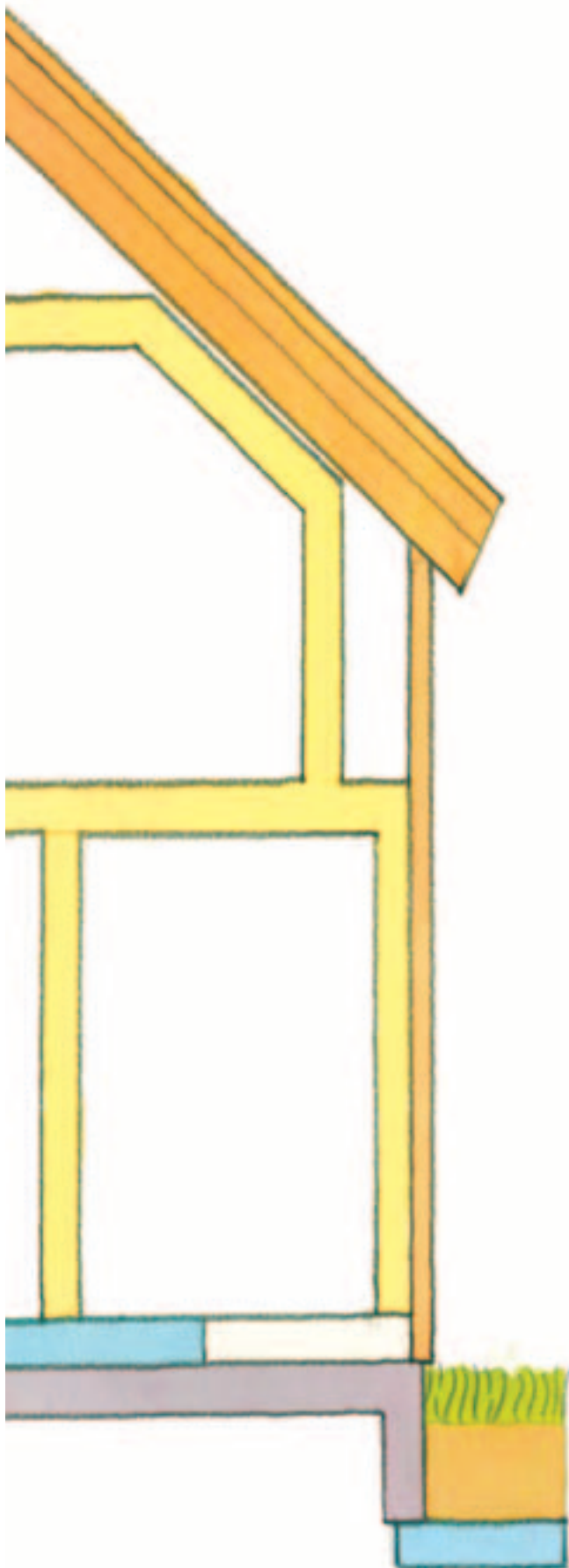
Skumplast benyttes i bakken, som frostsikring og isolering av fundamenter, ringmurer, gulv på grunn og utvendig isolering av kjellervegger.

Ekstrudert polystyren, XPS, skiller seg fra den andre skumplasttypen EPS, *ekspandert polystyren*, ved at den har en lukket cellestruktur. Dette fører til at produktet får bedre fuktekniske egenskaper og bedre varmekonduktivitet. XPS har også betydelig høyere trykkfasthet enn EPS. Produktet er dermed ypperlig til fundamentering og markisolering. XPS er det eneste isolasjonsmaterialet som tillates lagt udrenert i grunnen. Ekstrudert polystyren finnes i ulike trykkstyrker (fra 90 - 225 kN/m² langtidstrykkfasthet ved 2 % deformasjon) og kan derfor benyttes under alt, over alt.

Ekspandert polystyren, EPS, er et rimeligere produkt enn XPS, men produktet har derimot ikke samme trykkstyrke og fuktekniske egenskaper som XPS. EPS bør derfor benyttes i forbindelse med drenerte løsninger, det vi si gulv på grunnen løsninger samt i forbindelse med drenerte grunnmursløsninger. Langtidstrykkfasthet for ekspandert polystyren ved 2 % deformasjon vil ligge fra 20 - 80 kN/m².

Styrofoam er eneren blant XPS- produktene og kjennetegnes ved godt dokumenterte langtidsegenskaper, slik som meget høy isoleringsevne, lavt fuktopptak, gode trykkfasthetsverdier (alle med 50 årsverdier) og den blå fargen.





SPESIALPRODUKTER

Glava Veggrull

Til lyd- og varmeisolering av innvendige vegger. Produktet er tilpasset standard vegg høyde og passer direkte inn i fakkert uten kapp og spill, og er dermed det optimale valg.

Glava Multi Rull

Produktet anvendes til isolering av yttervegg. Det er et konstruksjons-tilpasset produkt som Veggrull. Multi Rull er tilpasset 1½ normal stenderhøyde.

Glava Takstolplate

Dette er et produkt til varmeisolering av tak med kaldt loft. Platen har utskjæring for undergurten i takstolen slik at det over undergurten oppnås et sammenhengende isolasjonssjikt.

Glava Stålstenderplate/-rull

Benyttes til varme-, lyd- og brannisolering av vegger med stålstendere.

Glava I-bjelkeplate

Glassullplate med utskjæring for flensene på den ene platesiden, beregnet der det benyttes I-bjelker.

Glava Murplate

Spesialbehandlet glassullplate til bruk på steder med litt større fuktbelastning enn normalt. Glava Murplate benyttes for eksempel i hulrom i skallmurvegger, bak en teglforblendet vegg og til støyskjermer.

Glava Trinnlydplate

Trykkfast glassullplate som benyttes til lydisolering av etasjeskillere med flytende gulv. Spesielt beregnet for å redusere trinnlydnivået, men kan også benyttes som tynnsjiktisolering i f. eks. bade- og kjellergulv.

Glava Lydplate

Til lydisolering av tynne veggkonstruksjoner. I de aller fleste tilfeller vil Glava Plate/Rull A37 og 40 være et rimeligere, men lydmessig likverdig alternativ.

Glava Dyttestrimmel

Produkt som benyttes til isolering rundt dører og vinduer, samt tetting av smale åpninger og fuger.

Glava Rafteplate

Formskåret glassullplate med impregneret kraftpapir. Benyttes ytterst mot raftet ved isolering mot kalde loft. Kraftpapiret skal hindre luftgjennomstrømming i isolasjonen.

Glava Sydd matte

Glassullmatte innsydd i asfaltimpregneret kraftpapir og som blant annet benyttes til etterisolering av kalde loft og opp- førede trettak.

Glava Vintermatte

Glassullmatte innsveiset i sterk plastfolie. Benyttes som frostbeskyttelse over nystøpte betongdekker, utgravde tomter, grøfter o.l.

Isotherm Ringmurselement

Kombinert forskaling og isolering av ringmur med ferdig behandlet overflate av fibersement.

Perimate DI

Plater av XPS som fungerer som både varmeisolering og drenering av utvendig kjelleryttervegg.

Takkonstruksjoner

Generelt

- Det er meget viktig å få til et kontinuerlig lufttett sjikt i taket, slik at luftlekkasjer hindres og dermed reduserer faren for kondens.
- Takkonstruksjonen må forankres til veggen, som igjen er forankret til fundament, for å hindre at taket blåser av i sterk vind.
- Tre og andre råteutsatte materialer må ikke stenges inne mellom to dampette sjikt. Dette for å unngå mugg og råteskader.
- Å la isoleringen følge hele skråtaket er en god løsning som er lett å utføre.



- Dampette undertak må ha et ventilert luftsikt på undersiden for at fuktighet skal kunne slippe ut.
- Takkonstruksjoner over oppvarmede rom må luftes både for å hindre at snø skal smelte (og fryse til is ved takutstikket) og for at fuktighet skal kunne tørke ut.
- I takkonstruksjoner vil 2-lags isolering ofte være hensiktsmessig. Ruller kan ruller ut kontinuerlig i f.eks. overgangen mellom skråvegg og hanebjelke.
- I takkonstruksjoner hvor det benyttes hanebjelke og knevegg kan isolasjonstykkelsen med fordel økes utover forskriftskravet uten at det stjeler bruksvolum.

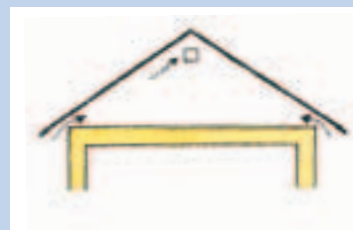
Kalde loft

- Glava Takstolplate, som finnes både med og uten papir, har utskjæring for undergurten i takstolen, slik at man får et kontinuerlig isolasjonssjikt over bjelken / undergurten.

- Glava Rafteplate benyttes innerst ved raftet. Platen er form-skåret og belagt med impregneret kraftpapir som fungerer som vindbeskyttelse.



- Når det ikke benyttes Takstolplate bør første isolasjonslag ha samme tykkelse som høyden på undergurten/bjelken. Deretter ruller neste isolasjonslag ut på tvers for å redusere faren for gjennomgående åpninger.
- Skal loftet benyttes til lagringsplass må det lektes opp til samme høyde som isolasjonstykkelsen, for gulvbord/plater legges ut.



- Det øverste isolasjonslaget mot det kalde loftet bør ha papir på overflaten for å redusere sjansen for konveksjon samt å hindre at kald luft får sirkulere/utlufts isolasjonen. Et produkt med papir vil også hindre at støv og smuss trenger ned i isolasjonen.
- Benyttes det ikke papirbelagt isolasjon, anbefaler vi at det legges en stripe (ca. 1 m) med f. eks. forhudningspapp over isolasjonen langs raftet. Dette for å hindre utlufting av isolasjonen.

Forskriftskrav TAK for boliger

Varme	U-verdi	$0,15 [W/m^2K] \geq$	
Lyd	Lydtrykknivå fra utendørs kilde, $L_{A,eq,24h}$	$\geq 30 \text{ dB}$	
Brann	1 og 2 etasjer	Bærende R 30 ¹ /D-s2,d0 (B 30)	Branncellebegrensende EI 30 ¹ /D-s2,d0 (B 30)
	3 og 4 etasjer	Bærende R 60/A2-s1,d0 (A 60)	Branncellebegrensende EI 60/D-s2,d0 (B 60)
	5 eller flere etasjer	Bærende R 90/A2-s1,d0 (A 90)	Branncellebegrensende EI 60/A2-s1,d0 (A 60)

¹ Brannmotstanden kan reduseres i enkelte tilfeller, se veiledning til Teknisk forskrift

Skråtak med massive sperrer av tre

På taksperrere legges vindsperre av f.eks. porøse asfalt-impregnerte trefiberplater. Taktro føres opp minimum 50 mm for å gi god lufting. Hele sperrehøyden fylles med glassull. Fuktsperre (0,15 mm) monteres på undersiden av sperrere, slik at folieskjøten overlappes 0,5 m inn over tak og vegg.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Sperre høyde [mm]	U-verdi [W/m ² K]			
		36 mm sperre		48 mm sperre	
		A 37	40	A 37	40
200	198	0,21	0,22	0,22	0,23
225	223	0,19	0,20	0,19	0,21
250	246	0,17	0,18	0,18	0,19
275	271	0,16	0,17	0,16	0,17
300	296	0,15	0,15	0,15	0,16
325	321	0,14	0,14	0,14	0,15
350	346	0,13	0,13	0,13	0,14
400	396	0,11	0,12	0,12	0,12

Brannmotstand	REI 15 / REI 30 ^{1,2}
---------------	--------------------------------

¹ Forutsetter himling av 15 mm branngips. ² Forutsetter min. 250 mm fastholdt isolasjon. Stålrådnett/stålråd eller 23 x 48 mm trelekter c/c 400 mm og kledning

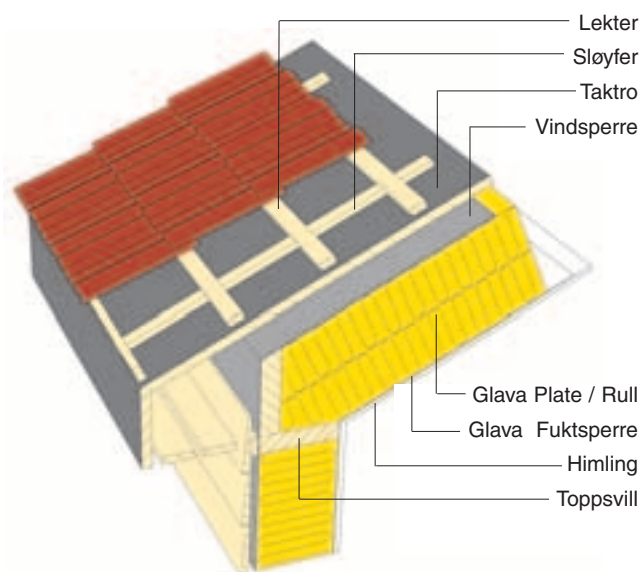


Fig. 1

Skråtak med kombinert undertak og vindsperre

Takkonstruksjon med undertak som er vindtett, vanntett og samtidig diffusjonsåpent. Det vil fungere som både undertak og vindsperre i ett. Luftesjiktet blir da direkte under tekningen av takstein eller plater. Sløyfene bør være høyere enn normalt, f.eks. 36 mm, for å sikre tilstrekkelig utlufting. Hele sperrehøyden fylles med glassull. Fuktsperre (0,15 mm) monteres på undersiden av sperrere, slik at folie-skjøten overlappes 0,5 m inn over tak og vegg.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Sperre høyde [mm]	U-verdi [W/m ² K]			
		36 mm sperre		48 mm sperre	
		A 37	40	A 37	40
200	198	0,21	0,22	0,22	0,23
250	246	0,17	0,18	0,18	0,19
275	271	0,16	0,17	0,16	0,17
300	296	0,15	0,15	0,15	0,16
325	321	0,14	0,14	0,14	0,15
350	346	0,13	0,13	0,13	0,14

Brannmotstand	REI 15 (B 15) / REI 30 ^{1,2} (B 30)
---------------	--

¹ Forutsetter himling av 15 mm branngips. ² Forutsetter min. 250 mm fastholdt isolasjon. Stålrådnett/stålråd eller 23 x 48 mm trelekter c/c 400 mm og kledning

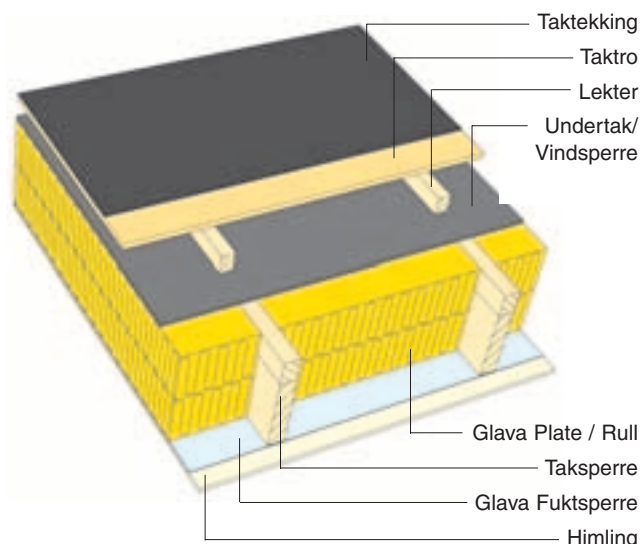


Fig. 2

Skråtak med sperrer av I-bjelker

Øvre flens på I-bjelken utnyttes for å oppnå et ventilt luftrom over de asfaltimpregnerte trefiberplatene. I-bjelker med bred flens (70 mm) anbefales benyttet slik at trefiberplatene får lettere montering og bedre klemming. Hulrommet isoleres med Glava I-bjelkeplate. Det kan også legges Glava Stålstenderplate/rull i steget i kombinasjon med Glava Plate/Rull i hulrommet. Fuktsperre (0,15 mm) monteres på undersiden av sperrere, slik at folieskjøten overlappes 0,5 m inn over tak og vegg.

Isolasjons- tykkelse [mm]	I-bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/m ² K]		Brann- motstand
		A 37	40	
200	250	0,20	0,21	REI 15 (B 15) REI 30 ¹ (B 30)
250	300	0,16	0,17	
300	350	0,14	0,14	
350	375	0,12	0,13	
400	450	0,10	0,11	

¹ Forutsetter himling av 15 mm branngips

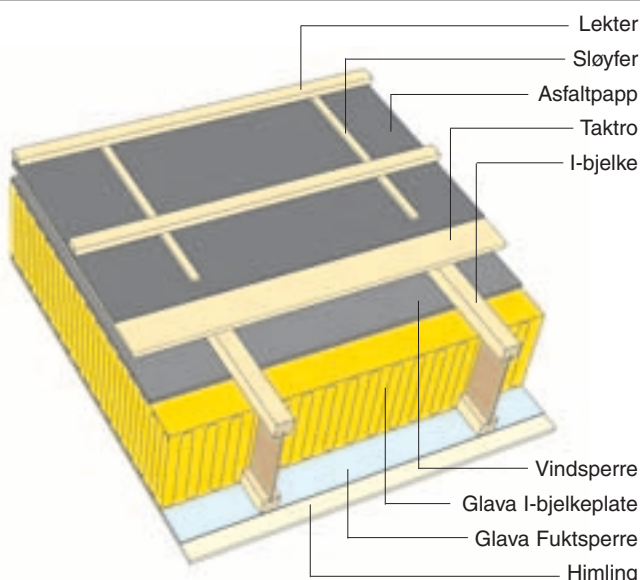


Fig. 3

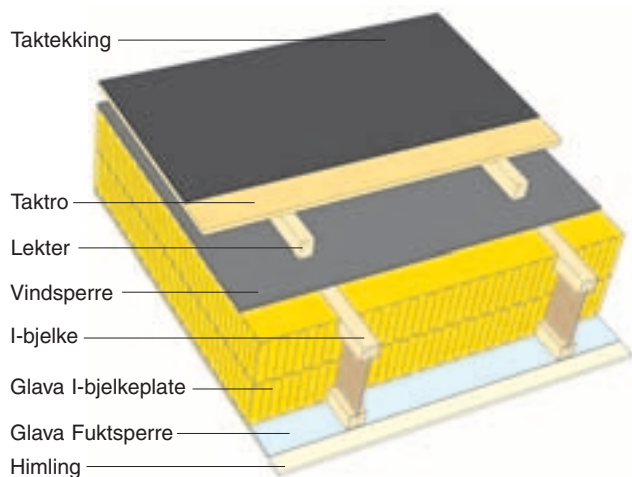


Fig. 4

Skråtak med sperrer av I-bjelker m/påføring

På I-bjelkene monteres vindsperre. Taktro føres opp minimum 50 mm for å gi god lufting. Hele I-bjelken fylles med glassull. Hulrommet isoleres med Glava I-bjelkeplate. Det kan også legges Glava Stålstenderplate/rull i steget i kombinasjon med Glava Plate/Rull. Fuktsperre (0,15 mm) monteres på undersiden av sperrene, slik at folieskjøten overlappes 0,5 m inn over tak og vegg.

Isolasjons- tykkelse [mm]	I-bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/m²K]		Brann- motstand
		A 37	40	
200	200	0,20	0,21	REI 15 (B 15) REI 30¹ (B 30)
250	250	0,16	0,17	
300	300	0,14	0,14	
350	350	0,12	0,13	
400	400	0,10	0,11	
450	450	0,09	0,10	
500	500	0,09	0,09	

¹ Forutsetter himling av 15 mm branngips

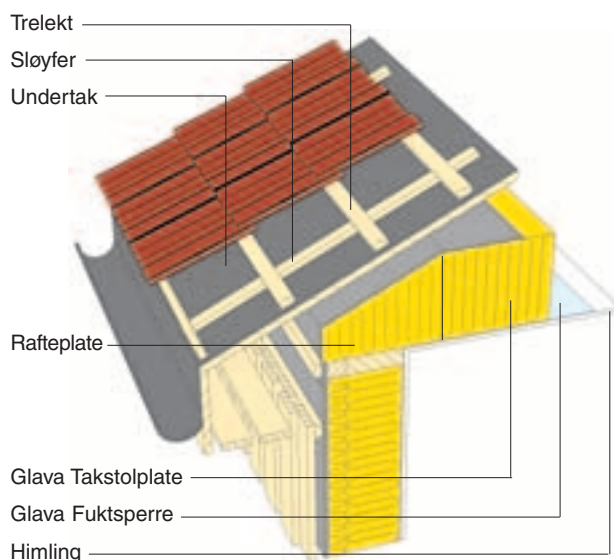


Fig. 5

Tak med kaldt loft

Det benyttes Glava Takstolplate og Glava Rafteplate. Rafteplate med impregnert kraftpapir sørger for fri åpning mot luftspalten i raftet. Ved bruk av Takstolplate får vi et kontinuerlig isolasjonssjikt over undergurtene. Benyttes det ikke papirbelagt isolasjon, anbefaler vi at det legges en stripe (min. 1 m) med f.eks. forhudningspapp langs raftet. Skal loftet benyttes til lagringsplass, må det lektes opp til samme høyde som isolasjonen før gulvbord/plater legges ut. Fuktsperre monteres med overlapping på undersiden av sperrene.

Isolasjons- tykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K]			
	48 x 98 mm undergurt		48 x 148 mm undergurt	
	A 37	40	A 37	40
150	0,25	0,26	0,27	0,28
200	0,19	0,20	0,20	0,21
250	0,15	0,16	0,16	0,17
275	0,14	0,15	0,14	0,15
300	0,13	0,14	0,13	0,14
350	0,11	0,12	0,12	0,12
400	0,10	0,11	0,10	0,11
Brannmotstand		REI 15 (B 15) REI 30¹ (B 30)		

¹ Forutsetter himling av 15 mm branngips

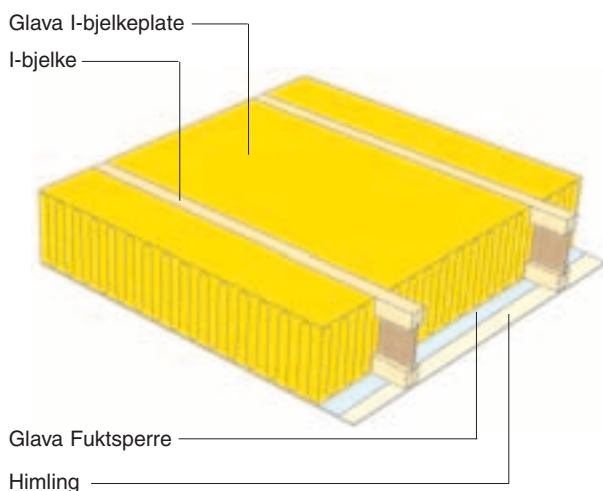


Fig. 6

Tak med kaldt loft, I-bjelker

Mellom I-bjelkene benyttes Glava I-bjelkeplate, eventuelt kan Glava Stålstenderplate benyttes i kombinasjon med vanlig A 37 - Plate/Rull. Er ønsket isolasjonstykkelse høyere enn nødvendig I-bjelkehøyde, rull ut et isolasjonslag på tvers av bjelkeretningen. Skal loftet benyttes til lagringsplass, må det lektes opp til samme høyde som isolasjonen, før gulvbord/plater legges ut. Fuktsperre (0,15 mm) monteres på undersiden av sperrene, slik at folieskjøten overlappes 0,5 m inn over tak og vegg.

Isolasjons- tykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K]		Brann- motstand
	A 37	40	
200	0,19	0,21	REI 15¹ (B 15) REI 30² (B 30)
220	0,18	0,19	
250	0,16	0,17	
300	0,13	0,14	
350	0,12	0,12	
400	0,10	0,11	
450	0,09	0,10	

¹ Forutsetter himling av 12,5 mm gipsplate eller 12 mm sponplate og fastholdt isolasjon. ² Forutsetter himling av 15 mm branngipsplater

Oppfôret tretak på betong

Tretaket bygges vanligvis opp med sviller og stolper med dimensjon 48 x 98 mm. Det legges ut ett lag Glava Plate/Rull i 50 mm tykkelse slik at platene fyller rommet mellom svillene. Deretter rulles det ut Glava Rull i ønsket tykkelse på tvers av det første laget. Hulrommet mellom stolpene fylles med strimler av glassull i tykkelse tilsvarende det andre laget. Isolasjonen legges før taktro monteres. Det bør være minimum 0,4 m klaring mellom isolasjonen og tretakets laveste punkter. Horizontal avstivning ivaretas som regel av gesimsoppbygget eller f.eks. med skråbånd.

Isolasjons-tykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K]		Brann-motstand
	A 37	40	
200	0,19	0,20	Avhengig av betongdekkets tykkelse og armering
250	0,15	0,16	
300	0,13	0,14	
350	0,11	0,12	
400	0,10	0,11	

U-verdien forutsetter bjelke 48 x 98 mm

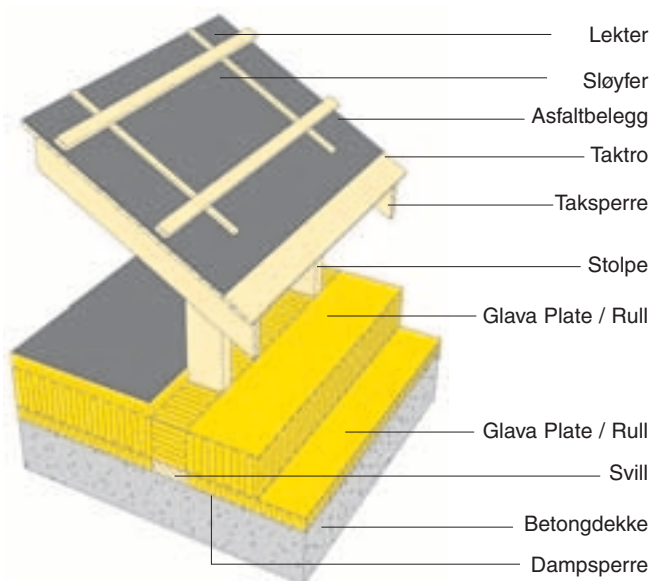


Fig. 7

Flatt yttertak

Glava Plate/Rull monteres mellom bjelkene. Forhudsningsspenn klemmes over skjøtene med skråskårde bjelker/lekter som danner fall. Under bjelkene monteres plastfolie med klemte skjøter, som må "tapes", ved gjennomføringer av rør, kanaler etc. Deretter legges himling av plater eller panel. Ved flate takløsninger anbefales det å benytte innvendig nedløp, for å hindre frysing.

Isolasjons-tykkelse [mm]	Bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/m²K]			
		36 mm bjelke		48 mm bjelke	
		A 37	40	A 37	40
200	198	0,21	0,22	0,22	0,23
250	246	0,17	0,18	0,18	0,19
275	271	0,16	0,17	0,16	0,17
300	296	0,15	0,15	0,15	0,16
325	321	0,14	0,14	0,14	0,15
350	346	0,13	0,13	0,13	0,14
400	396	0,11	0,12	0,12	0,13

Brannmotstand	REI 15 (B 15) REI 30' (B 30)
---------------	------------------------------

U-verdier beregnet med vindspærre av 12 mm asfaltimp. porøse trefiberplater. Ved bruk av papp, gips e.l. vil U-verdiene i tabellen bli ca. 0,01 W/m²K høyere.

¹ Forutsetter himling av 15 mm branngips

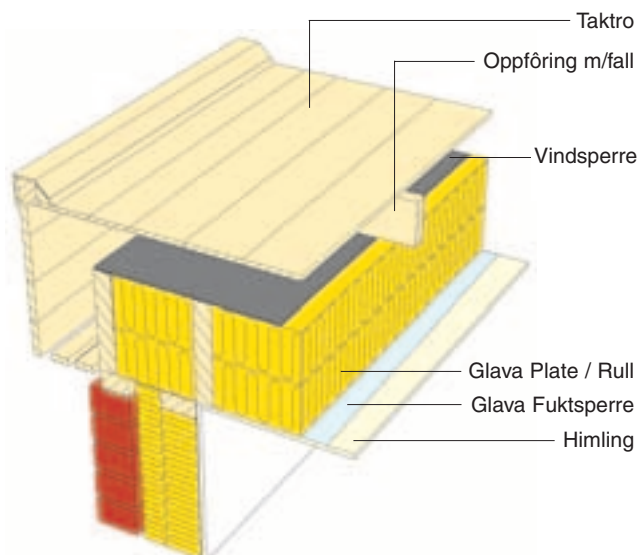


Fig. 8

Omvendte tak

I det omvendte taket ligger membranen beskyttet under isolasjonen som vanligvis er dekket med singel, heller, betongstein eller betong. Dermed ligger membranen beskyttet mot temperatur-svingninger, UV-stråling og mekanisk påvirkning. For at denne løsningen skal fungere tilfredsstillende må det brukes Styrofoam, som har en lukket cellestruktur. Isolasjonsklassen er avhengig av uttørkningsgruppe, utførelse og fuktopptak. Se forøvrig Styrofoam-brosjyren *Isolering av omvendte tak* og byggdetaljblad 525.207.

Isolasjons-tykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K]		Brannmotstand
	Isolasjonsklasse		
	34	37	
70	0,44	0,47	Avhengig av betongdekkets tykkelse og armering
100	0,32	0,35	
120	0,27	0,30	
150	0,22	0,24	
180	0,19	0,21	
200	0,17	0,19	
250	0,14	0,16	
300	0,12	0,13	
350	0,10	0,12	

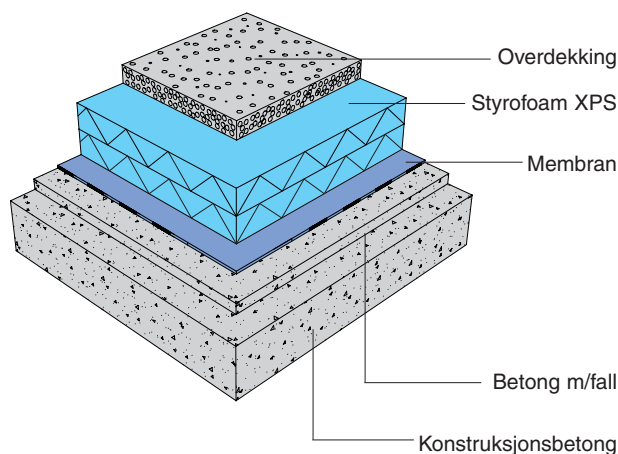


Fig. 9

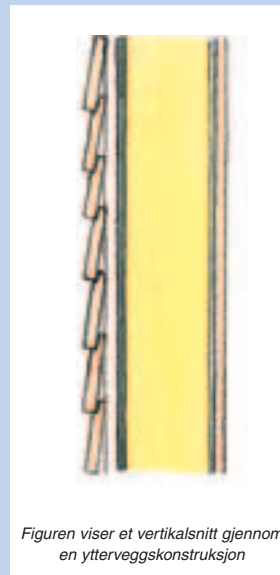
Yttervegger

Generelt

- Fuktsperren plasseres på varm side av isolasjonen. Den viktigste oppgave er å sikre innvendig lufttetting, samt å hindre at fuktighet fra inneluften skal diffundere ut gjennom konstruksjonen med påfølgende kondensasjon.
- I enkelte tilfeller kan det være fordelaktig å flytte fuktsperresjiktet, slik at inntil en 1/4-del av isolasjonen ligger på den varme siden av fuktsperren. Dette for å redusere faren for at blant annet elektriker skal ødelegge / perforere fuktsperren.
- Vindsperren plasseres utenfor varmeisolasjonen. Den skal hindre at vind blåser inn i og dermed reduserer effekten av varmeisolasjonen. Den skal også hindre at slagregn og annen fuktighet, som trenger igjennom ytterkledningen, skal trenge videre inn i konstruksjonen.
- Isolasjonsplatene bør fylle hulrommet fullstendig for å unngå konveksjon. Isolasjonseffekten er proporsjonal med isolasjonens tykkelse.
- For standard vegg høyde har vi et spesialtilpasset produkt, Glava Multi Rull A 37, som passer direkte inn i isolasjonsfaket uten spill.
- Veggene må vindavstives i veggplanet for å hindre forskyvninger. Benyttes det ikke platematerialer til innvendig kledning eller vindsperre, må en gå inn med separat avstivning i form av innfelte bord i stenderverket, stag e.l. (se forøvrig s. 63 Forankring og avstivning).
- På værutsatte steder må ytterveggene forankres til grunnmur for å hindre bevegelse/forskyvning.
- Husk å avstive/forankre bygget også under byggeperioden.
- Oppvarming av bygget kan først begynne **etter** at fuktsperre er montert.

Kjelleryttervegger

- For gjenfylte kjelleryttervegger anbefales det at minst 1/3-del av isolasjonen plasseres utvendig.
- Fuktsperre benyttes kun i innvendig påførede kjelleryttervegger med liten oppfyllingshøyde (inntil halve vegg-høyden). Innvendig fuktsperre hindrer uttørring av byggfukt og frarådes ved stor oppfyllingshøyde. Det bør av samme grunn heller ikke benyttes veggbelegg eller maling med stor dampmotstand.
- For utvendig kjellerytterveggisolering benyttes Floormate 200 SL-A når du skal tilbakefylle med drenerende masser. Perimate DI er alternativet der det tilbakefylles med stedlige masser. Perimate har dreneringer i overflaten, samt en pålimt duk.



Figuren viser et vertikalsnitt gjennom en ytterveggskonstruksjon

Forskriftskrav YTTERVEGGER for boliger

Varme	U-verdi, yttervegg		0,22 [W/m²K]
	Yttervegg i uoppvarmet kjeller		0,80 [W/m²K]
Lyd	Lydtrykknivå fra utendørs kilde, $L_{A,eq,24h}$		≥ 30 dB
Brann	1 og 2 etasjer	Bærende R 30 ¹ /D-s2,d0 (B 30)	Branncellebegrensende EI 30 ¹ /D-s2,d0 (B 30)
	3 og 4 etasjer	Bærende R 60/A2-s1,d0 (A 60)	Branncellebegrensende EI 60/D-s2,d0 (B 60)
	5 eller flere etasjer	Bærende R 90/A2-s1,d0 (A 90)	Branncellebegrensende EI 60/A2-s1,d0 (A 60)

¹ Brannmotstanden kan reduseres i enkelte tilfeller, se veiledning til Teknisk forskrift

Yttervegg med gjennomgående stendere

Til yttervegg benyttes stenderdimensjoner som gir plass til nødvendig isolasjonstykkelse. Utvendig monteres et vindsperrsjikt i form av forhudningspapp, gips eller porøs trefiberplate. I værharde strøk kan det benyttes både plater og forhudningspapp. Fuktsperre med klemte skjøter legges sammenhengende på veggen og overlapper fuktsperren i tak.

Isolasjonstykkelse [mm]	Stender tykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K]			
		36 mm stender		48 mm stender	
		A 37	40	A 37	40
100	98	-	-	0,41	0,43
150	148	0,28	0,29	0,29	0,31
200	198	0,22	0,23	0,23	0,24
225	223	0,20	0,21	0,21	0,22
250	246	0,18	0,19	0,19	0,20
300	296	0,15	0,16	0,16	0,17

Brannmotstand	REI 30' (B 30) / REI 60' (B 60)
---------------	---------------------------------

Beregnet med vindspærre av papp, gipsplater e.l. For vindspærre av 12 mm porøse trefiberplater gjelder: isolasjonstykkelse 150 og 170 mm: U-verdien reduseres med 0,02 W/m²K. ≥ 200 mm: U-verdien reduseres med 0,01 W/m²K

¹ Forutsetter 48 mm stender

² Ved bruk av 15 mm branngips og 9,5 mm GU. Min. 36 x 148 mm stendere

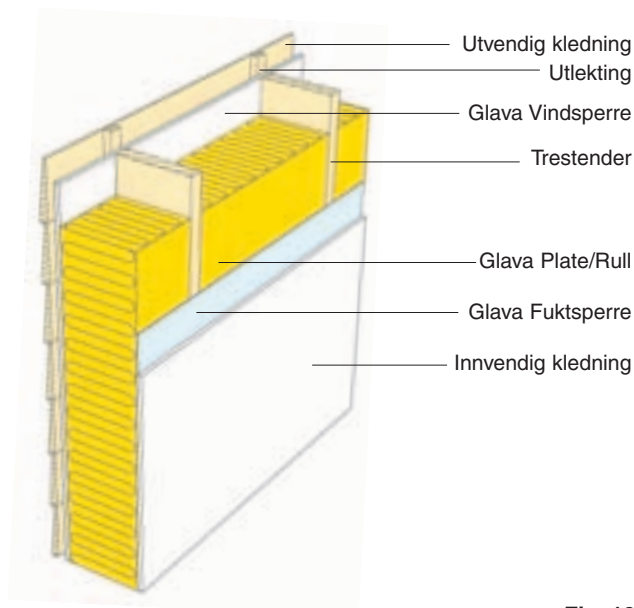


Fig. 10

Yttervegg med innvendig påføring

Bindingsverket utføres med stendere og 48 x 48 mm spikerslag påført innvendig. Ved stenderverk fra 148 mm og oppover kan plastfolien med fordel legges mellom spikerslag og stenderverket. Dette for å redusere faren for at blant annet elektriker skal ødelegge/perforere fuktsperren. Plastfolie med klemte skjøter legges sammenhengende på veggen og overlapper plastfolien i tak.

Isolasjonstykkelse [mm]	Stender dimensjon [mm]	U-verdi [W/m²K]		Brann- motstand
		A 37	40	
150	48 x 98 + 48 x 48	0,28	0,30	REI 30 (B 30) REI 60' (B 60)
170	48 x 123 + 48 x 48	0,25	0,26	
200	48 x 148 + 48 x 48	0,22	0,23	
225	48 x 173 + 48 x 48	0,20	0,21	
250	48 x 198 + 48 x 48	0,18	0,19	
300	48 x 198 + 48 x 98	0,15	0,16	

Beregnet med vindspærre av papp, gipsplater e.l. For vindspærre av 12 mm porøse trefiberplater gjelder: isolasjonstykkelse 150 og 170 mm: U-verdien reduseres med 0,02 W/m²K. ≥ 200 mm: U-verdien reduseres med 0,01 W/m²K

¹ Ved bruk av 15 mm branngips og 9,5 mm GU. Min. 36 x 148 mm stendere

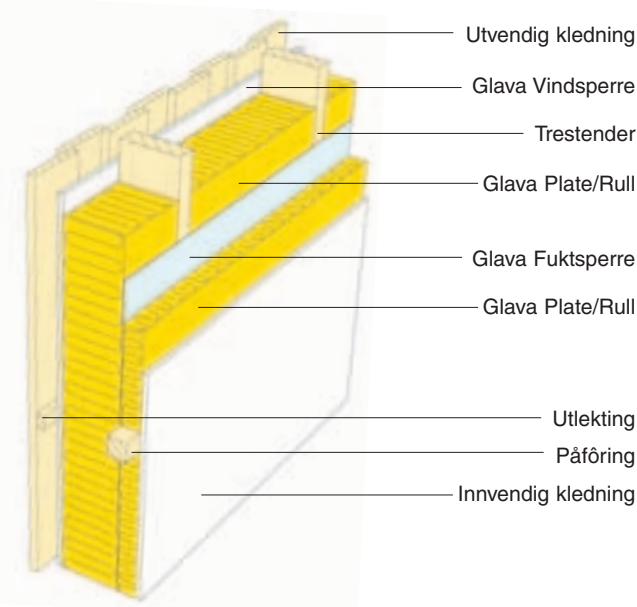


Fig. 11

Yttervegg med utvendig påføring

Bindingsverket utføres med stendere og 48 x 48 mm spikerslag påført utvendig. Ved horisontal påføring monteres ytterste sjikt av isolasjonen samtidig med oppsettingen av vindspærren. Plastfolie med klemte skjøter legges sammenhengende på veggen og overlapper plastfolien i tak.

