



UTGAVE

3

TRYGGHET I PROSJEKTERINGEN

RÅDGIVERHÅNDBOK

YTONG

silka

multipor

hebel

Innholdsfortegnelse

Bærekraft

Generelt	4
Xellas naturlige kretsløp	5

Statikk

Generelt	6
Dimensjonering av vegger	8
Punktlaster	9
Planlegging av veggkonstruksjonens avstiving	10
Vannrett lastfordeling på hule murer (Ytong)	11
Vannrett lastfordeling på hule murer (Silka)	12
Murens effektive høyde/tykkelse	13
Loddrett og vannrett last	14
Stabiliserende veggseksjoner (murskive)	15

Stålstenger

Søyler	16
--------------	----

Installasjoner og utsparinger

El-installasjoner (riller og utsparinger)	17
---	----

Varmeisolering

Grunnlag	18
Kuldebroer	21
Termisk inneklima	24
Energikrav til bygg	25
U-verdier	27

Fuktsikring

Grunnbegreper vedr. fukt i bygninger	29
Fukt i porebetong og kalksandstein	31

Brann

Brannforhold	32
Ytong bygningsdeler iht. EN 1996-1-2:2007/AC:2011	33
Silka bygningsdeler iht. EN 1996-1-2:2007/AC:2011	34
Ytong veggelementer iht. EN 12602:2016	35

Lyd

Generelt	36
Luftlydisolering med Ytong vegger	38
Luftlydisolering med Silka vegger	39

Ytong systemer

Ytong tak- og dekkssystem	41
Ytong U-skaller	44
Multipor isoleringssystem	53
YTONG ENERGY+	55
Ytong kjellervegger	56
Ytong O-blokk	59
Ytong Hebel brannveggelementer	60
Ytong pussystem	61

Bærekraft

Generelt

Å skape uten å skade

I Xella er bærekraft en integrert del av virksomhetens produktutvikling og produksjon. Ikke bare som et begrep, men som et praktisk verktøy for utviklere og ledelse.

Xellas produkter er utviklet og produsert med fokus på bærekraft. Bærekraft innebærer at miljøet skånes i alle faser av utvinning av råmaterialer, produksjon, bruk, nedbryting og gjenbruk, og at materialene skal være 100 % gjenbrukbare.

Bærekraft

Xellas definisjon på bærekraft er at alle materialer skal inngå i et vugge-til-vugge-kretsløp, der materialene

Råvarer

YTONG og Silka er laget av kalk, sand og vann. Utvinning av kalk, sand og vann skjer i dagbrudd som reetableres som naturområder når utvinningen opphører. Sand utvinnes lokalt, mens de øvrige råvarene utvinnes lokalt eller så nærme fabrikk som mulig.

Xella har som verdens første virksomhet utviklet en forbrenningsmetode hvor kalkslam, et restprodukt fra produksjon av kalk, inngår i et kretsløp som energikilde. Denne energi-produksjonen er mer enn nok til å dekke Xellas eget forbruk, og overproduksjon av miljøvennlig energi selges på det åpne markedet. Under fremstillingen av Ytong iblandes små mengder (0,05 % – 0,1 %) aluminiumpulver fra industrigjenbruk for å danne porene.

Fremstilling av YTONG

Finkornet sand blandes med de øvrige råstoffene. Det tilsettes vann som, for å skåne de begrensede ressursene av helt rent vann, ikke tas fra drikkevannmasser. Aluminiumpulver reagerer med den hydratiserende, brente kalken, og det oppstår hydrogen som får massen til å heve med små, jevnt fordelte porer.



Deretter blir massen langsomt fast, og under størkningen skiller den ut flyktig hydrogen, slik at det bare blir varmeisolerende luft igjen i porene. Poredannelsen gjør at det av 1 m³ råmaterialer blir 5–8 m³ ferdig Ytong porebetong.

Den halvfasten råblokken skjæres til med trådskjæring og profileres – bl.a. med utfresing av gripespor. Alt avskjær blandes med vann og gjenbrukes i nye blandinger for å redusere ressursforbruket.

De utskjærte blokkene og elementene herdes i en autoklav – dvs. under damtrykk, som krever tilførsel av energi. Det er riktignok snakk om en relativt lav temperatur på 200°C, og CO₂-utslippene er derfor mye lavere enn i produksjon av teglstein og betong. Vannet som brukes i herdeprosessen gjenbrukes flere ganger med opptil 85–88 %.

Energi som ikke lenger kan brukes i produksjonsprosessen, brukes til oppvarming. For eksempel har Werk Brück en 1500 m rørtledning som fører varmt vann til firmaet Paul Harmann AG, der det brukes til oppvarming i produksjonen.

Fremstilling av Silka veggsystem

Finkornet sand og kalk blandes med vann, hvorpå produktene formes under stort trykk. Deretter herdes produktene i autoklav.

Bearbeiding

YTONG og Silka krever minimal tilpasning på byggeplassen. Tilpasningsavfallet, som vanligvis utgjør under 1 % av den samlede leveransen, kan håndteres som alminnelig, ufarlig byggeavfall. YTONG skjæres til enkelt med båndsgag eller håndsgag med blad i hardmetall, slik at det kun dannes grovt støv.

Til oppmuring brukes tynnfugemørtel i et tynt 2 mm lag, både i vannrette fuger og stussfuger. Mørtelen er sementbasert (mineralsk). Det er ikke tilsatt organiske oppløsningsmidler eller myknere, og det oppstår derfor ingen fordampning av skadelige stoffer.

YTONG- og Silka-vegger kan overflatebehandles utvendig med Ytong Grunnpudd. Innvendig sparkles det og males eller tapetseres.

Bruk

YTONG og Silka avgir ingen skadelig damp eller partikler – heller ikke ved brann. Det samme gjelder all tynnfugemørtel.

Ytong porebetong og Silka kalksandstein er utviklet for å ha en lang levetid og bevarer sine byggtekniske egenskaper i mange generasjoner.

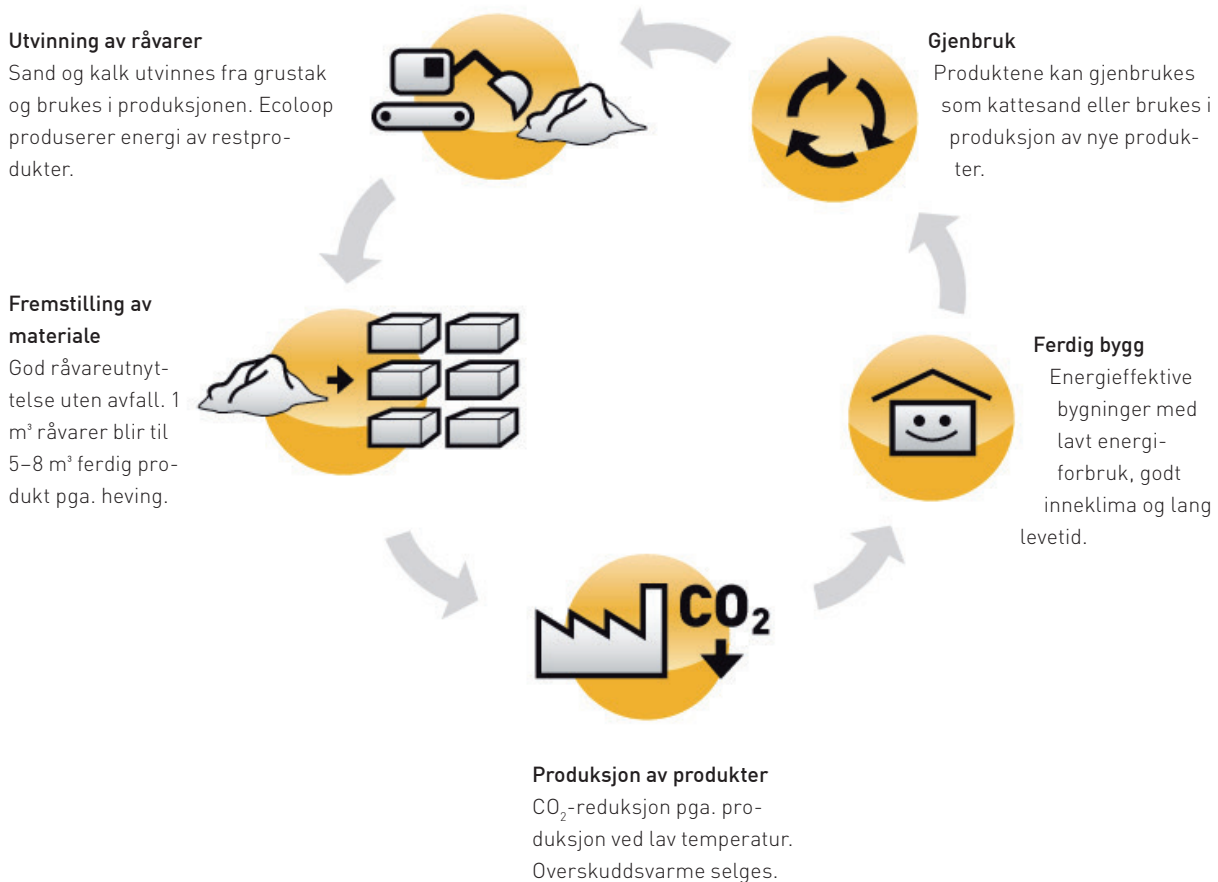
Bærekraft

Karbonavtrykk – CO₂-avtrykk

For Xella er reduksjon av CO₂-utslipp en naturlig del av det å være bærekraftig. I å anerkjenne behovet for å redusere CO₂-utslippene kraftig har Xella, sammen med noen av Tysklands største selskaper, bl.a. Deutsche Bahn, Puma og Otto Group, stiftet 2° Foundation med det formål å finne langsiktige, konkrete løsninger på klimaendringene i et samarbeid mellom industri, forskning og samfunn.

For Xella er ikke klima og økonomiske utvikling motstridende behov. Gjennom en målrettet innsats har vi lyktes med store CO₂-reduksjoner, og samtidig investeres det nå i utvikling av helt ny teknologi, hvor restprodukter fra kalkutvinning inngår i et lukket kretsløp som helt uten CO₂-utslipp fremstiller energi.

Xellas naturlige kretsløp



Generelt

Prosjektdesign

Det tas forbehold om eventuelle feil i de følgende anvisningene og beregningene. Statisk dimensjonering av det konkrete prosjektet er til enhver tid rådgiverens ansvar.

I veiledningen henvises det generelt til følgende europeiske og danske standarder og normer:

Normgrunnlag

EN 1996, 1-1 + A1 2015

EN 1996, 1-2: 2007

EN 1996, 2: 2007

DS/INF 167: 2015

EN 12602: 2016

DS/INF 169: 2011

samt tilhørende nasjonale tilføyelser og nasjonale retningslinjer.

Materialparametere

Det brukes CE-deklarererte data for de aktuelle byggesteinene. Vær oppmerksom på at det er de karakteristiske basisstyrkene som skal brukes fra de CE-merkede verdiene.

Til prosjektets statiske beregninger har Xella oppgitt styrkeverdier for all YTONG og Silka byggestein, herunder E-modul, bøyestrekfasthet og basistrykkstyrke. For å bruke disse verdiene skal murverket alltid oppføres med henholdsvis YTONG og Silka tynnfugemørtel. Du finner tekniske data på hjemmesiden vår www.ytong.dk, under de enkelte produktene.

Veggfeste/støtter

Veggene festes så mange steder som mulig for å unngå ekstraforanstaltninger og/eller ujevne dimensjoner, f.eks. langs kanter, etasjeskiller, tak, overgurt, undergurt, kanter o.l.

Unngå i størst mulig grad veggfelter som ikke kan tversavstives, da disse kan kreve innbygging av avstivende stålsøyler. Veggfelt bør ha minst 3-sidig avstiving for å unngå ekstraforanstaltninger i form av avstivende søyler o.l.

Unngå spenn i konstruksjonen

Vegger bør disponeres slik at tvangsdeformasjoner er ikke fører til revner i svake tverrsnitt.

Bånd legges med en minimum avstand mellom båndene på 10 mm, slik at de kan bevege seg uavhengig av tykkelsen, spesielt i byggeperioden, da nedbør o.l. kan gi høyt fuktinnhold.

Husk at avstandsklossene mellom takstol og gavll ikke må sitte tettere ved kryssende vegger enn 1 meter, slik at de kan bevege seg.

Skivefunksjon i forhold til vannrette takkonstruksjoner og etasjeskiller

Under prosjekteringen skal det tas hensyn til at de nødvendige tverrveggene er på plass for å overføre vertikal kraft, og at nødvendige kraftoverførende skjøter mellom vegger og etasjeskiller er på plass. Hvis dette er tilfelle, må stabiliteten sikres på en annen måte med f.eks. ståltrammer i murpilarer hvor det tidligere har vært en søyle.

Murfolie under yttervegger

Det brukes normalt murfolie eller papp under porebetong-vegger og Silka kalsteinsvegger, der veggene bygges opp på en såle med gulvvarme som går under bakmurene. Dette er spesielt viktig, siden sålen utvider seg i lengderetningen når den oppvarmes. Langsom oppvarming anbefales. Murfolien bidrar slik til å absorbere noe av trykket fra lengdeutvidelsen av sålen. Temperaturutvidelsene er vanligvis størst ved første oppvarming av bygg som ferdigstilles om vinteren og i lange bygninger. Ellers brukes murfolie/papp som normalt i murbygg. Lim-papp-lim-løsning kan brukes for bedre kohesjonsfasthet. Det anbefales å bygge inn dilatasjonsfuger i sokkelen for hver 6-8 meter vegg.

Murfolie under skillevegger

Det brukes normalt murfolie eller papp, da dette forhindrer vedheft til sålen, som kan deformeres. Med dette unngår man best mulig at veggene påvirkes av press fra sålen.

Fundamentering: Alle vegger settes opp på et stødig og bærekraftig underlag.

Fundamenter og andre underlag skal være permanent formstabile og skal kunne bære veggene og overliggende last, uten at det forekommer skadelige forskyvninger/skjevheter. Fundamentet skal sikres til frostfri dybde.

Etasjedekke (dekkelementer av porebetong, lettklinkerbetong, betong og annet)

Etasjedekke har klaring ut over bakmuren og normalt på en hovedskillevegg. Det må ikke forekomme utilsiktede mellomavstivninger. Dekket dimensjoneres slik at nedbøyningen minimeres hensiktsmessig.

Vegger på etasjedekk, bærende og stabiliserende

Der veggene står rett over hverandre i etasjeskillet og dekelementene avstives av veggen nedenfor, kan veggen over inngå i stabiliteten (skiveberegning) samt brukes som en bærevegg. Alle vegger skal ha fundament.