Isolasjonstykkelse [mm]	Stender dimensjon [mm]	U-verdi [W/m²K]		Brann- motstand
		A 37	40	
150	48 x 98 + 48 x 48	0,28	0,30	REI 30 (B 30) REI 60' (B 60)
170	48 x 123 + 48 x 48	0,25	0,26	
200	48 x 148 + 48 x 48	0,22	0,23	
225	48 x 173 + 48 x 48	0,20	0,21	
250	48 x 198 + 48 x 48	0,18	0,19	
300	48 x 198 + 48 x 98	0,15	0,16	

Beregnet med vindspærre av papp, gipsplater e.l. For vindspærre av 12 mm porøse trefiberplater gjelder: isolasjonstykkelse 150 og 170 mm: U-verdien reduseres med 0,02 W/m²K. ≥ 200 mm: U-verdien reduseres med 0,01 W/m²K

¹ Ved bruk av 15 mm branngips og 9,5 mm GU. Min. 36 x 148 mm stendere

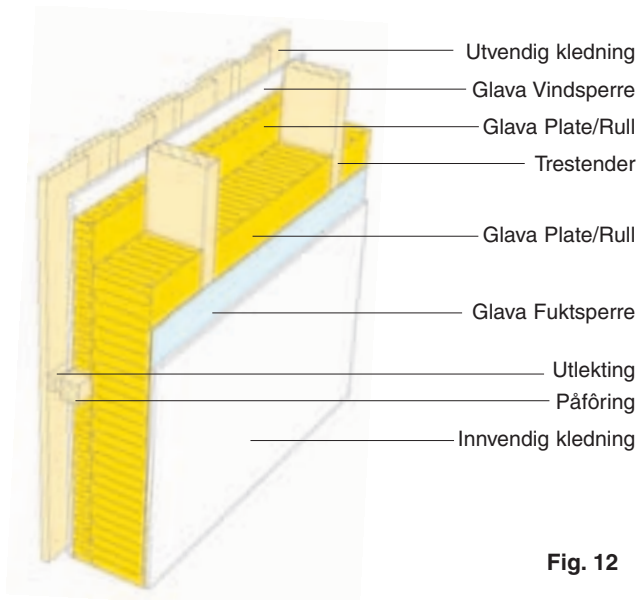


Fig. 12

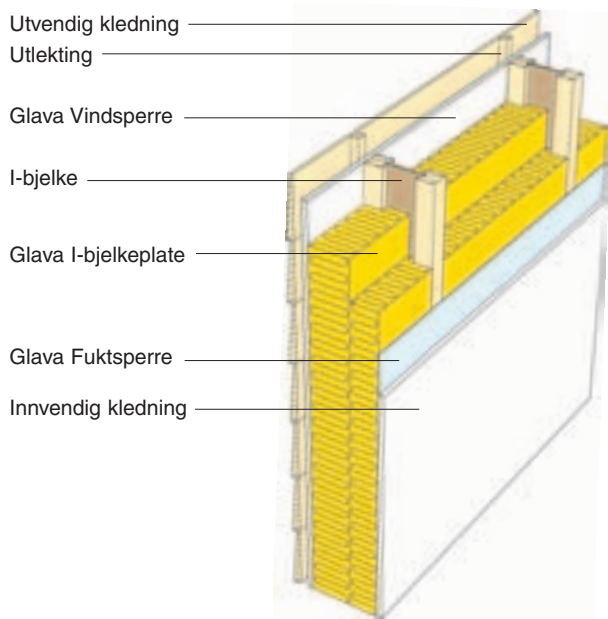


Fig. 13

Yttervegg med stendere av I-bjelker

Mellom I-bjelkene monteres Glava I-bjelkeplate, som har utskjæring for flensen i I-bjelken. Bak utvendig panel benyttes Glava vindsperre, forhudningspapp med klemte skjøter, asfaltimpregnerte porøse trefiberplater, gips e.l. Plastfolie med klemte skjøter legges sammenhengende på veggen og overlapper plastfolien i tak.

Isolasjonstykkel [mm]	I-profil høyde [mm]	U-verdi [W/m²K]		Brann- motstand
		A 37	40	
170	170	0,24	0,25	REI 15 (B 15)
200	200	0,20	0,22	
250	250	0,17	0,18	
300	300	0,14	0,15	

U-verdi beregnet med vindsperre av papp, gips e.l. Ved bruk av 12 mm porøse trefiberplater som vindsperre, blir U-verdiene i tabellen ca. 0.01 W/m²K lavere.

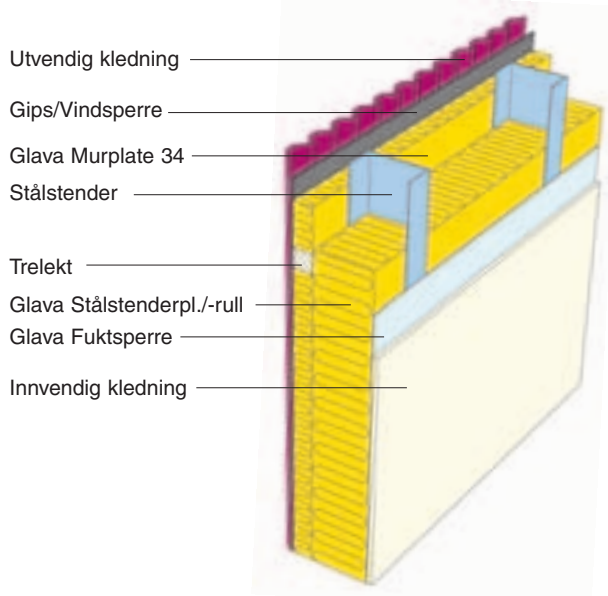


Fig. 14

Platekledt yttervegg med stålstender

Trelekt monteres utvendig på stålstenderne, og det isoleres med Glava Murplate. Mellom stålstenderne isoleres det med Glava Stålstenderplate/-rull. Innvendig monteres fuktsperre med klemte skjøter, og med overlapping med fuktsperren i tak.

Isolasjonstykkel [mm]	U-verdi		Stender m/ slisser	Brann- motstand
	Stender u/slisser	Antall slisserader	U-verdi [W/m²K]	
100	0,56	6	0,39	EI 30 (B 30)
100 + 50	0,29	6	0,25	
150	0,45	8	0,29	
150 + 50	0,25	8	0,20	
200	0,38	10	0,23	
200 + 50	0,23	10	0,17	

Det er regnet med Stålstenderplate/-rull A 37 og 0,7 mm godstykkelse på stender. Større godstykkelse gir vesentlig høyere U-verdi. CY-Profilen c/c 600 mm.

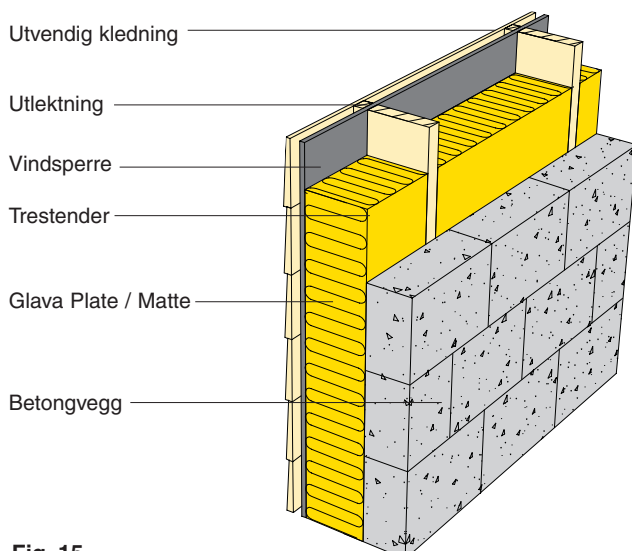


Fig. 15

Yttervegg av lettklinker med utvendig påføring

Stenderverket monteres helt inntil lettklinkerveggen med c/c 600 mm. Mellom stenderverket monteres Glava Plate/Rull A 37. Utvendig isolering har mange tekniske fordeler, for eksempel at man unngår kuldebroer ved etasjeskillere og tilstøtende innervegger. U-verdien er beregnet med 48 mm bindingsverk og vindsperre på rull, gips el. Ved bruk av 12 mm porøse vindtetplater og/eller 36 mm bindingsverk, oppnås det litt bedre U-verdi.

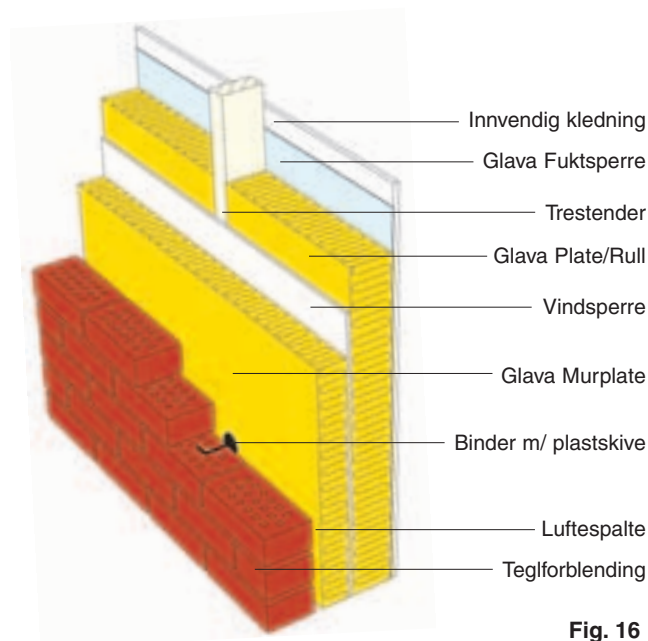
Isolasjonstykkel [mm]	Isolasjons- klasse	U-verdi [W/m²K]			
		Blokktykkelse [mm]			
98	37	0,35	0,33	0,32	0,30
	40	0,37	0,35	0,33	0,31
148	37	0,26	0,25	0,24	0,23
	40	0,27	0,26	0,25	0,24
198	37	0,21	0,20	0,20	0,19
	40	0,22	0,21	0,20	0,20
223	37	0,19	0,19	0,18	0,18
	40	0,20	0,20	0,19	0,18
246	37	0,18	0,17	0,17	0,16
	40	0,19	0,18	0,18	0,17

Brannmotstanden er avhengig av blokktykkelsen.

Teglforblendet bindingsverksvegg

Bærende bindingsverksvegg med 1/2-steins forblendet teglvegg. I hulrommet benyttes Glava Murplate som er spesialbehandlet med tanke på å motstå fukt. Vindsperre, i form av 6,5 mm gipsplate, kan med fordel benyttes mellom stenderverksisolasjonen og Murplaten. Mellom isolasjon og yttervange bør det være en 15 - 25 mm bred luftespalte. Teglforblendingen festes til stenderverket med bindere (4 stk. pr m²) med fall mot ytre vange. Plastfolie med klemte skjøter legges sammenhengende på veggen og overlapper plastfolien i tak.

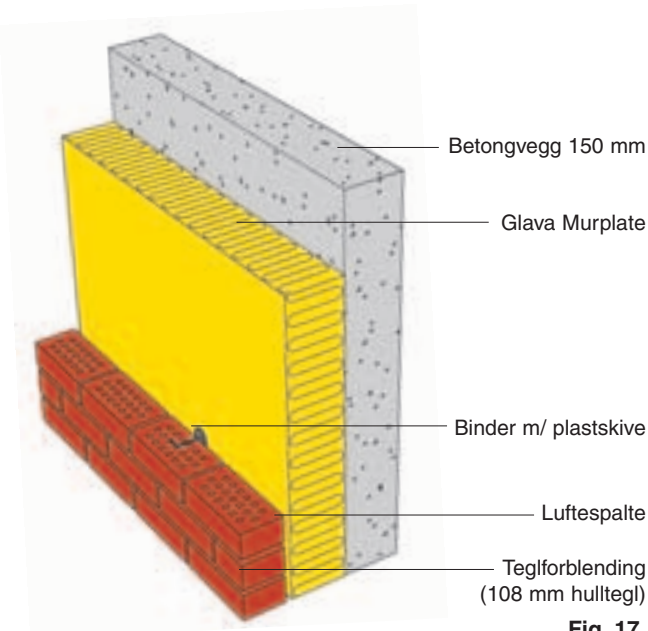
Murplate (kontinuerlig isolasjonssjikt)		U-verdi [W/m ² K]					
		Bindingsverksdim. / Isolasjonstykkelse [mm]					
		48 x 98 / 100		48 x 123 / 125		48 x 148 / 150	
tykkelse	klasse	A 37	40	A 37	40	A 37	40
50	34	0,23	0,25	0,20	0,22	0,19	0,20
70	34	0,20	0,21	0,18	0,19	0,17	0,18
100	34	0,17	0,18	0,16	0,17	0,15	0,15
150	34	0,14	0,15	0,12	0,14	0,12	0,13
Brannmotstand				REI 30 (B 30)			


Fig. 16

Teglforblendet betongvegg

Hulrommet i ytterveggen isoleres med Glava Murplate som er spesialbehandlet med tanke på å motstå fukt. Isolasjonen monteres omhyggelig slik at det ikke oppstår åpne skjøter. Mellom isolasjon og yttervange bør det være en 15 - 25 mm bred luftespalte. Bindere, 4 stk. pr. m², plasseres med fall mot ytre vange. Alle fuger fylles helt med mørtel, bortsett fra nederste skift i ytre vange hvor hver 4. - 5. stående fuge skal være åpen for drenering/utlufting av eventuell fuktighet. Konstruksjonen har lufttydisolasjon R'_w > 60 dB.

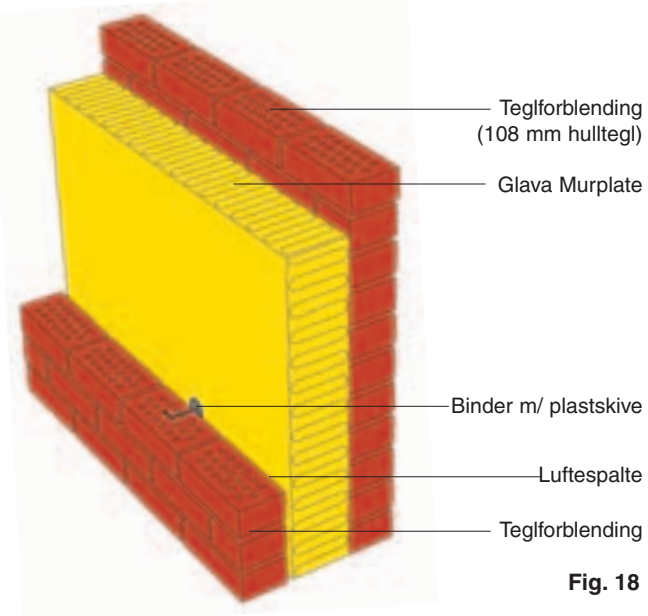
Isolasjons- tykkelse [mm]	U-verdi [W/m ² K]	Brann- motstand
	34	
50	0,53	Avhengig av betong- tykkelse og arme- ringsdybde
70	0,42	
100	0,32	
150	0,24	
170	0,22	
200	0,19	
250	0,17	


Fig. 17

Bærende yttervegg i tegl

Hulrommet i ytterveggen isoleres med Glava Murplate som er spesialbehandlet med tanke på å motstå fukt. Isolasjonen monteres omhyggelig slik at det ikke oppstår åpne skjøter. Mellom isolasjon og yttervange bør det være en 15 - 25 mm bred luftespalte. Bindere, 4 stk. pr. m², plasseres med fall mot ytre vange. Alle fuger fylles helt med mørtel, bortsett fra nederste skift i ytre vange hvor hver 4. - 5. stående fuge skal være åpen for drenering/utlufting av eventuell fuktighet.

Isolasjons- tykkelse [mm]	U-verdi [W/m ² K]	Brann- motstand
	34	
50	0,49	REI 120 (A 120)
70	0,39	
100	0,31	
150	0,23	
170	0,21	
200	0,19	
225	0,17	
250	0,16	


Fig. 18

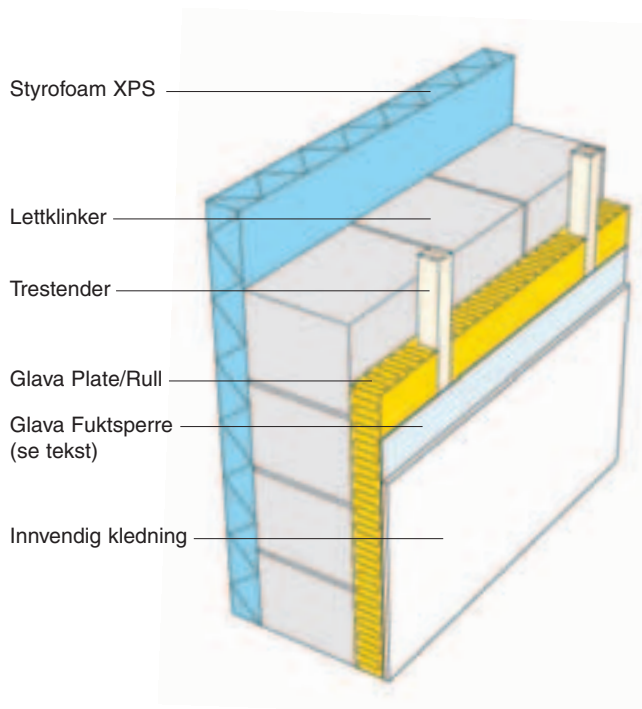


Fig. 19

Kjelleryttervegg av lettklinker

Kjelleryttervegg av strengmurt lettklinker isoleres innvendig med Glava Plate/Rull. Det er en fordel at minimum 1/3 av isolasjonen legges utvendig, dette for å holde kjellerytterveggen varmere og dermed redusere faren for fuktproblemer. *Fuktsperre benyttes kun i vegger med liten oppfyllingshøyde (inntil halve veggghøyden).* Innvendig fuktsperre hindrer uttørring av byggfukt og frarådes ved stor oppfyllingshøyde. Isolasjonen utvendig skal være en dremsplate av XPS, f.eks. Perimate DI eller evt. Floormate, hvor det skal tilbakefylles med drenerende masser.

Isolasjonstykkelse Utv. + innv. [mm]	Utvendig isolasjonskl. [mW/mK]	U-verdi [W/m²K] ved oppfyllingshøyde:		
		0 m	1 m	2 m
50 + 0	34	0,40	0,37	0,31
50 + 70	34	0,24	0,23	0,20
50 + 100	34	0,20	0,19	0,17
80 + 0	34	0,30	0,28	0,25
80 + 70	37	0,31	0,29	0,25
80 + 70	34	0,20	0,19	0,17
80 + 70	37	0,20	0,19	0,17
80 + 100	34	0,17	0,17	0,16
80 + 100	37	0,18	0,17	0,16
100 + 0	34	0,25	0,24	0,21
100 + 0	37	0,27	0,25	0,22
100 + 50	34	0,20	0,19	0,17
100 + 50	37	0,21	0,20	0,17
100 + 70	34	0,18	0,17	0,16
100 + 70	37	0,19	0,17	0,16
100 + 100	34	0,16	0,16	0,15
100 + 100	37	0,17	0,17	0,16

Tabellen viser to ulike isolasjonsklasser for utvendig isolasjon. For innvendig isolasjon er $\lambda = 0,037$ W/mK. U-verdien gjelder for grunnforhold av løsmasser. Ved fjell/berg vil vi få et tillegg i U-verdien på opptil 0,1 W/m²K

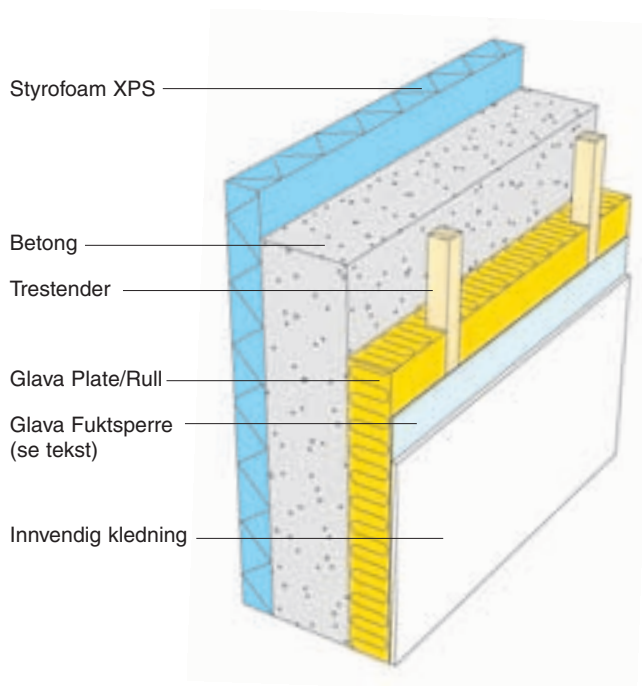


Fig. 20

Kjelleryttervegg av betong

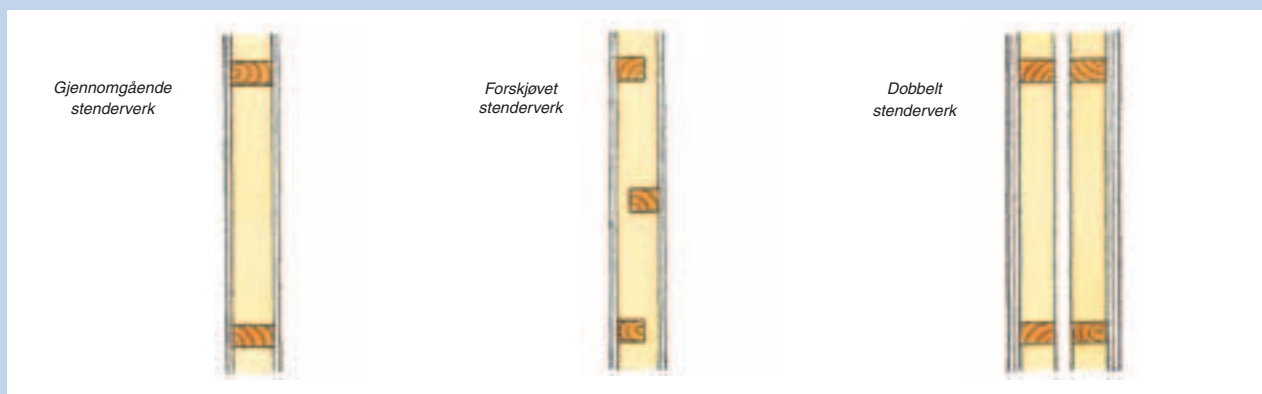
Det anbefales at min. 1/3 av isolasjonen legges utvendig, dette for å holde kjellerytterveggen varmere og dermed redusere faren for fuktproblemer. *Fuktsperre benyttes kun i vegger med liten oppfyllingshøyde (inntil halve veggghøyden).* Innvendig fuktsperre hindrer uttørring av byggfukt og frarådes ved stor oppfyllingshøyde. Isolasjonen utvendig skal være en dremsplate av XPS, f.eks. Perimate DI eller evt. Floormate, hvor det skal tilbakefylles med drenerende masser. Innvendig settes det opp trestendere og det isoleres med med Glava Plate/Rull.

Isolasjonstykkelse Utv. + innv. [mm]	Utvendig isolasjonskl. [mW/mK]	U-verdi [W/m²K] ved oppfyllingshøyde:		
		0 m	1 m	2 m
50 + 0	34	0,56	0,50	0,41
50 + 70	34	0,29	0,27	0,24
50 + 100	34	0,25	0,24	0,21
80 + 0	34	0,38	0,37	0,31
80 + 0	37	0,41	0,39	0,32
80 + 70	34	0,23	0,22	0,19
80 + 70	37	0,25	0,23	0,20
80 + 100	34	0,21	0,19	0,17
80 + 100	37	0,22	0,20	0,17
100 + 0	34	0,31	0,30	0,26
100 + 0	37	0,34	0,33	0,28
100 + 50	34	0,23	0,22	0,19
100 + 50	37	0,25	0,24	0,21
100 + 70	34	0,21	0,20	0,17
100 + 70	37	0,22	0,21	0,18
100 + 100	34	0,19	0,17	0,16
100 + 100	37	0,19	0,18	0,17

Tabellen viser to ulike isolasjonsklasser for utvendig isolasjon. For innvendig isolasjon er $\lambda = 0,037$ W/mK. U-verdien gjelder for grunnforhold av løsmasser. Ved fjell/berg vil vi få et tillegg i U-verdien på opptil 0,1 W/m²K

Skillevegger

- Til skillevegger/lettvegger innenfor samme boenhet stilles det ikke formelle varme-, lyd- eller brannkrav. Allikevel er det meget viktig for brukerkomforten at skillevegger lydisoleres godt.
- For skillevegger mellom to ulike boenheter vil det bli stilt både lyd- og brannkrav. Konstruksjonen som skal til for å tilfredsstille de strenge lydkravene, fører til at veggen i de aller fleste tilfellene automatisk oppfyller brannkravene. Dermed er lydisoleringen det viktigste å fokusere på og det dimenensjonerende kravet.
- Lydisoleringen er avhengig av; platekledningens egenskaper, innbyrdes avstand mellom platene, konstruksjonsoppbygningen og sist men ikke minst om hulrommet er avdempet (dvs. fylt med isolasjon). Se forøvrig teoridelen om lyd, s. 46.
- Isolasjonen har en meget viktig oppgave i å avdempes hulrommet. Det er isolasjonsullens store overflate (mange små/tynne tråder) som gjør at deler av lyden absorberes. Absorpsjonen er størst ved høye frekvenser og øker i teorien med materialtykkelsen og fibermengde. I praksis vil det være gunstig å benytte Glava Lydplate ved små isolasjonstykkelser (inntil 50 mm), men ved større isolasjonstykkelser vil Glava Plate/Rull A 37 og 40 ha like lydisolasjonsegenskaper. Ut fra økonomiske hensyn vil det derfor være fordelaktig å benytte Glava Plate/Rull 40.
- Stenderverket settes opp med en senteravstand på 600 mm, uansett om det er tre- eller stålstendere. Det benyttes henholdsvis Glava Plate/Rull og Glava Stålstenderplate/-rull. Stålstendere vil normalt gi noe bedre lydreduksjon enn trestendere.
- I konstruksjoner hvor det stilles krav til ubrennbare materialer kan man f.eks. benytte gipsplater, stålstendere og glassull. I alle andre tilfeller kan trestendere, sponplater og andre brennbare materialer benyttes.
- Under bunnsvill og over toppsvill bør det benyttes Glava Lafestrimmel, dette for å sikre god tetting mellom svill og tilstøtende konstruksjon.
- For trestendervegger med innvendig vegg høyde 2,40 m., har vi et spesialtilpasset produkt, Glava Veggrull. Produktet passer direkte inn i isolasjonsfaket uten tilpasning og spill.
- Lufttetting av skillekonstruksjonen er meget viktig. Uansett hvor mange platelag som monteres i adskilte eller doble stenderverk, vil lyden trenge igjennom en konstruksjon som ikke er lufttett. I overgangene vegg / vegg, vegg / tak osv. bør det tapes og sparkles. Der to ulike materialer møtes kan det benyttes elastisk fugemasse. Kledninger som ikke er lufttette (f.eks. trepanel) anbefales ikke der man ønsker gode lydisoleringsegenskaper (forøvrig vil papp bak panelet hjelpe noe).
- Når det benyttes to eller flere platelag på samme side, monteres platelagene slik at skjøtene er forskjøvet i forhold til hverandre (forskutte skjøter).
- Avslutt platelaget med 5 - 10 mm klaring fra gulv, tak og tilstøtende vegger, slik at man får tilstrekkelig plass til elastisk fugemasse, der vi har overgang mellom to ulike materialtyper.
- Vær oppmerksom på at trematerialer kan på grunn av krympning føre til at det på et senere tidspunkt kan oppstå luftlekkasjer.
- Når det gjelder brannmotstanden for innvendige vegger er det av vesentlig betydning om veggen er bærende eller ikke.



Forskriftskrav SKILLEVEGGER for boliger

Varme	U-verdi		Ingen krav
Lyd	Lydreduksjonstall mellom to boenheter, R'_w		≥ 55 dB
Brann	1 og 2 etasjer	Bærende R 30/D-s2,d0 (B 30)	Branncellebegrensende EI 30/D-s2,d0 (B 30)
	3 og 4 etasjer	Bærende R 60/A2-s1,d0 (A 60)	Branncellebegrensende EI 60/D-s2,d0 (B 60)
	5 eller flere etasjer	Bærende R 90/A2-s1,d0 (A 90)	Branncellebegrensende EI 60/A2-s1,d0 (A 60)

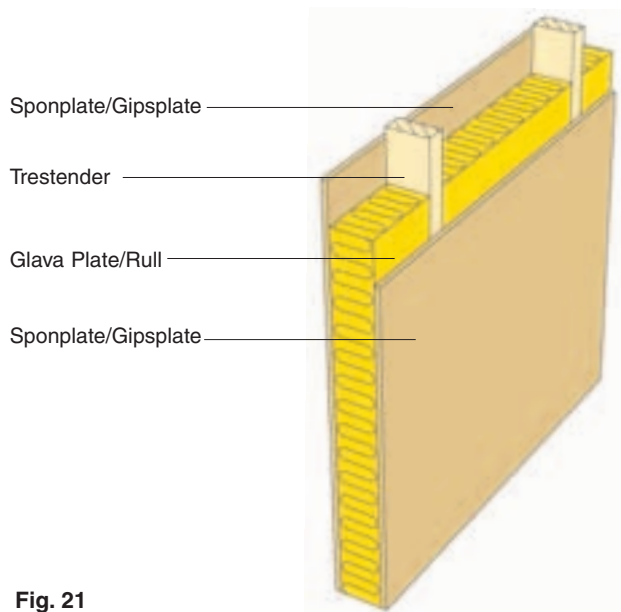


Fig. 21

Gjennomgående trestender med enkel platekledning

Dette er den enkleste type av skilleveggkonstruksjon. Den benyttes i bygninger der det ikke stilles krav til lydisolasjon. Konstruksjonen er bygget opp av stenderer med c/c 600 mm, isolert med Glava Plate/Rull og kledd med ett platelag på hver side.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Stender- tykkelse [mm]	Lydreduksj. R'_w [dB]	Brannmotstand		
			Sponplate 12 mm	Gipsplate 12,5 mm	Branngips 15 mm
0	48	30	EI 15 (B 15)	EI 30 (B 30)	EI 60 (B 60)
50	48	36			
70	73	38	EI 30 (B 30)	EI 30/REI 15	EI 60 (B 60)
100	98	42	REI 30 ² (B 30)	REI 30 ^{1,2} (B 30)	EI 60/REI 30 ²

¹ ved å legge til et platelag til på den ene siden oppnås EI 60

² forutsetter stenderbredde 48 mm

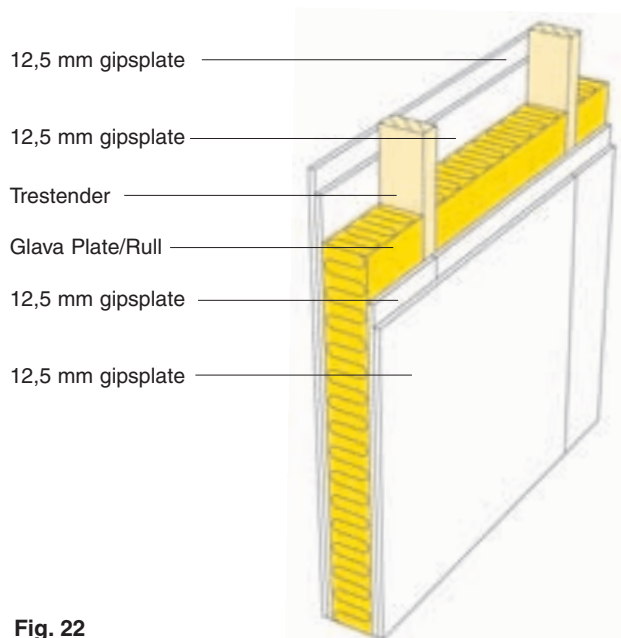


Fig. 22

Gjennomgående trestender med dobbel platekledning

Denne konstruksjonen anvendes i bygninger der det ikke stilles strenge krav til lydisolasjon. Konstruksjonen bygges opp av trestenderer med c/c 600 mm, isoleres med Glava Plate/Rull og kles inn med 2 lag 12,5 mm gipsplater på hver side. 2. platelag monteres med forskutte skjøter.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Stender- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
0	48	34	EI 60 (B 60)
50	48	40	
70	73	42	EI 60 / REI 30
100	98	44	REI 60 ^{1,2} (B 60)

¹ ved bruk av 12 mm sponplate + 12,5 mm gipsplate på hver side oppnås EI 60

² forutsetter stenderbredde 48 mm.

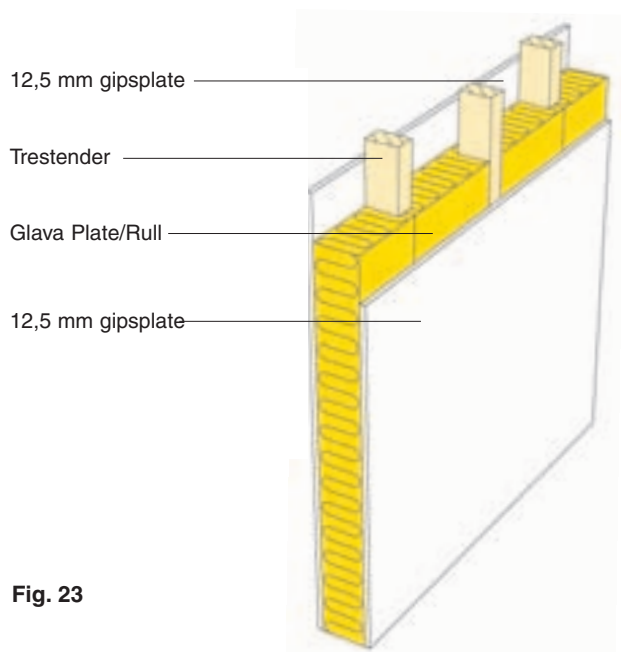


Fig. 23

Forskjøvet trestenderverk med enkel platekledning

Denne konstruksjonen anvendes i bygninger hvor det stilles moderate krav til lydisolasjon. Bruk av forskjøvet stenderverk reduserer veggtykkelsen i forhold til en vanlig dobbeltvegg. Konstruksjonen er bygget opp av stenderer min. 48 x 73 mm med c/c 300 mm plassert på felles svill, som er min. 25 mm større enn stenderne. Annenhver stender forskyves til hver plateside. Veggene er isolert med Glava Plate/Rull og kledd med ett lag 12,5 mm gipsplate på hver side.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Hulroms- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
70	100	42	EI 30 (B 30)
100	120	46	

Forskjøvet trestenderverk med dobbel platekledning

Denne konstruksjonen anvendes der det ønskes gode lydisolierende egenskaper. Bruk av forskjøvet stenderverk reduserer veggtykkelsen i forhold til en vanlig dobbeltvegg. Konstruksjonen er bygget opp av to rekker med 48 x 73 mm trestendere med c/c 300 mm plassert på felles svill, som er min. 25 mm større enn stenderne. Annenhver stender forskyves til hver plateside. Veggens er isolert med Glava Plate/Rull og kledd med 2 lag 12,5 mm gipsplater på hver side. Gipsplatene monteres med forskutte skjøter.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Hulroms- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
100	100	50	EI 60 / REI 30
140	148	52	

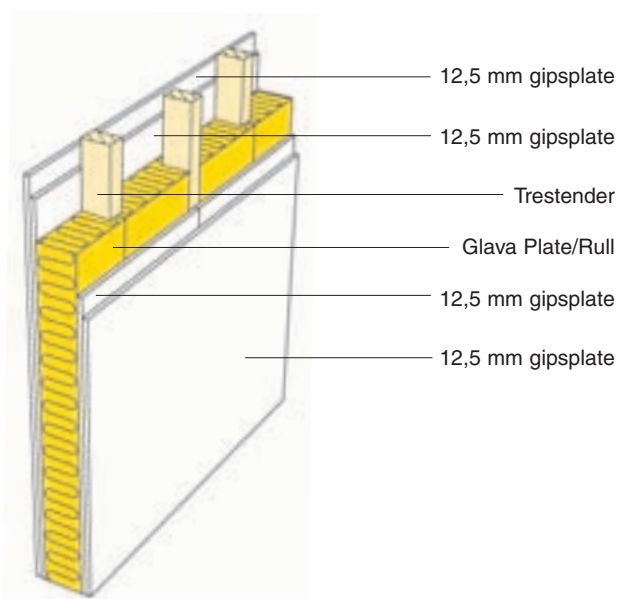


Fig. 24

Dobbelt trestenderverk med dobbel platekledning

Konstruksjonen benyttes der det stilles strenge krav til lydisolasjon, f.eks. skillevegg mellom to ulike boenheter. Konstruksjonen er en dobbeltvegg. Den er bygget opp av to rekker med 48 x 73 mm trestendere med c/c 600 mm. For å unngå utilsiktet kontakt mellom stendere, bør avstanden mellom dem være 1 - 2 cm. Veggens isoleres med Glava Plate/Rull i to lag. Veggens kles inn med 2 lag 12,5 mm gipsplater på hver side. Disse monteres med forskutte skjøter.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Hulroms- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
2 x 50	170	52	EI 60 / REI 30
2 x 70	170	55	EI 60 ¹ / REI 30
70 + 100	190	58	EI 60 / REI 60 ²

¹ kan evt. benytte 12 + 16 mm sponplate på hver side

² ved bruk av Gyproc Normal, GN.

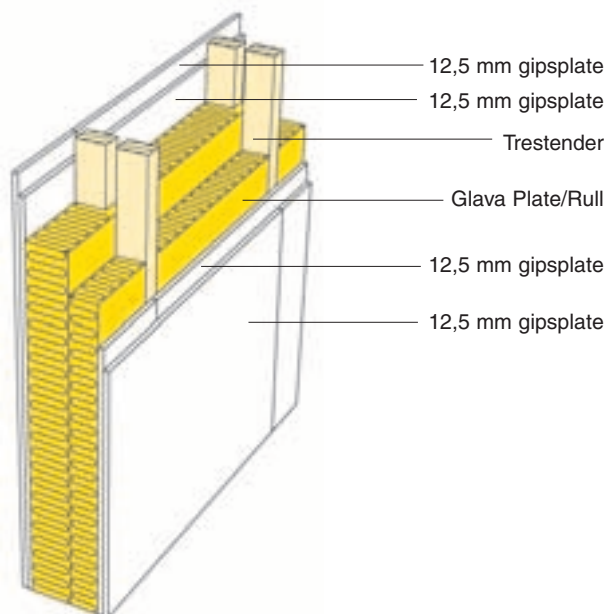


Fig. 25

Dobbelt trestenderverk med trippel platekledning

Konstruksjonen benyttes der det stilles strenge krav til lydisolasjon, f.eks. skillevegg mellom to ulike boenheter. Konstruksjonen er en dobbeltvegg. Den er bygget opp av to rekker med 48 x 73 mm trestendere med c/c 600 mm. For å unngå utilsiktet kontakt mellom stendere, bør avstanden mellom dem være 1 - 2 cm. Veggens isoleres med Glava Plate/Rull i to lag. Veggens kles inn med 3 lag 12,5 mm gipsplater på hver side. Disse monteres med forskutte skjøter.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Hulroms- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
140	170	60	EI 90 / REI 60
170	170	60	

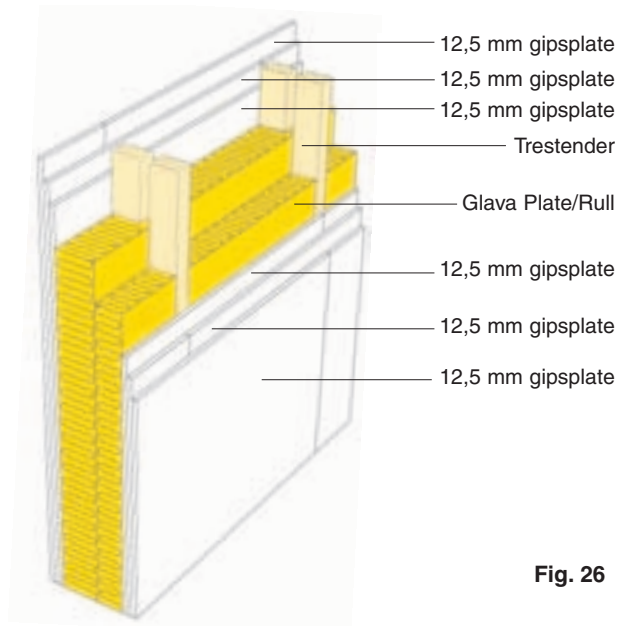


Fig. 26

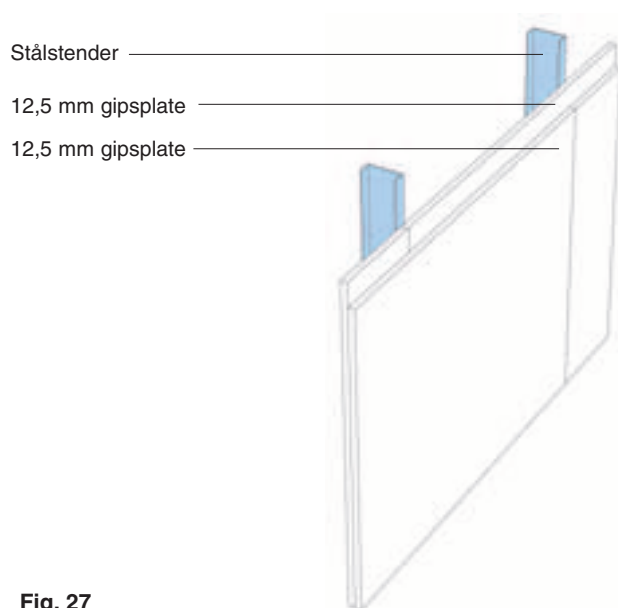


Fig. 27

Stålstenderverk med ensidig platekledning

Denne konstruksjonen benyttes som påførings- eller ensidig kledd sjaktvegg el. Til stendere c/c 600 mm skrues første platelag, med alle vertikale skjøter understøttet. Andre platelag forskyves ett stenderfelt horisontalt og minimum 300 mm vertikalt i forhold til horisontale skjøter i første platelag. Der hvor det stilles krav til lyd-/varmeisolasjon, må veggen fylles helt eller delvis med Glava Plate/Rull.

Isolasjonstykkelseth [mm]	Stender-tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brannmotstand
0	75	28	EI 30 / EI 60 ¹
100	95	34	

¹ Forutsetter Gyproc Protect F eller bruk av Norgips Brannplate.

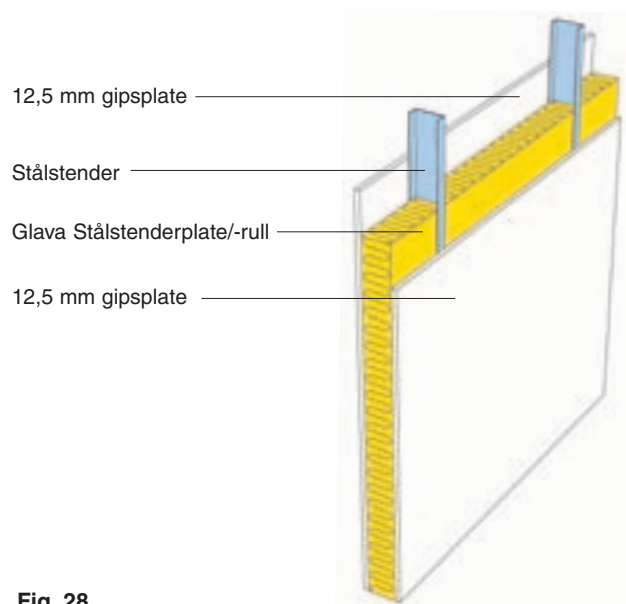


Fig. 28

Gjennomgående stålstender med enkel platekledning

Dette er den enkleste form for skilleveggkonstruksjon. Den benyttes i bygninger der det ikke stilles krav til lydisolasjon. Konstruksjonen er bygget opp av stålstendere med c/c 600 mm, isolert med Glava Stålstenderplate og kledd med ett lag 12,5 mm gipsplate på hver side.

Isolasjonstykkelseth [mm]	Stender-tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brannmotstand
0	45	30	EI 30 / EI 60 ¹
50	45	36	
70	70	42	EI 30 / EI 60 ²
100	95	44	

¹ ved bruk av Gyproc Protect F

² ved bruk av Gyproc Protect F eller Norgips Brannplate

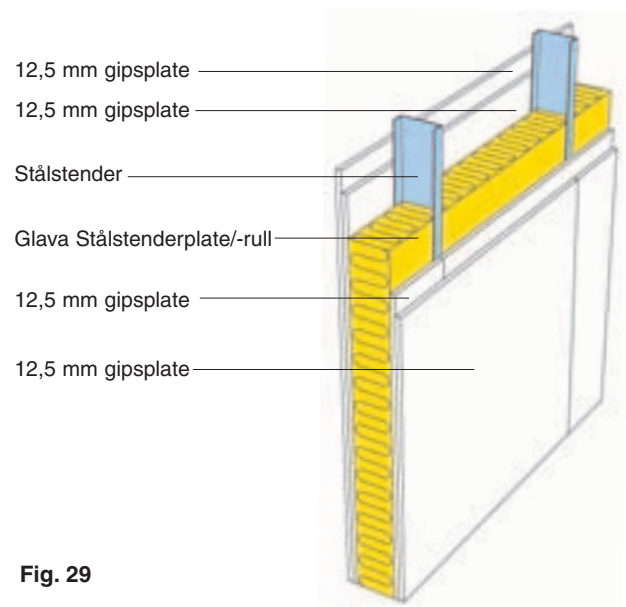


Fig. 29

Gjennomgående stålstender med dobbel platekledning

Denne konstruksjonen anvendes i bygninger der det ikke stilles strenge krav til lydisolasjon. Konstruksjonen bygges opp av stålstendere med c/c 600 mm, isoleres med Glava Stålstenderplate og kles inn med 2 lag 12,5 mm gipsplater på hver side. Det benyttes elastisk tettelist mellom stendere og tilstøtende konstruksjoner. Gipsplatelagene monteres med forskutte skjøter.

Isolasjonstykkelseth [mm]	Stender-tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brannmotstand
50	45	40	EI 60 (A 60) el. EI 120 ¹ (A 120)
70	70	46	
100	95	48	

¹ ved bruk av Gyproc Protect F

Forskjøvet stålstenderverk med dobbel platekledning

Denne konstruksjonen anvendes der det ønskes en skillevegg med gode lydisolerende egenskaper. Bruk av forskjøvet stenderverk reduserer veggtykkelsen i forhold til dobbeltvegg. Konstruksjonen er bygget opp av to rekker stålstendere med c/c 600 mm plassert på felles bunn og toppsvill. Stenderrekken er forskjøvet 300 mm i forhold til hverandre. Det benyttes elastisk tettelist mellom stendere og tilstøtende konstruksjoner. Gipsplatene monteres med forskutte skjøter.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Hulroms- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
50	95	48	EI 60 (A 60) el. EI 120 ¹ (A 120)
100	95	52	
120	120	54	

¹ ved bruk av Gyproc Protect F eller Norgips Brannplate

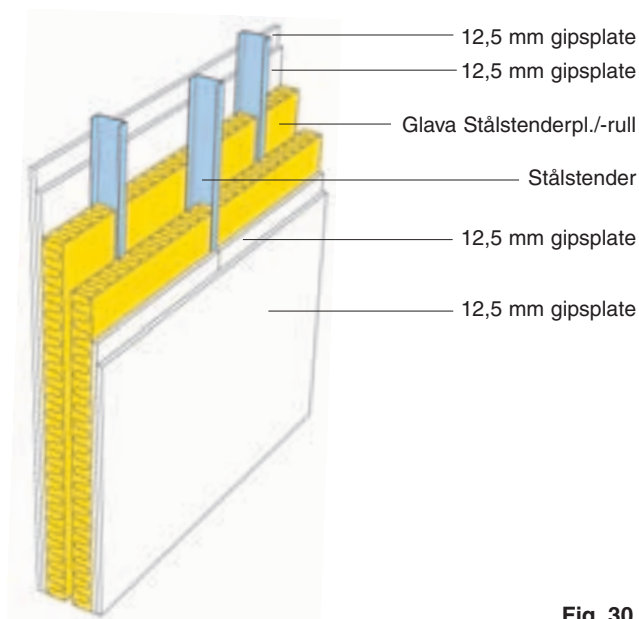


Fig. 30

Dobbelt stålstenderverk med dobbel platekledning

Konstruksjonen benyttes der det stilles strenge krav til lydisolasjon, f.eks. skillevegg mellom to ulike boenheter. Konstruksjonen er en dobbeltvegg. Den er bygget opp av to rekker med stålstendere med c/c 600 mm. For å unngå utilsiktet kontakt mellom stendere, bør avstanden mellom dem være 1 - 2 cm. Veggens isoleres med Glava Stålstenderplate i to lag. Veggens kles inn med 2 lag 12,5 mm gipsplater på hver side. Platelagene monteres med forskutte skjøter.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Hulroms- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
2 x 50	160	55	EI 60 (A 60)
2 x 70	160	56	
2 x 100	210	59	EI 60 / EI 120 ¹

¹ ved bruk av Gyproc Protect F

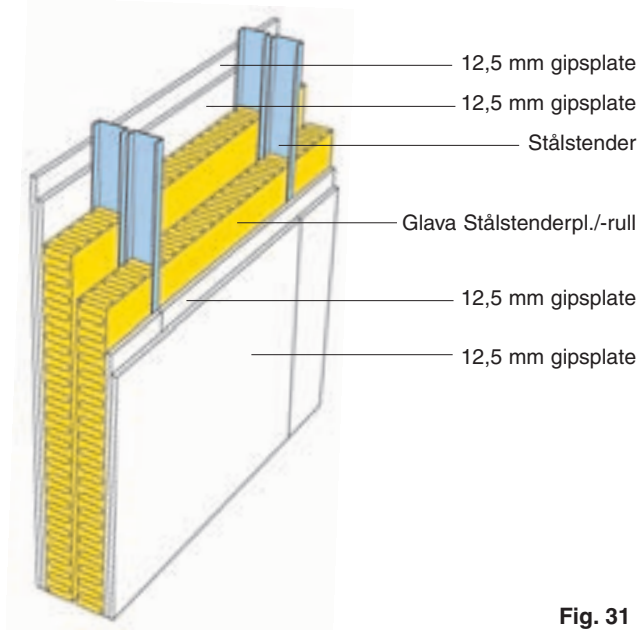


Fig. 31

Dobbelt stålstenderverk med trippel platekledning

Konstruksjonen benyttes der det stilles strenge krav til lydisolasjon, f.eks. skillevegg mellom to ulike boenheter. Konstruksjonen er en dobbeltvegg. Den er bygget opp av to rekker med stålstendere med c/c 600 mm. For å unngå utilsiktet kontakt mellom stendere, bør avstanden mellom dem være 1 - 2 cm. Veggens isoleres med Glava Stålstenderplate i to lag. Veggens kles inn med 3 lag gipsplater på hver side. Platelagene monteres med forskutte skjøter.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Isolasjons- tykkelse [mm]	Lydreduksjon R'_w [dB]	Brann- motstand
2 x 50	160	60	EI 60 (A 60) EI 90 ¹ / EI 120 ²
2 x 70	160	60	

¹ ved bruk av Gypoc Normal, GN

² ved bruk av Gyproc Protect F i det ytterste laget

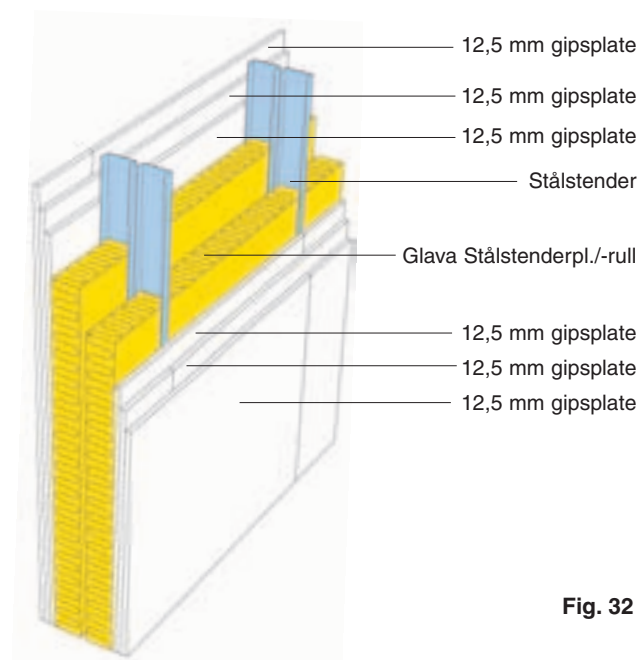


Fig. 32

Etasjeskillere

- Til etasjeskillere mellom to boenheter stilles det krav til både lydisolasjon og brannmotstand. Lydkravet krever en meget omfattende oppbygning, slik at brannkravet da automatisk blir oppfylt.
- De viste måleresultatene forutsetter normal utførelse. Den samlede lydisolasjon er ikke bare bestemt av lyd-reduksjonen til etasjeskilleren men også lydoverføringen gjennom de tilstøtende konstruksjoner. Sammenbyggingsdetaljer må utføres nøye, samt god tetting med fugemasse, slik at lydoverføringen blir minst mulig (se NBI byggdetaljblad 522.511 og 522.513).
- Enkle trebjelkelag, (hvor himling og undergulv er festet direkte til bjelkene) lydisolierer svært dårlig, spesielt ved bruk av panelt himling.

Flytende gulv

- Flytende gulvløsning får vi når ett eller flere sjikt legges løst på underlaget, uten mekanisk forbindelse mellom sjiktene. Glava Trinnlydplate benyttes for å oppnå en slik løsning. I kombinasjon med et trykkfordelende sjikt i form av gips- og sponplatelag, hvor det kun er not og fjær som limes, vil en slik konstruksjon gi et overgulv som har gode lydisolierende egenskaper (se NBI byggdetaljblad 522.515).
- Glava Trinnlydplate legges på ett plant underlag, tett inntil hverandre på hele gulvflaten med plateskjøtene forskjøvet i forhold til hverandre (forskutte skjøter). Langs veggene legges kantavstivning i form av et gulvbord litt tynnere enn tykkelsen på trinnlydplaten, dette for å hindre nedbøyning langs veggene. Kantavstivningen legges med 10 mm spalte mot vegg. I spalten legges Glava Rundlist som fuges med elastisk fugemasse for å hindre lydoverføring. Punktbelastning eller tilfarere skal ikke benyttes direkte på trinnlydplaten.
- Mellom to ulike boenheter er kravet til lydreduksjon blitt skjerpet, spesielt trinnlydnivået. For å tilfredstille dette strenge kravet kan en benytte luftåpne undergulv i form av spaltegulv eller slissegulv (luftstivhetsbidraget i dempesjiktet reduseres).

Lydisolierende himling

- En lydisolierende himling kan bygges opp som en tradisjonell konstruksjon med separat himlingsbjelke eller som en elastisk opphengt himling med lydredusjonsbøyler og trelekter.
- Vi anbefaler bruk av 2 lag platekledning som himling. Platelagene legges med forskutte skjøter og skal ikke limes sammen, bare stiftes / skrues til lektene.
- Lydreduksjonsbøylene finnes i tre ulike utførelser,

type B, I og type D, tilpasset hhv. til å feste i bjelkeside og direkte i eksisterende himling. Bøylene monteres med c/c 1200 mm. For nabolekten bør bøylene monteres forskjøvet 600 mm ovenfor hverandre, slik at det oppnås jevnest mulig lastfordeling.

- Trelektene må være minst 30 x 48 mm for himlinger som skrues, for himlinger som spikres anbefaler vi minst 48 x 48 mm for å få tilstrekkelig spikerfeste. Begge bøyletypene er dimensjonert for 2 lag spon- eller gipsplater.

Trebjelkelag

- Av lydmessige årsaker bør selve bjelkelaget isoleres med minimum 150 mm isolasjon. Det oppnås tilnærmet samme lydreduksjon ved bruk av A37- og 40-isolasjon, samt ved bruk av enten heltre- eller I-bjelker. For å hindre at isolasjonen faller ned under en brann, kan den sikres ved hjelp av lekter, ståltråd e.l.
- Økt stivhet på bjelkelaget vil gi forbedrede egenskaper når det gjelder svingninger og vibrasjoner. For å få best effekt av en lydreduserte himling og flytende gulv er det en fordel med stor stivhet i hovedkonstruksjonen. Dette medfører at bjelkespennviddene bør reduseres noe i forhold til tradisjonelle bjelkelag. (se NBI byggdetaljblad 522.511).

Lettklinker / Betong

- Lettklinker bør ha åpen struktur på oversiden og poretetting på undersiden, når det benyttes flytende gulvløsning og uten anvendelse av himling på undersiden.
- Valg av overgulv har avgjørende betydning på trinnlydisoleringen i tunge dekkekonstruksjoner. Velges en flytende gulvløsning reduseres spesielt trinnlyden betraktelig.
- Byggeplank i lettklinker leveres uten poretettet overflatebehandling. Ved bruk av flytende gulv har det vært vanlig å poretette oversiden. Nyere målinger viser at lydisolasjonen forbedres ved å ha åpen struktur på oversiden og poretetting på undersiden.
- Poretettingen utføres med 2 lags sandsparkling. Ved denne utførelsen forbedres trinnlydnivået med 3 - 5 dB og luftlydisolasjonen med 1 - 3 dB for 200 mm byggeplank. Det presiseres at forbedringen gjelder for flytende gulv og uten anvendelse av himling på undersiden av byggeplanken.
- Ved bruk av påstøp eller sparkelmasse må det først legges ut Glava Plastfolie med 50 cm overlapp, slik at vannet i støpen ikke forsvinner ned i Glava Trinnlydplate.

Forskriftskrav ETASJESKILLERE for boliger

Varme	Ingen krav		
Lyd	Lydreduksjonstall mellom to boenheter, R'_w ≥ 55 dB Trinnlydnivå mellom to boenheter $L'_{n,w}$ ≤ 53 dB		
Brann	1 og 2 etasjer	Bærende R 30/D-s2,d0 (B 30)	Branncellebegrensende EI 30/D-s2,d0 (B 30)
	3 og 4 etasjer	Bærende R 60/A2-s1,d0 (A 60)	Branncellebegrensende EI 60/D-s2,d0 (B 60)
	5 eller flere etasjer	Bærende R 90/A2-s1,d0 (A 90)	Branncellebegrensende EI 60/A2-s1,d0 (A 60)

Bjelkelag med gjennomgående bjelker

Tradisjonelt bjelkelag, som ikke tilfredsstiller forskriftenes krav til lydisolasjon. Som overgulv er anvendt 22 mm gulvspanplater og 4 mm beleg. Som himling er benyttet 12 mm sponplater festet til lektene som igjen er festet til bjelkene.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
200	40	80	REI 15 (B 15)

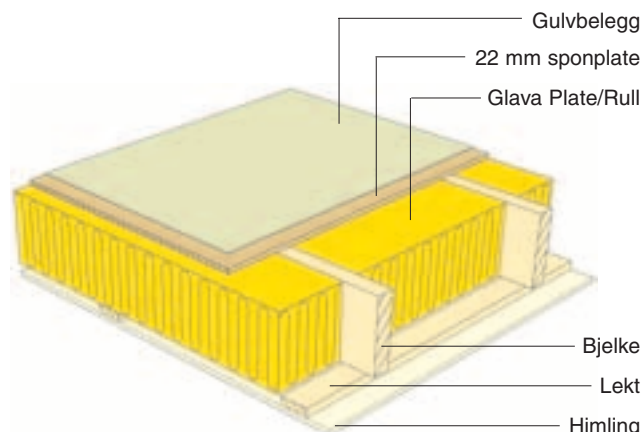


Fig. 33

Trebjelkelag med sekundærbjelker

Tradisjonelt bjelkelag som ikke tilfredsstiller krav til trinnlydnivå. Som overgulv legges først ett lag 22 mm sponplater med limte falser. Langs vegger legges bord, litt lavere enn trinnlydplaten som kantavstivning. Bordet legges med 10 mm spalte fra veggen. I spalten legges Glava Rundlist, som fuges på med elastisk fugemasse. Glava Trinnlydplate legges i forbandt, over resten av gulvflaten. Et nytt lag sponplater legges som flytende overgulv. Øverst legges slitebelegg av vinyl e.l. Sekundærbjelkene plasseres minst 25 - 30 mm lavere enn hovedbjelkenes underkant.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20 + 150	58	56	REI 30 ¹ (B 30)

¹ REI 60 oppnås med 12,5 mm gips og 15 mm branngips (nederste lag).
Fastholdt isolasjon. 30 x 48 mm trelekt c/c 400 mm

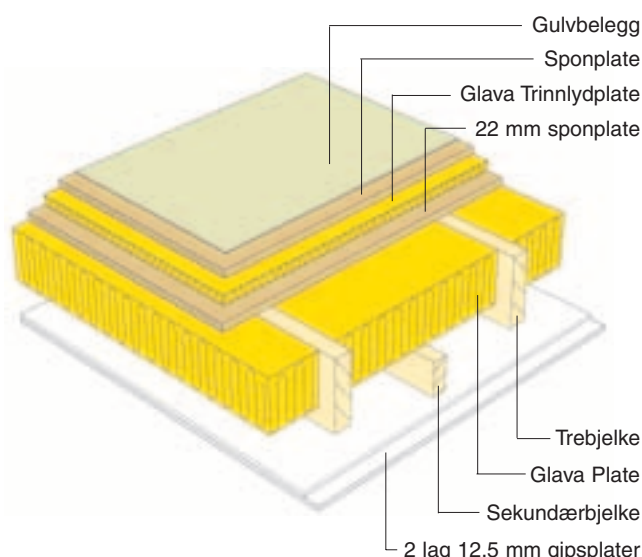


Fig. 34

Bjelkelag med slissegulv

For å tilfredsstille Teknisk forskrift 1997 benyttes 22 mm slissegulv over bjelkene og flytende gulv med Glava Trinnlydplate. Langs vegger legges bord, litt lavere enn trinnlydplaten, som kantavstivning. I spalten legges Glava Rundlist, som fuges på med elastisk fugemasse. Som trykfordelende sjikt legges to sponplatelag (12 + 22 mm). Før parkettgulvet legges, rulles det ut 3 mm Glava Parkettunderlag. 12 mm sponplate kan erstattes med 12,5 mm gulvgipsplate.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20 + 200	59	50	REI 30 ¹ (B 30)

¹ REI 60 oppnås med 12,5 mm gips og 15 mm branngips (nederste lag).
Fastholdt isolasjon. 30 x 48 mm trelekt c/c 400 mm

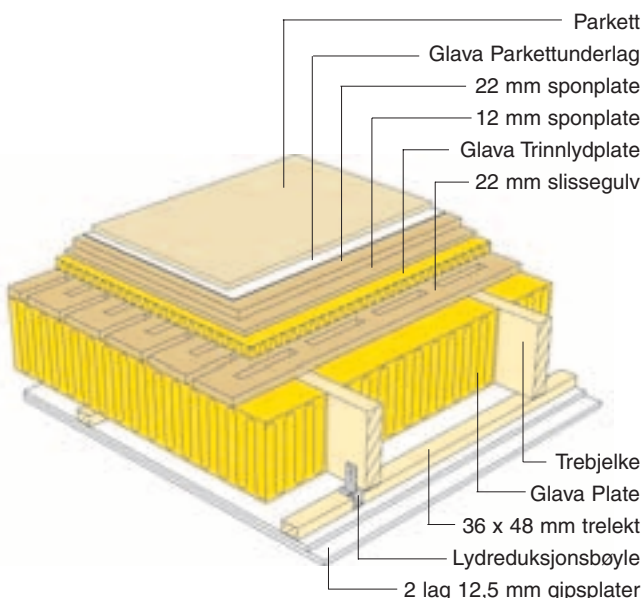


Fig. 35

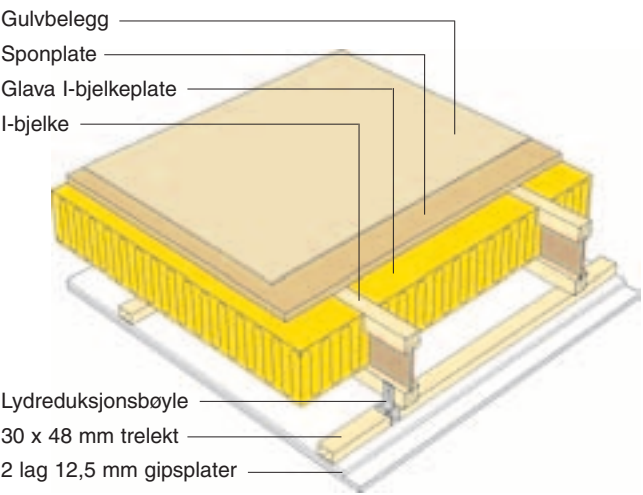


Fig. 36

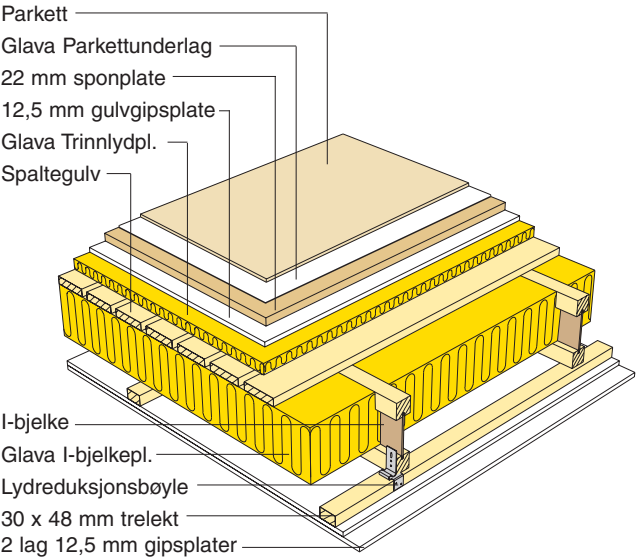


Fig. 37

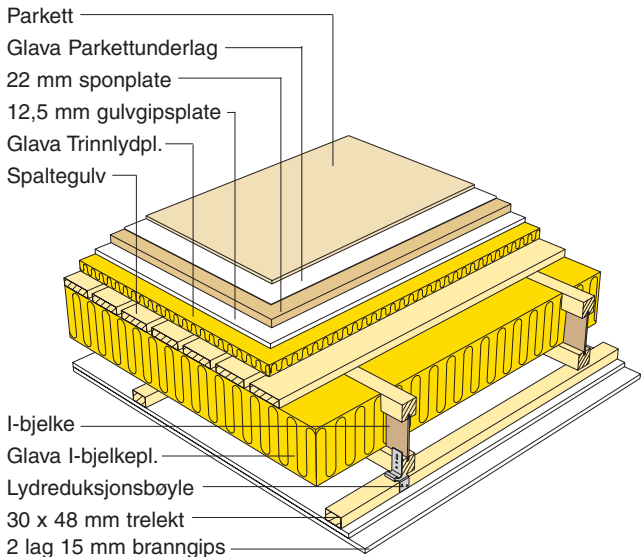


Fig. 38

Bjelkelag med elastisk opphengt himling

Bjelkelag som ikke tilfredsstiller forskriftenes krav til trinnlydnivå. Som overgulv benyttes 22 mm gulvsponplater og gulvbelegg med myk bakside. Tradisjonell lydhimling med Glava Lydreduksjonsbøyle, type B eller I, som festes i underkant av bjelkelaget. Tabellverdiene forutsetter I-bjelke på 200 mm.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_{w} [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
150	57	61	REI 30 ¹ (B 30)

¹ REI 60 oppnås med 12,5 mm gips og 15 mm branngips (nederste lag).
Fastholdt isolasjon. 30 x 48 mm trelekt c/c 400 mm

Bjelkelag med spaltegulv

Bjelkelaget tilfredsstiller krav til lydisolasjon etter NS 8175. Som overgulv legges det først ut spaltegulv av 22 x 95 mm bord med senteravstand 110 mm. Langs vegger legges bord, litt tynnere enn trinnlydplaten, som kantavstivning. Bordet legges med 10 mm spalte fra veggen. I spalten legges Glava Rundlist, som fuges på med elastisk fugemasse. Glava Trinnlydplate legges som flytende sjikt over resten av gulvflaten. 12 mm sponplate kan erstatte 12,5 mm gulvgips-plate. Tabellverdiene forutsetter I-bjelke på 200 mm.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_{w} [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20 + 150	59	50	REI 30 ¹ (B 30)

¹ REI 60 oppnås med 12,5 mm gips og 15 mm branngips (nederste lag).
Fastholdt isolasjon. 30 x 48 mm trelekt c/c 400 mm

Bjelkelag med spaltegulv

Bjelkelaget har samme oppbygging som fig. 37, men det benyttes 2 lag 15 mm branngipsplater i himlingen. Konstruksjonen tilfredsstiller krav til brannmotstand REI 60 ved fullstendig brannforløp i brannklasse 3. Tabellverdiene forutsetter I-bjelke på 200 mm.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_{w} [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20 + 150	60	49	REI 60 (B 60)

Dekke av lettklinker med gulvbelegg

30 mm pussavretting og gulvbelegg legges på 200 mm dekke av lettklinker. Konstruksjonen tilfredsstiller ikke forskriftenes krav til hverken luftlydisolasjon eller trinnlydnivå.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
0	50	62	REI 90 (A 90)

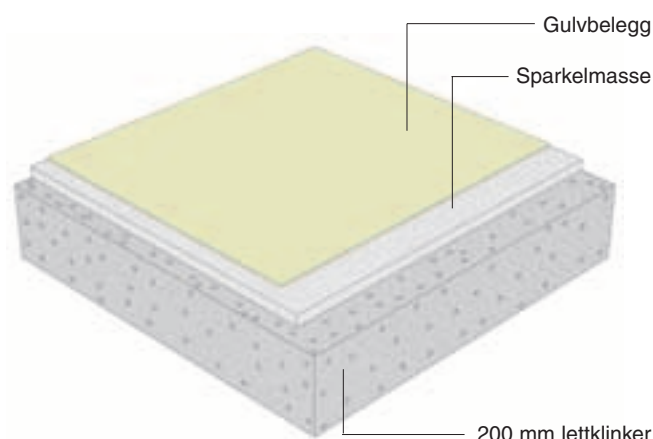


Fig. 39

Dekke av lettklinker med flytende plategulv

Lettklinkerdekke med porøs, upusset overside og porettet underside (2 lag sandsparkling). Langs vegger legges bord, litt tynnere enn trinnlydplaten, som kantavstivning. Bordet legges med 10 mm spalte fra veggen. I spalten legges Glava Rundlist, som fuges på med elastisk fugemasse. På dekket legges Glava Trinnlydplate som legges i forbandt, over resten av gulvflaten med overliggende trykkfordelende sjikt, her vist i form av en gips- og en sponplate. Lydreduksjonstallene forutsetter at det benyttes trinnlyddempende gulvbelegg med myk bakside.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20	55	52	REI 90 (A 90)

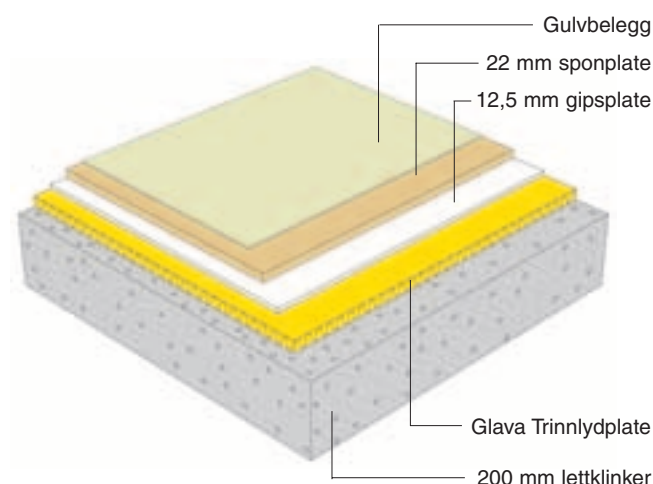


Fig. 40

Lettklinkerdekke med flytende sparkelmassegulv

Lettklinkerdekke med porøs, upusset overside og porettet underside (2 lag sandsparkling). Glava Trinnlydplate legges i forbandt direkte på det avrettede dekket. Deretter legges Glava Plastfolie slik at vannet i støpen/sparkelmassen ikke forsvinner ned i trinnlydplata. Under den endelige gulvtekingen legges et egnet underlagssjikt, her vist i form av Glava Parkettunderlag under parkett.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20	56	52	REI 90 (A 90)

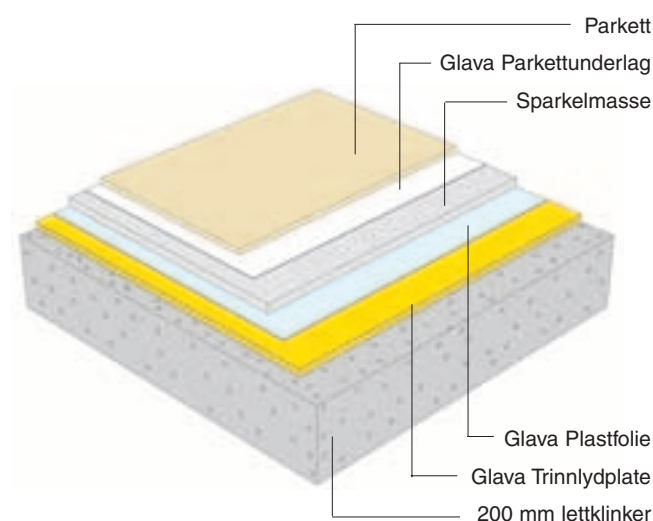


Fig. 41

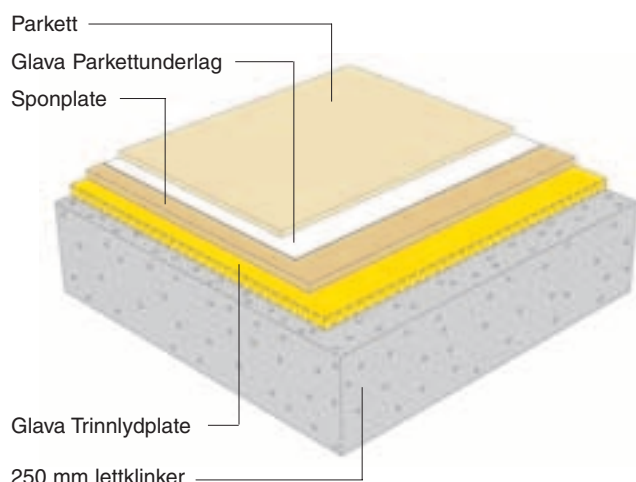


Fig. 42

Lettlinkergulv med flytende gulv og parkett

Lettlinkerdekke med porøs, upusset overside og porettet underside med 2 lag sandsparkling. På dekket legges Glava Trinnlydplate som legges i forbandt. Langs vegger legges bord, litt tynnere enn trinnlydplaten, som kantavstivning. Bordet legges med 10 mm spalte fra veggen. I spalten legges Glava Rundlist, som fuges på med elastisk fugemasse. Det oppnås tilnærmet samme luftlydisolasjon og trinnlydnivå ved å bruke 2 lag 12,5 mm gulvgipsplater og trinnlyddempende gulvbelegg med myk bakside over Glava Trinnlydplate. Ved å redusere tykkelsen på lettlinker fra 250 mm til 200 mm vil både lydreduksjonstallet og trinnlydnivået bli 1 - 2 dB dårligere enn tabellverdiene.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brannmotstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20	55	52	REI 90 (A 90)

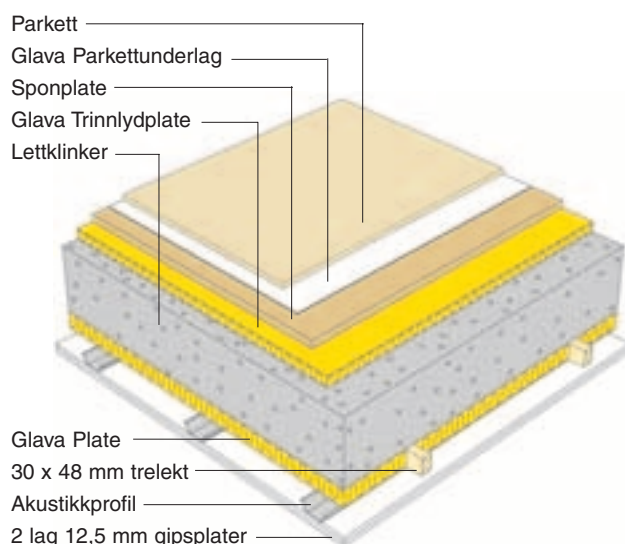


Fig. 43

Lettlinkerdekke med himling og flytende plategulv

Lettlinkerdekke, 200 mm, med porettet overside med 2 lag sandsparkling. Porøs, upusset underside. På dekket legges Glava Trinnlydplate som legges i forbandt. Langs vegger legges bord, litt tynnere enn trinnlydplaten, som kantavstivning. Bordet legges med 10 mm spalte fra veggen. I spalten legges Glava Rundlist, som fuges på med elastisk fugemasse. Glava Parkettunderlag rulles ut på sponplaten før parketten legges. 50 mm Glava Plate/Rull A 37 monteres mellom lekter c/c 600 mm. Det oppnås tilnærmet samme luftlydisolasjon og trinnlydnivå ved å bruke 36 x 48 mm lekter (c/c 600 mm), Glava Lydreduksjonsbøyle (type D) og 30 x 48 mm lekter (c/c 600 mm) istedenfor 30 x 48 mm lekter og akustikkprofil (c/c 400 mm).

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brannmotstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20 + 50	60	51	REI 90 (A 90)

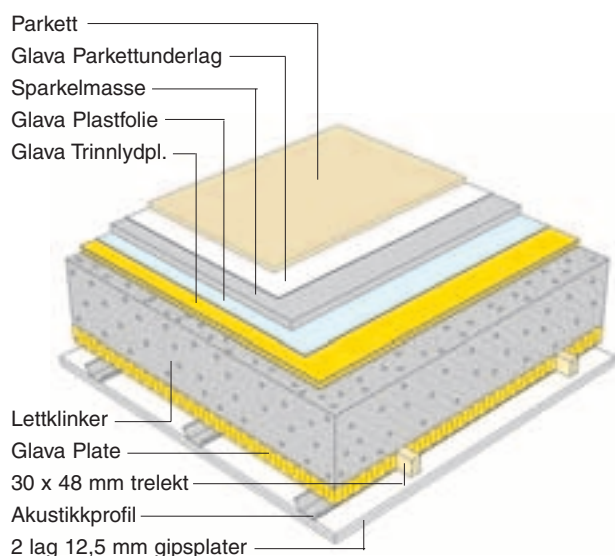


Fig. 44

Lettlinkerdekke med himling og sparkelmassegulv

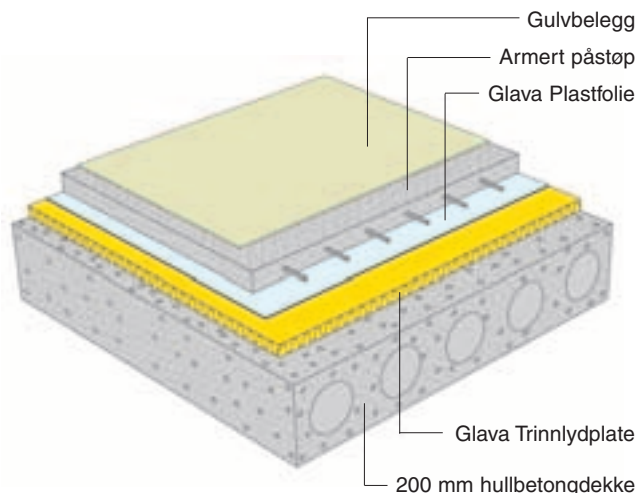
Lettlinkerdekke, 200 mm, med porøs, upusset overside. Porettet underside med 2 lag sandsparkling. På dekket legges Glava Trinnlydplate. Glava Plastfolie rulles ut på trinnlydsplaten før sparkel massen påføres. Husk 50 cm overlapp på plastfolien. 50 mm Glava Plate/Rull A 37 monteres mellom lekter på c/c 600 mm. Det oppnås tilnærmet samme luftlydisolasjon og trinnlydnivå ved å bruke 36 x 48 mm lekter (c/c 600 mm), Glava Lydreduksjonsbøyle (type D) og 30 x 48 mm lekter (c/c 600 mm) istedenfor 30 x 48 mm lekter og akustikkprofil (c/c 400 mm).