Vegger på etasjedekke, ikke bærende

Hvis det står lettvegger på dekket og det er/forventes avbøying/deformasjon skal veggene prosjekteres med elastiske skjøter ved tilslutninger og kryssende vegger, slik at veggene kan følge dekkenes nedbøyning og uohensiktsmessig press unngås. Dekkedeforrasjonen kan normalt danne en luke mellom avstivningene, slik at vegger fra ulike sider vil klippes/tvinges inn mot midten. Det er også viktig med lettvegger at det brukes et skillende underlag, som f.eks. murfolie, for å unngå vedheft, slik at det ikke oppstår uønsket trekkspenning i veggens nederste del. Ikke bruk asfaltpapp under lettvegger. Det anbefales derfor å alltid bruke så kort dekke som mulig, gjerne mellomavstivet på tverrvegger, siden deformasjonene da kan reduseres betydelig og veggene holdes mer i ro. Hvis det forventes at dekket setter seg (pilhøyde) kan det brukes Murfor Compact eller lignende armering i de 2-3 nederste liggefugene. Dette motvirker setnings-skader i murverket.

Dimensjonering av vegger

Bæreevne

Bæreevne beregnes optimalt i programmet EC6DESIGN, som finnes på www.ec6design.com, eller ved å kontakte Murværkscenteret på Teknologisk Institutt. Programmet er oppdatert iht. gjeldende normer EN 12602 og EN 1996, 1-1.

Klaring

Der det er behov for å finne punktlaster fra dragere, er det på side 9 beskrevet 3 klassiske metoder som kan gi stor kapasitet og robusthet.

Stabilitet

Porebetong er et isolerende byggemateriale, og derfor er det et veldig lett byggemateriale. For å kompensere for manglende tyngde brukes ofte forankring kombinert med sikring mot glidning. Porebetongens gode styrkeparametere gir også gode skivestyrker. Det er derfor vanligvis mer en god nok styrke i veggene til vanlige bygg. Hvis det mangler styrke til å oppnå nødvendig stabilitet, brukes skilleveggene til å gi stabilitet. Dette gir nye muligheter for stabilitet i bygninger der bygningsdesignet mangler effektive stabiliserende veggskiver i fasadene.

Bidraget fra en skillevegg kan være ganske stort, siden skilleveggene primært består av lengre sammenhengende/hele veggstykker.

Terrengklasse, vind

Når veggene skal dimensjoneres er det i de fleste tilfellene terrengklassen som er den avgjørende faktoren. Forskjellen fra vindtrykket i den lave sonen til vindtrykket i den høye sonen kan bety ca. en dobling av vindtrykket. Vær derfor veldig nøye med valg av riktig terrengklasse, da det kan medføre tilsvarende dimensjonssprik.

Glidningsikring

For å unngå glidning kan det være nødvendig å montere ekstra beslag. Glidningssikring av vegger skal dokumenteres og kontrolleres i nødvendig grad. Det er viktig å være oppmerksom på at hvis plastfolie brukes som fuktspærre direkte på lecasokkelen, så økes glidningskoeffisienten med ca. 50 % i forhold til vanlig murpapp. Se: www.mur-tag.dk.

Stabiliserende forankring

Takforankringer festes kun iht. fundament og tak. Forankringer festes ikke i veggene, slik at man unngår spenning i veggene fra forankringene. Forankringer kan bygges inn i skilleveggene, noe som styrker stabiliteten betydelig, siden skilleveggenes veggflater er ubrutt av vindusåpninger o.l. Stengene i skillevegger kan føres med et fleksirør, som man kjenner fra skjulte elektriske anlegg.

Punktlast

Ved punktlast bør det bruke overflateplater for å unngå kantavskalling og revner, slik at lasten sentreres over midten av vegg, hvorved bæreevnen optimeres pga. minimal eksentrisitet. Spaltebrudd kan ofte unngås ved å legge armering i øverste liggefuge.

Husk bidrag for evt. linjelast.

Der f.eks. dekkelementer skal ligge på både vegger og bjelker, skal veggens overkant være lik overkanten til ståldragere kant.

Normalt inngår følgende komponenter:

- Drager med kroppsavstiving over overflateplaten
- Overflateplate av stål på 20 mm tykkelse

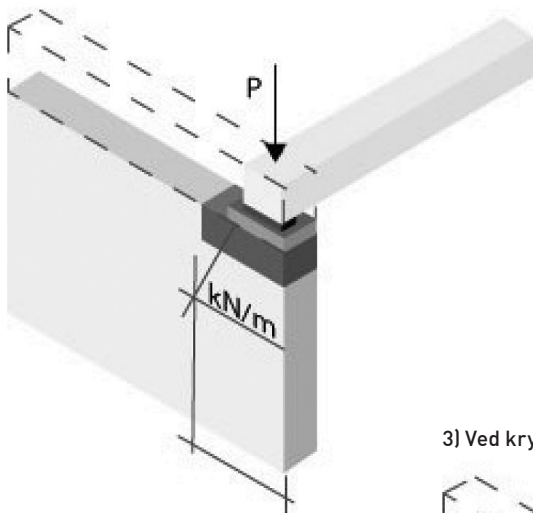
Overflateplaten legges i tynnfugelim for å sikre trykkfordelingen.

- Ved større last på porebetongvegger kan disse evt. forsterkes med Silka støtteblokker.

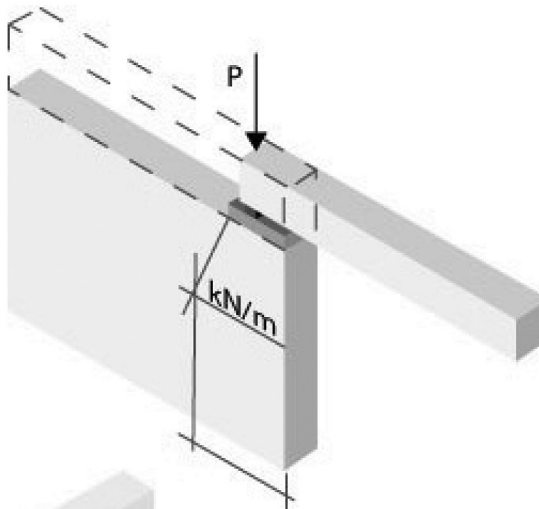
Det må i alle tilfeller foretas en dimensjonering:

- Husk: Lastfordeling 1:2.
- Sidetrykket øverst på vegg kontrolleres.
- Overflateplaten legges i tynnfugelim.
- Lastfordeling midt på vegg høyden beregnes i kN/m.
- Dokumentasjon av spaltekrefter.

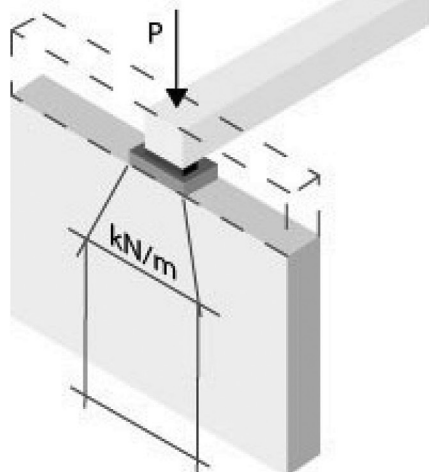
2) Ved endevegg med kryssende drager



1) Ved parallell vegg



3) Ved kryssende vegg



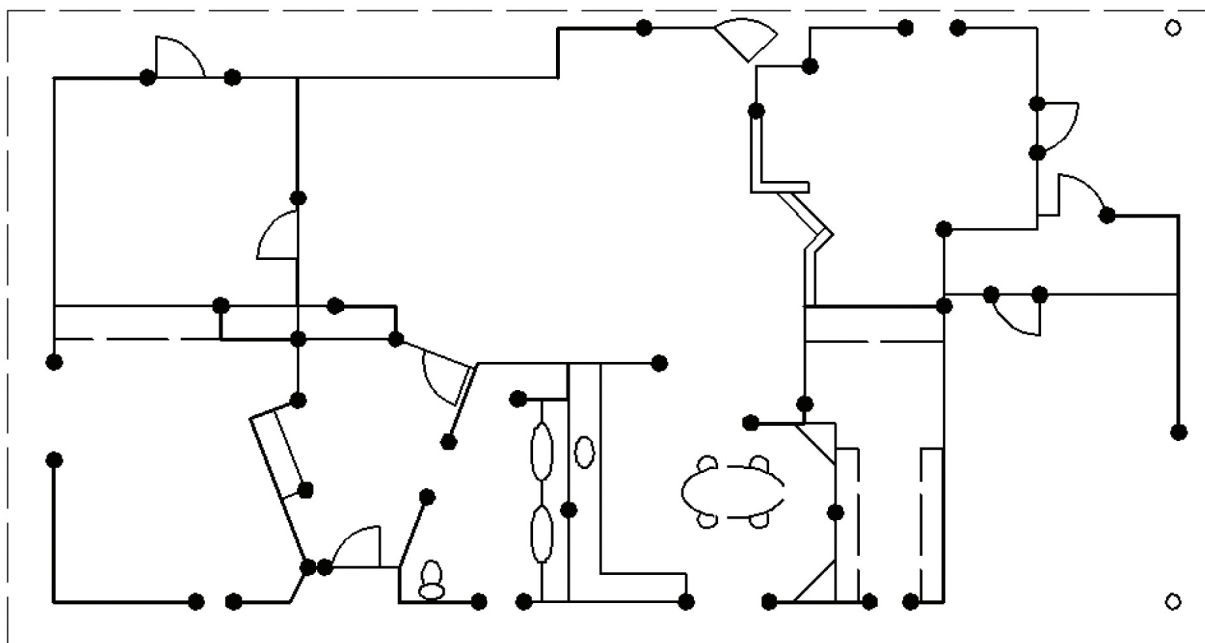
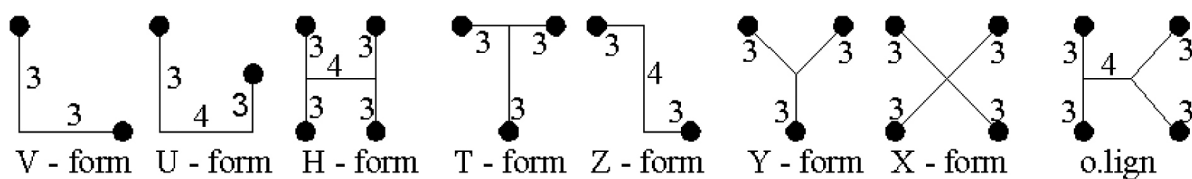
Planlegging av veggkonstruksjonens avstiving

Det er viktig at man allerede i utformingsfasen planlegger og velger de riktige konstruksjonsutformingene for å oppnå optimale og økonomiske løsninger. Med dette unngår man ekstra omkostninger til utbedring av mindre gode konstruksjoner.

Når skisseprosjektet er tegnet, kan man bruke prinsippskissen nedenfor, som viser kombinasjonsmuligheter for å sikre at alle grunnplan med ulike avstivingsforhold er optimalisert iht. søyleforbruk. Veggens bæreevne optimaliseres ved å avstive dem så mange steder som mulig.

I tillegg til avstiving i topp og bunn (2-sidig), avstives det på én eller to loddrette sider (3- eller 4-sidig). Det er viktig å dokumentere bæreevnen til frittstående murpilarer (2-sidig). Tverravstivning kan enten gjøres som en vegg eller med stålprofil.

Figurene nedenfor illustrerer utforminger av vegger som vil fungere som enten 3- eller 4-sidig avstivet.



Dører og vinduer plasseres der delgrunnplan møtes. Dermed unngår man murpilarer, siden man normalt setter inn en avstivet stålprofil.

Kortere veggpartier har større bæreevne. Etter å ha fastsatt veggene begynner de statiske beregningene. Først beregnes stabiliteten, deretter undersøkes det eller de mest kritiske veggpartiene

Vannrett lastfordeling på hule murer (Ytong)

Vannrett lastfordeling på hule murer

Vindlasten kan fordeles på for- og bakmur etter innbyrdes stivhet "E · I", eller etter innbyrdes styrke. Hvis belastningen fordeles etter styrke, kan kapasiteten til både formur og bakmur legges sammen til én samlet styrke.

Eksempel:

$$W_{rd, formur} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{rd, bakmur} = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Samlet kapasitet:

$$W_{rd, hulmur} = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

For å kunne bruke denne regelen beskriver EN 1996-1-1 at det skal være tilstrekkelig deformasjonskapasitet i både formur og bakmur. Her kan et forholdstall på 1/3 til 3 brukes med formelen:

$$\text{Deformasjonskapasitet: } \frac{E_2 t_2 f_{xk1,1}}{E_1 t_1 f_{xk1,2}}$$

Tabell 1: Ytong bakmur og teglstein i formur

Ytong 525 kg/m ³	Teglsten ¹⁾	Def. kap
100 mm	108 mm	0,357
125 mm	108 mm	0,446
150 mm	108 mm	0,535

1) Teglstein beregnes med E = 2500 MPa og f_{xk1} = 0,3 MPa

Vannrett lastfordeling på hule murer (Silka)

Vannrett lastfordeling på hule murer

Vindlasten kan fordeles på for- og bakmur etter innbyrdes styrke på samme måte som Ytong porebetong så lenge deformasjonskapasiteten i både formur og bakmur overholder forholdstallet 1/3 til 3.

Tabell 1: Silka bakmur og teglstein i formur

Silka 1900 kg/m ³	Teglstein ¹⁾	Def. kap
100 mm	108 mm	2,401
115 mm	108 mm	2,761

1) Teglstein beregnes med $E = 2500 \text{ MPa}$ og $f_{xkl} = 0,3 \text{ MPa}$

Lastfordeling etter stivhet

Avhengig av styrkeparametere for teglstein, bør 150 mm Silka-blokker i bakmuren fordeles etter stivheten.

Tabell 2: Lastfordeling mellom Silka bakmur og formur i teglstein

Silka bakmurtykkelse 1900 kg/m ³	Formurens steinklasse med følgende mørteltyper: KC 50/50/700, KC 35/65/650, KC 20/80/550	Prosentvis fordeling mellom formur/bakmur
150 mm	15	6/94
150 mm	20	9/91
150 mm	25	12/88
150 mm	30	15/85
150 mm	35	16/84

Murens effektive høyde/tykkelse

Murens effektive høyde

Effektiv høyde h_{ef} for en vegg skal vurderes ut fra hensynet til bygningsdelene den grenser til samt forbindelsenes effektivitet.

En vegg kan være avstivet av etasjeskiller, takkonstruksjon, passende plasserte tverrvegger eller andre bærekonstruksjonsdeler.

Iht. EN 1996-1-1+A1:2013 kan en vegg betraktes som avstivet ved en loddrett kant såfremt den avstivede veggen har en lengde på minst 1/5 av den frie høyden og en tykkelse på minst 0,3 ganger den effektive tykkelsen til veggen som skal avstives (uten åpninger). Samtidig skal det sikres at skjøten kan absorbere trykk- og trekkrefter, hvis ikke den avstivede veggen er utført i samme materiale, oppført samtidig og innbyrdes forbundet.

Den effektive høyden beregnes slik:

$$h_{ef} = p_n h$$

Der:

p_n er en reduksjonsfaktor avhengig av kantinnspenningen eller veggens avstiving.

Murens effektive tykkelse.

Den effektive tykkelse til en mur t_{ef} uten avstivede pillarer bør regnes som murens faktiske tykkelse t .

En mur avstivet med pillarer beregnes med ligningen:

$$t_{ef} = p_t t$$

Der:

p_t er en koeffisient som du finner i tabell 5.1 i EN 1996-1-1+A1:2013.

Robusthet/slankhet-forhold

Av hensyn til veggens robusthet er det angitt et krav til minimum veggtykkelse ut fra veggens effektive høyde og veggens effektive tykkelse.

Ved overveiende loddrett belastning:

$$h_{ef}/t_{ef} < 27$$

En bærende 100 mm vegg med romhøyde på 2,6 m

$$\text{Eks: } 2,6 / 0,1 = 26 < 27 \text{ OK}$$

EN 12602:2016 for prefabrikerte porebetongelementer beskriver slankhetsforholdet for elementer med loddrett belastning som:

$$h_{ef}/t_{ef} < 34,6$$

For lodrett lastet prefabrikerte porebetongelement med krav til brannmotstand:

$$h_{ef}/t_{ef} < 30$$

For ikke-bærende vegger med krav til brannmotstand er det iht. EN 12602:2016 og EN 1996-1-2:2007 beskrevet et slankhetsforhold på (for å bruke tabellverdier på minstetykkelse):

$$h/t < 40$$

For ikke-bærende vegger uten krav til brannmotstand er det i EN 1996-1-1+2013, vedlegg F oppgitt tabellverdier for begrensninger mellom høyde i forhold til lengde og tykkelse for murer i grensetilstanden for bruk.

Loddrett og vannrett last

Beregningsmetodene kan være som følger:

1. Vindbelastningen på fasaden beregnes. Husk å undersøke for samtidig innvendig over-/undertrykk.
2. Maksimum- og minimumverdier for loddrett belastning bestemmes. Minimumsverdien brukes ved utregning av vannrette belastninger (i favør loddrett belastning).
3. Vindbelastningen fordeles på for- og bakmur.
4. De mest kritiske veggflatene velges og beregnes først. Dette er ofte veggflatene med det største arealet og de største åpningene.
5. Først beregnes de vannrette kreftene. I programmet EC6DESIGN velges modulen "tverrbelastet rektangulær vegg". Her bør minimumsverdien for loddrett belastning brukes. Såfremt utnyttelsesgraden i beregningen er høyere enn 100 %, kan følgende muligheter eventuelt undersøkes:
 - Mulighet for innspenning av én eller flere kanter?
 - Kan det etterspennes i toppen av muren?
 - Kan åpningsarealet reduseres?
 - Kan arealet til hele veggseksjonen reduseres?
 - Flytt noen av de innvendige veggene/kantene.
 - Øk tykkelsen på veggen (øk evt. den effektive tykkelsen ved hjelp av pillarer/søyler).
6. Den loddrette bæreevnen kan nå beregnes. I programmet EC6DESIGN velges modulen "loddrett belastet murvegg" eller "loddrett belastet elementvegg" (etasjehøyde porebetongelementer). Den loddrette lasten fordeles i forhold til murens effektive lengde, hvor lasten på mindre vindusåpninger fordeles på veggfeltene mellom åpningene (ved store åpninger regnes veggfeltet mellom åpninger separat). For best mulig bæreevne bør man forsøke å sentrere den lodrette lasten mest mulig på muren. Husk å bruke den tilsvarende vindbelastningen som den beregningsmessige tverrlasten. Denne verdien kan du finne i rapporten om "tverrbelastet rektangulær vegg".
7. Disse 3 lastkombinasjonene bør som min. alltid dokumenteres:
 - Maksimal loddrett + maksimal vannrett belastning
 - Minimal loddrett + maksimal vannrett belastning
 - Maksimal loddrett – ingen vannrett belastning

Stabiliserende veggseksjoner (murskive)

Murskiver kan dimensjoneres til å oppfylle de samlede vannrette kreftene i husets totale stabilitet. Murskiver / stabiliserende vegger påvirkes i hovedsak av vannrette og loddrette krefter i eget plan. For optimal utnyttelse av konstruksjonene kan man med stor fordel bruke beregningsprogrammer som f.eks. EC6DESIGN.

En murskive som inngår i husets statiske system bør alltid kontrolleres for bruddmekanismer:

- Glidning
- Velting
- Indre brudd

Glidning

Ved bestemmelse av glidningskapasitet kan man velge en mekanisk festing som f.eks. L-beslag montert på sokkel/dekke, eller bruke styrkeparametrene i kohesjonssamlingen. De 2 metodene for sammenkobling må ikke kombineres, da en liming vil brytes før kreftene i den mekaniske sammenkoblingen trer i kraft.

Iht. DS INF 167:2015

Friksjonskoeffisient $\mu_{k, \text{bunn}}$:

Mørtelfuge ($f_m > 0,5 \text{ MPa}$) 1,00 MPa

Mørtelfuge på fuktsperre 0,40 MPa

Kohesjon ved bunn $f_{vk0, \text{bunn}}$:

Lim/papp/lim 0,20 MPa

Kohesjon / første forskyvningsstyrke i fugen f_{vk0} :

Ytong 290 kg/m³ 0,14 MPa

Ytong 340 kg/m³ 0,18 MPa

Ytong 525 kg/m³ 0,41 MPa

Silka 1900 kg/m³ 0,35 MPa

Feste med L-beslag

For å feste en vegg mot glidning kan det limes fast L-beslag av stål i loddrette fuger. Det brukes stålbeslag med en tykkelse på 2 mm, som passer stramt i limfugen.

Tabellverdiene er testet og bestemt av Teknologisk Institut i Danmark

Horisontal bæreevne L-beslag, innlimet			
	f_k [MPa]	Bæreevne [kN]	
		Strongtie AB70, 55 mm	L-beslag, 100 mm
Ytong 340 kg/m ³	1,9	0,80	1,45
Ytong 525 kg/m ³	3,4	1,43	2,59
Silka 1900 kg/m ³	12,2	5,11	9,30

Velting

En stabiliserende vegg påvirket med loddrett belastning er ofte sikret mot velting. Ved utilstrekkelig eller ingen loddrett belastning kan det i noen tilfeller være nødvendig å forankre veggseksjonen, hvis egenvekten i seg selv ikke er høy nok. Tverrvegger i veggseksjonens ender kan også forhindre velting.

Forankring kan gjøres på mange ulike måter, avhengig av materialet og hvordan prosjektet ønskes utført. Ved forankring i en yttervegg kan en gjengebolt plasseres i hulmuren. Alternativt kan denne rilles inn i muren etter samme prinsipp som el-installasjoner. I porebetong kan det bores et hull i blokkene/platene, hvoretter en gjengebolt eller lignende føres ned gjennom hvert lag. Til slutt monteres en plate over det øverste laget.

Indre brudd

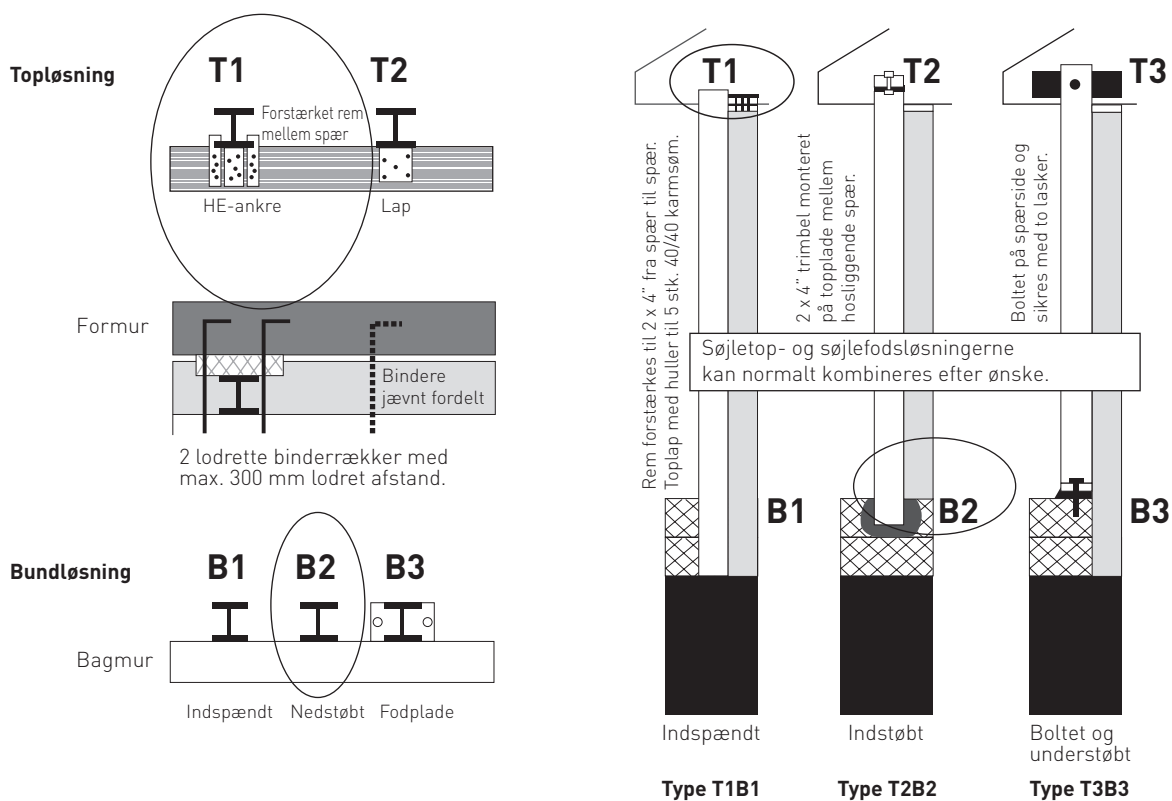
Det bør også kontrolleres for forskyvningsbrudd samt trekkspenning i hele skiven. Murverkets egen styrke kan ofte ta opp spenningene. Hvis murverkets egen strekkstyrke viser seg å ikke være tilstrekkelig, kan det legges inn trekkestrenger eller lignende i toppen av veggen. Se ev. hjelpeteksten i EC6DESIGN under "Murskive"-programmet.

Stålstenger

Søylar

Hvis det er behov for stabiliserende stålstenger i prosjektet, kan disse innarbeides på følgende måte:

Montering av stålstenger:

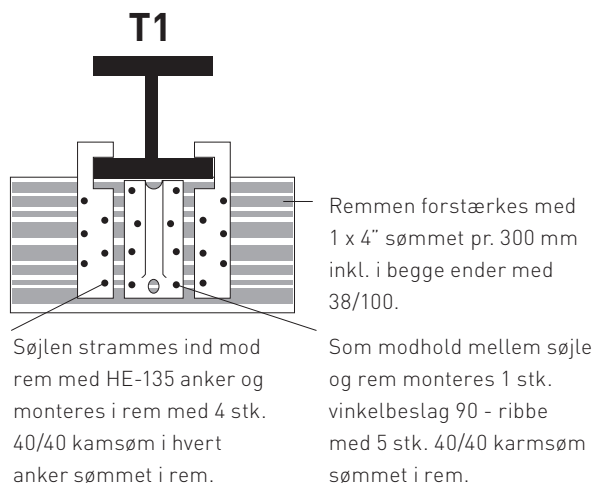


OBS:

Sikring av kontakt mellom stang og bakmur:

Det er veldig viktig at stangen har kontakt med bakmuren midt på vegg, der utbøyningen er størst.

Kontakt mellom stang og vegg oppnås gjennom tilpasset EPS.



Installasjoner og utsparinger

El-installasjoner (riller og utsparinger)

Når det skal monteres el-installasjoner i murede vegger, bør riller og utsparinger plasseres iht. DS/INF 167:2015. Uten nærmere undersøkelser kan det utføres enkelte mindre loddrette riller og utsparinger og en maks. dybde på 25 mm og en maks. bredde på 50 mm. I normal kontrollklasse skal disse freses.

Det henvises samtidig til DS/EN 1996-1-1+A12013 pkt. 8.6.2 som beskriver størrelsen av tillatte loddrette riller og utsparinger i murverk uten nærmere beregning. Der skiller her mellom "under" og "etter" oppføring av murverket.

Når man planlegger utfresing av ett eller flere el-rør, tar man høyde for bruddlinjene i det enkelte veggfeltet samt om det er en bærevegg eller lettvegg. Riller og utsparinger bør ikke gå gjennom overliggere eller andre bærende elementer.

Husk: det er den enkelte bygningsingeniøren som gir råd i den enkelte saken.

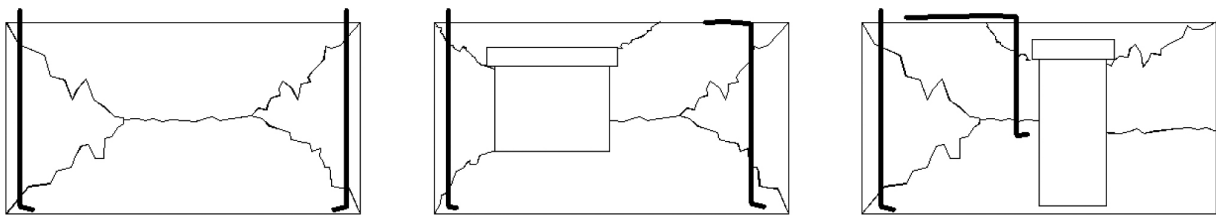
Signatur:

De takkede strekene er veggens bruddlinje

Striplede linjer er feil fremførte el-rør iht. bruddlinjene

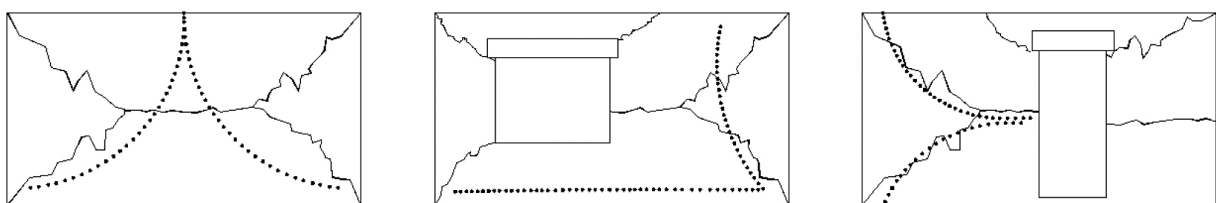
Fete linjer er riktig fremførte el-rør iht. bruddlinjene

Riktig utførte utsparinger.