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brannmotstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20 + 50	64	45	REI 90 (A 90)

Hullbetongdekke med flytende gulv og påstøp

Hullbetongdekket børstes rent. Oppå legges Glava Trinnlydplate i forband og tett inntil hverandre. Dekket må avrettes hvis det ikke er plant. På trinnlydsplatene rulles det ut Glava Plastfolie med 50 cm overlapp. Armert påstøp legges som beskrevet i fig. 47. Det benyttes trinnlyddempende gulvbelegg med myk bakside.

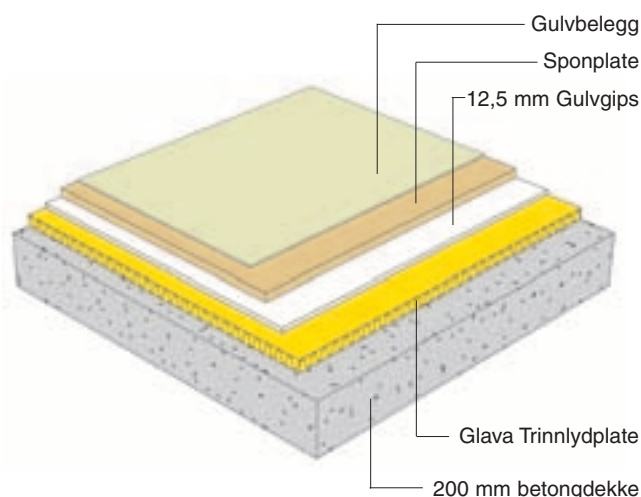
Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20	57	53	REI 60 (A 60)


Fig. 45

Betongdekke med flytende gulv og plategulv

På betongdekket legges Glava Trinnlydplate i forband og tett inntil hverandre. Dekket må avrettes hvis det ikke er plant. Langs veggene legges bord, litt tynnere enn trinnlydplaten som kantavstivning. Bordet legges med 10 mm spalte fra vegg. I spalten legges Glava Rundlist, som fuges på med elastisk fugemasse. Med 5 - 10 mm avstand til vegg legges gulvgips- og gulvsponplater på trinnlydsplatene. Gulvsponplatene limes godt i falsene. Det brukes trinnlyddempende gulvbelegg med myk bakside.

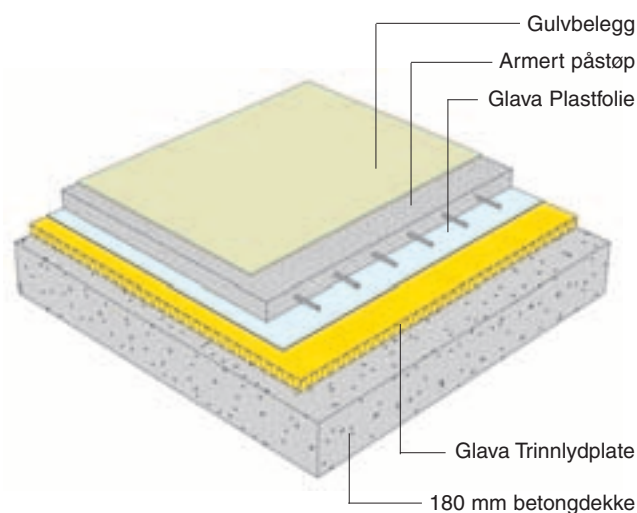
Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20	55	52	REI 120 (A 120)


Fig. 46

Betongdekke med flytende gulv og påstøp

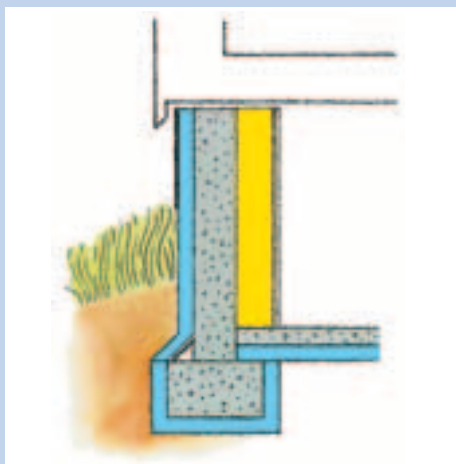
Det avrettede betongdekket må børstes rent. På trinnlydsplatene rulles det ut Glava Plastfolie med 50 cm overlapp. På denne legges 25 mm ganske fuktig påstøp. Oppå legges et armeringsnett og over dette et nytt lag med 25 mm tørr (jordfuktig) påstøp. Denne planeres ved hjelp av platevibrator. Påstøpen må ikke tørke for raskt ut. Det benyttes trinnlyddempende gulvbelegg med myk bakside.

Isolasjonstykkelse [mm]	Lydisolering		Brann- motstand
	R'_w [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
20	60	51	REI 120 (A 120)


Fig. 47

Gulvkonstruksjoner

- Konstruksjoner der gulvet befinner seg under terrengnivå må dreneres, enten ved bruk av drenerende isolasjonssjikt eller tilbakefylling av drenerende masser.
- Drensledningen plasseres slik at dens høyeste punkt befinner seg minimum under gulvkonstruksjonens underkant. Drensledningen bør ha et fall på minst 1:200.
- Overgangen mellom betonggulvet og veggen må være lufttett, både på grunn av fuktgjennomtrengning men også radoninntrengning.
- Konstruksjoner hvor ringmur og gulv av betong er støpt i ett, vil gi et betydelig varmetap (pga at varmen ledes ut i ringmuren, der varmen forsvinner til omgivelsene gjennom en mye større overflate). Varmetapet vil bli sterkt redusert dersom en del av varmeisoleringen legges oppå gulvet.
- Husk at det skjerpede kravet til varmemotstand i gulv på grunn kan gi opphav til teleproblemer på grunn av redusert varmetap fra bygningen. Dette kan enkelt løses ved å frostisolere ut fra fundament.
- XPS - Styrofoam er en HKFK-fri skumplastisolasjon for frostsikring og isolering av fundamenter og ringmurer, isolering av gulv på grunn og utvendig isolering av kjellervegger.
- Ekspandert polystyren, EPS, har i de fleste tilfeller tilstrekkelige egenskaper (trykkfasthet, fuktopptak o.l.) i gulv på grunnløsninger.



- Kryperom med trebjelkelag må ha god ventilasjon, for å redusere faren for mugg- og råteskader.
- Åpen fundamentering er ikke en anbefalt løsning for permanente boliger. Bjelkelaget må isoleres meget godt og samtidig sikre nøye vindtetting. Vann- og avløpsledninger må frostsikres med varmekabler i isolerte oppstikk. Pilarer og pæler må frostsikres, eller eventuelt må de føres ned til frostfri dybde.
- Forskriftskravet gjelder som gjennomsnitt for hele gulvflaten (at kravet gjelder for også én meter bredt randfelt langs ytterveggen er nå falt bort).
- Gulv på grunn har et strengt krav med tanke på varmeisolasjon i henhold til Teknisk forskrift. Isolasjonstykkelse som gir lavere U-verdi enn 0,15 W/mK anbefales ikke på grunn av at investeringskostnaden ikke står i forhold til innsparingspotensialet.
- U-verdien vil være avhengig av gulvets geometri, grunnforhold, utvendig oppfyllingshøyde, men mest av alt isolasjonstykkelsen.
- Gulvets geometri er avgjørende fordi varmemotstanden i grunnen varierer med avstanden til ytterveggen (varmemotstanden vil bli dårligere jo nærmere ytterveggen vi beveger oss). For å beregne gulvets U-verdi må vi finne fordelingen av antall m² gulvareal innenfor følgende avstander fra ytterveggen; 0-1 m, 1-3 m, 3-6 m og over 6 m, slik at vi kan finne en gjennomsnittlig U-verdi. Dette er forholdsvis tidkrevende, derfor har vi i våre tabeller gitt dere direkte en gjennomsnittlig U-verdi basert på en oppgitt bredde samt lengde/breddeforhold på en frittliggende rektangulær bygning. For andre typer bygninger, må en i beregningen omgjøre bygningen til en tenkt kvadratisk form. Bredden kan man da finne ved å multiplisere bygningens grunnflate (m²) med 4 og deretter dividere med samlet lengde (m) av byggets yttervegger.
- Generelt sett vil økende bredde på bygningen gi mindre isolasjonstykkelse, mens økende lengde/breddeforholdet (for et gitt areal) vil gi økende isolasjonstykkelse. Det vil si at varmeisolasjonsmessig er en kvadratisk bygningsform mer fordelaktig enn lange og smale bygninger.
- Store bygninger vil generelt sett gi mindre isolasjonstykkelse i bakken enn små bygninger. Dette er fordi store bygninger har større arealandel som ligger lengre fra ytterveggen, og som dermed gir bedre varmemotstand.

Forskriftskrav GULV for boliger

Varme	U-verdi: Gulv på grunn og gulv mot det fri		0,15 [W/m ² K]
	U-verdi: Gulv mot uoppvarmet rom		0,30 [W/m ² K]
Lyd	Ingen krav		
Brann	1 og 2 etasjer	Bærende R 30/D-s2,d0 (B 30)	Branncellebegrensende EI 30/D-s2,d0 (B 30)
	3 og 4 etasjer	Bærende R 60/A2-s1,d0 (A 60)	Branncellebegrensende EI 60/D-s2,d0 (B 60)
	5 eller flere etasjer	Bærende R 90/A2-s1,d0 (A 90)	Branncellebegrensende EI 60/A2-s1,d0 (A 60)

Gulvbjelkelag mot det fri/stubbelofter

Bjelkelaget må isoleres svært godt, hele hulrommet fylles med glassull. Det må utvises stor nøyaktighet ved montering av vindbeskyttelsen under bjelkelaget, for å unngå kalde gulv. Husk at vann og avløpsrør må frostsikres med varmekabler i isolerte oppstikk. Ved anvendelse av gulvplater må det benyttes spikerslag i randsonen. Pilarer og pæler som ikke står på fjell må frostisolerers for å redusere faren for telehiv.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/m²K]			
		36 mm bjelke		48 mm bjelke	
		A 37	40	A 37	40
182	198	0,21	0,23	0,22	0,23
207	223	0,19	0,20	0,20	0,21
230	246	0,18	0,19	0,18	0,19
255	271	0,16	0,17	0,16	0,17
280	296	0,15	0,16	0,15	0,16
308	321	0,14	0,15	0,14	0,15
330	346	0,13	0,14	0,13	0,14

Brannmotstand	REI 15' (B 15)
---------------	----------------

U-verdier er beregnet med vindspærre av gips, forhudningspapp e.l. Ved bruk av 12 mm porøs trefiberplate blir U-verdien 0,01 W/m²K lavere opptil 173 mm

¹ For å oppnå brannklasse REI 30 ved brann fra undersiden må isolasjonen fastholdes med leker, ståltråd e.l.

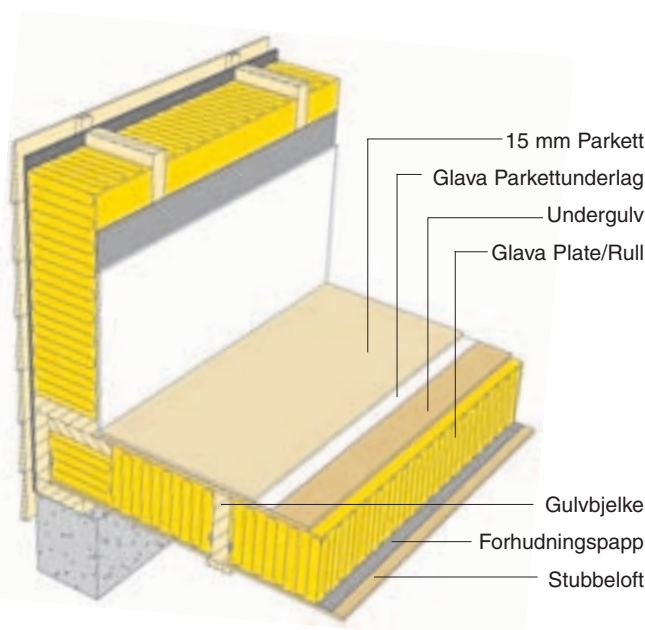


Fig. 48

Plate på mark (fig. 49)

Isolerte gulv lagt direkte på grunn er en fundamenteringsmåte som egner seg særlig godt på flatt terreng, hvor nivåforskjellene ikke er store. Betonggulvet støpes på et isolasjonslag av polystyren (EPS eller XPS). Isolasjonen er da i forkant lagt på et avrettet drenerende underlag. For en situasjon med isolert ringmur se fig. 51.

Tabellen er beregnet for en bygning med bredde 8 m og lengde/bredde-forhold = 1,5, se forøvrig innledende tekst s. 28.

Overgulv direkte på polystyren (fig. 50)

Løsningen kan benyttes for isolerte gulv lagt direkte på grunnen i flatt terreng, men også underetasje i hus som ligger i skrånende terreng. Isolasjonslaget av polystyren (EPS eller XPS) legges ut på et avrettet drenerende underlag. Over isolasjonslaget kommer fuktspærre før gulvplater legges.

Tabellen er beregnet for en bygning med bredde 8 m og lengde/bredde-forhold = 1,5, se forøvrig innledende tekst s. 28.

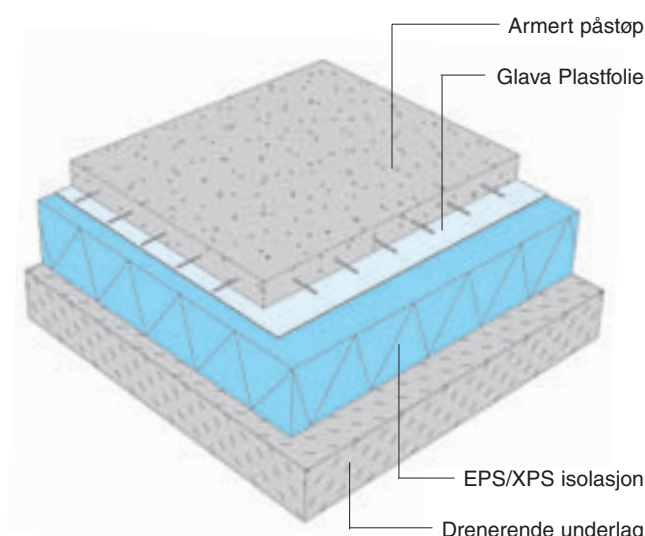


Fig. 49

Tabellen gjelder både fig. 49 og fig. 50.

Isolasjonstykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K] ved sand og grus som grunnforhold			
	Isolasjons- klasse 34	Isolasjons- klasse 35	Isolasjons- klasse 37	Isolasjons- klasse 38
100	0,23	0,23	0,24	0,25
120	0,20	0,21	0,22	0,22
140	0,18	0,19	0,20	0,20
160	0,17	0,17	0,18	0,18
180	0,15	0,16	0,16	0,17
200	0,14	0,15	0,15	0,15
220	0,13	0,14	0,14	0,14
240	0,12	0,13	0,13	0,14
260	0,12	0,12	0,12	0,13
280	0,11	0,11	0,12	0,12
300	0,10	0,11	0,11	0,11

For leire kan U-verdien reduseres 0,01 W/m²K for tykkelse inntil 160 mm

For fjell økes U-verdien med 0,02 W/m²K for tykkelser inntil 160 mm

For fjell økes U-verdien med 0,01 W/m²K for tykkelse over 160 mm

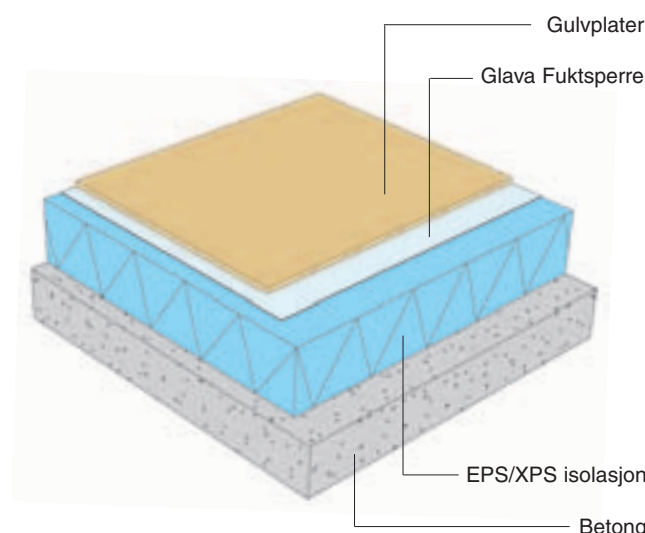


Fig. 50

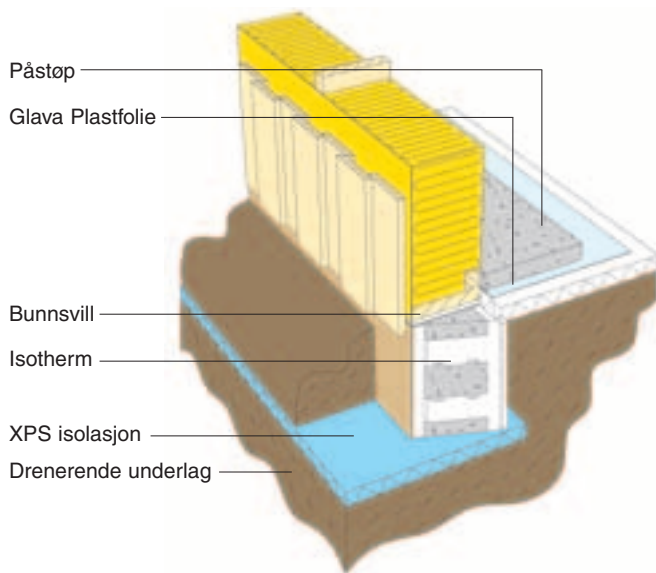


Fig. 51

Gulv på grunnen med Isotherm Ringmurselement

Ringmurens isolasjon har betydning for telesikring av selve ringmuren og for varmetapet i gulvets randsone nær ytterveggen. Isolert ringmur må i telefarlig grunn føres minst 0,3 m under terrengnivå samt at XPS-isolasjon bør legges horisontalt ut fra ringmur.

U-verdi er avhengig av grunnforhold og isolasjonstykkelse. Tabellen er beregnet for en bygning med bredde 8 m og lengde/bredde-forhold = 1.5. For andre typer bygninger se innledende tekst s. 28.

Isolasjonstykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K] ved sand og grus som grunnforhold			
	Isolasjons-klasse 34	Isolasjons-klasse 35	Isolasjons-klasse 37	Isolasjons-klasse 38
100	0,23	0,23	0,24	0,25
120	0,20	0,21	0,22	0,22
140	0,18	0,19	0,20	0,20
160	0,17	0,17	0,18	0,18
180	0,15	0,16	0,16	0,17
200	0,14	0,15	0,15	0,15
220	0,13	0,14	0,14	0,14
240	0,12	0,13	0,13	0,14
260	0,12	0,12	0,12	0,13
280	0,11	0,11	0,12	0,12
300	0,10	0,11	0,11	0,11

Beregnet tilleggsvarmetap = 0,02 W/mK

For leire kan U-verdien reduseres 0,01 W/m²K for tykkelse inntil 160 mm

For fjell økes U-verdien med 0,02 W/m²K for tykkelser inntil 160 mm

For fjell økes U-verdien med 0,01 W/m²K for tykkelse over 180 mm

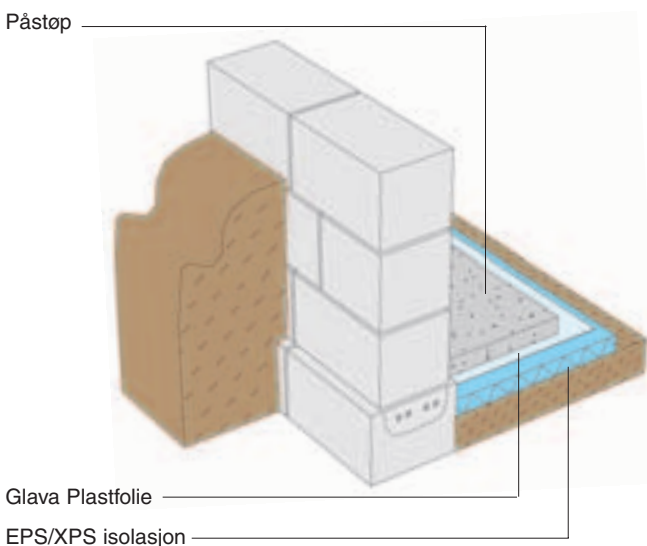


Fig. 52

Gulv under terreng

For gulv under terreng er det spesielt viktig med god drenering. Drenerende lag med tykkelse minst 150 mm legges ut og avrettes. Ved bløt grunn bør det legges en fiberduk mellom grunnen og det drenerende laget. Dersom drenerende lag er av grus, må denne komprimeres godt for å unngå setninger. Polystyrenisolasjon i form av XPS eller EPS legges ut over hele gulvflaten for å minske varmetapet og oppnå en behagelig gulvtemperatur.

U-verdi er avhengig av grunnforhold og isolasjonstykkelse. Tabellen er beregnet for en bygning med bredde 8 m og lengde / bredde-forhold = 1.5. For andre typer bygninger se innledende tekst s. 28

Isolasjonstykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K] ved sand og grus som grunnforhold							
	1 m under terreng				2 m under terreng			
	Isolasjonsklasse				Isolasjonsklasse			
	34	35	37	38	34	35	37	38
100	0,21	0,21	0,22	0,22	0,19	0,20	0,20	0,21
140	0,17	0,17	0,18	0,18	0,16	0,16	0,17	0,17
160	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15	0,15	0,16	0,16
180	0,14	0,15	0,15	0,16	0,14	0,14	0,14	0,15
200	0,13	0,14	0,15	0,15	0,13	0,13	0,14	0,14
240	0,11	0,12	0,12	0,13	0,11	0,12	0,12	0,12
280	0,10	0,11	0,11	0,12	0,10	0,10	0,11	0,11
300	0,10	0,10	0,11	0,11	0,09	0,10	0,10	0,10

U-verdiene forutsetter isolasjonsklasse 34 og 50 mm kuldebrobryter $\lambda = 0,034$ mellom påstøp og yttervegg.

For leire kan U-verdien reduseres med 0,01 W/m²K for tykkelse inntil 160 mm

For fjellgrunn økes U-verdien med 0,02 W/m²K for tykkelser inntil 160 mm

For fjellgrunn økes U-verdien med 0,01 W/m²K for tykkelse over 180 mm

Gulv mot uoppvarmet rom/kjeller

I-bjelker benyttes ved store spenn. Hulrommet isoleres med Glava I-bjelkeplate. Ved bruk av heltrebelke fylles bjelkelaget helt opp med Glava Plate/Rull.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/m²K]			
		I-bjelke		48 mm bjelke	
		A 37	40	A 37	40
150	- / 148	-	-	0,26	0,28
175	170 / 173	0,22	0,23	0,23	0,24
200	200 / 198	0,19	0,20	0,21	0,22
225	220 / 223	0,17	0,19	0,19	0,20
250	250 / 246	0,16	0,17	0,17	0,18
300	300 / 296	0,13	0,14	0,15	0,15
350	350 / 346	0,12	0,12	0,13	0,14
400	400 / 396	0,10	0,11	0,11	0,12

Brannmotstand	REI 15 (B 15)
---------------	---------------

For 36 mm bjelker vil U-verdien ligge mellom I-bjelke og 48 mm-verdiene.

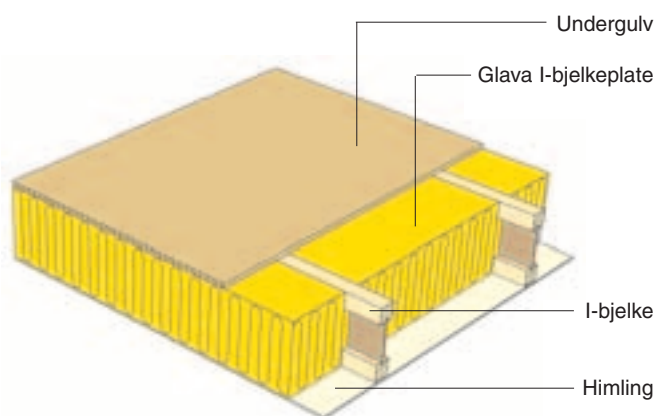


Fig. 53

Gulv mot kjeller - Plattformkonstruksjon

Bjelkelaget fylles helt med glassull i randsonen. Panelet føres langt ned og det må sørges for god tetting mellom gulv og grunnmur. Ved plattformkonstruksjon stilles det store krav til undergulvets evne til å tåle fuktighet under byggeperioden. For isolering av kjelleryttervegg, se fig. 19 og 20, på side 16.

Isolasjons- tykkelse [mm]	Bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/m²K]			
		36 mm bjelke		48 mm bjelke	
		A 37	40	A 37	40
150	148	0,26	0,27	0,26	0,28
175	173	0,22	0,24	0,23	0,24
200	198	0,20	0,21	0,21	0,22
225	223	0,18	0,19	0,19	0,20
250	246	0,17	0,18	0,17	0,18
300	296	0,14	0,15	0,15	0,15
350	346	0,12	0,13	0,13	0,14
400	396	0,11	0,12	0,11	0,12

Brannmotstand	REI 15' (B 15)
---------------	----------------

¹ For å oppnå brannklasse REI 30 ved brann fra undersiden må isolasjonen fastholdes med lekter, ståltråd e.l.

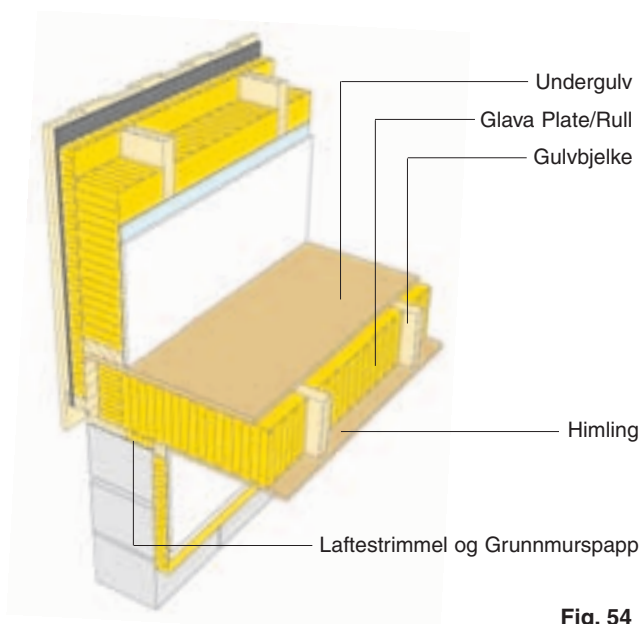


Fig. 54

Tilfarergulv over polystyren

Isolasjonslag av polystyren legges ut på et avrettet underlag av drenerende masser eller betong. Det monteres plastfolie, før en armert påstøp legges ut. Det isoleres mellom tilfarere (f.eks. 48 x 98 mm), som monteres med c/c 600 mm.

Tabellen er beregnet for en bygning med bredde 8 m og lengde / bredde-forhold = 1.5 (se forøvrig også innledningen tekst s. 28)

Isolasjonstykkelse [mm]	U-verdi [W/m²K] ved sand og grus som grunnforhold			
	34	35	37	38
50 + 50	0,25	0,25	0,25	0,26
50 + 80	0,21	0,21	0,22	0,22
100 + 80	0,17	0,17	0,18	0,18
100 + 100	0,16	0,16	0,17	0,17
100 + 120	0,15	0,15	0,16	0,16
100 + 140	0,14	0,14	0,15	0,15
100 + 160	0,14	0,14	0,14	0,14
100 + 180	0,13	0,13	0,13	0,13
100 + 200	0,12	0,12	0,13	0,13

U-verdiene forutsetter glassull med isolasjonklasse 37. Innvendig isolert ringmur, 50 mm kuldebrobyrter, under gulv isolasjonklasse 35. Beregnet tilleggsvarmetap på $\psi_s = 0,06$ W/mK.

For fjellgrunn økes U-verdien med 0,02 W/m²K for tykkelser inntil 130 mm

For fjellgrunn økes U-verdien med 0,01 W/m²K for tykkelser over 130 mm og inntil 280 mm

For leiregrunn kan U-verdien reduseres med 0,01 W/m²K for tykkelser inntil 280 mm

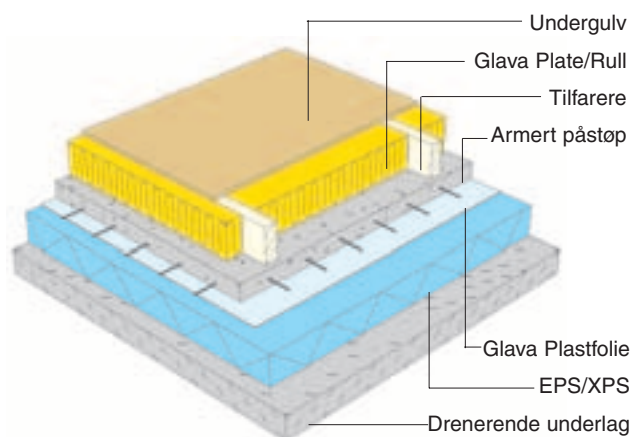


Fig. 55

FORSKRIFTER

Hva omfatter regelverket?

I stedet for en samlet byggeforskrift omfatter regelverket fire forskrifter:

- *Teknisk forskrifter til plan- og bygningsloven 1997* inneholder blant annet alle de materielle kravene til byggverk i form av funksjonskrav. Dette er de reglene vi kjenner fra Byggeforskrift 1987. Den nye Tekniske forskriften inneholder også krav til egenskaper, dokumentasjon og merking av byggeprodukter. Det er her vi blant annet finner kravene til varmeisolasjon.
- *Forskrift om saksbehandling og kontroll* omfatter hvilke tiltak som er søknadspliktige eller meldepliktige. Forskriften omfatter også de nye reglene for bygningskontroll, sanksjonsreglene samt gebyrbestemmelsene.
- *Forskrift om godkjenning av foretak for ansvarsrett* og *Forskrift om sentral godkjenning* stiller både generelle og spesielle krav til kompetanse hos foretak i de ulike godkjenningsområder, og beskriver forutsetningene for sentral og lokal godkjenning.

Varmeisolering

Det er et uttalt mål at byggevirksomheten tilrettelegges på en måte som fremmer bruk av energi- og miljøvennlige materialer. I forskriftsteksten pekes det på viktigheten av at materialer og metoder til bruk i byggverk er slik at miljøvennlige egenskaper vektlegges. Myndigheten har lagt opp til å redusere energiforbruket til oppvarming og ventilasjon på mellom 15 og 30 prosent avhengig av bygningstypen. Innskjerpelsen er størst for boliger og ikke så stor for en del bygningstyper som kirker, forsamlingslokaler, idrettsbygg og museer.

En bygnings krav til energibruk kan tilfredstilles på tre ulike måter:

- *U-verdier*: Forskriftene stiller krav til U-verdi (hvor stor varmegjennomgang som er tillatt) for hver enkel bygningsdel (tak, vegger, gulv og vindu). Ved å tilfredstille hvert enkelt krav til U-verdi, vil kravet til energibruk i forskriften være oppfylt. Se tabell 1. der U-verdikravene er gjengitt.
- *Varmetapsramme*: Varmetapsramme er det en del kjenner som omfordeling. Så lenge det samlede energitapet ikke øker, kan man omfordele isolasjonsevnen mellom bygningsdeler, dvs. at man kan redusere isolasjonen ett sted så lenge man øker den et annet sted.
- *Energiramme*: Denne metoden krever en omfattende energiberegning, hvor man tar hensyn til "alle" varmetap og varmetilskudd som eksisterer for den aktuelle bygning, slik at man finner energiforbruket. Dette energiforbruket må være mindre enn en fastsatt verdi, energirammen, gjeldene for den aktuelle bygningskategori. For å finne det aktuelle energiforbruket må man ta hensyn til varmegjennomgangskoeffisienter, vindusareal og hvordan vinduene er orientert, solfaktor, avskjermingsfaktor, infiltrasjon, luftmengder, internvarmeforhold, evt. varmegjenvinner, driftstid og en del andre faktorer. Som nevnt tidligere: En meget omfattende beregning.

Fra veiledningen henter vi følgende: "Energibestemmelse er gitt uavhengig av stedets klima. Det kan derfor hende at bestemmelsene fører til over- eller underdimensjonering sett i forhold til det økonomisk optimale. Det anbefales imidlertid at bygninger i de kaldeste strøkene varmeisolerers utover forskriftskravene da det etter all sannsynlighet er privat-økonomisk lønnsomt".

Det stilles ikke energimessige krav til bygninger som holdes oppvarmet kun en del av året, eksempelvis fritidsboliger, og hytter.

BYGNINGSDEL	U-verdier (W/m ² K) ved innetemperatur, T			
	T ≥ 20 °C	15 °C ≤ T < 20 °C	10 °C ≤ T < 15 °C	0 °C ≤ T < 10 °C
Yttervegger ¹	0,22	0,28	0,40	0,60
Tak	0,15	0,20	0,30	0,60
Gulv på grunn				
Gulv mot det fri				
Gulv mot uoppvarmet rom	0,30	0,40	0,50	0,60
Vinduer ² og dører	1,6	2,0	2,5	3,0
Glassvegger og glasstak	2,0	2,0	3,0	3,0
1) Yttervegger i uoppvarmet kjeller kan ha U ≤ 0,8 2) Vinduer i yrkesbygg kan ha U = 2,0 for T ≤ 20 °C				

Tabell 1. Største, gjennomsnittlig U-verdi for ytre bygningsdeler

Det samme gjelder for industribygninger hvor det er åpentbart at energitilskuddet fra prosesser dekker behovet. En omfordeling har blitt vanskeligere med årene fordi rammene er blitt mye strengere, det er mindre å "sjonglere" med. U-verdi-kravet til vinduer er på 1,6 W/m²K. Det mest brukte vinduet er et to-lags-vindu, med lavemisjonsbelegg og fylt med gass mellom glassene. Dette vinduet har en U-verdi på 1,4 W/m²K, slik at vi ved en omfordeling har isolert bedre enn forskriftskravet.

Den enkleste takkonstruksjonstypen å omfordele til (legge mer isolasjon enn forskriftskravet) er isolering mot kaldt loft. Her vil den reduserte takhøyden på det kalde loftet som regel ikke være noe problem. I tillegg er løsningen enkel i utførelse og ikke minst økonomisk gunstig. I takkonstruksjoner med isoleringsjiktet i skråtaket derimot, vil økt isolasjonstykkelse være noe mer arbeidskrevende, men økt isolasjons-tykkelse i taket er en økonomisk god investering. I tak-løsninger med hanebjelke og knevegg har man en unik mulighet til å øke isolasjonstykkelsen uten at det reduserer takhøyden.

Gulv på grunn fikk den største innskjerpingen med ny forskrift i 1997 (en halvering av U-verdien fra 0,30 til 0,15). Her bør man ikke isolere enda mer enn forskriftskravet, selv om dette både utførelsesmessig er enkelt og kan virke økonomisk gunstig på grunn av lav investeringskostnad. Kravene blir dermed 0,15 i både tak og på gulv mot grunn. Dette er ikke logisk med tanke på at varmen stiger. Husk at om vinteren kan det være 20 kuldegrader over tak, mens jordtemperaturen vil ligge på 5 - 6 plussgrader (jordtemperaturen er stedsavhengig og vil ligge rundt årsmiddeltemperaturen for det aktuelle stedet).

Et 0,15-krav i gulv på grunn kan allikevel forsvares, slik at det ikke gir åpning for en enda bedre omfordelingsmulighet. Hadde kravet vært svakere, kunne en fortsatt lagt mye isolasjon i gulv på grunn, og dermed redusert isolasjonstykkelsen andre steder (man kunne tilfredsstilt forskriften, men strømregningene gjennom driftsperioden hadde fortsatt vært tilnærmet like store). Vær oppmerksom på at det skjerpede kravet til varmemotstand i gulv på grunn, kan gi opphav til teleproblemer på grunn av redusert varmetap fra bygningen, noe som gjør at jordmassene under huset fryser. Dette problemet kan enkelt løses med en horisontal tilleggisolering ut fra grunnmur/fundament.

Lydisolering

Tidligere fant man kravene til lydisolering i forskriften. Tallkravene finnes i Norsk Standard, *NS 8175 - Lydforhold i bygninger*.

Det var spesielt trinnlydkravet (det er lyden du hører når noen går i etasjen over deg) som ble vesentlig skjerpet. Dette kravet er på samme nivå som f.eks. de tyske byggeforskriftene, som til nå har vært mye strengere enn de norske. For å kunne tilfredsstille kravet må de aller fleste etasjeskillere bygges med en eller annen form for flytende gulvløsning. Dette gjelder såvel tunge etasjeskillere i betong, som lette trebjelke-lag. I utgangspunktet er det imidlertid mer krevende å lydisolere lette konstruksjoner.

Lydreduksjon er viktig

Teknisk forskrift sier at bygning og/eller brukerområde som er del av bygning, skal beskyttes mot støy og vibrasjoner utenfra eller som oppstår ved forventet bruk av bygningen. Det skal legges særlig vekt på brukernes behov for tilfredsstillende lydforhold ved arbeid, søvn, hvile og rekreasjon. Byggverk skal utføres slik at de beskytter brukerne i eller nær byggverket mot støy.

Forskriften setter ikke krav til lydisolering mellom rommene innenfor samme boenhet/brukerområde. For å oppnå gode lydforhold, anbefales det likevel å lydisolere mellom de ulike rommene i et brukerområde.

Aksepterte grenseverdier for luftlydisolasjon, trinnlydnivå, etterklangtid/lydabsorpsjon og lydnivå for forskjellige bygningsskategorier er gitt i Norsk Standard *NS 8175 Lydforhold i bygninger, lydklassifisering av ulike bygningstyper (lydklasserstandard)*. Grenseverdiene er gitt i fire klasser fra A til D. Hvis man legger veiledningen til grunn ved dokumentasjon, regner man at forskriften er tilfredsstillt ved bruk av klasse C. Her er ytelsesnivået gitt i standarden, og ikke i veiledningen. Tiltakshavere som ønsker bedre lydforhold kan velge en bedre klasse (A eller B). Ved rehabilitering/utbedring av eksisterende konstruksjoner bør man minimum tilstrebe å tilfredsstille klasse D.