Figur 1.

Feil utførte utsparinger.



Figur 2.

Varmeisolering

Varmeisolering av bygninger har flere formål; å minimere energibehovet til oppvarming, bidra til jevn og behagelig romtemperatur og å forhindre kalde overflater som gir kaldras og mulighet

for kondensering. En godt isolert bygning sparer energi og kan gi komfortabelt inn klima. Forbrenning av fossilt brensel knyttet til oppvarming av bygninger forårsaker en stor del av CO₂-utslippene på

verdensbasis. Bedre varmeisolering er dermed et viktig ledd for å redusere CO₂-utslippene til atmosfæren.

Grunnlag

Varmetapet gjennom en konstruksjon er blant annet avhengig av varmeledningsevnen til konstruksjonens byggematerialer. I tillegg er temperaturforskjellen over konstruksjonen og tykkelsen av de ulike materialsjiktene viktige parametre. En annen viktig faktor er lufttettheten til konstruksjonen. Den seneste revisjonen av Byggteknisk forskrift (TEK17), stiller strenge krav til lufttettheten til bygg og krever at disse skal dokumenteres ved prøving. Massive ytervegger av Ytong eller Silka kalksandstein kan enkelt bygges lufttette. For Xella finnes det en rekke dokumenterte konstruksjoner som sikrer god lufttetthet og minimale kuldebroer.

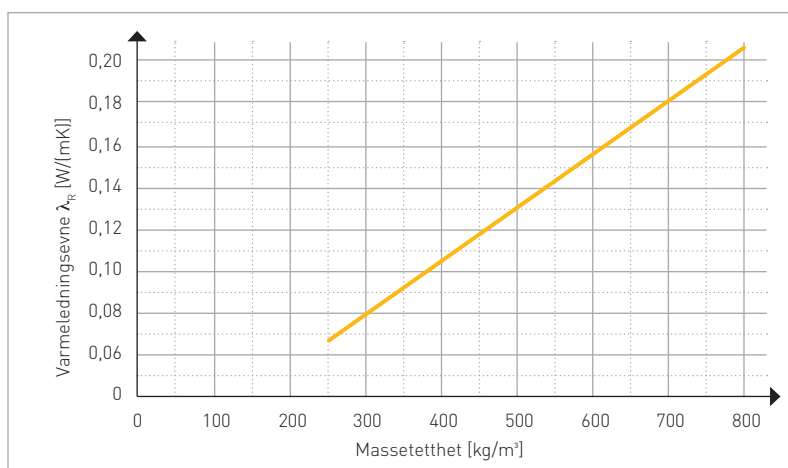
Varmeledningsevne

Varmeledningsevne, konduktivitet, beskriver den energimengden som ledes gjennom 1 m² materiale i 1 m tykkelse ved en temperaturforskjell over materialet på 1 K. SI-enhet er W/mK. Det er primært de luftfylte porene som reduserer varmeledningsevnen i porebetong. Derfor er varmeledningsevnen avhengig av densiteten på porebetongen. For Silka veggsystemer avhenger varmeledningsevnen også av densiteten, se figur 1.

Siden varmeledningsevnen også er avhengig av fuktinnholdet i byggematerialet, brukes designverdien som tar hensyn til fuktinnholdet under normal bruk ved beregning av en bygningens energibruk. For Xella er varmeledningsevnen oppgitt ved et fuktinnhold tilsvarende 23 °C og 80 % relativ fuktighet.

Vi har en løpende produktutvikling i Xella – bl.a. med henblikk på mer energieffektive produkter og løsninger.

Fig. 1: Varmeledningsevnen avhengighet av massetetthet i porebetong



Varmeisolering

Varmestrøm

U-verdi eller varmegjennomgangskoeffisient er et mål som brukes i bygningsindustrien for å angi en bygningsdels varmeisolerende evne. U-verdien angir den mengde varme som pr. tidsenhet passerer en kvadratmeter av konstruksjonen ved en temperaturforskjell på 1 K eller 1 °C over konstruksjonens to sider. Beregning av U-verdier er beskrevet i NS-EN ISO 6946 Bygningskomponenter og -elementer – Varmemotstand og varmegjennomgang – Beregningsmetode.

U-verdien er den inverse av den samlede varmemotstanden R_{tot} .

$$U = \frac{1}{R_T}$$

R_{tot} er definert som varmemotstanden til hvert enkelt materialsjikt R_1, R_2, R_n i tillegg til innvendig og utvendig overgangsmotstand $R_{\text{si}}, R_{\text{se}}$.

Varmemotstanden til et materialsjikt beregnes ut fra materiallagets tykkelse d (m), materiallagets termiske konduktivitet (W/mK).

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

Varmeovergangsmotstanden $R_{\text{si}}, R_{\text{se}}$, er et mål på varmemotstanden ved overgang fra luft til konstruksjon og fra konstruksjon til luft. Overgangsmotstandene er angitt i NS-EN ISO 6946:

Tabell 1: Overgangsisolasjon

Varme overgangsmotstand	Varmestrømmens retning		
	Oppover m ² K/W	Horisontal m ² K/W	Nedover m ² K/W
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Varmeisolering

Ikke-ventilerende hulrom

Ikke-ventilerte hulrom bidrar til varmeisoleringen. Et ikke-ventilert hulrom har ingen åpninger mot det fri. Et ventilert hulrom uten isolasjon på kald side kan også betegnes som uventilert dersom åpningene er mindre enn:

- 500 mm² per m lengde for loddrette luftlag
- 500 mm² per m² overflate for vannrette luftlag

Kuldebroer

En kuldebro er en del av omsluttende konstruksjon der den ellers ensartede varmemotstanden endres betydelig av en eller flere av punktene nedenfor:

- Hel eller delvis gjennomtrengning av den omsluttende konstruksjonen av materialer med høyere varmekonduktivitet.
- En endring av konstruksjonens tykkelse
- En forskjell mellom innvendig og utvendig areal, som ved hjørner

Kuldebroverdien til en overgangsdetalj angir kvantitativt hvor stort varmetap en kuldebro medfører. Kuldebroverdien (også ofte kalt lineær varmegjennomgangskoeffisient) har vanligvis enhet W/mK for lineære kuldebroer. I følge veiledningen til Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK 2007) skal kuldebroer som fremkommer gjennom konstruksjonsmåte, som stendere i en stenderverksvegg, være inkludert i U-verdien til yttervegg. Tabellen under angir relevante standarder for beregning av kuldebroverdier. Byggforskserien angir også mange forhåndsbergnede kuldebroverdier for en rekke konstruksjoner.

Tabell 1: Relevante standarder for beregning av kuldebroverdier.

Standardnummer	
NS-EN ISO 10211	Kuldebroer i bygningskonstruksjoner - Varmestrømmer og overflatetemperaturer - Detaljerte beregninger (ISO 10211:2007)
NS-EN ISO 14683	Kuldebroer i bygningskonstruksjoner - Lineær varmegjennomgangskoeffisient - Forenklete beregningsmetoder og normalverdier (ISO 14683:2007)

Xella har utviklet og dokumentert en rekke løsninger som minimerer kuldebroer og linjetap.

Varmeisolering

Kuldebroer

En kuldebro er en del av omsluttende konstruksjon der den ellers ensartede varmemotstanden endres betydelig av en eller flere av punktene nedenfor:

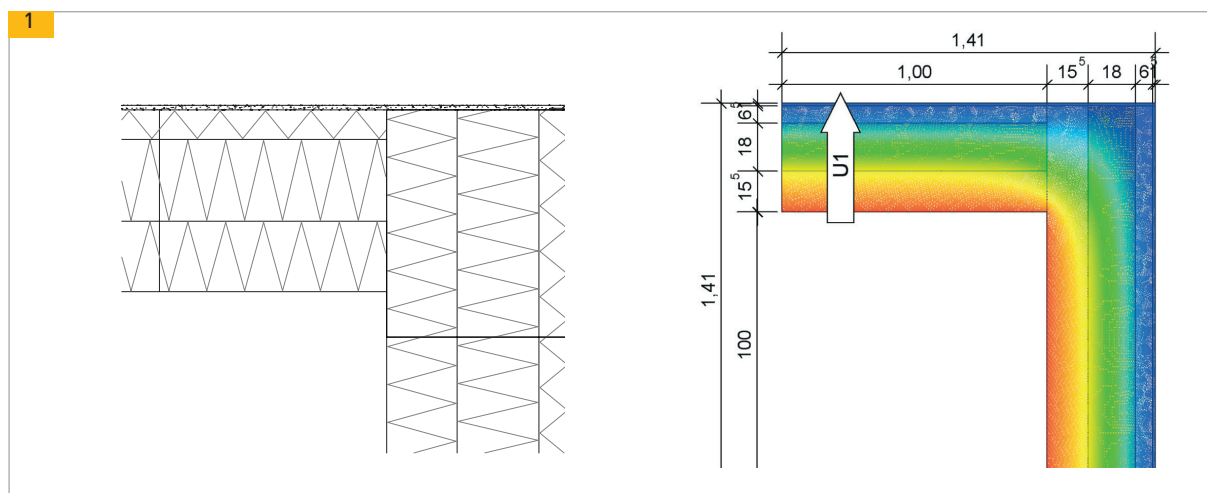
- Hel eller delvis gjennomtrengning av den omsluttende konstruksjonen av materialer med høyere varmekonduktivitet.
- En endring av konstruksjonens tykkelse
- En forskjell mellom innvendig og utvendig areal, som ved hjørner

Kuldebroverdien til en overgangsdetalj angir kvantitativt hvor stort varmetap en kuldebro medfører. Kuldebroverdien (også ofte kalt lineær varmegjennomgangskoeffisient) har vanligvis enhet W/mK for lineære kuldebroer. I følge veiledningen til Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK 2007) skal kuldebroer som fremkommer gjennom konstruksjonsmåte, som stendere i en stenderverksvegg, være inkludert i U-verdien til yttervegg. Tabellen under angir relevante standarder for beregning av kuldebroverdier. Byggforskserien angir også mange forhåndsregnede kuldebroverdier for en rekke konstruksjoner.

Tabell 2: Relevante standarder for beregning av kuldebroverdier.

Standardnummer	
NS-EN ISO 10211	Kuldebroer i bygningskonstruksjoner - Varmestrømmer og overflatetemperaturer - Detaljerte beregninger (ISO 10211:2007)
NS-EN ISO 14683	Kuldebroer i bygningskonstruksjoner - Lineær varmegjennomgangskoeffisient - Forenklete beregningsmetoder og normalverdier (ISO 14683:2007)

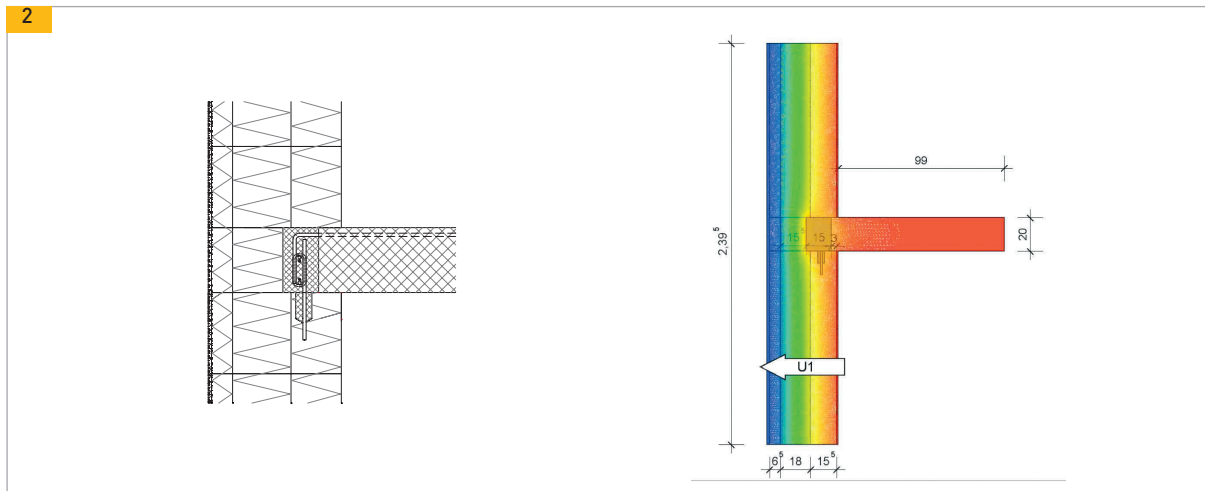
Xella har utviklet og dokumentert en rekke løsninger som minimerer kuldebroer og linjetap.



Vannrett snitt. Yttervegg YTONG Energy+ hjørne.

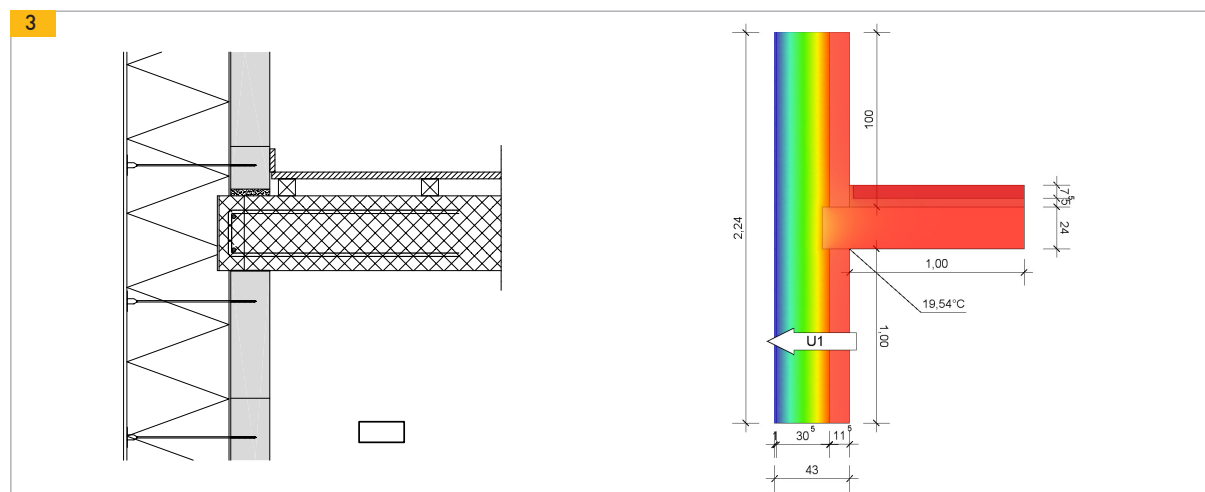
Varmeisolering

2



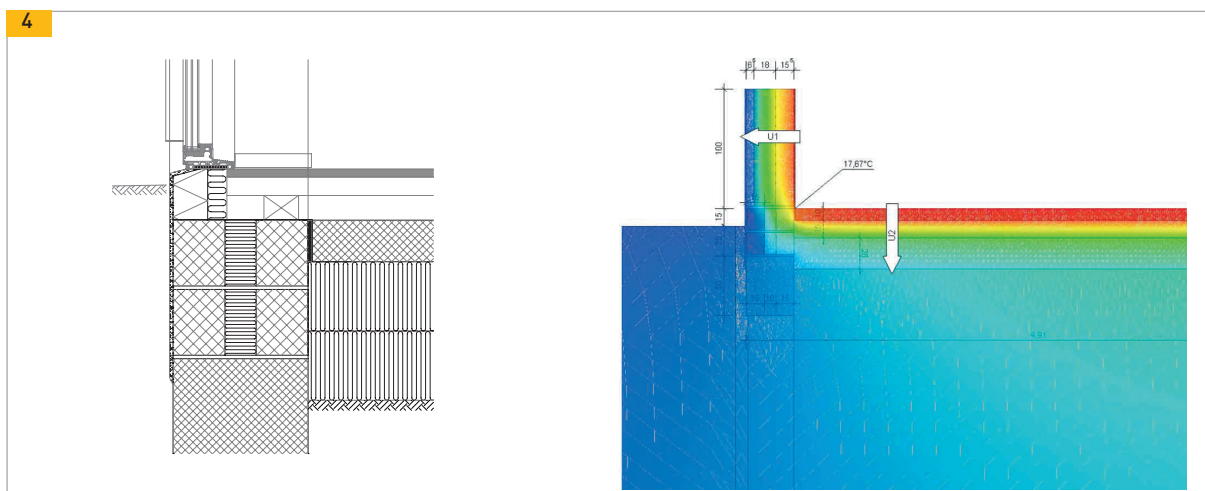
Loddrett snitt. YTONG Energy+ yttervegg/etasjedekke.

3



Etasjeskille betong. Kuldebrokoeffisient $\lambda = -0,004$ W/mK

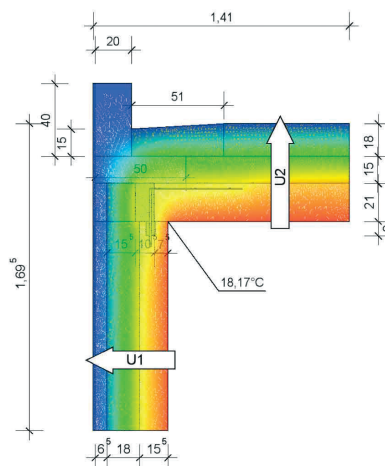
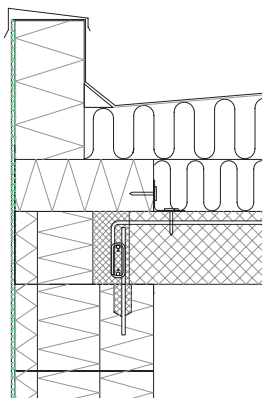
4



Loddrett snitt. Sokkel/såle.

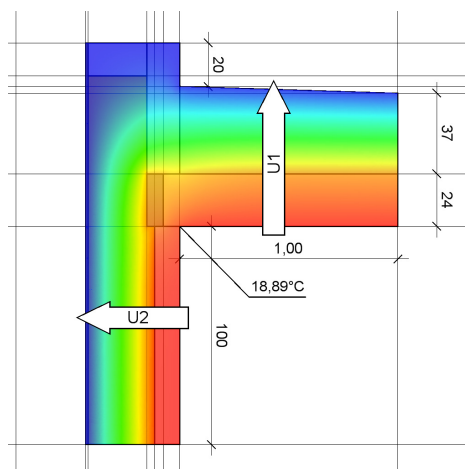
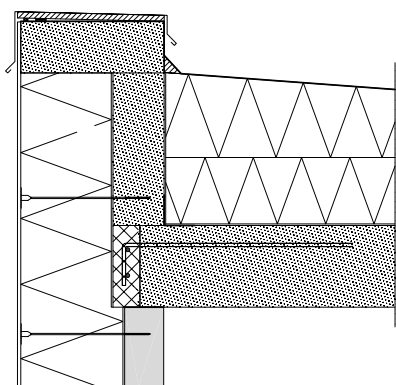
Varmeisolering

5



Loddrett snitt. YTONG Energy+ yttervegg / Ytong takelement.

6



Murkone. Kuldebrokoeffisient $\lambda = -0,040$ W/mK

Varmeisolering

Termisk inneklima

Det termiske inneklimaet i en bolig eller et arbeidsrom oppleves som behagelig hvis den varmen man produserer gjennom stoffskiftet kan avgis til omgivelsene uten at man svetter eller blir kald.

En persons varmebalanse og dermed graden av termisk komfort bestemmes av:

- Lufttemperatur
- Middelstrålingstemperatur
(overflatetemperatur på rommets flater)
- Lufthastighet (trekk)
- Relativ luftfuktighet
- Aktivitetsnivå
- Påkledning

Ved normal innebekledning og aktivitet foretrekker de fleste at romtemperaturen og middelstrålingstemperaturen ligger mellom 20-24°C. Forskjellen mellom lufttemperatur og middelstrålingstemperatur bør ikke være over 2-4°C.

Komfortabelt romklima og energisparing

Middelstrålingstemperaturen er et vektet gjennomsnitt av overflatetemperaturen i rommet. Vi avgir en vesentlig del av varmen vår via stråling til rommets overflater. Derfor er det viktig at disse flatene er passe varme. Kalde veggflater medfører behov for en høyere lufttemperatur for å kompensere for en lavere middelstrålingstemperatur. God varmeisolering sparer ikke bare energi, men gjør også at en kan senke romtemperaturen og likevel oppnå samme termisk komfort.

Varmelagring

Ytong og Silka har god varmelagringskapasitet. Eksponerte overflater med høy varmelagringskapasitet gir jevnere temperatur inne i boligen ved f.eks varierende soltilskudd.

Materialenes evne til å lagre varme avhenger av varmekapasiteten. Varmekapasitet per overflateareal kan beregnes slik:

$$C = c_p * \rho * \tau$$

c_p Spesifikk varmekapasitet

ρ Densitet

τ Tykkelse

En viktig størrelse i denne sammenhengen er varmeinntrengningstallet. Desto lavere varmeinntrengningstall for flatene som avgrenser rommet, jo langsommere vil materialene reagere på store temperatursvingninger.

$$d = \sqrt{c_p * \lambda * \rho}$$

c_p Spesifikk varmekapasitet

λ Beregningsverdi for varmeledningsevne

ρ Densitet

Varmeisolering

Energikrav til bygg

Nye bygg og bygg som er omfattende rehabilitert skal tilfreds-
stille Byggeteknisk forskrift (TEK17). Byggeteknisk forskrift stil-
ler krav til bygningens energieffektivitet. Bygningens totale
netto energibehov skal ikke overstige en øvre grense i en ener-
giramme. Krav til bygningers energieffektivitet er oppfylt hvis
man gjennom kontrollberegning i henhold til NS 3031 kan do-
kumentere at netto energibehov ikke overskrider en fastsatt
energiramme (rammekrav) for den aktuelle

bygningsskategorien. Kontrollberegningen foretas på grunnlag
av standardverdier for driftsbetingelser og klima, og represen-
terer derfor ikke nødvendigvis bygningens faktiske forventede
energibruk. Tabell 3 viser energirammen for totalt netto ener-
gibehov i de 13 definerte bygningsskategoriene.

Tabell 3: Energirammen for totalt netto energibehov i de 13 definerte bygningsskategoriene¹⁾

Bygningsskategori	Totalt netto energibehov kWh/m ²
Småhus ²⁾ , fritidsbolig over 150 m ² oppvarmet BRA	100 + 1 600 / oppvarmet BRA
Boligblokk	95
Barnehage	135
Kontorbygning	115
Skolebygning	110
Universitet/høgskole	125
Sykehus	225 (265) ³⁾
Sykehjem	195 (230) ³⁾
Hotellbygning	170
Idrettsbygning	145
Forretningsbygning	180
Kulturbygning	130
Lett industri / verksteder	140 (160) ³⁾

¹⁾ Kravene gjelder ikke for:

- bygninger som ut fra forutsatt bruk skal holde lav innetemperatur (< 15 °C) og er tilrettelagt slik at energibehovet holdes på et forsvarlig nivå
- fritidsboliger på til og med 150 m² oppvarmet BRA
- boligbygninger og fritidsboliger med laftede yttervegger

²⁾ Småhus omfatter eneboliger, to- til firemannsboliger, rekkehus og kjedehus samt terrassehus til og med tre etasjer

³⁾ Tall i parentes gjelder for arealer der varmegjenvinning av ventilasjonsluft medfører risiko for spredning av forurensning/smitte.

Varmeisolering

For boligbygninger er krav til bygningens energieffektivitet oppfylt hvis man kan dokumentere at kravene til energiltak til bygningsdeler og installasjoner er tilfredsstillt. Kravene til bygningsdel og installasjon er vist i tabell 4.

Energiltak	Krav
Andel glass-, vindu- og dørareal av oppvarmet BRA	Samlet areal maks 25 %
U-verdi, yttervegg ²⁾	Maks 0,18 W/(m ² K)
U-verdi, tak ²⁾	Maks 0,13 W/(m ² K)
U-verdi, gulv på grunnen og mot det fri ²⁾	Maks 0,10 W/(m ² K)
U-verdi, glass/vinduer/dører ²⁾	Maks 0,80 W/(m ² K)
Normalisert kuldebroverdi, (samlet varmetap fra kuldebroer i forhold til oppvarmet BRA)	– Småhus ³⁾ : Maks 0,05 W/(m ² K) – Boligblokk: Maks 0,07 W/(m ² K)
Lekkasjetall	Maks 0,6 luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg n	Minst 80 %
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg, SFP-faktor	Maks 1,5 kW/(m ³ /s)

¹⁾ Kravene gjelder ikke for:

- boligbygninger som ut fra forutsatt bruk skal holde lav innetemperatur (< 15 °C) og er tilrettelagt slik at energibehovet holdes på et forsvarlig nivå
- fritidsboliger på til og med 150 m² oppvarmet BRA
- boligbygninger og fritidsboliger med laftede yttervegger

²⁾ U-verdiene uttrykkes som gjennomsnitt for bygningsdelen. For glass/vinduer/dører er karm og ramme inkludert i U-verdien.

³⁾ Småhus omfatter eneboliger, to- til firemannsboliger, rekkehus og kjedehus samt terrassehus til og med tre etasjer.

Varmeisolering

U-verdier

Massive yttervegger av YTONG Energy kan oppfylle kravene gitt til U-verdier i TEK17. For å oppnå ekstra lav U-verdi kan det brukes Multipor isolasjonsplater på utsiden av porebetongsprodukter eller Silka veggssystem.

U-verdiene er basert på NS-EN ISO 6946 Bygningskomponenter og -elementer – Varmemotstand og varmegjennomgang – Beregningsmetode.

U-verdiene er beregnet med varmekonduktivitet oppgitt ved 23°C og 80 % relativ fuktighet.

Forutsetninger

Følgende forutsetninger gjelder for de beregnede U-verdiene:

Multipor utvendig isolasjon	0,043 W/mK
Innvendig overgangsisolasjon, loddrett	0,10 m ² K/W
Innvendig overgangsisolasjon, vannrett	0,13 m ² K/W
Utvendig overgangsisolasjon	0,04 m ² K/W

Varmeledningsevne for porebetong:

Ytong tetthet kg/m ³	Lambda oppgitt W/mK
290	0,076
340	0,088
375	0,110
475	0,142
525	0,137
575	0,158

Varmeledningsevne for kalksandstein:

Silka tetthet kg/m ³	Lambda oppgitt W/mK
1900	1,2

Varmeisolering

U-verdier

Tabell 4: U-verdi for YTONG massivblokk ¹⁾

YTONG Energy*	Multipor		U-verdi [W/m ² K]
400 mm	180 mm		0,15
500 mm	280 mm		0,11
YTONG 290 kg/m ³	Puss		U-verdi [W/m ² K]
300 mm	10 mm		0,24
365 mm	10 mm		0,20
400 mm	10 mm		0,18
480 mm	10 mm		0,15
YTONG 340 kg/m ³	Puss		U-verdi [W/m ² K]
300	10 mm		0,28
365	10 mm		0,23

1) Verdiene er med 10 mm puss utvendig og innvendig

Tabell 5: U-verdi for Ytong og Silka med utvendig Multipor ¹⁾

Multipor i mm	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
Silka											
1900 kg/m ³											
115 mm	0,38	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14
150 mm	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
200 mm	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
Ytong											
475 kg/m ³											
100 mm	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,14	0,13
150 mm	0,28	0,25	0,22	0,2	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
200 mm	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12
525 kg/m ³											
100 mm	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13
150 mm	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
200 mm	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12
575 kg/m ³											
100 mm	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
150 mm	0,29	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
200 mm	0,26	0,24	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12

1) Verdiene er med 10 mm puss utvendig og innvendig

Fuktsikring

Opphopning av fukt i bygningsdeler gir skader i form av skimmel, sopp og råte, og skaper et ubehagelig og usunt inneklima. Bygninger skal iht. Bygningsreglementet oppføres på en slik måte at vann og fukt ikke kan medføre skader eller andre forhold som forringer holdbarheten eller gir helseproblemer.

Fuktproblemer i en bygning kan komme fra flere kilder. Nedenfra, fra fuktighet i jorden som trekker opp. Utenfra påvirkes bygningen av drivregn, snøfokk og smeltevann fra snø på taket. Innenfra må bygningen beskyttes mot vannpåvirkning i våtrom og vanddamp fra kjøkken, og fuktighet som oppstår når man bruker rommene.

I byggefasen tilføres bygningen fukt fra byggematerialene og værforholdene. Fukten skal kunne diffundere ut av bygningen. Kalkstein og porebetong er uorganiske byggematerialer som tåler fukt, råte og sopp. Porebetongens struktur gjør at materialet kan akkumulere fukt fra luften og avgi den igjen, noe som kan bidra til et sunt og komfortabelt inneklima.