Krav til luftlydisolasjon og trinnlydnivå

Teknisk forskrift stiller krav til at skille mellom brukerområder skal ha slike lydisolierende egenskaper at luftlydpåkjennning ved normal bruk i ett brukerområde ikke fører til vesentlig støyplage for brukere i annet brukerområde eller på omliggende arealer. Det innebærer ifølge veiledningen at der det stilles krav til luftlydisolasjon må skillekonstruksjonene beskytte mot overføring av luftbåren lyd.

Type brukerom	R' _w Lydreduksjonstall		L' _{n,w} Trinnlydnivå	
	kl. C	kl. D	kl. C	kl. D
Mellom boenheter innbyrdes og mot fellesarealer, o.l.	55 dB	50 dB	53 dB	50 dB
Mellom boenhet og nærings- og servicevirksomhet, o.l.	60 dB	55 dB	48 dB	53 dB

Tabell 2. Verdier for luftlydisolasjon R'_w og trinnlydnivå L'_{n,w} i klasse C i NS 8175 som ivaretar funksjonskravet i forskriften og klasse D som benyttes ved rehabiliterings- / utbedringsprosjekter.

Bygninger skal utføres slik at lydnivå fra trinnlyd og annen strukturoverført lyd i et brukerområde blir så dempet at det ikke "oppstår vesentlig støyplage for brukerne".

Målestørrelsen betegnes feltmålt veid lydreduksjonstall (R'_w) for luftlydisolasjon og feltmålt veid normalisert trinnlydnivå (L'_{n,w}), begge angis i dB. Tabell 2. viser klasse C og D for luftlydisolasjon (R'_w) og trinnlydnivå (L'_{n,w}) for et par av de mest sentrale kravene for bygningsskategorien; boliger. Dette er de ytelsesnivå konstruksjoner må tilfredsstille for at intensjonen i de nye forskriftskravene skal være oppfylt.

Luftlydisolasjonen mellom ulike boenheter får nå det samme kravet (55 dB) uavhengig om det er en etasjeskiller eller en vegg som er skille mellom to boenheter/leiligheter.

Krav i forhold til utendørs støy

Forskriften sier at en bygning skal oppføres slik at lydnivået fra lydkilder utendørs ikke skal hindre tilfredsstillende lydforhold både inne i bygningen og for utearealer avsatt for rekreasjon og lek.

NS 8175 angir grenseverdier, som er avhengige av bygningstype, angitt ved målestørrelsene A-veid maksimalt lydtryknivå, $L_{A,max}$ (natt), og/eller ekvivalent lydtryknivå målt over et døgn, $L_{A,eq,24h}$. Fra utendørs lydkilder til oppholds- og soverom i boliger er kravene henholdsvis 45 og 30 dB. Dette innebærer at dersom man f.eks. har høyt utendørs støy, må ytterkonstruksjonene inkludert vinduer og eventuelle ventiler gi tilsvarende reduksjon som differansen mellom utendørs lydnivå og krav til innendørs lydnivå. For bygningstyper der det stilles krav til begge målestørrelsene, skal begge være tilfredsstillende. Hvis f.eks. utendørs veitrafikkstøy ved en bolig er målt til 65 dB over et døgn, må ytterkonstruksjonene (inkl. vinduer og ventiler) gi 35 dB (65 - 30) reduksjon for veitrafikkstøy.

Brann

Brannteknisk klassifisering av materialer og bygningsdeler

Det er to kategorier branntekniske egenskaper som er vesentlig i brannteknisk prosjektering:

- Bygningsdelers brannmotstand
- Materialers egenskaper ved brannpåvirkning

For å kunne ha en enhetlig europeisk måte å dokumentere produktenes branntekniske egenskaper på, er det utviklet felles europeiske klassifiseringsregler og felles europeiske prøvningsmetoder. Den norske standarden NS 3919 "Brannteknisk klassifisering av materialer, bygningsdeler, kledninger og overflater", erstattes av et system for klassifisering i Euroklasser. Det er innført nye betegnelser som skal erstatte de tidligere. Brannmotstand klassifiseres nå etter de nye betegnelsene, bl.a. R, E, I og M. På grunn av at Norsk Standard opererer med A 30, B 60 osv. vil vi se disse betegnelsene en god stund til. Tallet etter bokstavkombinasjonen angir antall minutter konstruksjonen skal motstå en brann.

- R** = angir at konstruksjonen er bærende.
E = for integritet/tetthet (dvs. ikke slippe igjennom gass o.l.)
I = isolasjonsevne/temperaturstigning.
M = angir evne til å motstå en gitt mekanisk påkjenning.

Dette fører til at f. eks. en ikke-bærende B 60-vegg nå vil få betegnelsen EI 60. En seksjoneringsvegg som er bærende, avskillende og skal motstå mekanisk påkjenning vil dermed få f.eks. et REI-M 90-krav. En brannvegg skiller ulike bygninger, og har minst et REI-M 120-krav. En seksjoneringsvegg skiller internt i en bygning.

Krav til sikkerhet ved brann

Teknisk forskrift sier at byggverk skal ha planløsning og utførelse som gir tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold.

Veiledningen utdyper dette med at det må godtgjøres at byggverket har tilfredsstillende utførelse når det gjelder:

- bæreevne og stabilitet
- antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk
- tilrettelegging for slokking av brann
- brannspredning mellom byggverk
- sikkerhet ved rømning
- tilgjengelighet for rednings- og slokkekemanskap

Oppfyllelse av kravene til sikkerhet ved brann kan dokumenteres på to måter:

- ved at byggverket utføres i samsvar med preaksepterte løsninger, f.eks. konstruksjoner som ved brannprøving er dokumentert å tilfredsstillende brannmotstand/ytelsesnivå gitt i veiledningen.
- ved analyse og/eller beregninger som dokumenterer at sikkerheten mot brann er tilfredsstillende

Materialers egenskaper ved brannpåvirkning

For å skille mellom de enkelte produktenes innflytelse på brannforløpet, er det nødvendig å vite hvor raskt og i hvilken grad produktet bidrar i en brann samt røykproduksjonen fra dem. Målet er enkle metoder for å bestemme antenning, varmeavgivelseshastighet, flammespredning, røykproduksjon og brennende dråper. For å fastsette kravene til overflater som nyttes på vegger og tak benyttes klasse A1 til klasse F, med underklasse s1, s2 og s3 for røykproduksjon og d0, d1 og d2 for brennende dråper. Klassifiseringen skal i første rekke anvendes for byggevarer. De aller fleste glassullprodukter innenfor byggsegmentet er klassifisert i brannklasse A1 (ubrennbar, ingen overtenning).

Eksempler på klassifisering	Nye klasser		Gamle klasser
Materialer og overflater (Euroklasser)	Brannmotstand	Materialer	
Materialer		A2-s1,d0	Ubrennbart og begrenset brannbart
Materialer		F	Ingen krav
Overflater på innvendig vegger og himling		B-s1,d0 D-s2,d0	In 1 In 2
Overflater på utvendige vegger og himling		B-s3,d0 D-s3,d0	Ut 1 Ut 2
Kledningskravet i bygningsdeler	K 10 K 10 K 10	A2-s1,d0 B-s1,d0 D-s2,d0	K1-A K1 K2
Bygningsdelers brannmotstand			
Bærende bygningsdeler	R 30	D-s2,d0	B 30
Bærende ubrennbare bygningsdeler	R 60	A2-s1,d0	A 60
Skillende bygningsdeler	EI 30	D-s2,d0	B 30
Skillende bygningsdeler - brannvegg	REI 120-M	A2-s1,d0	A 120

Tabell 3. Eksempler på klassebetegnelser nyttet i den branntekniske klassifiseringen. Utdrag fra §7-21 tabell 1 i REN veiledning til Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven av 1997.

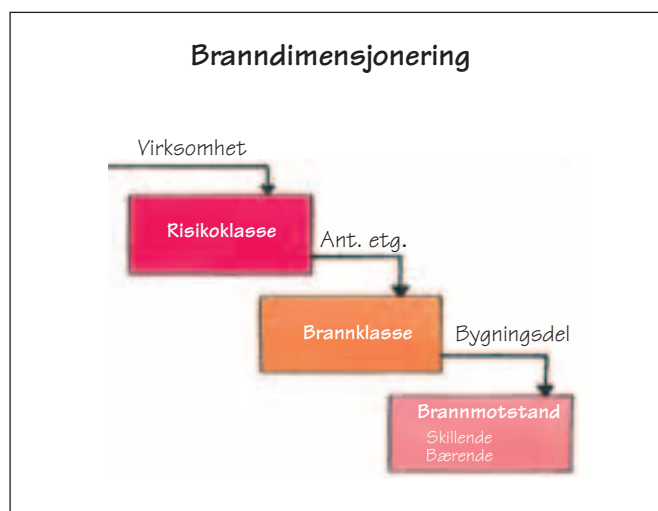


Fig. 56 Branndimensjonering

En branndimensjonering for å finne frem til brannmotstand for de ulike bygningsdeler, utføres på følgende måte: Først finner man aktuell risikoklasse (1 - 6) for bygget. Ut i fra risikoklasse og antall etasjer finner vi brannklassen. Ved å gå inn i et tabellverk, som man finner i veiledningen, finner man ut fra brannklassen hvilken brannmotstand de bærende og de avskillende konstruksjoner skal ha. Til slutt velger man konstruksjoner og løsninger som tilfredsstiller ytelsesnivåene for brannmotstand og overflater. Veiledningen angir ikke hvordan bygningsdeler som vegger, etasjeskillere osv. skal dimensjoneres og utføres. Slike anvisninger finnes i standarder, Byggforskserien og ulike håndbøker.

Risikoklasser

Ut fra den risiko en brann kan innebære for skade på liv og helse, inndeles byggverk i risikoklasser (1 - 6) som legges til grunn for å bestemme bl.a. bygningens brannklasse.

Risikoklasse	
• Risikoklasse 1 :	Garasje, driftsbygning, skur m.m.
• Risikoklasse 2 :	Industri, lager, kontor m.m.
• Risikoklasse 3 :	Barnehage, skole m.m.
• Risikoklasse 4 :	Bolig, internat, omsorgsbolig m.m.
• Risikoklasse 5 :	Salgs- og forsamlingslokale m.m.
• Risikoklasse 6 :	Sykehus, overnatting, fengsel m.m.

Tabell 4. Risikoklasser

Brannklasser

Ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø, inndeles byggverk i fire ulike brannklasser. Byggverk i brannklasse 4, som er den strengeste, vil kreve egen fullstendig dokumentasjon i overensstemmelse med de enkelte kravene i forskriften. Det er som regel ikke tilstrekkelig å følge veiledningen. Byggverk i brannklasse 1, 2 og 3 kan dokumenteres ved å bruke veiledningen, der man blant annet finner nødvendig brannmotstand for bærende og brannskillende konstruksjoner.

Bygningers brannklasse				
Risiko klasse	Antall etasjer			
	1	2	3 og 4	5 og flere
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Tabell 5. Brannklasser (BKL) §7 - 22 tab. 3 i veiledningen. Etasjehøyden er begrenset til ca. 3 m. Veiledningen viser noen unntak fra disse brannklassene

Ytelsesnivå for bærende og skillende bygningsdeler

I veiledningen finner vi at byggverk i brannklasse 1 og 2 skal bevare sin stabilitet og bæreevne i minimum den tid som er nødvendig for å rømme og redde personer i og på byggverket. Bærende hovedsystem i brannklasse 3 og 4 skal utføres slik at byggverket bevarer sin stabilitet og bæreevne gjennom et fullstendig brannforløp. Dette skyldes blant annet at det kreves mer tid til rømning enn for bygninger i brannklasse 1 og 2, og at det må tas spesielt hensyn til sikkerheten for rednings- og slokkemannskapene. Hvilket ytelsesnivå som er nødvendig for bærende og skillende bygningsdeler er vist i tabell 6.

Bygningsdeler brannmotstand			
Bygningsdel	Brannklasse (BKL)		
	1	2	3
Branncellebegrensende konstruksjon	EI 30/ D-s2,d0	EI 60/ D-s2,d0	EI 60/ A2-s1,d0
Bærende hovedsystem	R 30/ D-s2,d0	R 60/ A2-s1,d0	R 90/ A2-s1,d0
Sekundære, bærende bygn.deler, etg.skillere	R 30/ D-s2,d0	R 60/ D-s2,d0	R 60/ A2-s1,d0
Bærende bygningsdel under øverste kjeller	R 60/ A2-s1,d0	R 90/ A2-s1,d0	R 120/ A2-s1,d0

Tabell 6. Nødvendig brannmotstand for noen bærende og avskillende konstruksjoner i ulike brannklasser. Utdrag hentet fra §7 - 23 tab. 1 og §7 - 24 tab. 2.

Ytelser for overflater og kledninger

Foruten å bidra til brannmotstand i en konstruksjon, må det ytterste sjiktet på en bygningsdel og overflaten på dette ha gode branntekniske egenskaper, som gir akseptabelt vern mot anntennelse, varmeavgivelse og røykutvikling. I tabell 16 og 17 er dette angitt for henholdsvis risikoklasse 1-5 og risikoklasse 6.

OVERFLATER	Brannklasse	
	1	2 og 3
Brannceller		
Vegger og tak, inntil 200 m ²	D-s2,d0 [In 2]	D-s2,d0 [In 2]
Vegger og tak, over 200 m ²	D-s2,d0 [In 2]	B-s1,d0 [In 1]
Sjakter og hulrom	B-s1,d0 [In 1]	B-s1,d0 [In 1]
Brannceller i rømningsvei		
Vegger og tak	B-s1,d0 [In 1]	B-s1,d0 [In 1]
Gulv	D _{fl} -s1 [G]	D _{fl} -s1 [G]
Utvendige overflater		
Ytterkledning	D-s3,d0 [Ut 2]	B-s3,d0 [Ut 1]
KLEDNINGER		
Brannceller	K10/D-s2,d0 [K2]	K10/D-s2,d0 [K2]*
Branncelle i rømningsvei	K10/B-s1,d0 [K1]	K10/A2-s1,d0 [K1-A]
Sjakter og hullrom	K10/B-s1,d0 [K1]	K10/A2-s1,d0 [K1-A]

* I brannceller over 200 m² i brannklasse 3: K10/B-s1,d0 [K1]

Tabell 7. Ytelser til overflater og kledninger for risikoklasse 1-5. Ref. §7-24 tabell 1A i REN veil. til Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven av 1997.

OVERFLATER	Brannklasse	
	1, 2 og 3	
Brannceller (også i rømningsvei)		
Vegger og tak	B-s1,d0 [In 1]	
Gulv	D _{fl} -s1 [G]	
Utvendige overflater		
Ytterkledning	B-s3,d0 [Ut 1]*	
KLEDNINGER		
Brannceller	K10/B-s1,d0 [K1]	
Branncelle i rømningsvei	K10/A2-s1,d0 [K1-A]	
Sjakter og hullrom	K10/A2-s1,d0 [K1-A]	

* I brannklasse 1: D-s3,d0 [Ut 2]

Tabell 8. Ytelser til overflater og kledninger for risikoklasse 6. Ref. §7-24 tabell 1B i REN veil. til Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven av 1997.

Brannspredning og røykspredning i byggverk

Byggverk skal oppdeles i brannseksjoner og brannceller slik at brann- og røykspredning inne i byggverket reduseres eller hindres.

Maksimal størrelse på brannseksjoner og nødvendig brannmotstand er vist i veiledningen. For boliger må samlet areal overgå 1200 m² (brannbelastning 50-400 MJ/m²) for det skal være nødvendig å dele opp med en seksjoneringsvegg.

*Brannspredning mellom byggverk*

Mellom lave byggverk (møne- eller gesimshøyde under 9 m) skal det være minst 8 m innbyrdes avstand. Hvis dette ikke er tilfelle må de skilles med branncellebegrensende bygningsdel, som for bolighus inntil 2 etasjer vil være en EI 30 (B 30)-konstruksjon. For boliger på 3 etasjer eller fler, vil kravet være EI 60 (B 60). Se side 65 for hvordan etasjeantall regnes. Høye byggverk (møne- eller gesimshøyde over 9 m) skal ha minst 8 m avstand til annet byggverk, eller de må skilles med brannvegg minst REI-M 120.

Konklusjon

Hovedintensjonen i brannforskriftene er å ivareta menneskers sikkerhet. Tragisk nok viser all erfaring at de aller fleste som omkommer i brannulykker, dør på grunn av røykforgiftning og ikke på grunn av at de er blitt direkte utsatt for flammer. *Et menneske kan normalt ikke holde ut mer enn i 2 - 4 minutter i sterk røykutvikling.* Tette gjennomføringer og røykvarslere er derfor kanskje de viktigste tiltak å iverksette for å unngå ulykker i den mest kritiske fasen av en brann.

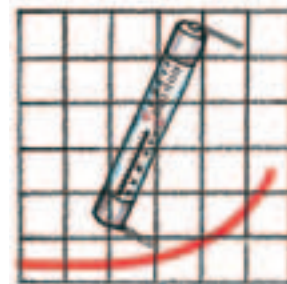
Endringene i plan- og bygningsloven og de nye tekniske forskriftene vil neppe få særlig innvirkning på brannsikkerheten dersom ikke byggebransjen (først og fremst planlegger og utførende) samtidig gjør jobben skikkelig.

Det er innsiktsfull prosjektering, riktig teknisk og faglig utførelse, samt holdninger til forebyggende tiltak som er og vil være det som avgjør den totale brannsikkerheten i et bygg. *Valget av ubrennbart isolasjonsmateriale påvirker i de aller fleste tilfeller ikke brannsikkerheten.* En påstand om det motsatte kan bidra til å gi folk en falsk trygghetsfølelse.

TEORI

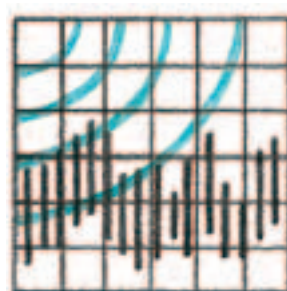
Varmeisolering

Glassullens viktigste oppgave er å minimalisere varmetapet gjennom en bygningskonstruksjon. Store varmetap gir høyt energiforbruk og er lite lønnsomt for den enkelte og samfunnet. Det er derfor helt nødvendig å benytte optimale isolasjonstykkelser og utføre jobben fagmessig. Glassull er den mest brukte isolasjon i boliger.



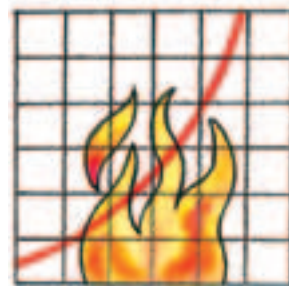
Lydisolering

Glassullens evne til å absorbere lyd gir den de gode støydempende egenskapene. En lett platekledd konstruksjon med glassull kan gi like gode resultater som en massiv betongvegg. Mineralullens romvekt har ingen betydning for absorpsjonsevnen og isolasjonsklasse 40 er ofte å foretrekke. Der lydkravene veier tyngst er ofte veggene lettest.



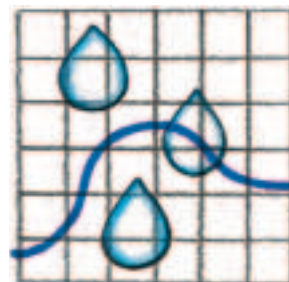
Brannisolering

Glassull tåler høye temperaturer og er ubrennbar. Når temperaturen kommer opp i glassullens smeltepunkt er bygningen forlenget overtent. Valg av type mineralull har derfor ingen praktisk betydning for brannsikkeheden i småhus av tre. Det er konstruksjonen som helhet som avgjør brannmotstanden. Teknisk forskrift og veiledning setter krav til både lyd- og brannisolering. Normalt er kravene til lydisolering så strenge at de med god margin fanger opp brannkravene.



Fukt

Glassullen har utmerkede drenasjeegenskaper, er vannavvisende og absorberer hverken fukt eller lukt. Likevel kan vann under trykk trenge inn i isolasjonen pga. den åpne fiberstrukturen, men så snart vannet har tørket ut vil glassullen gjenvinne sine utmerkede varmeisolerende egenskaper. Det stilles krav til bygningers fuktisolering og de materialer som brukes i konstruksjonen. En riktig utført konstruksjon med glassull vil være trygg for fuktangrep.



VARMELÆRE

Varmetransport

Forekommer det en temperaturforskjell mellom to sider av et materiale eller en konstruksjon, vil det alltid gå en varme-transport mot den siden med lavest temperatur. I bygningskonstruksjoner vil denne varmetransporten i hovedsak skje gjennom tre transportformer:

- Ledning
- Konveksjon (strømning)
- Stråling



Ledning finner sted både i faste stoffer, væsker og gasser og består i at varmen forplanter seg gjennom stoffet som molekylbevegelser. "Varmere" molekyler overfører gjennom støt noe av sin energi til "kaldere" og mer energifattige molekyler.



Konveksjon (også kalt strømning) finner sted i gasser og væsker. I bygningsfysikken er det stort sett bare konveksjon i luft som har noen praktisk betydning. Konveksjon kan oppstå i et hulrom omgitt av to flater med ulik temperatur. Luften mot den varme overflaten blir oppvarmet, den blir da lettere og stiger opp. Langs den kalde flaten blir luften avkjølt, da blir den tyngre og synker. Tilsammen fører disse mekanismene til at luften i hulrommet sirkulerer. Denne sirkulasjonen, som kalles naturlig ventilasjon, fører til at varme blir transportert fra den varme til den kalde siden.



Stråling kan, i motsetning til ledning og konveksjon, også forekomme i vakuum. Varme kan overføres fra en material-overflate til en annen ved termisk stråling. Alle materialer sender ut (emitterer) termisk stråling som er sterkt avhengig av overflatetemperaturen. Det vil gå en netto varmestrøm fra varm til kald side, fordi en varm overflate sender ut mer stråling enn en kald.

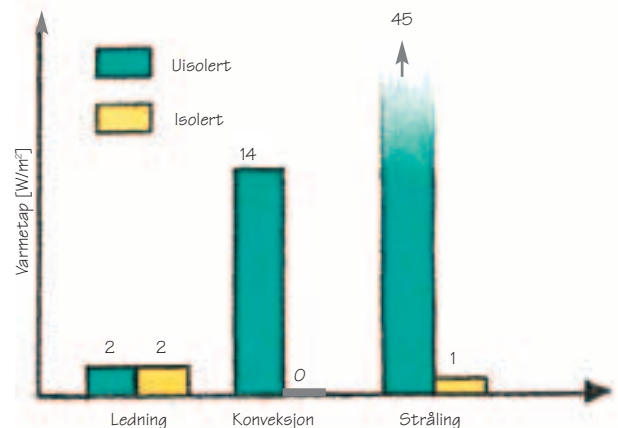
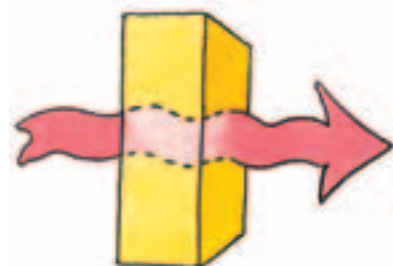


Fig. 57. Varmetapets fordeling mellom ledning, konveksjon og stråling for et hulrom på 10 cm uisolert og isolert med glassull.

I en konstruksjon vil varmetransporten foregå som en kombinasjon av de tre nevnte former. Figuren under viser hvordan varmetapet fordeler seg mellom ledning, konveksjon og stråling for et hulrom på 10 cm uisolert og isolert med glassull.



Varmekonduktivitet

Varmetransporten er avhengig av materialenes varmekonduktivitet (også kalt varmeledningsevne). Varmekonduktiviteten blir gjerne forkortet med den greske bokstaven lambda, λ . Dette fører til at varmekonduktiviteten ofte bare blir omtalt som λ (lambda)-verdien. Metall leder varme veldig godt og har med andre ord høy varmekonduktivitet. Gasser og væsker derimot har langt lavere varmekonduktivitet, noe som skyldes mindre molekyltetthet. Teoretisk framstilt vil varmekonduktiviteten være den varmemengde (W) pr. tidsenhet som ved stasjonære forhold går gjennom 1 m² av et materiale med tykkelse 1 m, når temperaturforskjellen mellom varm og kald side er 1 K (Kelvin). I varmeteori benyttes Kelvin i stedet for Celsius (°C), dette har ingen praktisk betydning siden størrelsene er like store og det er temperaturforskjellen ΔT , som er av interesse.

Varmekonduktiviteten til et byggemateriale vil være avhengig av materialets struktur (poremengde, porestruktur og porefordeling) og dessuten av fuktinnhold og temperatur. Det sistnevnte punktet er viktig å være klar ved blant annet

isolering innenfor VVS-området, der vi isolerer både varme og kalde rør. Normalt øker varmeledningsevnen med temperaturen. For normale bygningskonstruksjoner angis varmekonduktiviteten ved 10 °C middeltemperatur. Når det gjelder materialstrukturen kan en som hovedregel si at materialets varmeisolerende evne vokser med porøsiteten. At det må være slik forstår en lett når en vet at konduktiviteten for luft ligger på ca. 0,025 W/mK mens det faste stoffet i de fleste porøse materialer har verdier som er fra 50 til 200 ganger høyere. Det er altså luft som danner grunnlaget for så å si all varmeisolasjon.

Problemet er å få luften til å stå stille (det vil si unngå konveksjon). Dette oppnås ved hjelp av glassullfibre. Varmetransporten gjennom glassullen påvirkes av fibermengde, fiberoverflate og fiberretning.

Mineralull må beskyttes mot fuktighet siden varmekonduktiviteten vil øke med økende fuktinnhold.

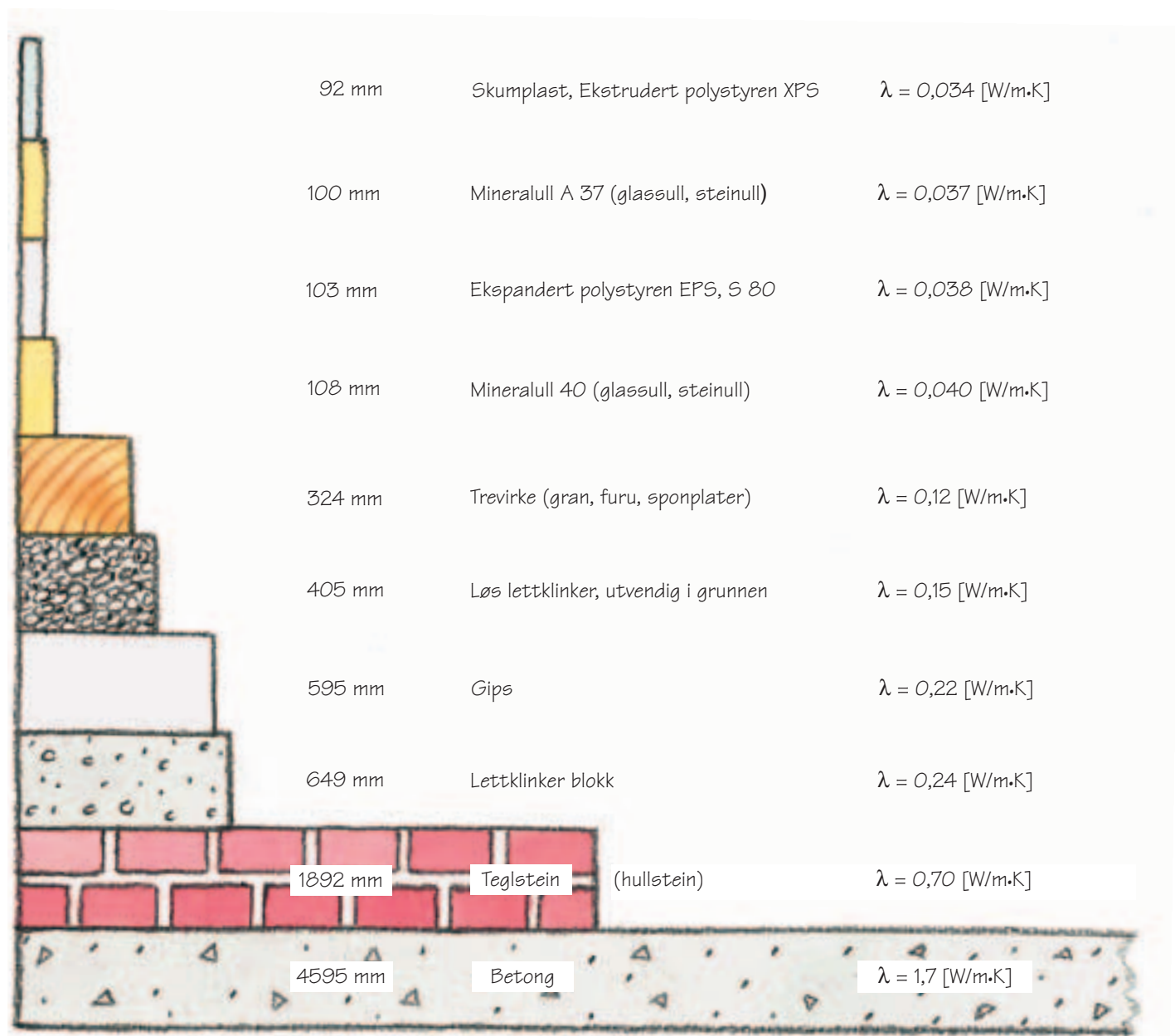


Fig. 58. Viser hvor tykke sjikt vi må ha av hvert materiale for at de skal isolere like godt

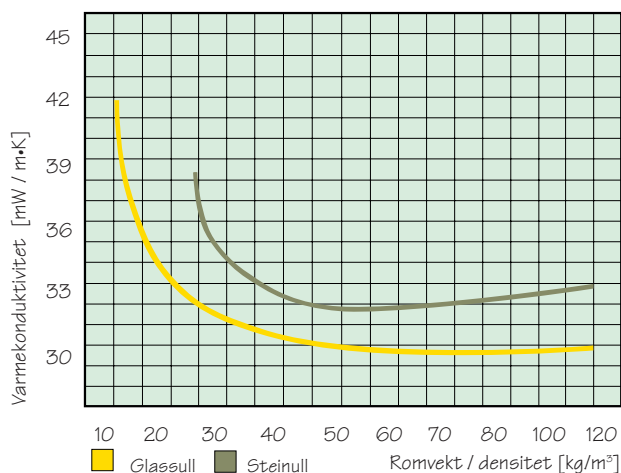


Fig. 59. Sammenhengen mellom varmekonduktivitet og densitet / romvekt

U-verdi og varmemotstand (R)

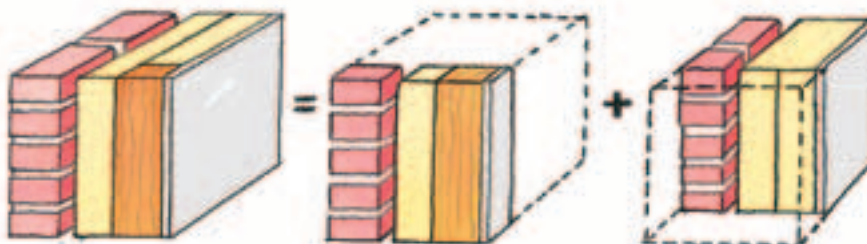
Begrepet U-verdi eller varmegjennomgangskoeffisient, forteller hvor lett en bygningsdel slipper gjennom varme. U-verdien angir hvor mye varme som pr. tidsenhet (W) går i gjennom et areal på 1 m² ved en konstant temperaturskjell på 1 K (1 °C) mellom konstruksjonendelens to ytterflater. U-verdien for en bygningskonstruksjon kan enten beregnes etter *NS-EN ISO 6946* : 1997, eller måles i laboratorium. For å kunne beregne U-verdien for en konstruksjon må en først beregne de enkelte sjikts varmemotstand:

$$R_T = \frac{d}{\lambda}$$

R	=	varmemotstand [m ² K/W]
d	=	materialsjiktets tykkelse [m]
λ	=	varmekonduktivitet [W/m K]

hvor varmemotstanden (R) er definert som tykkelsen på materialsjiktet (d) dividert med materialets varmekonduktivitet (λ).

Beregningsprinsipp for øvre grenseverdi, R_T



Beregningsprinsipp for nedre grenseverdi, R_T

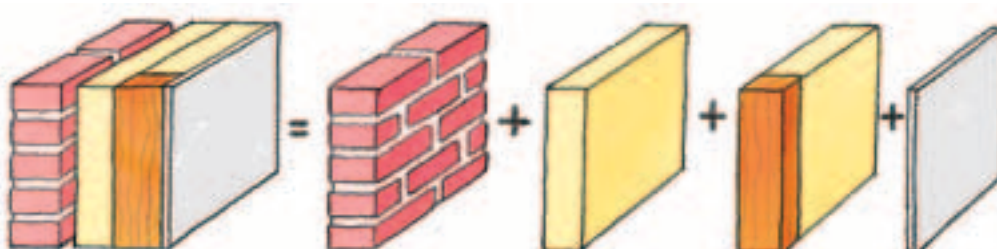


Fig. 60. Figuren viser beregningsprinsippet for øvre og nedre grenseverdi.

Varmeovergangsmotstand

Luftsjiktet nærmest den indre og ytre overflate vil på grunn av friksjon motsette seg bevegelse. Denne motstanden kalles varmeovergangsmotstanden. Den utvendige varmeovergangsmotstanden betegnes R_{se} og den innvendige R_{si}. Størrelsen er avhengig av lufthastigheten langs flaten, emisjonstallet og temperaturen. Ved beregninger benyttes faste, standardiserte overgangsmotstander vist i tabell 9.

Overgangsmotstand (m ² K/W)	Varmestrømsretning		
	Oppover	Horisontal	Nedover
Innvendig, R _{si}	0,10	0,13	0,17
Utvendig, R _{se}	0,04	0,04	0,04

Tabell 9. Overgangsmotstand [m² K/W] fra NS-EN ISO 6946

For konstruksjoner som inneholder et godt ventilt luftsjikt ser man bort ifra varmemotstanden av luftsjiktet og alle sjikt mellom luftsjiktet og den ytre omgivelsen. Den utvendige overgangsmotstanden R_{se} settes lik den innvendige overgangsmotstanden R_{si} for den samme komponenten.

Varmemotstanden til bygningsdeler av homogene sjikt

For konstruksjonsoppbygninger bestående av kun homogene materialsjikt vil den samlede varmemotstanden, R_T, være lik summen av motstanden til de enkelte sjikt, i tillegg til varmeovergangsmotstandene:

$$R_T = R_{si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + R_{se}$$

R _T	=	samlet varmemotstand [m ² K/W]
R _{si}	=	innvendig overgangsmotstand [m ² K/W]
d	=	materialsjiktets tykkelse [m]
λ	=	varmekonduktivitet [W/m K]
R _{se}	=	utvendig overgangsmotstand [m ² K/W]

Varmemotstand til bygningsdeler av homogene og ikke-homogene sjikt.

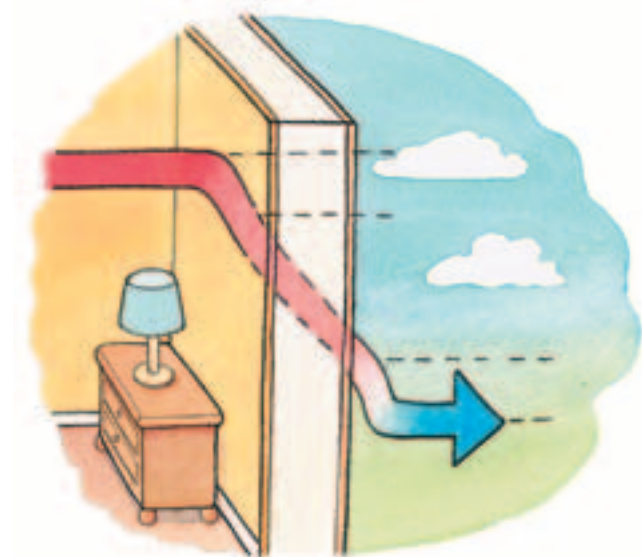
De fleste konstruksjoner består av både homogene sjikt og sjikt som er sammensatt av flere materialer, der f.eks. kledningsplatene er homogene sjikt, mens isolasjonen mellom stenderverket utgjør et sammensatt sjikt. I slike konstruksjoner vil varmenstrømmen ikke bare foregå vinkelrett gjennom konstruksjonen (1-dimensjonal varmemotstand). Det vil også foregå en varmemotstand sideveis i for eksempel innvendig platelag og videre ut gjennom stenderen (vi får da både en 2- og 3-dimensjonal varmetransport).

Nøyaktige beregninger av varmemotstanden for flerdimensjonell varmemotstand er vanskelig uten bruk av spesielle data-programmer. For normale bygningskonstruksjoner gir imidlertid forenklete beregninger etter *NS-EN ISO 6946* tilstrekkelig nøyaktighet. Der beregner man to teoretiske grenseverdier som konstruksjonen virkelige varmemotstand ligger i mellom. Standarden angir at den samlede varmemotstanden R_T er den aritmetriske middelverdien av den øvre og den nedre grenseverdien.

Den øvre grenseverdi for samlet varmemotstand, R'_T , bestemmes ved å anta kun 1-dimensjonal varmemotstand (ingen sideveis varmemotstand i konstruksjonen, også ofte omtalt som "varmetette skott"). Denne verdien betegnes den øvre grenseverdi fordi den er noe høyere enn den virkelige verdien.

$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{Tn}}$$

- R'_T = øvre grenseverdi av varmemotstand [$m^2 K/W$]
 $f_a, f_b, \dots, f_n$ = arealandel av hver seksjon
 $R_{Ta}, \dots, R_{Tn}$ = seksjonens samlede varmemotstand



Nedre grenseverdi, R''_T , bestemmes ved å anta at varmeledningsevnen er uendelig god sideveis, det vil si alle sjikt er isoterme. Uhomogene sjikt blir dermed "leget". For hvert termisk uhomogent sjikt beregnes den ekvivalente varmemotstanden R_j :

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}}$$

- R_j = den ekvivalente varmemotstanden for sjiktet [$m^2 K/W$]
 $f_a, f_b, \dots, f_n$ = areal-andel av hver seksjon innen sjiktet
 $R_{aj}, \dots, R_{nj}$ = varmemotstand av hver seksjon innen sjiktet

Den nedre grenseverdi blir dermed summen av varmemotstandene for alle sjikt både de homogene og de sammensatte, samt at vi her også har lagt inn varmeovergangsmotstanden.

$$R''_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

- R''_T = nedre grenseverdi av varmemotstand [$m^2 K/W$]
 R_{si} = innvendig overgangsmotstand [$m^2 K/W$]
 R_{se} = utvendig overgangsmotstand [$m^2 K/W$]
 R_n = sjiktets varmemotstand [$m^2 K/W$]

Den totale varmemotstanden for konstruksjoner med sammensatte materialsjikt blir dermed:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2}$$

U-verdien eller varmegjennomgangskoeffisienten er da gitt av formelen:

$$U = 1 / R_T$$

$$U_c = U + \Delta U$$

- U = varmegjennomgangskoeffisienten [$W/m^2 K$]
 R_T = total varmemotstand [$m^2 K/W$]
 U_c = korrigert varmegjennomgangskoeffisienten [$W/m^2 K$]
 ΔU = eventuelt tillegg for luftrom i isolasjonen, mekaniske festeanordninger eller nedbør på omvendte tak.

Tidligere tillegg for arbeidsutførelse i *NS 3031* på $\Delta U_a = 0,015 W/m^2 K$ er i *NS-EN ISO 6946* tatt bort og erstattet av en ny korreksjon ΔU som varierer fra konstruksjon til konstruksjon. Dette står detaljert beskrevet i *Tillegg D* til *NS-EN ISO 6946*.

Varmegjennomgangskoeffisient (U -verdi) skal korrigeres for: ΔU_g luftrom i isolasjonen; tar hensyn til hvordan konstruksjonen er isolert, om isolasjonen er kontinuerlig eller i kombinasjon med stenderverk osv.