Grunnbegreper vedr. fukt i bygninger

Relativ luftfuktighet

Mengden vanddamp som kan tas opp i luften vokser eksponentielt med lufttemperaturen. Den relative luftfuktigheten ϕ oppgis i % og uttrykker den absolutte luftfuktigheten i forhold til den maksimale luftfuktigheten ved den gitte temperaturen.

Fuktinnhold i byggematerialer

Mengden fukt i et byggemateriale, fuktinnhold u , oppgitt i kg vann pr. m^3 materiale.

$$u = \frac{M_w}{V_m} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Alternativ oppgis u i m^3 vann pr. m^3 materiale, volumprosent eller masseprosent

$$u_v = \frac{u}{\rho_w} \cdot 100 \text{ [Vol.\%]}$$

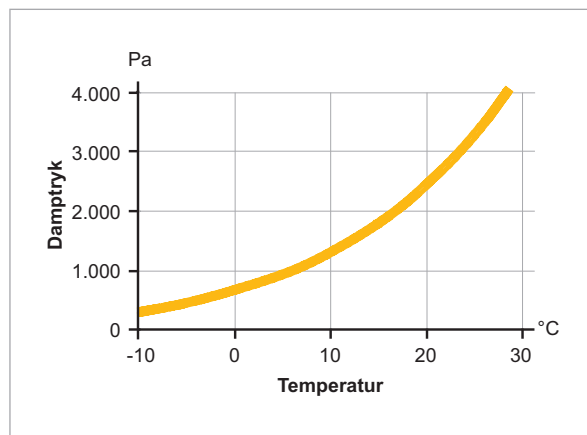
$$u_m = \frac{u}{\rho_m} \cdot 100 \text{ [M.\%]}$$

Omregningsfaktoren for fuktinnhold i volum u_v er vannets massetetthet ρ_w og for fuktinnholdet i massen u_m byggematerialets massetetthet ρ_m .

Fuktlagring

Noen byggematerialer kan ved stigende relativ luftfuktighet opptage fukt og trekke den opp i innvendige overflater. Ved fallende relativ luftfuktighet avgis den overskytende fukten igjen. Porebetong kan med sin porestruktur lagre mye fukt i det normale luftfuktighetsområdet, og materialet bidrar med det til å dempe svingningene i den relative luftfuktigheten.

Fig. 1: Luftens metningsdamptrykk som funksjon av temperaturen



Fugtsikring

Kondens

Kondensdannelse er når den relative fuktigheten overstiger 100% og luften ved den gitte temperaturen dermed ikke kan inneholde mer vanddamp. Dette kalles også for duggpunktet. Kondens forekommer hyppigst om vinteren, når forskjellen mellom temperaturen innendørs og utendørs er stor. Hvis temperaturfallet på materialets overflate blir for stort, kan det oppstå kondens hvis duggpunktet overstiges. Dette forekommer vanligvis på de kaldeste overflatene i bygningen, som ofte er rundt skjøter i hjørner, gulv, tak eller rundt vinduer og dører.

Fukttransport

Ved fukttransport i byggematerialene skiller man mellom vanddamptransport og væsketransport, eller kapillær transport. Byggematerialenes motstand mot dampgjennomtrengelighet beskrives ved hjelp av vanddampmotstanden, Z-verdien, som forteller hvor stor trykkforskjell i Pa som må virke i 1 s på 1 m² for å drive 1 kg vanddamp gjennom bygningsdelen. Alternativt angis vanddamppermeabilitet i "g/m s Pa", som iht. SBI 224 kan deles på materialets tykkelse for å finne Z-verdien.

Tabell 1: Fukttekniske materialparametere iht. SBI-anvisning 224, tabell 28

Produkt	vanddamppermeabilitet, μ
Porebetong	0,067
Kalkstein	0,01

Eksempel ved 150 mm Silka kalksandstein:

$$Z = 0,15 / 0,01 = 15$$

Fuktsikring

Fukt i porebetong og kalksandstein

Byggefukt

Porebetong leveres med et restfukttinnhold på ca. 30 %, som under normale forhold reduseres under oppføringen av bygget. Porebetong har i oppvarmede bygg normalt et fukttinnhold på 5–6 %. Kalkstein leveres med et fukttinnhold på ca. 10 %. Under normale omstendigheter i en oppvarmet bygning vil fukttinnholdet ligge på 2–3 %.

Påvirkning fra frost og salt

Ved vinteroppføring av bygg kan det forekomme frost i perioder. Porebetongens åpne struktur gjør det mulig å absorbere vannutvidelse ved frost uten materialskader eller avskalling. Kalkstein har et "kritisk fukttinnhold" på 80 % av det maksimale fukttinnholdet. Under 80 % anses kalksandstein å være frostsikker. Salt må aldri brukes i forbindelse med porebetong eller kalksandstein generelt – heller ikke salting av betonggulv.

Fukt nedenfra

Veggene må beskyttes mot oppsuging av fukt fra grunnen. Dette kan gjøres ved å legge ut murpapp eller -folie, som minst er like bred som veggen.

Fukt utenfra

Yttervegger må beskyttes mot drivregn. Massive Silka- eller Ytong-vegger samt utvendig fasadeisolasjon av Ytong Multipor isolasjonsplater skal beskyttes med f.eks. pusslag eller ventilert bekledning. Ved skallmursfasader må det sikres at vann som trekker inn ledes ut igjen. Vannutsatte flater i dør- og vindusåpninger skal også sikres med murpapp, innkledning osv. Takflater utføres med vanntett takteking og tilstrekkelig drenering.

Fukt innenfra

Vegger og gulv i våtrom skal utføres iht. Bygningsreglementet, som henviser til SBI-anvisning 252. Her gis grundig veiledning vedrørende prosjektering mm.

Tørking og overflatebehandling

Fuktfjerning i bygningen kan utføres maskinelt iht. produsentens anvisning. Det må tas høyde for bygningens størrelse, og bygningen skal være helt lukket, for slik å sikre effektiv fuktfjerning. Normalt brukes en absorpsjonsavfukter. Maskinen stilles til ønsket relativ luftfuktighet, som normalt ligger mellom 40 og 50 % RF. Husk at det også må fuktfjernes når det tilføres mer fukt, for eksempel etter arbeid med puss og sparkling.

Ved naturlig tørking kan man bruke bygningens gulvarme kombinert med ventilasjon. Man skrur temperaturen langsomt og gradvis opp til normal stuetemperatur. Ventilasjon kan sikres via vinduer og dører, eller ved bruk av resirkulasjonsanlegget i byggeperioden.

Formålet er å få veggens overflater tørre og dermed hindre vekstbetingelser for organiske vekster, hvilket oppnås når overflaten er under 75 % av relativ fuktighet.

Estimerte tørketider kan ev. finnes på:
<https://byg-erfa.dk/udtoerring>

Vær oppmerksom på at tørketiden er basert på tosidig tørking. Hvis tørking kun kan gjøres gjennom den ene siden av materialet, må man regne med dobbelt så lang tørketid.

Eksempel herunder er ved en temperatur på 20 °C og med utgangspunkt i maksimalt fukttinnhold:

Materiale	Tykkelse (mm)	Tørking (døgn)	Restfukt
Porebetong	100	40	ca. 8 %
Kalkstein	100	40	ca. 6 %

Veiledende maksimalt fukttinnhold før videre behandling:

Ønsket overflatebehandling	Maksimalt fukttinnhold	
	Porebetong	Kalkstein
Diffusjonsåpen silikatmaling	ca. 10–15 %	ca. 5–6 %
Vev/filt	ca. 8–10 %	ca. 4–5 %
Inventar eller membran (våtrom)	ca. 5–8 %	ca. 3–4 %

Brannforhold

Jf. Bygningsreglementets bestemmelser skal bygninger oppføres og innrettes slik at det oppnås tilfredsstillende trygghet mot brann og brannspredning til andre bygninger. I Bygningsreglementets veiledninger til brannbestemmelsene henvises for tradisjonelle bygg videre til Erhvervs- og Byggestyrelsens eksempelsamling om brannsikring av bygg. Bygninger der mange mennesker samles, og bygninger til brannfarlig virksomhet eller oppbevaring av brannfarlig gods omfattes også av beredskapslovgivningen.

Klassifisering av byggematerialer

Bygningsreglementet klassifiserer byggematerialer etter deres brannegenskaper. Klassifiseringen består av en primærklasse og i noen tilfeller i tillegg av én eller flere tilleggsklasser.

Primærklasser:

A1, A2, B, C, D, E og F

Tilleggsklasser:

s1, s2, s3, d0, d1 og d2

Ytong, Multipor og Silka er alle produkter klassifisert som A1-materialer.

Klassifisering av bygningsdeler

Bygningsdelenes brannmotstand beskrives i det europeiske systemet ut fra følgende ytelseskriterier:

R – bæreevne er konstruksjonens yteevne i det tidsrommet yteevnen opprettholdes ved standardisert branntesting angitt i minutter, f.eks. 30, 60, 90 eller 120.

E – integritet for en adskillende bygningsdel innebærer at ikke flammer eller varme gasser trenger igjennom i det oppgitte antall minutter.

I – isolasjon for en adskillende bygningsdel innebærer at det ikke inntreffer betydelig varmetransport til den ikke-påvirkede siden i et angitt antall minutter.

Bærende bygningsdeler

REI etterfulgt av tidsrommet alle de tre kriteriene er oppfylt – f.eks. REI 60.

RE etterfulgt av tidsrommet der kriteriene for bæreevne og integritet er oppfylt – f.eks. RE 30.

R etterfulgt av det tidsrommet bæreevnen er oppfylt – f.eks. R 30.

Ikke-bærende bygningsdeler

EI etterfulgt av tidsrommet kriteriene for integritet og isolasjon er oppfylt – f.eks. EI 30.

E etterfulgt av tidsrommet kriteriet for integritet er oppfylt.

Brann

Ikke-adskillende, (R)

Bærevegger påvirket av brann fra min. 2 sider.

Adskillelsesvegger, (REI og EI)

Skal forhindre brannspredning fra et sted til et annet, dvs. påvirket av brann fra den ene siden.

Dimensjonering av brannsikring skal prosjekteres og vurderes etter EN 1996-1-2.

Det bør tas høyde for slankhetsforholdet:

For ikke-bærende vegger skal $h/t \leq 40$

NB: murverk med ikke-fylte loddrette fuger.

Tabellene kan brukes hvis stussfugenes tykkelse er mellom 2 og 5 mm og det er minst et 1 mm lag av puss eller gips på en av sidene. Hvis den loddrette fugen er mindre enn 2 mm, kreves det ingen overflatebehandling.

Tabellene i DS/EN 1996-1-2/AC:2011

Man skal være oppmerksom på at tabellene i standarden ofte er innskrevet som et intervall mellom 2 tall. De enkelte landene bør heretter legge inn nøyaktige verdier i det nasjonale vedlegget. Disse verdiene er ennå ikke nærmere definert i det nasjonale vedlegget for Danmark. Derfor er minimumsverdiene i denne håndboken skrevet som det største tallet, såfremt standarden beskriver et intervall.

Brann

Ytong bygningsdeler iht. EN 1996-1-2:2007/AC:2011

Tabell 1: Minimum tykkelse for adskillende ikke-bærende vegger

	Minimum tykkelse d (mm) i brannsikringsklasse EI					
	30	60	90	120	180	240
Ytong blokker og plater Densitet 350 – 500 kg/m ³	75 (50)	75 (75)	100 (75)	100 (100)	150 (125)	200
Ytong blokker og plater Densitet ≥ 500 kg/m ³	75 (50)	75 (75)	100 (75)	100 (100)	150 (100)	200

Verdiene gjelder for vegger uten overflatebehandling.

Tall i parentes angir veggtykkelse med en godkjent brannpuss på min. 10 mm iht. DS/EN 1996-1-2:2007.

Tabell 2: Minimum tykkelse for adskillende, bærende vegger

	Utnyttelsesgrad α	Minimum tykkelse d (mm) i brannsikringsklasse REI				
		30	60	90	120	180
Ytong blokker og plater Densitet 350 – 500 kg/m ³	0,6	125 (125)	125 (125)	150 (125)	175 (150)	200 (200)
	1,0	125 (125)	150 (125)	200 (200)	240 (240)	300 (240)
Ytong blokker og plater Densitet ≥ 500 kg/m ³	0,6	100 (100)	100 (100)	150 (100)	175 (125)	150 (150)
	1,0	100 (100)	150 (100)	175 (150)	200 (175)	240 (200)

Verdiene gjelder for vegger uten overflatebehandling.

Tall i parentes angir veggtykkelse med en godkjent brannpuss på min. 10 mm iht. DS/EN 1996-1-2:2007.

Tabell 3: Minimum tykkelse ved bærende, ikke-adskillende vegger ≥ 1 m i lengden

	Utnyttelsesgrad α	Minimum tykkelse d (mm) i brannsikringsklasse R				
		30	60	90	120	180
Ytong blokker og plater Densitet 350 – 500 kg/m ³	0,6	125 (100)	175 (150)	175 (150)	175 (150)	240 (175)
	1,0	175 (150)	200 (150)	240 (175)	300 (240)	300 (240)
Ytong blokker og plater Densitet ≥ 500 kg/m ³	0,6	100 (100)	150 (125)	150 (125)	150 (125)	175 (150)
	1,0	125 (100)	175 (150)	175 (150)	250 (175)	250 (175)

Verdiene gjelder for vegger uten overflatebehandling.

Tall i parentes angir veggtykkelse med en godkjent brannpuss på min. 10 mm iht. DS/EN 1996-1-2:2007.

Tabell 4: Minimum tykkelse ved adskillende vegger med mekanisk påvirkning

	Utnyttelsesgrad α	Minimum tykkelse d (mm) i brannsikringsklasse EI-M og REI-M				
		30	60	90	120	180
Ytong blokker og plater Densitet 350 - 1000 kg/m ³	1,0	300	300	300	365	365

Brann

Silka bygningsdeler iht. EN 1996-1-2:2007/AC:2011

Tabell 4: Minimum tykkelse for adskillende ikke-bærende vegger

	Minimum tykkelse d [mm] i brannsikringsklasse EI				
	30	60	90	120	180
Silka veggssystemer Densitet $\geq 1700 \text{ kg/m}^3$	75 (50)	100 (75)	100 (100)	150 (150)	175 (150)

Verdiene gjelder for vegger uten overflatebehandling.

Tall i parentes angir veggtykkelse med en godkjent brannpuss på min. 10 mm iht. DS/EN 1996-1-2:2007.

Tabell 5: Minimum tykkelse for adskillende, bærende vegger

	Utnyttelsesgrad α	Minimum tykkelse d [mm] i brannsikringsklasse REI				
		30	60	90	120	180
Silka veggssystemer Densitet $\geq 1700 \text{ kg/m}^3$	0,6	100 (100)	100 (100)	140 (100)	175 (150)	175 (175)
	1,0	100 (100)	100 (100)	140 (100)	175 (150)	175 (175)

Verdiene gjelder for vegger uten overflatebehandling.

Tall i parentes angir veggtykkelse med en godkjent brannpuss på min. 10 mm iht. DS/EN 1996-1-2:2007.

Tabell 6: Minimum tykkelse ved bærende, ikke-adskillende vegger $\geq 1 \text{ m}$ i lengden

	Utnyttelsesgrad α	Minimum tykkelse d [mm] i brannsikringsklasse R				
		30	60	90	120	180
Silka veggssystemer Densitet $\geq 1700 \text{ kg/m}^3$	0,6	100 (100)	100 (100)	150 (100)	175 (175)	200 (175)
	1,0	100 (100)	100 (100)	150 (100)	200 (175)	240 (200)

Verdiene gjelder for vegger uten overflatebehandling.

Tall i parentes angir veggtykkelse med en godkjent brannpuss på min. 10 mm iht. DS/EN 1996-1-2:2007.

Brann

Ytong veggelementer iht. EN 12602:2016

Tabell 7: Minimum tykkelse for adskillende ikke-bærende vegger

	Minimum tykkelse d [mm] i brannsikringsklasse EI						
	30	60	90	120	180	240	360
Ytong elementer Densitet 350 – 700 kg/m ³	50	50	75	75	100	150	150

Tabell 8: Minimum tykkelse for adskillende, bærende vegger

	Minimum tykkelse d [mm] i brannsikringsklasse REI					
	30	60	90	120	180	240
Ytong elementer Densitet 350 – 700 kg/m ³	100	100	100	100	150	200

Tabell 9: Minimum tykkelse ved bærende, ikke-adskillende vegger

	Minimum tykkelse d [mm] i brannsikringsklasse R					
	30	60	90	120	180	240
Ytong elementer Densitet 350 – 700 kg/m ³	100	100	125	150	175	200

Generelt

Lydforhold i bygninger

TEK17 gir overordnede funksjonskrav til lydforhold som sier at lydforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk. Kravene er gitt som funksjonskrav i form av minimums-verdier, henholdsvis maksimumsverdier avhengig av hvilken type lydforhold som skal behandles. Krav til lydforhold i bygninger er nødvendig for å sikre tilfredsstillende lydforhold for brukerne og kan sammenfattes som en begrensning av støy fra utsiden, f.eks. fra trafikk, industri osv., begrensning av støy fra naboer og interne aktiviteter i byggene og delvis som tilpasning av rommene til en spesifikk funksjon, for eksempel barnehager og undervisningslokaler. Veiledningen til forskrift-en henviser til NS 8175.

Bygningskategorier

Standarden skiller mellom ulike bygningskategorier. Det er gitt grenseverdier for bygnings-kategori-ene boliger, skoler og andre bygninger til undervisnings-formål, barnehager og skolefritidsordning, helsebygninger, overnattingssteder, kontorer og restaurantbygninger. Felles for kategoriene er at bygninger og installasjoner skal utformes slik at de som oppholder seg i bygningene ikke opplever generende lyd for eksempel fra naborom, tilgrensnede bygninger eller støykilder.

Lydisolasjon

For å oppnå tilstrekkelig lydisolasjon, må man i prosjekteringsfasen legge vekt på:

- Materialvalg og tykkelse
- Kobling mellom flere materialsjikt
- Tetteløsninger mellom materialsjikt
- Flanketransmisjon (lydoverføring via flankerende flater/elementer)
- Gjennomføringer i skillekonstruksjonen

Dette gjelder både for luftlydisolasjon og trinnlydisolasjon.

Definisjoner

Luftlydisolasjon:

Beskriver en konstruksjons evne til å isolere mot luftlyd-overføring i bygninger. Dette angis med målestørrelsen veid, feltmålt lydreduksjonstall, R'_{w} .

Trinnlydisolasjon:

Beskriver en konstruksjons evne til å isolere mot lyd fra fottrinn, dunking og lignende i bygninger. Dette angis med målestørrelsen veid, feltmålt trinnlydnivå, $L'_{n,w}$.

Etterklangstid:

Angir den tiden det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet. Etterklangstiden angis i sekunder og den avhenger av overflatenes lydabsorberende egenskaper og rommets størrelse.

Lydnivå:

Beskriver styrken av lyd (støy) i eller utenfor en bygning. Det finnes ulike målestørrelser for lydnivå, men A-veid lydtryknivå er mest vanlig.

Overføring av luft- og trinnlydisolasjon skjer:

- Direkte gjennom skillekonstruksjonen (vegg- eller etasjeskiller)
- Via flankerende konstruksjoner
- Gjennom utettheter

Lydklasser

Byggeteknisk forskrift angir funksjonskravene til lydforhold i ulike bygningskategorier og bruker-områder. Veiledningen til forskriften beskriver preaksepterte ytelsesnivåer for løsninger. NS 8175 spesifiserer ytelsene som grenseverdier for lydtekniske egenskaper for blant annet luftlydisolasjon og trinnlydnivå for rom i ulike bygningskategorier. Grenseverdiene angis for lydklassene A, B, C og D. Lydklasse A har de strengeste grenseverdiene og lydklasse D de svakeste. NS 8175 beskriver nærmere hva de ulike klassene innebærer med hensyn til støypilg. Krav til lydforhold gjelder ut fra forutsatt bruk, og kan oppfylles ved å tilfredsstillende lydklasse C i NS 8175:2012. Man kan bruke grenseverdiene for lydklasse D som ytelsesnivå ved endringsarbeider i eksisterende bygninger når det ikke stilles samme krav som ved

nybygging. Imidlertid er det en forutsetning at lydforholdene ikke blir dårligere enn hva som var reglene da huset ble bygd. Det er økende oppmerksomhet på lavfrekvensegenskapene til skillekonstruksjoner på grunn av lavfrekvent luftlyd fra tv, musikkanlegg og liknende. Korreksjonsleddet kalles omgjøringsstall for spektrum og angis for luftlydisolasjon ved enheten $C_{50-5000}$. Høye negative verdier for $C_{50-5000}$ gir uttrykk for at konstruksjonen isolerer dårlig i lavfrekvensområdet. NS 8175:2012 angir at for boliger og skoler i lydklasse A og B skal korreksjonsleddene $C_{50-5000}$ og $C_{1,50-2500}$ (for trinnlydisolasjon) inkluderes, og legges til verdiene for henholdsvis R'_w og $L'_{n,w}$. SINTEF Byggforsk anbefaler også å inkludere dette korreksjonsleddet i lydklasse C får å oppnå tilfredsstillende lydforhold i boliger.

Tabell 1: Laveste grenseverdi for feltmålt, veid lydreduksjonstall R'_w for boliger, ref. NS 8175:2012

Luftlydisolasjon Rombeskrivelse/situasjon	Klasse A $R'_w + C_{50-5000}$	Klasse B $R'_w + C_{50-5000}$	Klasse C R'_w	Klasse D R'_w
Mellom boenheter innbyrdes og mellom en boenhet og fellesarealer/kommunikasjonsvei, som fellesgang, svalgang, trapperom, trapp o.l.	63	58	55	50
Mellom en boenhet og kommunikasjonsvei, svalgang, som svalgang/utvendig trapp der det er rom med vindu direkte mot disse	53	48	45	40
Mellom en boenhet og nærings- og servicevirksomhet, garasjeanlegg og lignende	68	63	60	55
Mellom rom innbyrdes i en boenhet (minst til ett av rommene i boenheten)	48	43	-	-

Tabell 2: Høyeste grenseverdi for feltmålt, veid trinnlydnivå $L'_{n,w}$ for boliger, ref. NS 8175:2012

Rombeskrivelse/situasjon	Klasse A $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	Klasse B $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$	Klasse C $L'_{n,w}$ (dB)	Klasse D $L'_{n,w}$ (dB)
Mellom boenheter ¹⁾ I en boenhet fra fellesarealer/kommunikasjonsvei, som fellesgang, svalgang, trapperom, trapp o.l.	43	48	53	58
I en boenhet fra nærings- og servicevirksomhet, garasjeanlegg, felles takterrasse og lignende	38	43	48	53
I en boenhet fra toalett, bad, bod og lignende samt fra balkong og lignende i en annen boenhet	48	53	58	63
Mellom rom internt i en boenhet (minst i ett av rommene i boenheten)	58	63	-	-

¹⁾ Dette gjelder også takterrasser i tilstøtende boenheter

Luftlydisolering med Ytong vegger

Tabell 3. Beregnet R_w (dB) for luftlydisolasjon uten flanketransmisjon iht. DIN 4109:1989 ¹⁾

Tetthet kg/m ³	Veggykkelse/mm									
	100	115	150	175	200	240	300	365	400	480
300					40	41	44	46	47	49
350			38	40	41	43	46	48		
500	38	39	41	44	45	46	49	52		
550	38	40	43	45	46	47	50	52		
600	39	41	44	46	47	48	51	53		

1) Fylte fuger i både horisontalfuger og vertikalfuger. Tilstøtende byggematerialer regnet med en masse på ca. 300 kg/m³.

Tabell 3. Forventede R'_w (dB) feltverdier for luftlydisolasjon iht. DIN 4109:1989 ¹⁾

Tetthet kg/m ³	Veggykkelse/mm									
	100	115	150	175	200	240	300	365	400	480
300					35	37	40	42	42	44
350			34	35	37	38	41	43		
500	34	35	37	39	40	42	45	47		
550	34	36	38	40	42	43	46	47		
600	35	37	39	41	42	44	47	48		

1) Fylte fuger i både horisontalfuger og vertikalfuger. Tilstøtende byggematerialer regnet med en masse på ca. 300 kg/m³.

Lydisolerende dobbelvegger

På bakgrunn av Xellas egne erfaringstall og BYG-ERFA-blad 03 05 07, kan en dobbelvegg av porebetong oppnå langt bedre luftisolasjon. Følgende konstruksjon kan forventes å oppfylle kravet til lydklasse C for reduksjonstall mellom 2 boliger på 55 dB R'_w .

100 mm porebetong (densitet > 550 kg/m³)

75 mm mineralull

100 mm porebetong (densitet > 550 kg/m³)

Dette forutsetter ingen direkte forbindelse mellom de 2 veggene. Det må ikke være bindere, byggeavfall eller lim som kan skape en forbindelse. Tilstøtende bygningsdeler, vegger, gulv og fundament bør være adskilt i leilighetens yttervegger.

Luftlydisolering med Silka vegger

Tabell 4. Beregnet R_w (dB) for luftlydisolasjon uten flanketransmisjon iht. DIN 4109:1989 ¹⁾

Tetthet kg/m ³	Veggykkelse/mm							
	100	115	150	175	200	240	300	365
1700	48	50	53	55	57	59	62	65
1900	50	51	54	56	58	61	63	66
2100	51	52	55	57	60	62	-	-

1) Fylte fuger i både horisontalfuger og vertikalfuger. Tilstøtende byggematerialer regnet med en masse på ca. 300 kg/m².

Tabell 4. Forventede R'_w (dB) feltverdier for luftlydisolasjon iht. DIN 4109:1989 ¹⁾

Tetthet kg/m ³	Veggykkelse/mm							
	100	115	150	175	200	240	300	365
1700	43	45	48	50	51	53	56	57
1900	45	46	49	51	52	55	57	57
2100	47	47	50	52	54	56	-	-

1) Fylte fuger i både horisontalfuger og vertikalfuger. Tilstøtende byggematerialer regnet med en masse på ca. 300 kg/m².

Tabell 5. Forventede R'_w (dB) feltverdier for luftlydisolasjon iht. DIN 4109:1989 ¹⁾

Tetthet kg/m ³	Veggykkelse/mm	Myk isolasjon	
		30 mm	70 mm
1700	2 x 115	66	68
1900	2 x 115	67	69

1) Fylte fuger i både horisontalfuger og vertikalfuger. Tilstøtende byggematerialer regnet med en masse på ca. 300 kg/m².

Verdiene i tabell 5 forutsetter ingen direkte forbindelse mellom de 2 veggene. Det må ikke være bindere, byggeavfall eller lim som kan skape en forbindelse. Tilstøtende bygningsdeler, vegger, gulv og fundament bør være adskilt i leilighetens yttervegger.

Ytong systemer

Ytong tak- og dekkssystem	41
Ytong U-skaller	44
Multipor isoleringssystem	53
YTONG ENERGY+	55
Ytong kjellervegger	56
Ytong O-blokk	59
Ytong Hebel brannveggselementer	60
Ytong pussystem	61

Ytong tak- og dekkssystem

Ytong tak- og dekkssystem

Ytong dekkelementer er forsterkede og bærende porebetong-elementer som kan bestilles i store formater til alle typer bygninger. Elementene er laget av Ytong porebetong. Bygningens fysiske fordeler ved massive Ytong-elementer gir et balansert og behagelig inneklima både om sommeren og vinteren. Elementene fås i lengder opptil 7,5 m og bredder opptil 750 cm.

Ytong dekkelementer produseres i henhold til prosjektspesifikasjonene.

Dekkelementene fås i ulike tykkelser og kan monteres på bærevegger. Dekkelementenes gode isoleringsevne sikrer løsninger med lav U-verdi.

Fordeler med Ytong-dekke

- Massivt taksystem med høy trykkstyrke
- Høy varmesolasjonsverdi
- Enestående termisk inneklima
- Brannsikring REI 30 til REI 180
- Monteres med det samme, ingen forskaling
- Brannklasse A1
- Enkel og effektiv montering med kranbil
- Mulighet for råbygg i ett materiale
- Takløsninger uten dampsperre
- Velegnet til alle typer takteking
- Velegnet til alle typer støpelag og gulvsparkel
- Inneklimamerket

Utsparinger

Alle utsparinger til rørgjennomføringer eller lignende avtales med Xella og legges inn i de endelige elementtegnningene. Utsparingene kan være opptil 1/3 av elementets totale bredde. Bæreevnen skal alltid beregnes for hvert enkelt element. Ved større hull i dekket til f.eks. installasjonssjakter eller trappehull kan det brukes en erstatning i stål (figur 1) eller en stålramme i H-form (figur 2-3), avhengig av verdier for last i prosjektet

Utkraving

Opp til 1500 mm utkraving til f.eks. balkonger kan utføres med Ytong-elementer fra murens forkant. Bæreevne skal alltid beregnes for hvert enkelt element. Utkraving med en samlet lengde på " $L \leq 2 * H$ " (H = høyde på elementet) tas ikke til betraktning i dimensjoneringen.