ΔU_f mekaniske festeanordninger; benyttes hvis et isolasjonsjikt gjennomtrenges av mekaniske festeanordninger.

ΔU_r nedbør på omvendte tak; dette tillegget er ikke tatt med i standarden da metode for beregning er under utarbeidelse.

Korreksjon ΔU finnes fra likningen:

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f (+ \Delta U_r)$$

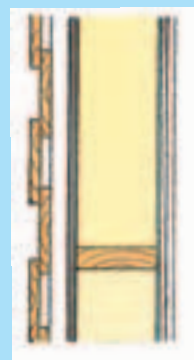
Eksempel på beregning av U-verdi

Trestendervegg med gjennomgående stender:

Arealandel: mineralull 88% (f_a)
tre 12% (f_b)

For 48 mm trevirke kan en regne med 12% treandel,
og 9% treandel ved 36 mm stender

Horisontalsnitt
gjennom ytter-
veggen



Konstruksjonsoppbygning	Tykkelse d [mm]	Varme- kondukt. λ [W/m·K]	Varmemotstand, R [m²K/W]		
			Øvre grenseverdi, R'_T		Nedre grenseverdi R''_T
			Isolasjonsfelt	Bindingsverksfelt	
Innvendig overgangsmotstand			0,130 ¹⁾	0,130 ¹⁾	0,130 ¹⁾
Gipsplate	13		0,060 ³⁾	0,060 ³⁾	0,060 ³⁾
Fuktsperre, plastfolie	0,15		0,050 ³⁾	0,050 ³⁾	0,050 ³⁾
200 mm mineralull	198	0,036 ²⁾	5,500 (R_{aj})		4,297 ⁵⁾ (R_j)
48 x 198 trestendere c/c 600mm	198	0,120 ²⁾		1,650 (R_{bj})	
Vindsperre, porøs trefiberplate	12		0,240 ³⁾	0,240 ³⁾	0,240 ³⁾
Ventilert hulrom/utlekting	20		0,130 ⁴⁾	0,130 ⁴⁾	0,130 ⁴⁾
Utvendig kledning	15				
Utvendig overgangsmotstand					
SUM			6,110 (R_{Ta})	2,260 (R_{Tb})	4,907
			$R'_T = 5,073$		$R''_T = 4,907$

¹⁾ NS-EN ISO 6946 Tabell 1

²⁾ NS 3031 Tabell 14 og 15 eller NBI-blad 471.010 Tabell 22

³⁾ NS 3031 Tabell 16 eller NBI-blad 471.010 Tabell 31

⁴⁾ NS-EN ISO 6946 viser beregning av U-verdi for konstruksjoner som inneholder luftsjikt. I denne type konstruksjoner skal varmemotstand for alle sjikt f.o.m luftsjiktet t.o.m den utvendige overgangsmotstand settes lik den innvendige overgangsmotstand, dvs 0,13 m² K/W (se pkt. 5.3, NS-EN ISO 6946).

⁵⁾ Varmemotstand, R, for sammensatte sjikt finnes ved å veie varmemotstand for hvert materiale med materialets arealandel. I dette tilfelle har vi 88 % mineralull- og 12 % treandel: $R_j = 1/(f_a/R_{aj} + f_b/R_{bj}) = 1/(0,88/5,500 + 0,12/1,650) = 4,297$ m²K/W

Øvre grenseverdi : $1/R'_T = f_a/R_{Ta} + f_b/R_{Tb} = 0,88/6,110 + 0,12/2,260 = 0,197$
 $R'_T = 5,073$ m²K/W

Nedre grenseverdi : $R''_T = 4,907$ m²K/W

Total varmemotstand : $R_T = (R'_T + R''_T) / 2 = (5,073 + 4,907) / 2 = 4,990$ m²K/W

U-verdi : $U = 1 / R_T = 1 / 4,990 = 0,20$ W/m²K

U-verdi med korreksjon: $\Delta U = \Delta U_g = 0,01$ W/m²K (se forrige side og NS-EN ISO 6946, Tillegg D og E)
 $U_c = U + \Delta U = 0,20 + 0,01$
 $U_c = 0,21$ W/m²K

Varmemotstanden til luftsjikt

Varmetransporten over en luftspalte skjer både ved ledning, konveksjon og stråling. Strålingsbidraget er som oftest det dominerende, og vil for luftspalter tykkere enn 15 mm utgjøre over 70 %. Det betyr at varmetransporten kan reduseres betraktelig hvis materialoverflatene har lav emisjon og/eller høy refleksjon. Dette utnyttes i forseglede vindusruter med såkalte lavemisjonsbelegg. Varmeisolasjon begrenser både stråling, ledning og konveksjon effektivt slik at reflekterende overflater ikke har noen praktisk betydning i isolerte hulrom. For uisolerte og uventilerte luftsjikt vil varmemotstanden være som vist i tabellen under.

Tykkelse på luftsjikt [mm]	Varmemotstand til luftsjikt [$\text{m}^2 \text{K/W}$]		
	Varmestrømretning		
	Oppover	Horisontalt	Nedover
0	0,0	0,0	0,0
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Tabell 10. Varmemotstand for uventilerte luftsjikt, overflater med høy emmisivitet. NS-EN ISO 6946

Et svakt ventilert luftsjikt (fra 500 til 1500 mm^2 åpninger pr. m lengde for vertikale luftsjikt, for horisontale luftsjikt fra 500 til 1500 mm^2 pr. m^2 overflateareal) vil ha en varmemotstand som er halvparten av den tilsvarende verdien i tabell 10. For godt ventilerte luftsjikt, skal det sees bort fra luftsjiktets varmemotstand og alle andre luftsjikt mellom luftsjiktet og den utvendige omgivelsen. Samtidig skal den utvendige overgangsmotstanden erstattes av en som tilsvarer stillestående luft (dvs. lik den innvendige overgangsmotstanden til den samme komponenten).

Kuldebroer

En kuldebro er et begrenset felt i en konstruksjon som har vesentlig dårligere varmeisolasjon enn konstruksjonen forøvrig. I slike felt oppstår det en lokal, sterk varmestrøm og dermed et ekstra varmetap, og det ville følgelig vært mer korrekt å snakke om en "varmebro" (på engelsk heter det "thermal bridge" og "Wärmebrücke" på tysk). Ordet kuldebro er imidlertid så innarbeidet at man neppe vil bli kvitt det.

Det er vanskelig å definere grensen for hva som skal betraktes som kuldebro. Teoretisk sett er blant annet en spiker i en konstruksjon en kuldebro, men vanligvis må konsekvensene være større for at begrepet skal bli brukt. Det er vanlig å definere en konstruksjonsdel som en kuldebro dersom en eller flere av følgende effekter opptrer:

- Uforholdsmessig stort varmetap og dermed store fyringskostnader.
- Ubegag ved kalde innvendige overflater (trekk, stråling, kaldras).
- Kondens og oppfuktning pga lav overflatetemperatur, som kan føre til mugg, råte, samt misfarging.
- Temperaturforskjeller som kan gi spenningskonsentrasjoner og risiko for sprekker.

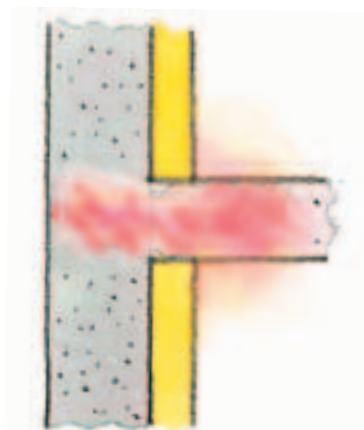


Fig. 61. Snitt gjennom en kuldebro. Figuren kan være et vertikalsnitt av yttervegg/etasjeskiller, eller et horisontalsnitt av yttervegg/bærevegg.

Tilleggsvarmetapet [ΔU_l] for ulike typer kuldebroer kan finnes ved beregning etter forenklede standardiserte metoder eller ved hjelp av dataprogrammer for 2- og 3-dimensjonal varmestrøm. I byggdetaljblad 471.015 finner man ΔU_l for nærmere 30 ulike konstruksjonsløsninger, slik at dette kan være et godt sted å starte.

Varmetapet gjennom en kuldebro kan reduseres ved at :

- lengden på varmestrømsveien økes
- kuldebrotverrsnittet reduseres.
- materialet i kuldebroen erstattes helt eller delvis med bedre isolerende materialer.
- kuldebroen isoleres utvendig (eller evt. innvendig).

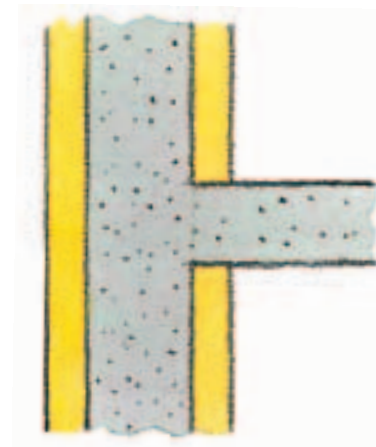


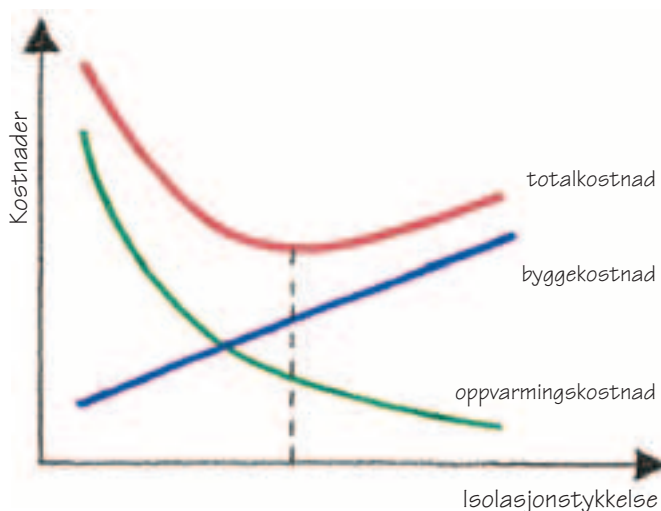
Fig. 62. Kuldebroen er redusert ved en utvendig isolering.

Bruk av varmekilder (f.eks. varmekabler) vil alltid føre til en økning av varmestrømmen og dermed også varmetapet. Dermed bør slike løsninger unngås ved nybygging, da det først og fremst er energiøkonomiske kriterier som bør legges til grunn ved prosjekteringen.

Det er viktig å redusere kuldebroer til et minimum. I ekstreme tilfeller kan varmetapet i kuldebroene være større enn det samlede varmetapet gjennom konstruksjonen forøvrig. Kuldebroer er derfor dårlig energiøkonomi. Merkostnaden for å unngå kuldebroer er som regel tjent inn i løpet av få år i form av reduserte oppvarmingskostnader.

Økonomisk varmeisolering

Når man tar utgangspunkt i kravene i *Teknisk forskrift* og finner nødvendig isolasjonstykkelse for å tilfredsstille kravene, er dette nødvendigvis ikke optimal økonomisk varmeisolasjon. Økonomisk varmeisolasjon baserer seg på prinsippet der totalkostnadene, dvs. summen av byggekostnaden og oppvarmingskostnaden skal være minst mulig. En lavere U-verdi, dvs. økt isolasjonstykkelse, medfører at byggekostnaden øker men samtidig at oppvarmingskostnaden reduseres.



For å finne optimal varmeisolasjon må man ta hensyn til faktorer som kalkulasjonsrente, byggekostnader, avskrivningstid og ikke minst energiprisen og dens utvikling. Det er viktig å være klar over at økende energipriser vil føre til større optimale isolasjonstykkelser.



Bygningers energibalanse

Energibalansen i en bygning er avhengig av:

- varmetap gjennom transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon.
- varmelagring i bygningens masser (konstruksjoner og innredning).
- varmetilførsel i form av oppvarming og "gratisvarme" fra solinnstråling, belysning, utstyr og personer.

Over litt tid vil varmetapet være lik varmetilførselen, men over kortere perioder fungerer varmekapasiteten i bygningen som utjevning (tidsforsinkelse) gjennom varmelagring. Nødvendig varmetilførsel gjennom oppvarming skal dekke gapet mellom varmetapet og "gratisvarmen".

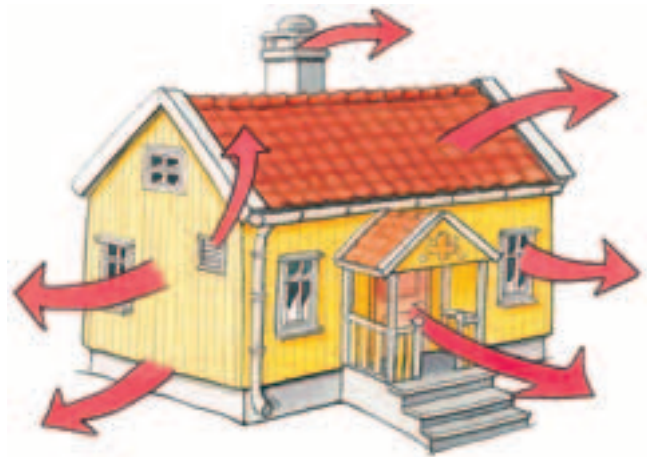


Fig. 64. Viser eksempler på varmetap i en bygning

Ved beregning av energibehov tas det hensyn til energitilskudd, mens det ved beregning av effektbehov til oppvarming og ventilasjon skal det som hovedregel ikke tas hensyn til energitilskudd fra solinnstråling, belysning, utstyr og personer. Sikre varmetilskudd kan medregnes ved dimensjonering av varme- og ventilasjonsanlegg.

Transmisjonstap betyr varmelekkasje gjennom de omhyllende konstruksjoner. Varmelekkasjen er proporsjonal med det areal varmetransporten foregår gjennom og er avhengig av temperaturforskjellen inne og ute, samt konstruksjonens U-verdi.

Ventilasjonstapet er knyttet til den tilsluttede luftveksling. Ventilasjonvarmetapet vil øke proporsjonalt med luftmengden som skiftes ut og med temperaturforskjellen mellom inne- og uteluft. Bruk av varmegjenvinner vil redusere ventilasjonsvarmetapet betydelig.

Infiltrasjonstapet er utilsiktet luftveksling (utenom ventilasjonsanlegget), det vil si gjennom utettheter i de omsluttende flater. Infiltrasjonen er avhengig av bygningsdelenes lufttetthet, og byggets skjerming og beliggenhet, samt temperaturforskjellen mellom inne- og uteluft.

Det vil også være et varmetap fra bygningen med avløpsvannet. Selv om dette varmetapet i visse situasjoner kan bli betydelig, neglisjeres det ofte ved varmeberegninger for bygningen.

LYDLÆRE

Begreper

Lydtrykk

Det vi vanligvis mener med lyd er lydbølger i luft, som kan oppfattes av det menneskelige øret. Det er en form for energi som vibrerende legemer avgir. Øret oppfatter lyd ved at trommehinnen settes i svingninger på grunn av lydbølger i lufta. Lyd kan også bre seg i faste stoffer og kalles da strukturlyd. Det vi kaller lydtrykk er de hørbare endringene av lufttrykket.

Desibel [dB]

Menneske har mulighet til å oppfatte lydtrykk fra en høregrense på ca. $2 \cdot 10^{-5}$ Pa opp til en smertegrense på omkring 20 Pa (dvs. over 1 million ganger mer enn høregrensen). Ørets følsomhetområde er dermed veldig stort og det vil derfor være uhensiktsmessig å bruke en lineær skala for å angi lydtrykket. I stedet har man valgt å angi de akustiske størrelsene med en logaritmisk skala som har måleenheten desibel (dB), som angir et lydtrykknivå i forhold til lydtrykket ved høregrensen. Høregrensen er satt til 0 dB, og dermed blir smertegrensen liggende omkring 120 dB. Vi kan høre sterkere lyder, men det er både smertefullt og skadelig. Se figuren til høyre.

Frekvens [Hz]

Frekvensen angir antall svingninger pr. sekund og har enheten hertz, Hz. Mennesket har mulighet til å høre lave / dype bass-lyder fra ca. 20 Hz til høye/lyse diskantlyder opp mot 20 000 Hz. Lyd vil normalt være sammensatt av lydbølger med et vidt spekter av frekvenser. Innenfor bygningsakustikken er det vanlig å angi frekvenser fra 100 og opptil 4000 Hz.

Lydnivå i dB(A)

For å karakterisere lyd er det vanlig å bruke betegnelsen dB(A). Dette er et veid middeltall (A-veiling) for ulike frekvenser, konstruert for å etterligne ørets måte å oppfatte lyd på. Veiekurven er dermed tilpasset ørets følsomhet for de ulike frekvensene. Øret oppfatter lavfrekvent lyd (bass) langt dårligere enn diskantlyder. A-veilingen medfører at lyder i bassen mer eller mindre blir filtrert bort.

Absorpsjon

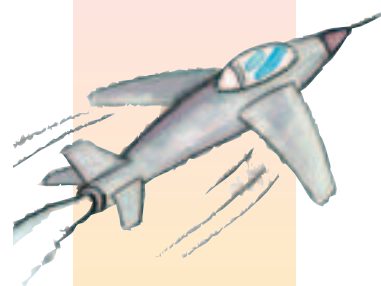
Alle materialer vil absorbere lyd i større eller mindre grad. Absorpsjonen er normalt frekvensavhengig. Harde og stive materialer som f.eks. betong har liten absorpsjonsfaktor og karakteriseres derfor som godt reflekterende. Blant de lydabsorberende materialene finner vi porøse absorbenter. De mest typiske porøse absorbenter er mineralull og tekstiler. Absorpsjonsevnen vil avhenge av mengden overflate av fast materiale og av den motstand lyden møter ved inntrengning i materialet. Den sistnevnte faktoren er blant annet avhengig av poreantall og porestørrelse. Den absorberte energien går over i varmeenergi.

Etterklangstid, T

Når en lydkilde blir avbrutt, vil lydtrykket avta etterhvert som resonansen (gjenklngen) i rommet dempes. Jo mer absorpsjon det er i rommet, jo fortere vil lydtrykket avta, og vi sier da at etterklangstiden er kort. Rom med liten absorpsjon vil ha lang etterklangstid. Dette kan man til daglig registrere i blant annet trapperom og kirker.

Etterklangstiden, T [s], defineres som tiden det tar fra lydkildeavbrudd til lydtrykket er sunket med 60 dB.

120 dB



100 dB



80 dB



60 dB



40 dB



20 dB



0 dB

Nedre høregrense

Fig. 65. Viser eksempler på lydnivå, dB



Fig. 66. Luftlydisolasjon (Illustrasjon av en vegg som demper lyd)

Lydreduksjonstall, R'_w

Lydreduksjonstallet beskriver en konstruksjons evne til å dempe lydnivået. Forenklet sett bestemmes lydreduksjonstallet ved at man måler forskjellen i lydtrykknivå mellom rommet der lyden oppstår og det som høres i naborommet. Jo større differanse i verdiene man måler, desto bedre isolerer konstruksjonen mot luftlyd. Har vi f.eks. en lydkilde som sender ut 100 dB i et rom, og lydnivået i naborommet måles til 45 dB, har lyden blitt dempet med 55 dB. Det vil si at konstruksjonens lydreduksjonstall er på 55 dB. For de fleste konstruksjoner angis luftlydisoleringen med et veid feltmålt lydreduksjonstall, R'_w (dB). Dette gir et enkelt tall som representerer flere frekvens-bånd. Verdier målt i laboratorie betegnes veid lydreduksjonstall, R_w (dB). I laboratorie er det lettere å unngå lydoverføringer via tilstøtende konstruksjoner, og verdien er som regel 3 - 5 dB høyere enn feltmålt verdi. Lydkravene vi må forholde oss til finner vi i Norsk Standard, *NS 8175 Lydforhold i bygninger*, som refererer til feltmålt veid lydreduksjonstall, R'_w .

Trinnlydnivå $L'_{n,w}$

Trinnlydnivå beskriver en etasjeskillers evne til overføre lyd fra fottrinn, dunking o.l. Det er lydnivået i underliggende etasje som angis. For praktisk bruk angir man et såkalt feltmålt veid normalisert trinnlydnivå, $L'_{n,w}$ [dB]. Verdien målt i laboratorie betegnes veid normalisert trinnlydnivå, $L_{n,w}$ [dB]. I laboratorie er det lettere å unngå lydoverføringer via tilstøtende konstruksjoner, og verdien er som regel 3 - 5 dB lavere enn feltmålt verdi. Forenklet sett bestemmes tallet ved at en standardisert bankemaskin plasseres over etasjeskilleren og lydtrykknivå måles i rommet under. Jo lavere lydnivå man måler, desto bedre er konstruksjonens evne til å isolere mot trinnlyd.



Fig. 67. Trinnlyd

Utvendig støy

For konstruksjoner som skal isolere mot lavfrekvent støy, som f.eks. veitrafikkstøy, angir man veid lydreduksjonstall $R'_w + C_{tr}$. C_{tr} er omgjøringsstall for spektrum for trafikkstøy. C_{tr} er som regel negativ, fordi de fleste konstruksjoner isolerer dårligere mot lavfrekvent støy enn høyfrekvent støy. $R'_w + C_{tr}$ erstatter tidligere trafikkstøyreduksjonstall, R_A [dB(A)].

Lydnivå beskriver styrken av lyd (støy) i eller utenfor en bygning. Lydnivå angis som A-veid ekvivalent lydtrykknivå $L_{A,eq,T}$ eller A-veid maksimalt lydtrykknivå $L_{A,max}$. $L_{A,eq,T}$ måles over lengre tid, som regel 24 timer, mens $L_{A,max}$ er det høyeste nivået man måler. Hvilken av verdiene det stilles krav til, avhenger av bygningstype og type lydkilde.

For utendørs støy er det ikke bare veggkonstruksjonen som har betydning for lydnivået innendørs. Vinduer og ventiler innvirker mye på konstruksjonens totale lydreduksjon. Ved beregninger kan man ta utgangspunkt i kjent utendørs lydnivå og trafikkstøyreduksjonstallene ($R_w + C_{tr}$) for delflatene. Ulike kombinasjoner vegg og vindu kan gi samme totalresultat. Beregninger er vist i *Byggforskserien 421.425*.

Praktisk lydisolering

Det er to hovedprinsipper å lydisolere en konstruksjon på. Ved bruk av:

- En tung massiv konstruksjon som er vanskelig å sette i svingning. Denne vil i hovedsak reflektere lydbølgene slik at de holdes innenfor det rommet lyden oppstår.

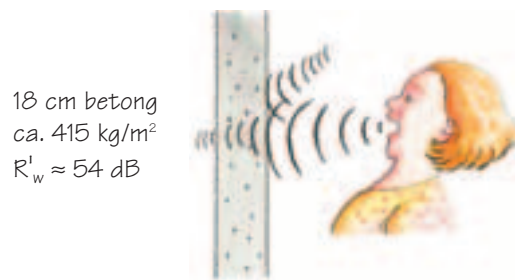


Fig. 68. Lydreduksjon gjennom en massiv vegg

- En lett konstruksjon som i hovedsak absorberer lyden, kan bestå av flere adskilte sjikt der mineralull har en sentral funksjon ved at den absorberer lydenergien. Stor vekt/masse på konstruksjonen er dermed ikke nødvendig for å oppnå god lydisoleringen. De lette konstruksjonene er å foretrekke både av praktiske og økonomiske årsaker. Figuren viser at en lettvegg som kun har en 1/10-del av massen i forhold til en betongvegg, allikevel har bedre lydisoleringsegenskaper.

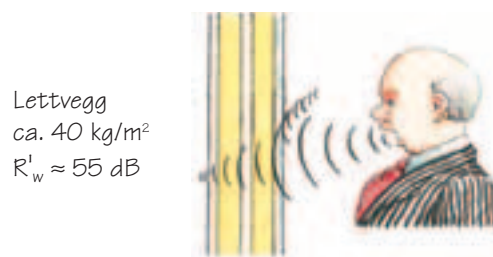


Fig. 69. Lydreduksjon gjennom en lettvegg

Begge konstruksjonene hindrer lyd i å komme igjennom. Betongen har stor masse og er dermed vanskelig å sette i bevegelse og reflekterer mye av lydbølgene. Den lette stenderverksveggen har plateledning på hver side og hulrommet er fylt med isolasjon.

Det er platekledningen (egenskaper og antall), konstruksjonsoppbygning (gjennomgående-, forskjøvet eller dobbelt stenderverk) og om hulrommet er avdempet med isolasjon som er avgjørende for lydreduksjonen. Lyden reflekteres delvis i platelaget og absorberes i mineralullen. Absorpsjonen er størst ved de høye frekvensene og øker med materialtykkelsen.

Platekledningen

Platekledningen bør være av et "dødt" materiale. For å øke lydreduksjonstallet kan det benyttes såkalte stråleminskende kledninger, som kjennetegnes ved at de er tynne og bøyeelastiske. De avstråler mindre lyd enn massivkonstruksjoner. Det mest vanlige platekledningene er gips- og sponplater, i fra 11 til 15 mm tykkelse.

Når det benyttes to eller flere platelag på samme side, monteres platelagene med forskutte skjøter.

Enkeltkonstruksjoner

Konstruksjoner med gjennomgående stenderverk fungerer som et kompakt svingesystem. Skal en slik konstruksjon gi god lydisolering, må den yte stor motstand mot å komme i svingninger, det vil si at platens flatemasse bør være stor.



Dobbeltkonstruksjon

For at lette konstruksjoner skal oppnå best mulig lyd-isolerende egenskaper er det nødvendig med dobbelte konstruksjoner. Meningen er da at det ikke skal være noen mekanisk kontakt mellom de to sidene i konstruksjonen. Det vil si at den ene veggdelen skal svinge helt fritt og uavhengig av den andre. Dette oppnår man ved bruk av separate stendere og sviller. I slike konstruksjoner utnytter man glassullens høye porøsitet og utmerkede lydabsorpsjon.

Isolasjonen

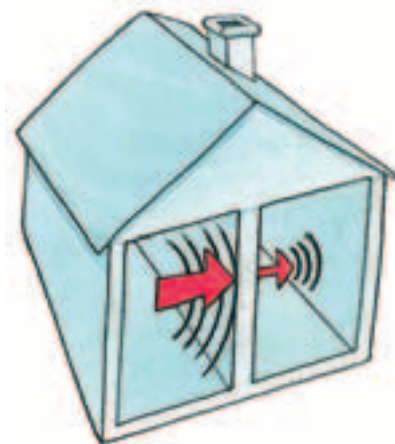
Isolasjonen har en meget viktig oppgave i å avdemppe hulrommet. Det er isolasjonssullens store overflate (mange små / tynne tråder) som gjør at deler av lyden absorberes. Lydenergien spises opp ved at luftpartiklene bremses ved strømming gjennom porene i isolasjonen. Absorpsjonen er størst ved høye frekvenser og øker i teorien med materialtykkelsen og fibermengde. I praksis vil det være gunstig å benytte Glava Lydplate ved små isolasjonstykkelser (inntil 50 mm), men ved større isolasjonstykkelser vil Glava Plate/Rull A 37 og 40 gi like lydisolasjonsegenskaper. Ut fra økonomiske hensyn vil det derfor være fordelaktig å benytte Glava Plate/Rull 40.

Lufttetting

Lufttetting av konstruksjonen er meget viktig. Uansett hvor mange platelag som monteres i adskilte eller doble stenderverk, vil lyden trenge igjennom en konstruksjon som ikke er lufttett.

Trinnlydisolering

Den enkleste formen for trinnlydisolering er ved bruk av myke gulvbelegg, som tepper, vinyl, kork e.l. I mange tilfeller ønskes parkett, laminatgulv eller gulvbord, da bør man gå over på flytende gulvløsninger. Dette gir en betraktelig bedre trinnlydreduksjon enn ved bruk av myke gulvbelegg. Forbedringen er god også i bassområdet, samt at luftlydisolasjonen bedres. Flytende gulv vil si at overgulvet og bærekonstruksjonen ikke har noen mekanisk forbindelse. Dette kan gjøres ved å legge inn et elastisk sjikt, som oftest en Trinnlydplate av mineralull.



Lydhimling

For å lydisolere en etasjeskiller på undersiden må man gå inn med en lydhimling, hvor bjelkelaget og himlingen er bygget opp slik at de kan svinge uavhengig av hverandre. Himlingen kan f.eks. festes til separate himlingsbjelker, men denne løsningen er både material- og arbeidskrevende. En enklere metode er å benytte lydreduksjonsbøyler som kan festes til bærekonstruksjonen. I lydreduksjonsbøylene festes lekter, og så den endelige himlingen.

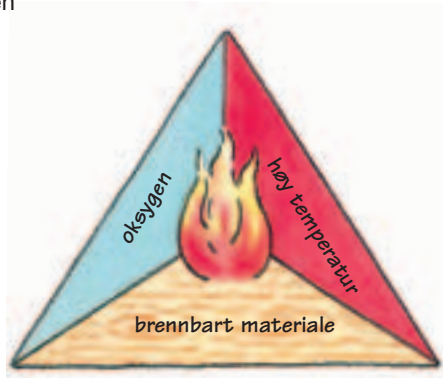


Fig. 70. Feste av lydhimling med lydreduksjonsbøyle

BRANNTHEORI

Brann er en forbrenningsprosess som for å kunne oppstå, krever at et brennbart materiale får tilstrekkelig høy temperatur og samtidig har tilgang på nok oksygen (O_2). Alle disse tre faktorene må være oppfylt for at en brann skal starte og kunne opprettholdes:

- brennbart materiale
- høy temperatur
- oksygen



Hvis det tilføres nok energi til å heve temperaturen over antennelsestemperaturen for materialet, vil brann oppstå. Med selvantennelsestemperatur mener vi den temperatur som materialet må varmes opp til, for å kunne selvantennes, det vil si uten ytre tennkilde. Forutsatt ytre tennkilde kan antennelsestemperaturen være noe lavere enn selvantennelsestemperaturen. For f.eks. trevirke vil antennelsestemperaturen ligge rundt 300 °C ved korttidseksposering (spontan), mens ved langtidseksposering kan materialet antennes ved rundt 200 °C.

Brannforløp

Brann kan deles inn i tre faser:

- antenningsfasen
- flammefasen
- avkjølingsfasen

Antenningsfasen

Antenningsfasen vil i de fleste tilfeller være over i løpet av 5 til 10 minutter. I antenningsfasen sprer brannen seg fra antennelsesstedet via brennbare materiale gjennom flammespredning. Antennelsen kan skyldes uforsiktig omgang med ild, ved feil på det elektriske anlegget, ved selvantennelse, lynnedslag eller f.eks. ved bevisst ildspåsetting. I antennelsesfasen kan brannen stoppes relativt enkelt ved å begrense tilgangen på oksygen (f.eks. brannslukningsutstyr med skum eller gasser som fortrenger oksygenet) eller man kan nedkjøle brannen (f.eks. med vann). Man kan også rekke å rømme rommet eller bygningen. Faren for tap av menneskeliv er ikke særlig stor på dette stadiet (om ikke glødebrann forårsaker forgiftning).

Flammefasen

En forutsetning for at brannen skal få utvikle seg er tilstrekkelig tilgang på oksygen. Under forbrenningsprosessen forbrukes oksygen, og oksygeninnholdet i et lukket rom vil derfor synke. Flammereaksjonen vil dermed avta og rommet vil gradvis anrikes med brennbare gasser. En rask tilførsel av luft (oksygen) kan da føre til at brannen utvikler seg eksplosjonsartet og går over i full brann. Full brann vil si at hele rommet fylles med flammer, og vi har fått det vi kaller *overtenning*. Denne fasen av brannen kalles flammefasen og nå er brannen vanskelig eller umulig å slokke. Til nød kan man klare å hindre brannen å spre seg til andre rom eller bygninger. Personer som befinner seg i rommet har små sjanser til å komme seg levende ut. På dette stadiet av brannen brenner alt brennbart materiale under stor flammesdannelse i et raskt akselererende reaksjonsforløp. Synker oksygeninnholdet derimot under ca. 10 % vil ikke forbrenningsprosessen kunne opprettholdes og brannen vil derfor dø ut. Det er dermed av avgjørende betydning at dører og vinduer holdes lukket under brann i et rom.

Avkjølingsfasen

Avkjølingsfasen starter når det ikke mer brennbart materiale igjen. Kull og rester av materialer gløder og ulmer, og temperaturen synker langsomt.

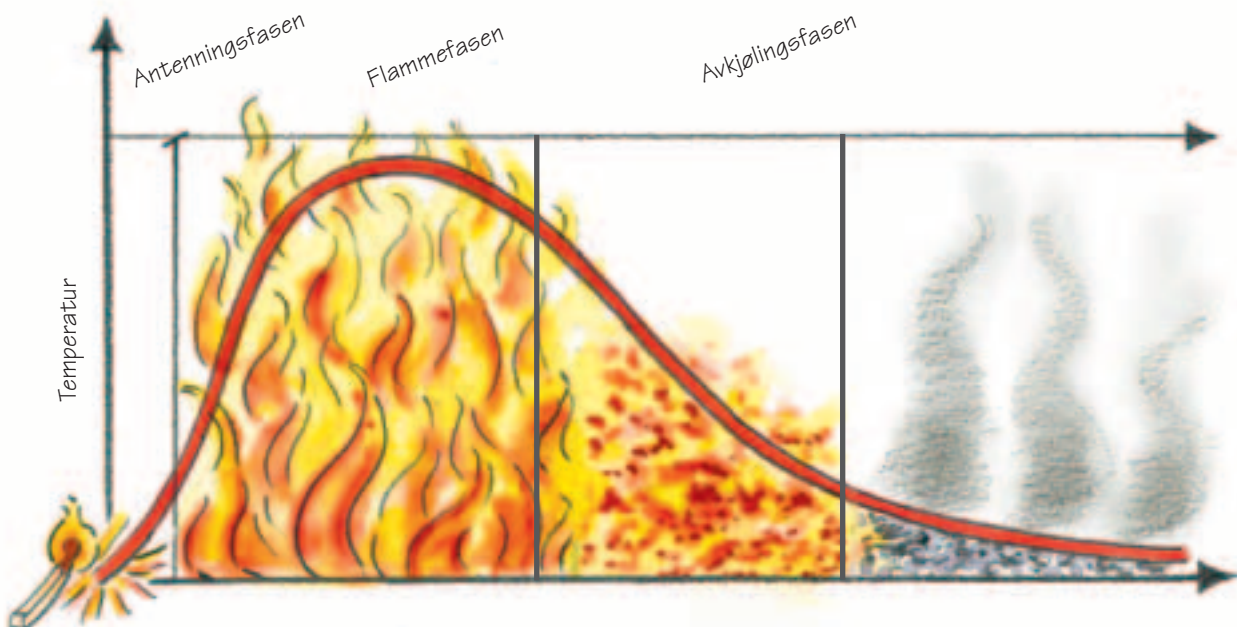


Fig. 71. Fasene i et brannforløp

Brannspredning

Brannspredning kan skje på tre måter, eller ved en kombinasjon av dem.

- ledning
- stråling
- konveksjon

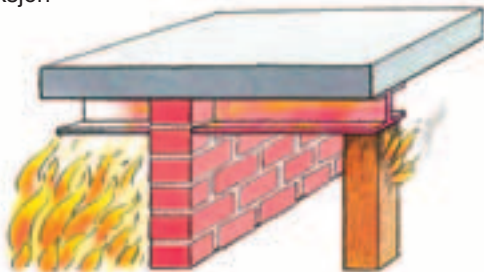


Fig. 72. Brannspredning ved varmeledning

Varmeledning via bygningsdeler/komponenter som leder varme godt (f.eks. metaller), kan øke temperaturen i andre deler av bygget så mye at materialer som er i direkte kontakt kan antennes.



Fig. 73. Brannspredning ved varmestråling

Ved varmestråling kan brann spre seg til andre bygninger hvis de ligger så nær at temperaturen på overflaten av det strålingsutsatte bygget overstiger antennelsestemperaturen.



Fig. 74. Brannspredning ved konveksjon

Ved konveksjon sprer brannen seg ved at varme branngasser strømmer til andre deler av rommet eller bygningen via ventilasjonskanaler eller utettheter i konstruksjoner.

Røykutvikling

Det farligste under et brannforløp er ikke flammene og varmen, men derimot røykutviklingen. De fleste dødsfallene skjer på grunn av røykforgiftning allerede i antenningsfasen. Tettheten mot røykgjennomtrengning er derfor viktigere for personsikkerheten enn gjennombrenningstiden for en konstruksjon.

Branntetting

Det hjelper lite med brannklassifiserte konstruksjoner hvis det ellers i veggen er utette installasjonsgjennomføringer eller fuger. Et lite hull er nok til at røyk og gasser sprer seg. Vår spesialbrosjyre "Branntetting" vil hjelpe deg slik at du unngår de små hullene som ofte skaper de store brannene.

Slokkemetoder

En brann kan slokkes på fire metoder:

- fjerne det brennbare materiale
- senke temperaturen til under materialets antennelsestemperatur, ved f. eks. bruk av vann
- redusere tilgangen på oksygen (til under materialets oksygenindeks)
- tilføre kjemiske stoffer som virker antikatalytiske ("forgiftende") på forbrenningsprosessen

Brannprøving/ISO-kurven

Man kan dokumentere at bygningskonstruksjoner tilfredsstiller brannklassene ved å teste etter en bestemt prøvemåte, en såkalt standardbrann. Testen foregår ved at man bygger opp den aktuelle konstruksjonen i laboratorium, med den ene siden av konstruksjonen inn mot et "brannkammer". Man øker så temperaturen i kammeret i henhold til en standard tid / temperatur-kurve. Det finnes ikke noen virkelig standard-brann, men for å kunne sammenligne resultater er derfor denne prøvemåten en internasjonal overenskomst. Standardbrannen er beskrevet i Norsk Standard NS 3904, og de internasjonale standardene ISO 834 og NS-EN 1363-1.

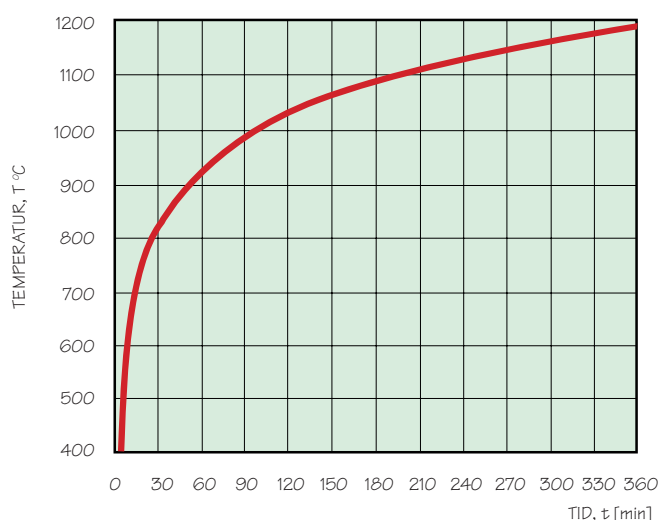


Fig. 75. Viser standard tid-temperaturkurve NS 3904

Det er viktig å være oppmerksom på at denne temperaturutviklingen påføres en sammensatt konstruksjonsoppbygging (platelag + stender + isolasjon osv.) og ikke må sammenblandes med enkeltmaterialers evne til å motstå brann. Vi ser at enkelte blander sammen kortene, en slik fremstilling har lite relevans til virkeligheten.



Bildet viser situasjonen 1 min. 15 sek. etter antennelse



2 min. 15 sek. etter antennelse



3 min. etter antennelse

Brannsikkerhet

De enkelte konstruksjoners brannmotstand er faktisk ikke det som er mest avgjørende under et brannforløp. Brannspredningen skjer ikke gjennom selve vegg eller etasjeskilleren. Det hjelper lite å bygge selve brannskillet i EI 30 eller REIM 120, når det opptrer uheldige svakheter på detaljnivå, som ikke klarer å stoppe brannen tilsvarende lenge. Erfaringene viser at brannspredningen skjer i overganger mellom vegg/vegg, tak/vegg osv., via raftekasser, hjørneløsninger, svalganger, lufteluker og blant annet useksjonerte loft. For å kunne øke brannsikkerheten må vi først og fremst forbedre oss på detaljnivå, som er kjedens "svake ledd". Her har planleggerne og de utførende en meget viktig jobb å gjøre. Det er innsiktsfull prosjektering, riktig teknisk og faglig utførelse, samt holdninger til forebyggende tiltak som er og vil være det som avgjør den totale brannsikkerheten i et bygg. Valget av ubrennbart isolasjonsmateriale påvirker i de aller fleste tilfeller ikke brannsikkerheten. En påstand om det motsatte kan bidra til å gi folk en falsk trygghetsfølelse.



Overtenning. 3 min. 20 sek. etter antennelse

Fig. 76. Bildeserie av brannforløp, tatt i forsøkshall. En vegg mangler, dette gir god lufttilførsel

Kombinasjon lyd- og brannkrav

For vegger og etasjeskillere mellom separate boenheter stilles det både lyd- og brannkrav. Det betyr at man ved prosjektering må velge konstruksjoner som har tilstrekkelig brannmotstand og lydreduksjonstall. For etasjeskillere må det også undersøkes trinnlydegenskaper til konstruksjonen. Lydkravene i NS 8175 er såpass strenge at det i de aller fleste tilfeller er lydkravet som blir avgjørende for valg av konstruksjon.

Nedenfor er det vist eksempler på dimensjonering av vegg og etasjeskiller med hensyn på lyd og brann.

I oversikten under står det oppgitt forskriftens krav til brannmotstand, standardens krav til lydreduksjon og trinnlydnivå, og det er vist konstruksjoner som tilfredsstiller disse kravene. Av eksemplet ser vi at man kan benytte meget enkle konstruksjoner for å tilfredsstille brannkravene. For å tilfredsstille lydkravene må derimot konstruksjonen bygges opp av flere lag og man ender opp med forholdsvis komplekse konstruksjoner.

Forskriftskrav:

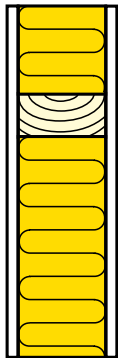
Lydreduksjonstall:	$R'_w \geq 55 \text{ dB}$
Trinnlydnivå:	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$
Brannmotstand:	EI 30 / REI 30

Veggkonstruksjon 1

For å tilfredsstille brannkravet kan veggene bygges opp med enkelt stenderverk (73 mm) og ett lag med platekledning på hver side.

$$R'_w = 38 \text{ dB}$$

$$\text{EI } 30$$

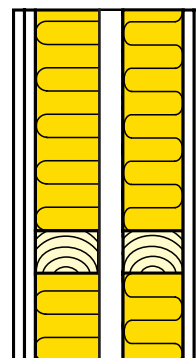


Veggkonstruksjon 2

For også å tilfredsstille lydkravet må det benyttes dobbelt stenderverk med to platelag på hver side. To lag 70 mm isolasjon og en hulromstykkelse på 170 mm.

$$R'_w = 55 \text{ dB}$$

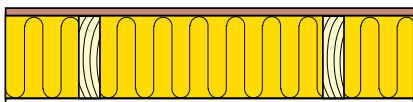
$$\text{EI } 60$$



For å tilfredsstille det strenge lydkravet ser vi at vi faktisk oppnår en konstruksjon som brannmessig holder i 60 minutter.

Etasjeskiller 1

For å tilfredsstille brannkrav kan etasjeskilleren bygges opp med himling av gipsplater, fastholdt isolasjon og undergulv direkte på bjelkene.



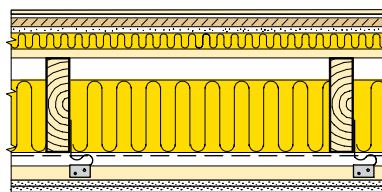
$$R'_w = 35 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = 80 \text{ dB}$$

$$\text{REI } 30$$

Etasjeskiller 2

For også å tilfredsstille lydkrav må det benyttes omfattende konstruksjonsoppbygging med blant annet trinnlydsplate og lydhimling (12.5 + 15 mm gipsplater).



$$R'_w = 59 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = 50 \text{ dB}$$

$$\text{REI } 60$$

For å tilfredsstille det strenge lydkravet ser vi at vi faktisk oppnår en konstruksjon som brannmessig holder i 60 minutter.

FUKT

En bygningsdel tilføres fuktighet på ulike måter; gjennom nedbør, kondensering av vanndamp i luften, gjennom oppsugning av fuktighet fra grunnen (kapillærsugning) eller gjennom lekkasjer. I byggeperioden tilføres det også fukt fra bygningsmaterialene. I tillegg til dette vil også mye fuktighet dannes på grunn av de aktivitetene som skjer i bruksperioden. Eksempler kan være både matlagning og dusjing.

Fukt forårsaker mange problemer og representerer en betydelig del av alle byggskader pr. år. Fukt i konstruksjoner fører til høyere energiforbruk, fare for sopp/muggdannelse og dårlig inneklima. I verste fall kan sopp og mugg føre til allergiutvikling. Fuktskader kan knyttes til helseplager forårsaket av dårlig innemiljø. Vi bor i et land med forskjellig klima, men med kunnskap om fukt og god planlegging, går det fint an å bygge et sunt og godt isolert hus uten fare for fukt- og råteskader.

Relativ fuktighet, RF

Luft er en blanding av gasser der vanndamp er en naturlig del. Fuktinnholdet kan angis i antall gram pr. kubikkmeter (g/m^3), men ofte benyttes relativt fuktighet, RF, som angir fukten i % i forhold til maksimalt fuktinnhold (metningstrykk). Luft har ved forskjellig temperatur helt ulik evne til å holde på/oppta en fuktmengde. Luft ved 20°C vil kunne holde på $17,3 \text{ g/m}^3$, mens luft ved 0°C kun vil holde på $4,8 \text{ g/m}^3$, allikevel vil $\text{RF}=100\%$ i begge tilfeller, selv om fuktinnholdet er nesten 4 ganger så stort for 20°C . Disse fysiske betingelsene gjør at luft som nedkjøles vil komme til et punkt der den overskytende fuktigheten vil skilles ut i form av kondensering.

Ved normale innendørsforhold vil den relative fuktighet vintertid være fra 15 - 40 %, mens på sommeren er $\text{RF} = 50 - 85\%$.

Kondensering

Luftfuktighet vil kondensere når damptrykket blir større enn luftens metningstrykk ved den aktuelle temperatur. Kondensfare er til stede hovedsaklig i vinterhalvåret når spesielt temperaturlastningen er stor. Fuktmengdene vil normalt være små, slik at fukten tørker ut igjen når forholdene tillater det. Store mengder av kondensert fuktighet kombinert med langvarige ugunstige forhold vil imidlertid skape problemer.

Overflatekondens

Dersom varm luft med høy relativ fuktighet treffer en kald flate vil den kunne kondensere. Kondens vises da som dugg eller små dråper på den kalde flaten. Et eksempel kan være en kald flaske du tar ut fra kjøleskapet. Temperaturen på lufta rett rundt flasken vil da avkjøles og ofte vil den kalde lufta ikke klare å holde på all fukten. Resultatet blir at det overskytende fuktinnholdet vil kondensere i form av dugg på flasken.

Kondens på grunn av diffusjon

Det vil alltid strømme fukt gjennom en konstruksjon fra den varme mot den kalde siden. Mengden av denne fukten er avhengig av bygningsmaterialenes diffusjonsmotstand og damptrykket som igjen er avhengig av temperatur og luftens relative fuktighet. Både damptrykk og temperatur vil synke på veien ut gjennom konstruksjonen. Temperaturen synker som funksjon av materialenes varmegjennomgangsmotstand mens damptrykket synker som funksjon av materialenes dampgjennomgangsmotstand. Dersom damptrykket et sted i konstruksjonen faller under metningstrykket vil det oppstå kondens.



Kondens på grunn av konveksjon

Forekommer når varm inneluft får strømme inn i konstruksjonen forbi dampsperrisjiktet, f.eks gjennom utettheter i fuktsperren. I dette tilfelle vil faren for skade være stor da fuktmengden som trenger inn i konstruksjonen kan bli mye større enn ved diffusjon.

Fuktsperre

For praktisk bruk i bygninger kan vi si at fukttransport alltid skjer fra varmere til kaldere omgivelser. Kontinuerlig fuktsperre må derfor plasseres på den varme siden (innersiden) av isolasjonen i vegger og tak. Den har til hensikt å hindre luftfuktigheten fra rommet i å trenge inn i konstruksjonen og må derfor være både luft- og dampnett. Det er viktig å være nøye ved montering slik at skjøtene blir tette. I vinterhalvåret, når det er stor forskjell mellom ute- og innetemperatur, vil luftfuktigheten bli avkjølt inne i konstruksjonen med kondens som mulig følge.

Bygningsmaterialer har forskjellig diffusjonsmotstand. Som eksempler på dampåpne materialer kan nevnes mineralull og gipsplater, mens plastfolie som benyttes som fuktsperre har stor dampmotstand. En riktig utført konstruksjon skal ha fuktsperre under kledningen på innersiden, dampåpen vindspærre på yttersiden av isolasjonen og lufting mellom vindspærren og utvendig kledning. Det skal IKKE settes på varme i et isolert bygg før kontinuerlig fuktsperre er montert. Oppvarmingen ville sette i gang fukttransport innenfra og ut gjennom konstruksjonen. Fuktigheten blir avkjølt på veien gjennom konstruksjonen og vil kondensere mot den kalde vindspærren på yttersiden av isolasjonen.



Fig. 77. Snitt gjennom isolert takkonstruksjon med dårlig utlufting, der snø som smelter fører til isdannelse ved takfoten.

Byggfukt

Alle bygningsmaterialer har et viss fukttinnhold. De fleste av materialene har større fukttinnhold enn den framtidige likevektsfuktigheten. Dette fuktoverskuddet kalles *byggfukt*. Det er spesielt betong og mørtel, men også trevirke som har mye byggfukt. Dette vil etterhvert komme i likevekt med rommet når bygningen er i bruk. Konstruksjoner må derfor utføres slik at de kan tørke ut. For en bindingsverkskonstruksjon vil det si et dampåpent platelag mot luftesjikt på yttersiden av isolasjonen. For betong og mur må det tillates uttørking før man eventuelt påfører tett belegget.

Uttørkingen kan fremskyndes ved å la luften sirkulere gjennom en kondensavfukter plassert i rommet, eventuelt med noe tilskuddsvarme. Bygningskroppen må da være tett slik at avfukteren ikke bruker energi på uttørking av fuktig ute-luft.

På byggeplassen må man være nøye med å tildekke lagrede materialer, slik at fukttinnholdet holdes så langt nede som mulig.

Hvordan redusere faren for fuktskader i materialer:

- materialer og konstruksjoner må få mulighet til å tørke ut før konstruksjonen lukkes. Trevirke bør ha et fukttinnhold på godt under 20 vekt-%, før konstruksjonen lukkes. Betong bør være tørket ned til 80 % RF før gulvbelegg legges
- planlegg godt slik at nødvendige materialer leveres kort tid innen de skal brukes
- konstruksjoner må velges og dimensjoneres slik at fukt ikke får komme inn i materialet
- bygningen må ventileres tilstrekkelig slik at vanndampen som tilføres inneluften ventileres ut

Glassull og fukt

Glassull er ikke hygroskopisk eller kapillærsugende og kan derfor ikke trekke til seg fukt eller vann. Glassull består av vannavvisende, impregnerte glassfibre og opp til 99 volum-% luft. Vann vil bare kunne trenge inn i glassull under påvirkning av tyngdekraften og vannet vil bli drenert gjennom den. Glassull i kontakt med fuktig luft eller vann kan ikke suge til seg fukt, slik som f.eks. trefiber og celluloseisolasjon. Lagring bør fortrinnsvis skje innendørs. Ved utendørs lagring legges pakkene på en plattform så de ikke blir liggende i søle eller vann og det dekkes over med en presenning. I konstruksjoner må glassull som utsettes for vann tørkes snarest mulig. Lukkede konstruksjoner som er utsatt for vann / fuktighet må åpnes. Isolasjonen bør tas ut av konstruksjonen for å sikre raskere uttørking og minimalisere mulighetene for skader. Er konstruksjonen utsatt for forurenset vann, må isolasjonen skiftes ut.

BADSTUE

Badstue skal fortrinnsvis bygges som et rom i rommet. Det vil si at det bør være min. 20 mm luftrom mellom husets konstruksjoner og vegger og tak i badstuen.

For å oppnå god fyringsøkonomi for en badstue er det en forutsetning at oppvarmingen kan foregå raskt. Badstuens konstruksjon må derfor ha liten varmekapasitet, dvs. lett konstruksjon, tynn kledning innvendig og et isolasjonsmateriale med lav romvekt.

Isolasjon

- Ønsket om hurtig oppvarming og god fyringsøkonomi bestemmer varmeisolasjonen.
- I en badstue kan du benytte standard isolasjon. Bruk 100 mm Glava Plate/Rull A 37 både i vegger og tak. Slik kommer du rimeligst ut.

Panel/benker

- Som innvendig kledning benyttes tynt panel (12-15 mm). Panelet bør ha en enkel profilering, og fordi det blir store temperatur- og fuktforskjeller som vil gi bevegelse i treet bør bordene være forholdsvis smale, ikke mer enn 95 mm.
- Benytt osp, or eller lind, eventuelt kvistfri gran. Abachi er også mye benyttet. Unngå furu, som ofte utskiller harpiks, denne blir svært varm.
- Panel avsluttes med dryppenese.
- Spikerhoder forsenkes.
- Benker og innredning kan skrues fra baksiden, eller skruene kan forsenkes eller plugges.

Dør

- Badstuedøren skal alltid slå utover og må ikke la seg låse. Vindu av minimum 6 mm herdet glass.
- Alminnelige uisolerte innerdører kan ikke benyttes fordi de slår seg.
- Badstueovn og dør skal alltid være på samme vegg.



Lufting

- Det bør monteres en lufttett kledning bak panelet ved badstueovn.
- Tilførselsventil skal være under badstueovnen.

- Avtrekksventilen skal være så langt vekk fra tilførselsventilen som mulig.
- Varmen fra badstuen kan helst nyttiggjøres ved å ledes ut til naborommet. Ønsker man ikke å benytte seg av varmen og badstuen har vegger mot det fri skal ventilen føres i kanal over tak (ikke bare gjennom veggen, da det lett fører til kondensproblemer).

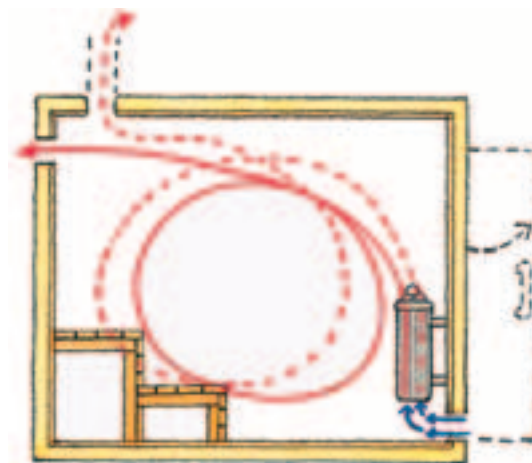


Fig. 78. Viser prinsippet for lufting av badstue

Gulv

- Det kan benyttes tregulv i private badstuer dersom man er helt sikker på at det ikke blir høy relativ fuktighet i lange perioder. Gulvet dekkes med vanntett belegg som brettes opp under veggkledningen.
- Støpes gulvet på grunnen, isoleres det med Isolitt S 80. Du behøver ikke vanntett gulv og tregulvet kan legges direkte på.

Dampsperre

- Det er ikke nødvendig med dampsperre i private badstuer som ikke brukes kontinuerlig.
- I badstuer som brukes flere timer daglig bør dampsperre monteres i vegger og tak.
- Dampsperran må tåle temperaturer på opp til 115 °C. Vanlig plastfolie oppfyller ikke dette kravet. Denne må enten bygges 1/3 inn i isolasjonen, eller det anvendes kartong med innebygd plastfolie.

Økonomi

- Ved å ha en godt isolert badstue med isolert dør og uten vinduer, kan badstuevolumet fordobles i forhold til en badstue som er dårlig isolert, uisolert dør, samt et vindu.
- Som et eksempel vil en badstueovn med en effekt på 6 kW dermed kunne betjene et volum på hhv 8 m³ (godt isolert) og 4 m³ (dårlig isolert).
- Jo høyere effekt du velger på ovnen i forhold til romvolumet, desto mindre blir det faktiske strømforbruket.
- Det kan være god økonomi å tenke alternativ bruk. Badstuen kan også benyttes som tørkerom (åpne alle ventiler og sett termostaten på 40 °C) eller som ekstra overnattingsplasser (madrasser på benkene).

For ytterligere informasjon vises det til NBI byggdetaljblad 527.201

KJØLEROM

Dagens byggeskikk med kjellerløse boliger, og der eventuelle kjellere er oppvarmet, fører til boligen ikke har noen rom med egnet temperatur for lagring av matvarer. Dette fører til at vi må prosjektere egne separate kjølerom hvor kjøleaggregatet skal sikre riktig temperatur (+ 1 til + 6 °C) og rett relativ fuktighet (mellom 85 - 95 % RF).



Plassering

- Kjølerom bør plasseres slik at det blir mest mulig stabile temperaturforhold utenfor rommet, det vil si at det ikke bør plasseres inntil badstu, vaskerom, fyrrom e.l.
- Kjølerom bør heller ikke ligge på loft eller andre steder hvor omgivelsestemperaturen kan være lavere enn ønsket kjøleromstemperatur.
- På grunn av støy fra kjøleaggregat bør det heller ikke plasseres inntil oppholdrom.

Materialer

- Som kledning i private kjølerom kan det benyttes trepanel av gran, gips- eller trefiberplater kan også med fordel benyttes.
- Sponplater og furu egner seg ikke, da disse kan sette smak på matvarene.

Kjøleromsdør

- Dør til kjølerom bør være av spesialutførelse med god tetthet og godkjent lukke- og låseanordning.
- Døren skal alltid slå utover og bør ha en lysåpning på minst 70 cm.

Konstruksjon

- Kjølerom bør bygges som et rom i rommet med 20 mm luftspalte mellom husets konstruksjoner, vegger, gulv og tak i selve kjølerommet. Konstruksjonen består da av dampåpen papp mot kjølerommet, 100 mm Glava Plate/Rull og fuktsperre av plastfolie på den varme siden.
- Kjølerom bygd på etasjeskiller over oppvarmet rom må ha dampsperre i gulvet. Dersom etasjeskilleren er trebjelkelag, monteres dampsperran på undersiden mellom bjelkene og himlingen.

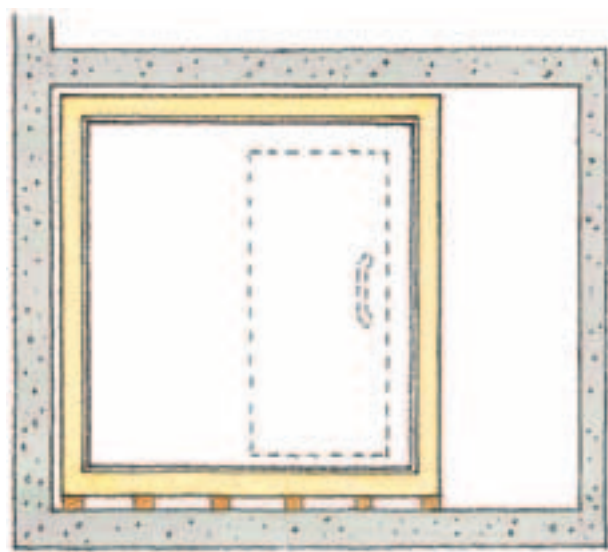


Fig. 79. Viser prinsippet for en rom-i-rommet løsning

- Dersom kjølerommet må bygges slik at en del av konstruksjonen danner skille mot uteluft (denne plasseringen er forøvrig uheldig og bør unngås) må det ikke benyttes dampsperre, fordi temperaturfallet i konstruksjonen kan gå i motsatt retning i vintersesongen. Det monteres dampåpen men lufttett papp på hver side av Glava Plate/Rull. Tykkelsen av isolasjonen vil her være avhengig av type konstruksjon. Det benyttes tilsvarende kledning på begge sider.

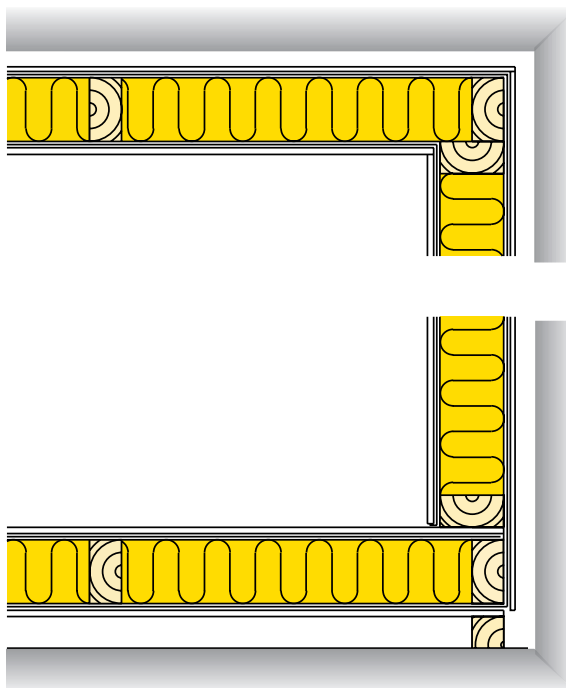


Fig. 80. Detaljetegning for en rom-i-rommet løsning.

DYTTING AV VINDUER OG DØRER

For å sikre riktig energiøkonomisk drift av bygninger er det viktig å isolere hele bygningen. Etter at det grove bygget er ferdig monteres vinduer og dører. Da skal alle veggene være ferdig isolert og varmen kan unnsnippe bygget kun i åpninger mellom vindus-/dørkarmen og vegg. Disse åpningene må tettes før konstruksjonen lukkes med gerikt/listverk.



Glava Dyttestrimmel er et produkt beregnet for tetting av nettopp slike åpninger som er beskrevet over. Produktet er elastisk og følger husets bevegelser over tid slik at åpningene forblir tette. Glava Dyttestrimmel leveres i enten forbrukerpakning, med to 18 meter lange strimler eller i sekker med 10 strimler å 18 meter. Strimlene har en tykkelse på 25 mm og bredde på 60 mm. Forbrukerpakningen inneholder også en dyttespak.

Ved dytting av vinduer og dører er det viktig at hele åpningen blir fylt opp med Glava Dyttestrimmel. Man må påse at strimmelen blir dyttet helt inntil den motsatte siden og fordelt mest mulig jevnt innover vegg. Fuktspærren føres forbi dyttestrimmelen og klemmes mellom fóring og gerikt. Kun på denne måten unngår man kuldebruer som kunne forårsake trekk og øke energiforbruket for boligen.

Glava Dyttestrimmel med 12 x 57 mm gerikt på begge sider er godkjent som branntetting i brannklasse EI 30 (B 30). Fugebredde kan variere mellom 15 - 30 mm.

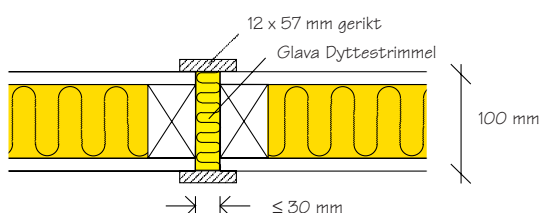
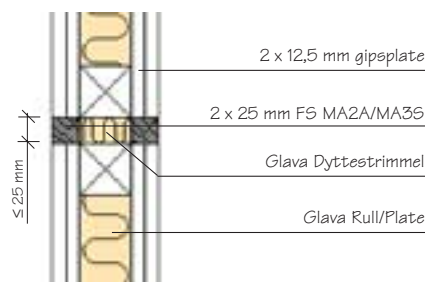


Fig. 81 Branntetting av fuge med Glava Dyttestrimmel EI 30 (B 30).

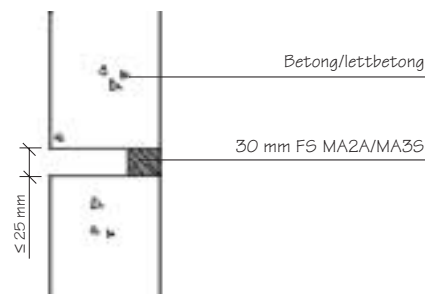
FUGETETTING

FS Branntettingsystem inneholder diverse produkter for tetting av fuger. Disse er godkjent for konstruksjoner i brannklasser opptil EI 120. For tetting av fuger benyttes enten FS MA2A som er en akryl fugemasse, eller FS MA3S som er en silikon fugemasse. For ytterligere informasjon se vår brosjyre *Branntetting*.

EI 60- fuge i gipskonstruksjon



EI 60- fuge i betong/lettbetong



EI 120- fuge i betong/lettbetong

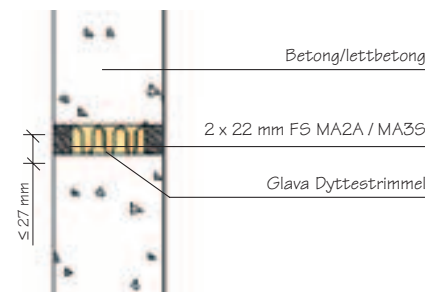


Fig. 82. Branntetting av fuger med silikon og akrylfugemasse

ISOLERING AV KALDE KONSTRUKSJONER

Det kan være hensiktsmessig å telesikre kalde konstruksjoner som garasjer, hellebelagte innkjørsler og terrasser, støttemurer og utvendige trapper.

Telesikring av kalde konstruksjoner utføres for å unngå teleskader (telehiv). Teleskader oppstår som følge av volumutvidelse av vannet som er i telefarlig grunn under nedfrysing. Ved å skifte ut telefarlige masser med varmeisolasjon og telesikre masser sikres konstruksjoner mot denne type skader. Jordmasser bør generelt antas å være telefarlige så lenge ikke det motsatte er bevist. Når det skal telesikres holder det med å grave til 0,3 - 0,5 m under terreng, alternativt må det fundamenteres helt ned til frostfri dybde.

Dersom det fundamenteres på sprengsteinfylling på fjell, trengs ingen tiltak for telesikring.

Telesikre masser som kan benyttes for omfylling av isolasjonen er sand, grus eller pukk.

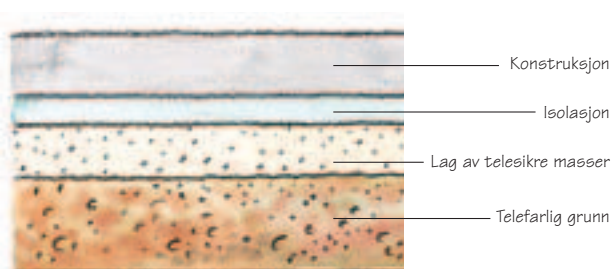


Fig. 83. Prinsipp for telesikring av kalde konstruksjoner

Isolasjonen må føres forbi konstruksjonen for å unngå frostinntrengning fra siden. Lengden på utstikket avhenger av type konstruksjon og stedets frostmengde. Overkant av utstikket må ligge minst 300 mm under bakken. Omfyllingen utføres med ett lag telesikre masser mot isolasjonen og ett lag tilbakefyllingsmasser.

Det finnes to hovedprinsipper for utførelse av telesikring:

- Både fundament og gulv isoleres
- Kun fundament isoleres

I bygninger hvor telehiv i gulvet kan aksepteres isolerer man kun fundamentet.



Fig. 84. Telesikring av garasjer, uthus og boder.

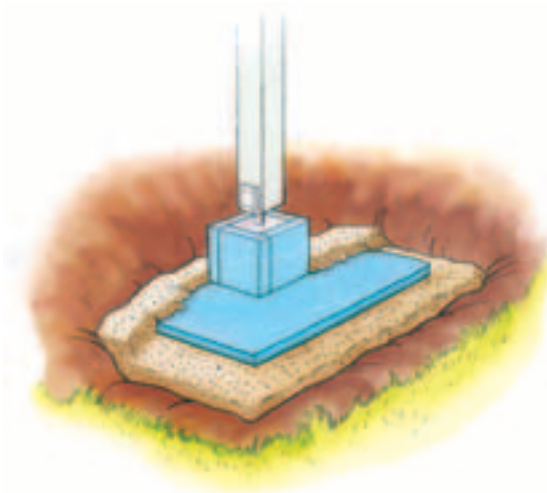


Fig. 85. Telesikring av søyler og pilarer

Dersom søylene står tett i rekke vil det lønne seg å betrakte dem som stripefundament.

Trapper må frostsikres for å unngå sprekker mellom trappekonstruksjonen og huset. Det er unødvendig at trapper kommer ut av stilling eller beveger seg med årstidene.



Fig. 86. Telesikring av utvendig trappekonstruksjon.

Benytt Styrofoamplatene Floormate eller Solimate. Disse finnes i forskjellige trykkstyrker og velges da ut fra den belastningen platen må tåle. Isolasjonens tykkelse og bredde avhenger av stedets årlige frostmengde og årsmiddeltemperatur.

Forøvrig vises det til brosjyren "Telesikring med Styrofoam" som viser isolasjonstykkelser og nødvendig lengde på utstikket.

HYTTER



Teknisk forskrift stiller ingen krav til verken varme- eller lyd-isolering av fritidsboliger. For å kunne oppnå tilfredstillende komfort bør man imidlertid varmeisolere også fritidsboliger. Har hytta innlagt vann, må man holde innnetemperaturen i hytta over frysepunktet slik at det ikke oppstår problemer med isdannelse i vannledninger. Dette må også gjøres i periodene når hytta ikke er i bruk.

Hytta's behov for isolasjon vil i stor grad være avhengig av klimaet. Det kan benyttes både A 37 og 40, der du har plass til store isolasjonstykker kan det ut fra økonomiske hensyn være fordelaktig med 40.

I det følgende vil vi beskrive byggemåten og angi noen anbefalte isolasjonstykkelser. Den aktuelle tykkelsen må alltid bestemmes ut fra de foregående betraktninger og eventuelt ønske om økt komfort.

Utvendige vegger bygges som regel etter samme prinsipp som bindingsverk i vanlige bolighus, med 100 - 150 mm Glava Plate/Rull. Dersom det er ønskelig med ekstra god komfort bør isolasjonstykkelsen økes til 150 - 200 mm. Hytter som ligger utsatt for sterk og langvarig vind må ha god vindtetting. Det må tettes særlig nøye rundt vinduer og dører. Se forøvrig *Dytting av vinduer og dører s. 56*.

Tak bør isoleres i skråtaket helt opp til møne, slik at rommet under taket kan utnyttes til hems, eller være åpent i hovedrommet. Dette skaper trivsel i hytta. Det bør brukes 200 mm Glava Plate i tak; mer isolasjon om det alltid står litt varme på.

Glava isolasjon vil være suveren ved bruk i avsidesliggende strøk, der transport av byggematerialer fram til hytta er



kreven. Glava isolasjon har lav romvekt og produktene er komprimert ned til 25 % av det opprinnelige volumet. Når plastemballasjen splittes opp på byggeplassen, utvider glassullen seg umiddelbart tilbake til sitt bruksvolum. Dette betyr at du får med deg 3 - 4 ganger så mye isolasjon i forhold til et ukomprimert isolasjonsprodukt.

Gulv bygges opp som i vanlige bolighus, se *Gulvkonstruksjoner* fra side 28.

TORVTAK

Torvtak brukes der det er ønskelig å gi huset et tradisjonelt utseende eller tilpasse bygget til øvrig bebyggelse.

Benyttes torvtak på bolighus eller andre oppvarmede bygninger, må takkonstruksjonen bygges opp på vanlig måte med tilstrekkelig isolasjon etter tekniske forskrifter. For å oppnå et tradisjonelt utseende luftes taket mot gavl ved hjelp av kryssløfting. Alternativt kan man lufte i takfallets retning og montere luftlyrer på taket.

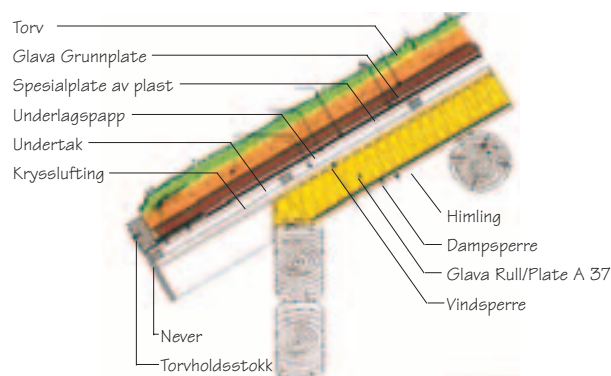


Fig. 87. Viser snitt gjennom et torvtak

For uoppvarmede bygninger stilles det ingen krav til varmeisolasjon eller lufting. Undertaket kan fungere som himling og kan legges direkte på raftspærre. Fra undertaket og oppover blir takoppbygging lik både for oppvarmede og uoppvarmede bygninger.

Undertaket dekkes med asfaltimpregnert underlagspapp som rulles ut i takets lengderetning. Ved takfoten festes det knekter som senere skal holde torvhaldstokken på plass.

På pappen legges det en spesiell underlagsplate av plast med knaster og riller vendt ned. Platene rulles ut i takets lengderetning med 250 mm løst omlegg, festes i overkant med brikke og syrefast stift. Platene må brettes godt over mønet og opp mot takgjennomføringer og vinds kier. Eventuelle synlige stift ehoder forsegles med fugemasse.

Det settes opp torvhald som festes i de tidligere monterte knektene ved takfoten. Det må legges opp til en spalte mellom torvhaldstokken og tettesjiktet slik at vannet kan renne ut, og stokken må beskyttes fra direkte kontakt med torven med en strimmel av en plastplate.

På plastplatene legges 50 mm Glava Grunnplate med forskuttede skjøter. Platen tilpasses mot vinds kier og torvhaldstokk. Oppå Glava Grunnplate legges veksttorv og sås med egnet frøblanding for lokale forhold.

Dersom man ønsker et tradisjonelt utseende, kan man legge never som avslutning ved takfoten. Neveren føres ca. 250 mm opp under plastplaten og ca. 100 mm fram foran takkanten. Neveren legges i ett lag med baksiden opp, med så godt omlegg at det tilsammen blir to lag.

GARASJER

Både lukket og åpen garasje er i Teknisk forskrift å finne i risikoklasse 1. Til frittliggende garasjer i én etasje med avstand over 8 m til nærmeste bygninger stilles det ikke brannkrav. Garasjer i 2 etasjer skal utføres i brannklasse 1, mens garasjer i 3 og flere etasjer må utføres i brannklasse 2. Garasjer i brannklasse 2 og 3 må ha innvendig overflate klasse In 1. Brannceller inntil 200 m² kan likevel ha overflate In 2. Det stilles strengere krav når garasje blir sammenbygd med bolig.



En bilbrann kan utvikle store røykmengder og være en vesentlig risiko for sikkerheten til mennesker i boliger som er sammenbygd med garasjer. I boliger med direkte adgang til garasje må det mellom garasje og rømningsvei samt mellom garasje og boligrom være mellomliggende rom for å hindre spredning av eksos og røyk. Mellomliggende rom må ha tette dører og utføres som egen branncelle. Teknisk forskrift stiller ikke branntekniske krav til carporter. Erfaring viser at mange carporter senere blir innebygd og omgjort til garasjer. Det kan derfor være en fordel om de branntekniske krav til garasje også er tilrettelagt eller gjennomført for carporter.

Garasje med bruttoareal mindre enn 50 m²

Garasje som er sammenbygd med en enebolig regnes som en del av boligen. Vegg mellom boligen og garasjen skal ha brannmotstand minst EI 15/D-s2,d0 (B 15). Branntekniske krav til en garasje avhenger av avstanden til nabohus. Hvis avstanden fra garasjen til nabohuset er over 8 m, stilles det ikke brannkrav til garasjen. Ved mindre avstand kreves det brannmotstand minst EI 30/D-s2,d0 (B 30) i garasjens vegg- og takkonstruksjon. Når garasjen er sammenbygd med huset skal vegg mellom garasjen og boligen være så tett at eksos ikke trenger gjennom. Vanlig yttervegg, f.eks. en bindingsverksvegg med vind- og dampspærre, tilfredsstiller dette kravet. Se NBI byggdetaljblad A 517.651.

Garasje med bruttoareal 50 - 400 m²

Garasjen må være skilt fra resten av bygningen med bygningsdeler, som har brannmotstand minst EI 60/D-s2,d0 (B 60).

Garasje med bruttoareal større enn 400 m²

Garasjer må skilles fra boliger med konstruksjoner, som har brannmotstand minst EI 90/A2-s1,d0 (A 90) og være utført av ubrennbare materialer. Mellomliggende rom må utføres som brannsluse, skilt fra andre rom og fra det fri med konstruksjoner, som har brannmotstand minst EI 60, dører med brannmotstand EI-C-60 eller bedre og bestå av ubrennbare materialer. Røyk og eksos fra garasjen må ikke kunne trenge inn i boligrom.

FROSTBESKYTTELSE

I vinterhalvåret reduseres endel av uteaktivitetene i bygg- og anleggsbransjen på grunn av kulde- og frostproblemer. Glava Vintermatte er utviklet for å hjelpe noe på disse problemene. Vintermatten tjener som midlertidig beskyttelse for å unngå frostskafer ved betongstøping, murarbeid, i utgravde grøfter, på byggematerialer, rosebedd, siloer, rotfruktlagre mm. Matten kan fjernes så snart faren for frostskafer er over. Vintermatten består av glassull i isolasjonsklasse 36, innsvisset i en solid, vanntett plastfolie. Selv om folien er sterk og tåler påkjenninger er det viktig å unngå at f.eks. armeringsjern eller andre gjenstander river opp matten. Da kan fuktighet trenge inn i matten og redusere isolasjonsevnen. Den er elastisk og ligger tett til ethvert underlag, selv en ujevn grøft. Matten er lett i vekt, kan rulles sammen og brukes gang på gang. Glava Vintermatte har en kraftig gul farge, slik at den er godt synlig, som er viktig, særlig på byggeplassen.



UTENDØRS LYDISOLERING

Isolering mot utendørs støy

Teknisk forskrift 1997 angir funksjonskrav for lydnivåer i forbindelse med utendørs lydkilder. Selve forskriften og veiledningen tallfester ingen grenseverdier, men man anser at funksjonskravene er tilfredsstillt når man følger klasse C i NS 8175. Lydnivå fra utendørs støykilder, døgnmiddel $L_{A,eq,24h}$ og maksimalt nattnivå $L_{A,max}$ skal ikke overstige henholdsvis 30 dB(A) og 45 dB(A) i oppholdsrom i boliger.



Trafikkstøyreduksjonstallet er definert som veid lydreduksjonstall, R_w , pluss omgjøringsstall for spekteret for trafikkstøy, C_{tr} . Dersom trafikkstøyreduksjonstallet ikke er kjent eller vanskelig å beregne, kan det for grove overslagsberegninger benyttes følgende tilnærmede sammenheng: $R_w + C_{tr} = R_w - 5$ dB. Verdien av $R_w + C_{tr}$ er ofte bestemt av egenskapene i lav- og mellom-frekvensområdet, som opplevelsesmessig er riktigst å vurdere konstruksjoner ut fra.

Tradisjonelle yttervegger med doble vinduer gir som regel tilstrekkelig vern mot utendørs støy. Hvis det er krav om spesialutførelser for å sikre akseptabelt lydnivå innendørs, er det viktig at egenskapene for yttervegger, dører, vinduer og ventiler står i forhold til hverandre. Som regel er det vinduer og tetting av fuger som er kritisk. Det nytter lite om selve veggen er god dersom vinduer og utettheter slipper lyden igjennom. En tradisjonell 150 mm isolert yttervegg av tre gir som regel lydreduksjon $R'_w = 40 - 50$ dB avhengig av utførelsen. Konstruksjonen kan gjøres bedre ved bruk av utvendig gipsplate og / eller dobbel platekledning innvendig.

Vinduer og ventiler er årsak til at yttervegger ofte gir en lydreduksjon på bare 30 dB(A) mot veitrafikkstøy. Når utendørs lydnivå ligger innenfor anbefalt verdi på 55 - 60 dB(A), blir derfor automatisk innenivåkravet på 30 dB(A) tilfredsstillt. Det kan derfor være påkrevet med forbedring dersom støynivået utendørs overstiger ca. 60 dB(A). I praksis er det vanskelig å utføre vindusløsninger slik at den totale lydreduksjon i yttervegger blir høyere enn 45 - 50 dB(A).

Tak

Det er hovedsaklig for flystøy at takkonstruksjonens lydreduksjon spiller vesentlig rolle. Lette sperre- og loftstak gir som regel dårlig lydisolasjon, R'_w ned til 30 - 35 dB er ikke uvanlig. Pipeløp, ventilasjon over tak og lufting ved raft er vesentlige årsaker til dette. For flystøy er derfor takkonstruksjonen den svakeste del av bygningens ytterkonstruksjon. Denne må ofte forbedres dersom det stilles spesielle krav til isolering mot utendørs støy. Målinger viser at lydreduksjonstallet for takkonstruksjoner ofte er lavere enn forventet særlig for isolerte skråtak. Lufting langs raftet i tak med kaldt loft har mindre betydning enn forventet. Med riktig utførelse kan man oppnå en lydreduksjon opp mot 45 dB.

Måleresultater viser at det ikke gir bedre lydisolering om takisolasjonen er av tung mineralull. Dobbel platekledning innvendig gir bedre resultat. Tunge tak av betong har gode lydreduserende egenskaper. For ytterligere opplysninger, se NBI Håndbok nr. 47 og NBI byggdetaljblad 421.425.



Fig. 88. Viser snitt gjennom en takkonstruksjon

Støyskjermer

Støyskjermer anvendes primært for lyddemping og visuell beskyttelse mot veitrafikk, men kan også benyttes mot støy fra skinnegående kjøretøy, industri, skytebane m.m. Det er viktig at skjermer tilpasses det miljøet de skal være en del av. I følge NS 8175 bør utendørs lydnivå fra utendørs lydkilder ikke overstige 55 - 60 dB(A) utenfor vinduer i boliger, skoler, barnehager og fritidshjem. Dette er også i overensstemmelse med retningslinjer fra Miljødepartementet om utendørs lydnivå fra trafikkstøy. En støyskerm må være minst så høy at den bryter siktelinjen mellom lydkilde og mottager for at det skal oppnås en lydreduksjon. Vanlig høyde er 2 - 4 m. Det er best å plassere skjermen så nær lydkilden eller så nær mottageren som mulig for å få størst mulig brytningsvinkel. Skjermen må i underkant slutte godt til terrenget og være så lang at lydoverføring rundt den blir minst mulig. Skjerm-effekten for vanlige støyskjermer er begrenset til 10 - 15 dB(A). Hvis støyskjermen utføres med et hardt overflatemateriale, vil støyen reflekteres og dermed forsterke støyproblemet for eventuell annen bebyggelse. De senere år har det derfor vært vanlig å utføre den siden som vender mot lydkilden som lydabsorberende.

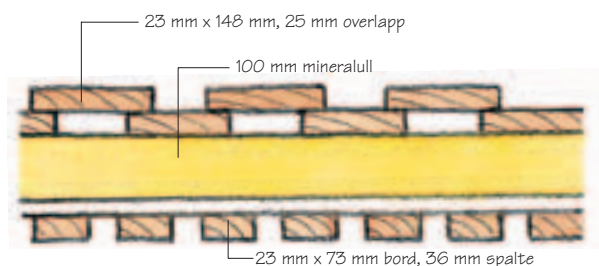


Fig. 89. Støyskjerm

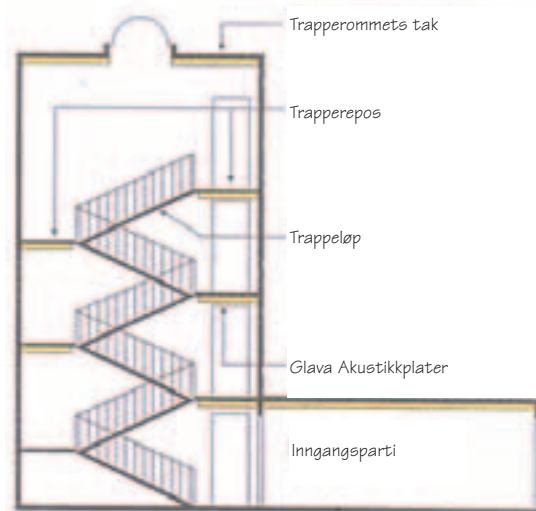
Skjermen har da ofte en kjerne av mineralull, som dekkes av spaltepanel, strekkpanel, netting eller perforerte plater av stål eller aluminium. Lydabsorberende treskjermer er lette i vekt og kan fundamenteres med stolper i ca. 3 - 3,5 m avstand. For beregning av dempingseffekten for støyskjermer, se NBI byggetalblad 517.521.

TRAPPEROM

I mange boligblokker sjeneres beboere ofte av støy i trappeoppgangene. Dette skyldes at disse rommene ofte har lang etterklangstid. Etterklangstid T [s] er tiden det tar fra lydkilden stopper til lydtryknivået har sunket med 60 dB. Etterklangstiden reduseres og støyen dempes vesentlig ved å montere Glava akustikkplater i tak og på undersiden av trapperepos.

NS 8175 angir etterklangstid $T = 1,3$ s som høyeste tillatte verdi i trapperom i boliger i Klasse C. For trapperom gjelder denne verdien for frekvenser fra 500 Hz.

Typisk etterklangstid for et trapperom i en boligblokk med pusset og malt betong og belegg på gulvet er $T = 2,5$ s. Ved å montere Glava akustikkplater i tak øverst i trapperommet og i inngangspartiet vil etterklangstiden kunne reduseres til ca. $T = 1,5$ s. Dersom platene også monteres på undersiden av trapperepos i tillegg til tak vil etterklangstiden kunne reduseres til $T < 1,0$ s.



Redusert støy i trappeoppgangene fører til mindre støy inn til boligene, i tillegg til at man reduserer sjenerende gjenklang i selve trapperommet. Se utvalget av Glava akustikkplater og monteringsanvisninger i brosjyren "Glava Himlinger".



GULVVARME

Oppvarming av gulv kan prosjekteres enten som elektrisk gulvvarme eller som vannbåren gulvvarme. Hver av disse har sine for- og ulemper. Valget vil derfor avhenge av type konstruksjon og krav som stilles til bruk av rommet. Gulvvarme egner seg best til oppvarming av kjeller eller rom over uoppvarmet kjeller. Dersom gulvvarme installeres i etasjeskiller over oppvarmet rom vil effekten ikke være like merkbar, siden gulvet uansett får varmetilskudd fra rommet under. Gulvvarme demper i liten grad kaldras fra vinduer eller store glassflater slik oppadstigende varmestrøm fra panelovner gjør. En kombinasjon av varmekilder kan være hensiktsmessig. Glava leverer et system for gulvvarme som heter Isoflex. Isoflex er plater av ekspandert polystyren (EPS) og er beregnet for utlegging av rør eller kabler til gulvvarme. Isoflex-systemet innehar NBI Teknisk Godkjenning, nr. 2368.

Vannbåren gulvvarme

Gulvvarmeanlegg benytter varmtvann med lav temp. (25-45°C) til boligoppvarming. Et slikt anlegg har bedre fordeling av varme i rommet enn andre oppvarmingssystemer og varmen avgis der hvor rommet er kaldest. Fordi et gulvvarmeanlegg avgir varme både ved konveksjon og stråling, kan man holde en lavere romtemperatur (20°C) og samtidig få god varmekomfort. Anlegget forutsetter en grundig dimensjonering og nøyaktig utførelse.

Isoflex gulvvarmesystem er et system beregnet på vannbåren gulvvarme, og Isoflex 16/20 er tilpasset rør med dimensjonene Ø16 mm til Ø20 mm. Isoflex er konstruert for fleksibel utlegging av rørsøyfer med senteravstand 100, 200 og 300 mm. Gulv på grunn isoleres med Isolitt S80, deretter legges 0,2 mm plastfolie og Isoflexplatene oppå. Vannrørene legges mellom knastene og armeringsnett legges rett oppå knastene uten bruk av stoler. Deretter støpes det min. 50 mm. Produktet kan også brukes til etterisolering av kjellergulv. Legg først 0,2 mm plastfolie på gulvet, så legges isoflexplatene. Legg varmekordende aluminiumsplater mellom knastene i isoflexen før vannrørene. Legg deretter i vannrørene og 22 mm gulvspen.

Ved bruk av varmerør i trebjelkelaget benyttes aluminiums-plater til varmekordende utover i gulvet. Rørene, Ø16 mm – Ø20 mm, kan legges i spaltegulv av 22x95 mm bord med c/c 150 mm. Til dette festes varmekordende plater av aluminium og deretter varmerørene. For øvrig vises det til NBI byggdetaljblad 552.111

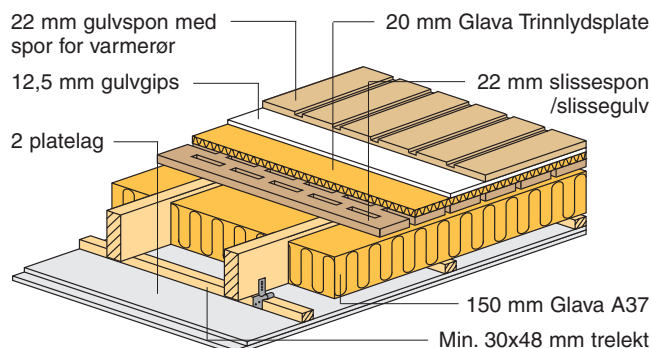


Fig. 90. Vannbåren varme i slissegulv.

Det er fullt mulig å bygge en etasjeskiller i treverk som tilfredsstiller kravene til luft- og trinnlyd, selv om man skal ha vannbåren varme. Konstruksjonen bygges opp slik: 2 platelag, lydreduksjonsbøyler, 48x198 mm eller min. 250 mm I-bjelke som bjelkelag, 150 mm Glava A 37, slissespon/slissegulv, 20 mm Glava Trinnlydsplate, 12,5 mm gulvgipsplate og 22 mm gulvspen med utfreste spor for varmerør.

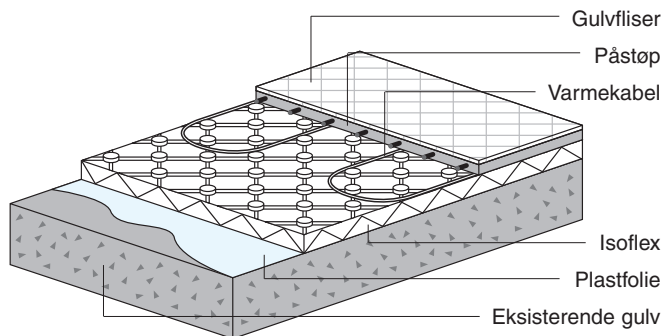


Fig. 91. Vannbåren varme i påstøp

Elektrisk gulvvarme

Elektriske varmekabler finnes i to varianter. Enledet der begge endene må føres til koblingsboksen og toledet som kan avsluttes hvor som helst på gulvet. Varmekabler kan støpes fast eller monteres i bjelkelaget. OBS ! Toledet varmekabel er ikke tillatt brukt i trebjelkelag. Se NBI byggdetaljblad 552.112

Isoflex EL12 er et system beregnet på varmekabler og varmerør med maks. diameter Ø12 mm, og brukes til baderomsgulv og kjellergulv, i nybygg og til rehabilitering. Isoflexplatene er konstruert for fleksibel utlegging av varmekabler/rør. Varmekablene/rørene monteres mellom knastene. Ingen videre innfesting er nødvendig. Over knastene legges armeringen. Det skal brukes minimum 30 mm armeret betong eller innstøpningsmasse over knastene. Ved nybygg og gulv på grunn, legges først Isolitt S80, deretter 0,2 mm plastfolie, isoflexplatene og påstøp. Isolering blir bedre jo tykkere isolasjonslaget er, fordi man hindrer at varmen går nedover. Legg ønsket tykkelse med Isolitt S80, deretter 0,2 mm plastfolie, isoflexplatene, armering og påstøp. Vi henviser til Byggebransjens våtromsnorm, når det gjelder baderomsgulv.

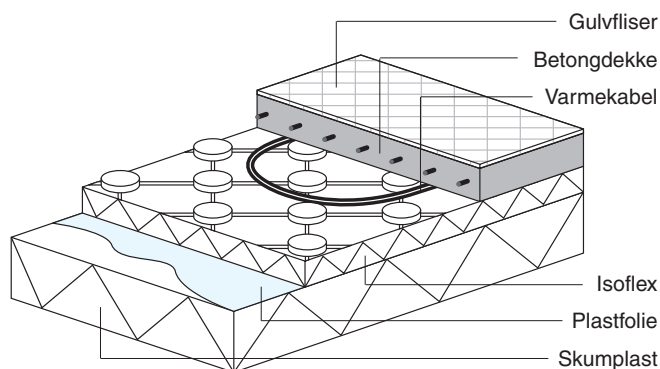


Fig. 92. Vannbåren varme i spaltegulv

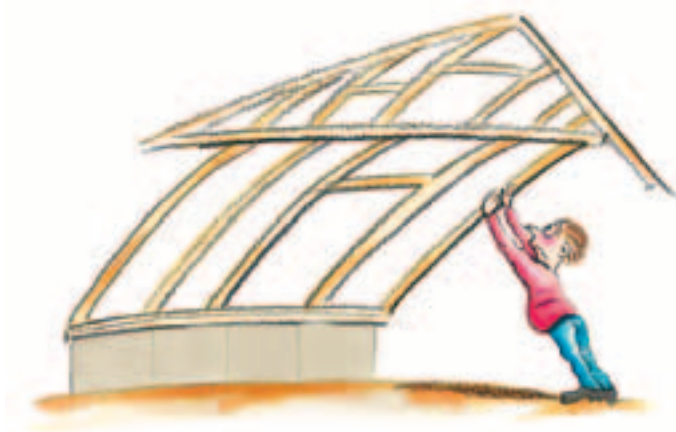
Varmekabler kan også legges i trebjelkelag. Det isoleres med Glava Plate/Rull A 37, mellom bjelkene. Det skal være minst 50 mm hulrom mellom isolasjonen og undergulvet. Varmekablene må legges på netting som sikrer at kablene ikke trenger ned i isolasjonen. Det må være minst 10 mm avstand mellom bjelken og kabelen. Det bør benyttes sponplater som bærende undergulv. For å redusere faren for knirk skal platene limes og skrues, eventuelt krysspikres til bjelkene. Det bør benyttes formstabile overgulvsløsninger som laminerte produkter fremfor heltre. Her er det viktig å følge produsentens anvisninger. På markedet finnes det en rekke forskjellige produkter som kan være et alternativ til vannbåren varme og varmekabler. For eksempel varmematter, varme-folier osv. Utfyllende informasjon om emnet finnes i NBI byggdetaljblad 552.112

FORANKRING OG AVSTIVING

Generelt

Bygningen må i tillegg til å være dimensjonert for egen- og nyttelaster, også være dimensjonert for naturlaster. Det er spesielt sikring i forhold til vindbelastning av småhus vi skal ta for oss her. Dette krever følgende tiltak:

- forankring av tak til yttervegg, og yttervegg til fundament, for å hindre avblåsning som følge av vindtrykk og ikke minst vindsug.
- avstivning i selve veggplanet, etasjeskiller- og takplan, for å hindre horisontale forskyvninger.
- sammenkobling av vegger innbyrdes og sammen med etasjeskiller og tak.



Husk at bygget også må være avstivet og forankret under byggeperioden.

Forankring av takkonstruksjon til vegg

Det beste er å forbinde takstoler/sperrer direkte til veggstenderne. Det finnes spesielle beslag (eks. gaffelbeslag), eller det kan benyttes for eksempel hullbånd.

Forankring av vegg til fundament

Veggens bunnsvill kan forankres til fundament med ekspansjons- eller innstøpte bolter. En god løsning er å plassere bolten nær stenderen, slik at et vinkelbeslag på bolten og som også når stenderen, kan overføre lasten direkte fra stender til fundament. Eventuelt kan man feste stender til bunnsvill med hullbånd.

Avstivning av vegger og tak

Bygget må være avstivet i selve veggplanet, for å hindre sammenklapping / sideveis forskyvning. Det kan benyttes følgende tiltak:

- kledning av stive platematerialer som spikres langs alle platekanter. For normale bolighus i tre har det vist seg at man får tilstrekkelig avstivning når veggene er kledt med minst ett lag platekledning (av 12 mm tre- eller gipsbaserte plater). Vanlig trepanel vil ikke gi tilstrekkelig avstivning.
- innfelling av skråbord av tre i stender /sviller. Trebordet bør ha minst samme bredde som stenderverket, og tykkelse bør ikke overstige mer enn 1/3 av stenderbredden.

- kryssavstivning med hullbånd av stål, ståltau eller -stag. Båndene monteres parvis på hver vegg i hver sin retning (fortrinnsvis 45° vinkel). De bøyes rundt stedene og sviller, og spikres også til alle kryssende stedene. Ståltau eller stag som monteres med strekkfisker gir effektiv avstivning, og kan ved eventuell krymping i treet etterstrammes.
- også takflaten må være avstivet i takplanet. Undertak av bord eller plater vil gi tilstrekkelig avstivning. Benyttes undertak av folie kan det kryssavstives med bord eller båndstål.

Sammenkobling av de ulike elementene

Det hjelper ikke at de ulike vegg- og takplan er avstivet kun i sitt eget plan. De ulike vegger, etasjeskillere og tak må også være koblet sammen, slik at bygningen kan fungere som en stiv boks.

Forøvrig vises det til NBI byggdetaljblad 520.241 og 520.243

Glava har et eget vindsperrsystem; Glava Vindsperre og avstivningsstag. Glava Vindsperre er en transparent fiberduk laget av UV-stabilisert polypropen, laminert med dampåpen polyetylen. Vindsperran er etasjehøy og forutsetter horisontal montering på veggens utside. Det leveres også egne vindsperreremser til tetting av hjørner og rundt dører og vinduer. Bygget avstives med egne avstivningsstag. Stagene monteres parvis på hver vegg og ca 45° på horisontalplanet. Hvert stag skal gå over 3 stendere og festes også til eventuelle losholter og overdekninger. Merk av hvor staget skal monteres og skjær et 3 mm spor. Stagene festes med 4 stk. 2,8/75 mm spiker i topp- og bunnsvill, stendere og losholter.



Fig. 93. Viser prinsippet for kryssavstivning av et bygg

LOGISTIKK

Logistikk (Materialadministrasjon) er et viktig arbeidsområde som stadig flere i byggebransjen ser verdien av å ivareta best mulig. Logistikk eller MA-kostnadene har hatt en tendens til å øke raskere enn produksjonskostnadene. Det ligger derfor store besparelser i god planlegging, riktig innkjøp og fornuftig valg og håndtering av materialer. Ensidig fokusering på prisen på produktene gir raskt høyere total kostnader.

Komprimering

Glava isolasjon komprimeres ved pakking. For Glavas rulleprodukter er komprimeringen helt ned til 1/4 av det egentlige volum. Resultatet er redusert håndteringstid og reduserte håndteringskostnader og mindre behov for lagerplass.

Med tekniske forskrifter og økte isolasjonsmengder får komprimering av produktene enda større betydning. Spesielt med en økning fra 200 mm til 300 mm i tak kommer fordelene ved håndterings- og lagringsvennlige produkter virkelig til sin rett.

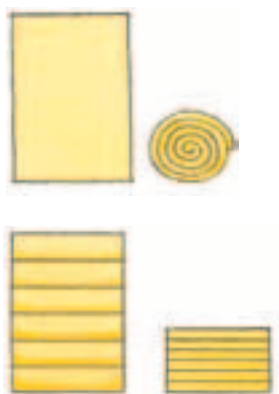


Fig. 94. Ruller og plater - ukomprimert/komprimert

Konstruksjonstilpassede produkter

Det er stadig mer fokusering på produkter som er mest mulig konstruksjonstilpassede. Produkter som passer rett inn i konstruksjonen gir et minimum av kapp og spill. Glava Veggrull er et eksempel på et produkt som er eksakt tilpasset vanlig normal stenderhøyde. Produktet leveres ferdig tilpasset stenderhøyden både for innvendige og utvendige vegger. Glava Multi Rull er et alternativ til Glava Veggrull for utvendig isolering. Produktet leveres i eksakt halvannen normal stenderhøyde utstyrt med skjærespor for nøyaktig kapping. Produktet egner seg også for 300 mm isolering av A-takstoler i to lag hvor isolasjonen bøyes fra sperrene og direkte over på hanebjelken. Glava Multi Rull er noe bedre komprimert og har flere kvadratmeter i pakken enn Glava Veggrull. Ved større partier kan andre konstruksjonstilpassede produkter leveres.

Riktig skjæreutstyr

Ved bruk av Glava skjærebord oppnås rette eksakte snitt og dermed raskere montering. Kapp og spill på byggeplassen reduseres til et minimum gjennom god utnyttelse av materialet. Det er også utviklet et tilleggsutstyr til ruller i forbindelse med bruk av skjærebordet. Rullene plasseres i en halvtrommel og holder rullen på plass under skjæring. Erfaring viser forøvrig at konsentrert valg av ruller i kombinasjon med Glava Skjærebord gir et meget godt resultat med hensyn til mengden av kapp og spill.



Leveranser

Riktig og god logistikk er blant annet materialleveranser til rett tid, rett mengde, og på rett sted. Håndteringskostnadene på byggeplassen er høye. Det er derfor viktig at de ulike materialer har korteste vei fra lossing til de steder hvor materialene skal monteres.

Unødig mellomlagring bør unngås. Lang lagringstid kan gi skader og svinn. Ofte kan det være lønnsomt å distribuere isolasjonen i mindre kvanta fra et byggevarelager istedenfor større mengder direkte fra fabrikk.

Glava storkolli

Glava Storkolli er Glava byggisolasjon på pall. En viktig del av logistikken på byggeplassen er håndtering og mellomlagring av isolasjonsmaterialer. Isolasjon tar plass og det er mye å spare på rasjonell håndtering. Glava Storkolli ivaretar disse behovene.

4-pakk, en del av Storkollikonseptet

Glava Storkolli er bygget opp av moduler. Hver modul består av 4 enkeltpakker og holdes sammen ved hjelp av plastomslag. Glava Storkolli med plater består av fire 4-pakninger, og pakkene med ruller består av 6 slike pakninger. Når selve pallen eller storkollien brytes, kan 4-pakningene håndteres som én enhet. Byggeplassene opplever håndteringsmessige fordeler med 4-pakningen som når den tas fra pallen kan "bikkes" bortover.

På lager

Med levering av Glava Storkolli forsvinner krevende lossing og håndtering. Sjauing av enkeltpakker som skal inn i båser på hems eller på mezzaninen blir historie. Glava Storkolli losses raskt og effektivt fra bilen med truck som løfter pallene opp på mezzaninen eller for plassering i reolsystemer. Glava Storkolli på lager innebærer bedre orden og oversikt og reduserer svinn.

På byggeplass - midlertidig utelagring

Glava Storkolli vil være den naturlige leveringsmåten på mange byggeplasser. Palleveranser direkte fra fabrikk eller samlasteleveranser med andre byggematerialer fra grossist eller byggevareforretning gir gode logistikk-løsninger. Glava Storkolli losses raskt og effektivt for innheising på bygget eller midlertidig utelagring. Ved mellomlagring av isolasjonen uten-dørs, før den bringes inn i bygget, har Glava Storkolli folie på toppen og rundt pallen som gir god værbeskyttelse.

Her kommer noen supplerende forskrifter, regler og anbefalinger det kan være nyttig å kjenne til:

Saksbehandling

Tiltak som verken krever søknad eller melding:

- Mindre frittliggende bygning inntil 15 m² bruttoareal (BTA) på bebygd eiendom.
- Mindre fasadeendringer
- Ikkebærende vegger
- Levegg (skjermvegg) med høyde inntil 1,8 m og lengde mindre enn 10 m.
- Frittliggende utepeis, utegulv, mindre skulpturer o.l.
- Reklameskilt på inntil 1 m², montert flatt på vegg.
- Biloppstillingsplass for inntil 2 biler.
- Fylling og planering med inntil 1,5 m avvik fra opprinnelig terrengnivå.

Tiltak som krever melding:

- Oppføring / endring av driftsbygninger i landbruket.
- Arbeid i tilknytning til midlertidige eller transportable bygninger og konstruksjoner.
- Mindre byggearbeid på bolig- eller fritidseiendom:
 1. Oppføring av en enkeltstående bygning med bruttoareal opptil 50 m² som ikke skal benyttes til bolig eller næringsdrift.
 2. Ett enkelt tilbygg (m/kjeller) som skal benyttes som boligrom eller som har direkte tilknytning, med bruttoareal opptil 30 m².
 3. Byggearbeid innenfor en bedrifts område.

Tiltak som krever søknad:

- Oppføring, tilbygging, påbygging eller underbygging av bygning, konstruksjon eller anlegg samt fysiske eller bruksmessige endringer av slike tiltak med tilhørende tekniske installasjoner.
- Dersom man ønsker dispensasjon fra lovgivningen eller gjeldende planer kreves det alltid søknad.

Beregning av etasjeantall

Følgende plan skal regnes med i etasjeantallet:

- Alle måleverdige plan som inneholder hoveddel.
- Plan som har himlingen 1,5 m over planert terreng skal medberegnes selv om de bare inneholder tilleggsdel.
- Loft som inneholder hoveddel (f eks soverom).
Følgende plan skal ikke regnes med i etasjeantallet:
- Mindre loft som har bruksareal mindre enn 1/3-del av underliggende etasjes bruksareal.
- Kjeller som bare inneholder tilleggsdel og har himlingen lavere enn 1,5 m over gjennomsnittlig planert terreng.
- Mellometasje/mezzanin som har bruksareal mindre enn 1/5-del av underliggende etasjes bruksareal.

Hoveddel: sove- og oppholdsrom, kjøkken, bad, garderobe, badstue, trimrom, svømmebasseng, vindfang, entré og trapp/gang mellom disse.

Tilleggsdel: boder, garasje, fyrrom, søppelrom, tekniske rom, balkonger, terrasser og trapp / gang mellom disse rom innbyrdes og mellom disse rom og hoveddel.

Prosjektering / planløsning

- Romhøyde må være tilstrekkelig for å unngå sammenstøt med bygningen også ved transport av gjenstander. Generelt bør derfor netto romhøyde ikke være under 2,4 meter. I enkelte rom kan det være lavere romhøyde og det er ikke satt noen nedre grense. Arbeidsrom, publikumsrom og undervisningsrom bør ha romhøyde minst 2,7 m.
- Rekkverkshøyde på balkonger og terrasser bør være på minimum 0,9 m, og med åpninger på maks. 0,1 m (for å hindre at barn kan kripe igjennom / sette seg fast). Sprosser bør være vertikale for å hindre klatring.
- Trinnfri adkomst tilpasset f. eks. rullestolbrukere krever som regel gangbro eller rampe med minst 0,9 m bredde. Stigningen bør helst ikke overstige 1:12, men bør helst være 1:20 eller mindre.

Ventilasjon

- Minimum ventilasjon på 0,5 luftvekslinger pr. time bør opprettholdes selv når rommene ikke er i bruk for å sikre god luftkvalitet til enhver tid.
- Dersom det er ildsted i huset må det sørges for tilstrekkelig lufttilførsel slik at det oppnås god trekk i ildstedet. I bygninger med mekanisk avtrekk oppnås det normalt ikke tilfredsstillende trekkforhold pga. undertrykk i rommet. Åpent ildsted (peis e.l.) har behov for rikelig røykavtrekk, samlet uteluftåpninger på minst 300 cm².
- Soverom skal ha frisklufttilførsel på 7 liter pr. sekund og person. Kjøkken, vaskerom, bad og WC må ha separat avtrekk. Det må føres separate avtrekk over bygningens tak fra kjøkken og bad / WC.
- Kjeller som ligger delvis over terreng må ha ventiler i flere yttervegger for å sikre luftgjennomstrømning i kjellerrommet.

Arealberegning i henhold til NS 3940

For definisjon av hoveddel og tilleggsdel se avsnitt "Beregning av etasjeantall"

- BTA, bruttoareal : Areal av hele bygget inkludert omsluttende vegger.
- BRA, bruksareal: Areal innenfor omsluttende vegger. Søylar, skorsteiner og kanaler som står inntil omsluttende vegger eller har tverrsnitt over 0,5 m² medtas ikke.
- NTA, nettoareal: Areal av rom innenfor vegger. Måles fra innside vegg og inkluderer kjøkkeninnredning, garderobeskap, radiatorer og ovner og frittliggende rør og ledninger. Det regnes ikke med skillevegger, søylar, dør- og vindusåpninger, flyttbare mellomvegger og utsparinger under 0,5 m².
- BOA, boligareal: Bruksareal av boligens hoveddel. Merk at boder, kott o.l. ikke inngår i hoveddel og skal følgelig ikke medtas i beregning av boligareal.

For å være måleverdig må følgende krav være oppfylt:

- fri høyde over gulv på minst 1,9 meter. Deler med skråtak regnes måleverdige til 0,6 m utenfor høyden 1,9 meter eller til begrensende vegg.
- rommet er tilgjengelig via dør, trapp, permanent eller nedfellbar stige.
- rommet må ha gulv (unntatt trapperom, sjakter o.l.).

BEGREP OG UTTRYKK

Binder, til innfesting av skallmur, s. 15

Brannklasse, s. 35

Brannmotstand, s. 35

Brannvegg, bærende bygningsdel som skiller ulike bygninger, minst REIM 120. s. 34

Byggfukt, s. 53

c/c, se senteravstand

Dampsperre, se fuktsperre

Diffusjonssperre, se fuktsperre

Dobbelt stenderverk, s. 17, 19 og 21

Ekstrudert polystyren, se XPS

EPS, ekspandert polystyren, (f.eks. Isolitt) er en skumplasttype med åpen cellestruktur og lavere trykkstyrke enn XPS. s. 6

Enkelt stenderverk, s. 17, 18, 19 og 20

Etterklangstid, s. 45 og 61

Flate tak, har fall mindre enn 6° (dvs. 1:10) s. 11

Flytende gulv, s. 22

Forskjøvet stenderverk, s. 17, 18, 19 og 21

Fuktsperre, skal hindre uønsket ventilasjonsvarmetap og kondensering/oppfuktning pga. luftlekkasjer gjennom konstruksjonen (betegnes også dampsperre og diffusjonssperre). s. 53

Glassull, s. 6

Hanebjelke, trykkavlaster for overgurt. Se side 8 og 33

I-bjelker, se fig. 3, 4, 6, 14, 31, 36, 37, 38 og 53

ISO-kurve, standard tid-temperatur-kurve i forbindelse med brannprøving. s. 49

K, kelvin enhet for temp. og temp. differanse. s. 39

k-verdi, gammel betegnelse på det som nå heter U-verdi

Kaldt loft er en konstruksjonsløsning der det isoleres i bjelke-laget mot loftet. Hele loftet er luftet, uinnredet og kaldt. s. 8, 10 og 11

Kondens / kondensering oppstår når luftfuktighetens damptrykk blir større enn luftens metningstrykk. s. 52

Konveksjon, s. 38 og 49

Kuldebro er et begrenset felt i en konstruksjon som har vesentlig dårligere varmeisolering enn konstruksjonen forøvrig. s. 43

Ledning, s. 38 og 49

Lekt, s. 9, 10, 11, 13, 23, 24 og 25

Losholt, betegner spikerslagene over og under vinduer

Lydhimling, s. 22 - 24 og 26

Lydreduksjonsbøyler brukes for å bedre lydegenskaper til etasjeskillere. Benyttes for å lage lydhimlinger. s. 22 - 24

Lysåpning, betegner innvendig mål (senteravstand fratrukket én bjelke-bredde)

Mineralull, fellesbetegnelse for glassull og steinull

Overgurt, øvre del ("sperre") i takstol

Polystyren, se EPS og XPS

Påforing/ Utforing, tillegg til stendere/sperrer for å få nok plass til isolasjon. se fig. 10 og 11, s. 13

Raft, betegner overgangen mellom vegg og tak, se fig. 5, s. 10

RF, Relativ fuktighet, uttrykker vanninnholdet i prosent av det maksimale ved den aktuelle temperaturen. s. 52

Ringmurselement, se s. 7 og fig. 51 side 30

Risikoklasse, s. 35

Rundlist, bunnfyllingslist til trinnlydskonseptet. Fuges på med fugemasse for å oppnå en lufttett konstruksjon. Se s. 22, 23, 24, 25, 26 og 27

Seksjoneringsvegg, bærende bygningsdel som skiller internt i en bygning, minst REIM 90. s. 34

Senteravstand, c/c, avstanden fra midt på en stender / bjelke til midten av neste

Skumplast, fellesbetegnelse for porøse plaststoffer (f.eks. EPS, XPS og PUR) s. 6, 11, 16 og 28 - 31

Slissegulv /Slissespon, 22 mm sponplate med 12 % perforering, s. 23, 24 og 62

Sløyfer, se fig. 1, 3, 5 og 7

Sperre/taksperre, se fig 2 s. 9

Spaltegulv, s. 24

Spikerslag, treverk som settes inn mellom stendere for å sikre nødvendig innfesting (av plater, innredning o.l.)

Stender, se fig. 10, s. 13

Styrofoam, handelsnavnet til ekstrudert polystyren, XPS, fra The Dow Chemical Company

Støyskjermer, s. 60

Stråling, s. 38 og 49

Svill, toppsvill; se fig. 1, s. 9, bunnsvill; se fig. 51, s. 30

Takstol, fellesbetegnelse på fagverk- og rammekonstruksjon som bærer taket, spenner normalt fritt mellom ytterveggene

Taktro, bærende undertakskonstruksjon av pløyde bord, kryssfiner eller fuktbestandige sponplater med et vanntett sjikt (underlagspapp) se fig. 1, 2, 3 og 4

Trinnlydplate, trykksterkt glassullprodukt spesielt beregnet til å redusere trinnlyden. s. 7 og 22 - 27

Undergurt, nedre del ("bjelke") i takstol

Undertak skal fange opp og drenere ut nedbør, som slipper gjennom taktekingen. I tillegg også fange opp kondensvann. Se fig. 2, s. 9

Utlekking, begrepet betegner trelekter for å sikre lufting. s. 13

U-verdi, varmegjennomgangskoeffisient, gir uttrykk for hvor mye varme som går gjennom 1 m² av konstruksjon ved temperaturforskjell på 1K. definisjon s. 40; forskriftskrav s. 32; beregning s. 41

Varmekonduktivitet angir materialets evne til å lede varme. s. 39

Varmemotstand, R, angir evne til et materialsjikt eller til en konstruksjon til å bremse varmetransport fra varmere til kaldere omgivelser. s. 40

Vindsperre skal hindre luftgjennomstrømning i isolasjonen (og konstruksjonen). Det må benyttes vindtette men dampåpne materialer f.eks. forhudningspapp, gipsplater eller asfaltimpregnerte trefiberplater. s. 12 og 63

Vintermatte, se s. 7 og 59

XPS, ekstrudert polystyren (f.eks. Styrofoam) er en skumplasttype med lukket cellestruktur og høyere trykkstyrke enn EPS. s. 6

λ-verdi se varmekonduktivitet, s. 39

W, watt enhet for effekt, overført energi pr. tidsenhet.

LITTERATURHENVISNINGER

Varmeisolering

- Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997, kap. VIII Miljø og helse, § 8-2 Energibruk
- REN veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997, kap. VIII Miljø og helse, § 8-2 Energibruk
- Byggforskserien Byggedetaljer, Norges byggforskningsinstitutt
- Byggforskserien Byggforvaltning, Norges byggforskningsinstitutt
- Trehus, Håndbok 45; Byggforsk 1997
- NS 3031 Varmeisolering; Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon; 1987
- NS-EN ISO 6946 Bygningsskomponenter og -elementer; Varmemotstand og varmegjennomgangskoeffisient; Beregningsmetode; 1997
- Varme- og klimateknikk, Grundbok; danvak; 1991
- BRANN og LYD Konstruksjoner, Glava 1998
- Enøk i bygninger; SINTEF mm. 1994
- NS-EN ISO 10456 Prosedyrer for bestemmelse av deklarete og praktisk termiske verdier.
- NS-EN 13162 Varmeisolasjonsprodukter for bygninger. Fabrikkfremstilte produkter av mineralull
- EN 13172: 2001 Thermal Insulation products. Evaluation of conformity

Lydisolering

- Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997, kap. VIII Miljø og helse, § 8-4 Lydforhold og vibrasjoner
- REN veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997, kap. VIII Miljø og helse, § 8-4 Lydforhold og vibrasjoner
- NS 8175 Lydforhold i bygninger. Lydklassifisering av ulike bygningstyper; 1997
- Byggforskserien Byggedetaljer, Norges byggforskningsinstitutt
- Byggforskserien Byggforvaltning, Norges byggforskningsinstitutt
- Trehus, Håndbok 45; Byggforsk 1997
- Isoleringens inverkan på ljudisoleringen för lätte väggar och bjälkelag, Lunds Tekniska Högskola 1997
- Håndbok 47. Isolering mot utendørs støy. Byggforsk 1999

Brannisolering

- Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997, kap. VII Personlig og materiell sikkerhet
- REN veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997, kap. VII Personlig og materiell sikkerhet
- Byggforskserien Byggedetaljer, Norges byggforskningsinstitutt
- Byggforskserien Byggforvaltning, Norges byggforskningsinstitutt
- NS 3904 Brannteknisk prøvning av bygningskonstruksjoner; 1977
- NS 3919 Brannteknisk klassifisering av materialer, bygningsdeler, kledninger og overflater; 1997
- NS-EN 13501-1 Klassifisering ved bruk av resultater fra prøvning av materialers egenskaper ved brannpåvirkning.
- NS-EN 13501-2 Klassifisering ved bruk av resultater fra brannmotstandsprøving, unntatt ventilasjonssystemer.
- Gyproc Håndbok 2002
- Prosjekteringsveiledning 2.1 og 2.2 fra Norgips 1998
- BRANN og LYD Konstruksjoner, Glava 1998
- BRANNTETTING, Glava 2001
- Brannfysikk fra teori til praksis, Guttorm Liebe, Norges brannskole 1995

Generelt

- NS 3940 Areal- og volumberegninger av bygninger; 1986
- ISOLERING I BAKKEN med Styrofoam^{AVANSE}, Glava 2004
- TELESIKRING med Styrofoam^{AVANSE}, Glava 2004
- Forskrift til plan- og bygningsloven om saksbehandling og kontroll 1997



Markedsføring, kundeservice, salg

GLAVA A/S – OSLO

Sandakerveien 24C, D11
Postboks 4461 Nydalen, 0403 Oslo
Tlf. 22 38 67 00 - Fax 22 38 67 77
e-post: glava.oslo@glava.no
Internett: www.glava.no

Grønn ordrefax Oslo: 800 33 915
Grønn ordrefax Stjørdal: 800 80 444