Figur 1: Utveksling mellom dekker



Figur 2: Stålramme H-form



Figur 3: Dekke i stålramme



For veiledning om dimensjonering av gulv- og veggoverganger, se prosjekteringsanvisningen på hjemmesiden, utarbeidet i samarbeid med SBI og Teknologisk Institut i Danmark:

https://www.ytongsiporex.no/no/docs/Ytong_dekk_projekteringsanvisning_NO.pdf

Ytong tak- og dekkssystem

Tabell 1. Veiledende maks. belastning på takelementer ¹⁾

Tykkelse (mm)	Lengde (mm)	Spennvidde (mm)	Egenvekt (kN/m ²)	Karakteristisk maks. belastning (kN/m ²)	
				g_k	s_k
				Maks. egenlast	Maks. snølast
150	3000	2800	1,0	0,5	8,00
150	3500	3300	1,0	0,5	6,60
150	4000	3800	1,0	0,5	4,90
150	4500	4300	1,0	0,5	3,50
200	3000	2800	1,34	0,5	8,00
200	3500	3300	1,34	0,5	8,00
200	4000	3800	1,34	0,5	7,80
200	4500	4300	1,34	0,5	6,70
200	5000	4800	1,34	0,5	5,80
200	5500	5300	1,34	0,5	4,50
200	6000	5800	1,34	0,5	3,50
240	3000	2800	1,61	0,5	8,00
240	3500	3300	1,61	0,5	8,00
240	4000	3800	1,61	0,5	8,00
240	4500	4300	1,61	0,5	8,00
240	5000	4800	1,61	0,5	7,00
240	5500	5300	1,61	0,5	6,10
240	6000	5800	1,61	0,5	5,40
240	6500	6200	1,61	0,5	4,80
240	6740	6440	1,61	0,5	4,30
240	7000	6700	1,61	0,5	3,00
240	7500	7200	1,61	0,5	2,40
300	4500	4300	2,01	0,5	8,00
300	5000	4800	2,01	0,5	7,20
300	5500	5300	2,01	0,5	6,30
300	6000	5800	2,01	0,5	5,50
300	6500	6200	2,01	0,5	5,90
300	6740	6440	2,01	0,5	5,60
300	7000	6700	2,01	0,5	4,90
300	7500	7200	2,01	0,5	4,30

1) Forutsetninger for tabellverdiene: Brannklasse REI 30.

Generelt 100mm opplegg på murverk og 150mm opplegg for elementer over 6000mm lengde.

Lengder opp til 7500mm kan leveres, men er avhengig av lite last eller utkraging.

Høyere brannklasser og opplegg på treverk virker negativt på bæreevnen, mens opplegg på betong eller stål virker positivt på bæreevnen, kontra murverk. Verdiene skal betraktes som veiledende, og Xella beregner alltid elementer etter de prosjekt-spesifikke forholdene opplyst av salgssingeniøren.

Ytong tak- og dekkssystem

Tabell 2. Veiledende maks. belastninger på dekkelementer ¹⁾

Tykkelse (mm)	Lengde (mm)	Spennvidde (mm)	Egenvekt (kN/m ²)	Karakteristisk maks. belastning (kN/m ²)	
				g_k	q_k
				Maks. egenlast	Maks. nyttelast
150	3000	2800	1,00	6,0	2,5
150	3500	3300	1,00	5,1	2,5
150	4000	3800	1,00	3,1	2,5
150	4500	4300	1,00	1,6	2,5
200	3000	2800	1,34	8,0	2,5
200	3500	3300	1,34	8,0	2,5
200	4000	3800	1,34	6,4	2,5
200	4500	4300	1,34	5,2	2,5
200	5000	4800	1,34	4,2	2,5
200	5500	5300	1,34	2,7	2,5
200	6000	5800	1,34	1,6	2,5
240	3000	2800	1,61	8,0	2,5
240	3500	3300	1,61	8,0	2,5
240	4000	3800	1,61	8,0	2,5
240	4500	4300	1,61	6,6	2,5
240	5000	4800	1,61	5,5	2,5
240	5500	5300	1,61	4,5	2,5
240	6000	5800	1,61	3,8	2,5
240	6500	6200	1,61	3,1	2,5
240	6740	6440	1,61	2,6	2,5
240	7000	6700	1,61	0,6	2,5
240	7500	7200	1,61	0,1	2,2
300	4500	4300	2,01	7,1	2,5
300	5000	4800	2,01	5,8	2,5
300	5500	5300	2,01	4,7	2,5
300	6000	5800	2,01	3,9	2,5
300	6500	6200	2,01	4,3	2,5
300	6740	6440	2,01	3,9	2,5
300	7000	6700	2,01	2,5	2,5
300	7500	7200	2,01	1,5	2,5

1) Forutsetninger for tabellverdiene: Brannklasse REI 30.

Generelt 100mm opplegg på murverk og 150mm opplegg for elementer over 6000mm lengde.

Lengder opp til 7500mm kan leveres, men er avhengig av lite last eller utkraging.

Høyere brannklasser og opplegg på treverk virker negativt på bæreevnen, mens opplegg på betong eller stål virker positivt på bæreevnen, kontra murverk. Verdiene skal betraktes som veiledende, og Xella beregner alltid elementer etter de prosjekt-spesifikke forholdene opplyst av salgssingeniøren.

Ytong U-skaller

Forutsetninger og beregninger

Generelt:

Understøttelengde: 250 mm

Nedbøyning: maks. 10 mm eller åpningsbredde/300

Dimensjonering iht. gjeldende normer pr. 10.12.2007

Jernbetong:

Betong: 20 MPa

Armering: 550 MPa (Tentor eller armeringsjern)

Følgende elementer er tatt i betraktning:

- momentbæreevne
- forskyvningsbæreevne
- sprekker (akseptabel sprekkevidde: 0,4 mm)
- nedbøyning
- forankringslengde
- klaringstrykk

Merk: For U-skal på 175 mm forutsettes kun ett armeringsjern i lengderetningen og bøyler med ett snitt, mens U-skaller i øvrige bredder er med tradisjonell oppbygning med 2 armeringsjern i lengderetningen og 2-snitts bøyler.

Stålprofiler:

Stål: 235 MPa

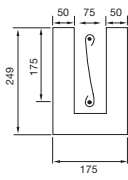
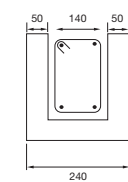
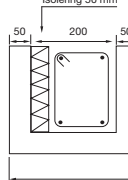
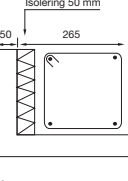
Isolasjon skal legges mellom U-skal og stål.

U-skallen skal være festet til stålprofilen.

Følgende elementer er tatt i betraktning:

- momentbæreevne
- forskyvningsbæreevne
- nedbøyning
- klaringstrykk

Åpningsbredde opptil 3,0 m

U-skal	Lengdearmering	Bøyler pr. 120 mm	Tabell
	1 stk. Ø10	Ø6	1
	1 stk. Ø14	Ø8	2
	2 stk. Ø12	Ø8	3
	2 stk. Ø8	Ø6	4
	2 stk. Ø16	Ø10	5
	2 stk. Ø10	Ø6	6
	2 stk. Ø16	Ø10	7
	2 stk. Ø10	Ø6	8

Åpningsbredde 3,0 – 5,5 m

U-skal	Profil	Kantbredde	Tabell
240+	IPE160	82 mm	10
	IPE 180	91 mm	13
300+	HE140M	146 mm	9
365*	HE160B	160 mm	11
	HE160M	166 mm	12
	IPE180	91 mm	13
	HE180B	180 mm	14

* For å få plass til profilen slipes ca. 1 mm av U-skallens bunn.

Ytong U-skaller

Bruk av tabellene

Generelt:

For de enkelte grafene er bæreevnen (ekskl. egenvekt) angitt som funksjon av åpningsbredden. Dvs. bæreevnen ut over egenvekten.

Jernbetong:

For de ulike U-skaller er det angitt 2 armeringskombinasjoner. Ved bruk av en 3. armeringskombinasjon kan det flettes inn mellom tabellene.

Stålprofiler:

For de ulike stålprofilene er det oppgitt bæreevne og hvilke U-skaller de kan plasseres i. Hvis åpningen er mindre enn 3,0 m, brukes samme bæreevne som oppgitt ved 3,0 m.

Eksempler:

Eksempel 1

– Over en åpning på 2,2 m er belastningen 5 kN/m.
Jf. tabell 3 brukes en U-skal på 240 mm med 2 stk. Ø12 lengdearmering og Ø8 per 120 mm bøylar.

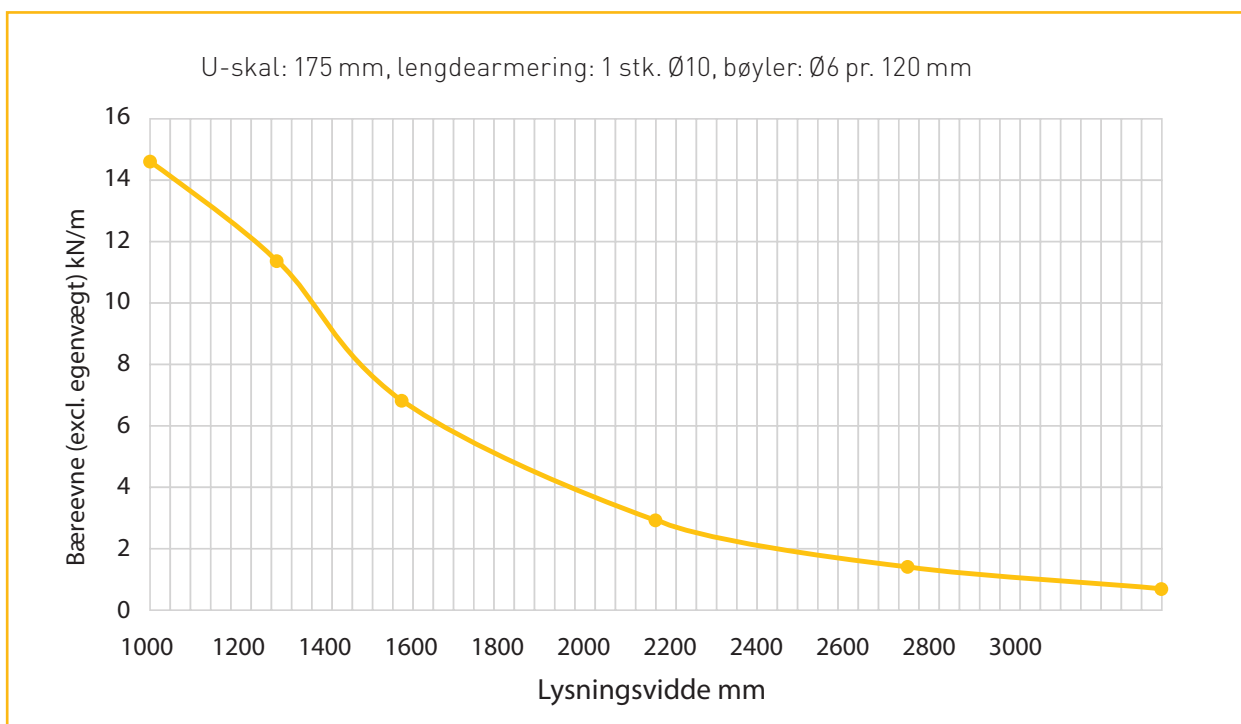
Eksempel 2

– Over en åpning på 4 m er belastningen 15 kN/m.
Jf. tabel 9 og 14 anvendes en U-skal 300+ med HE140M eller HE180B.

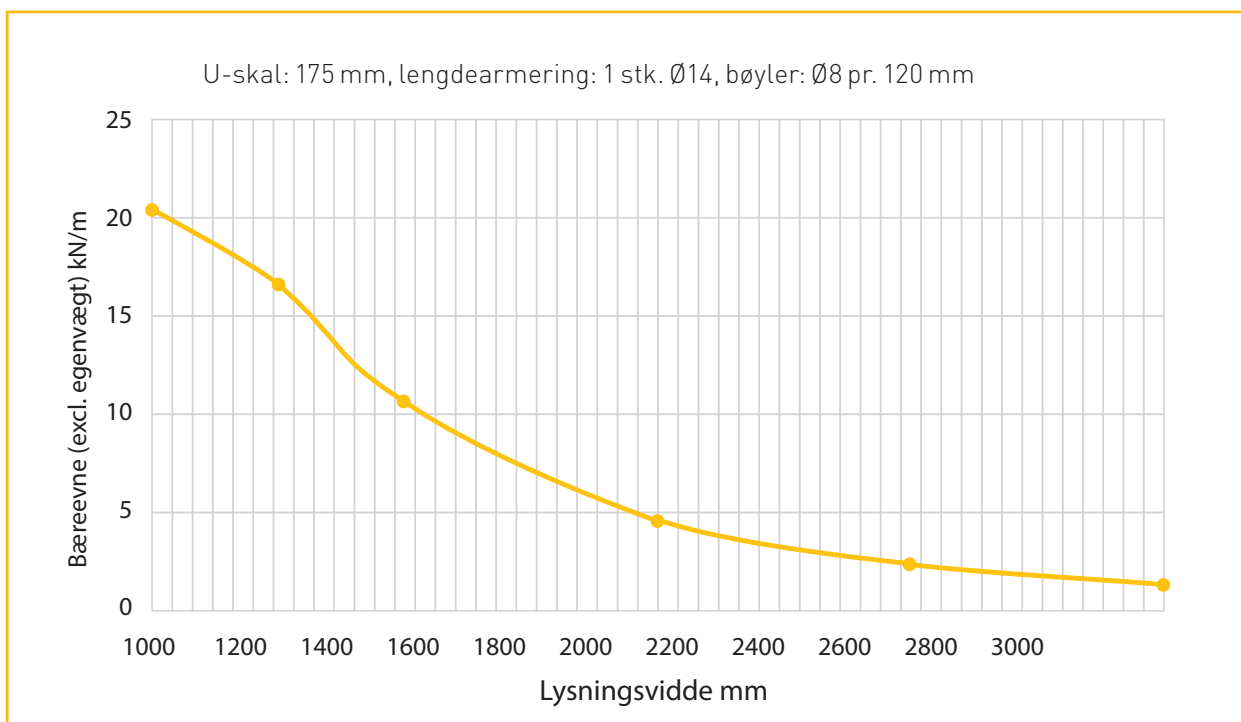
Eksempel 3

– Over en åpning på 2,6 m er belastningen 10 kN/m.
Jf. tabell 12 brukes en U-skal på 240+ med IPE160.

Ytong U-skaller

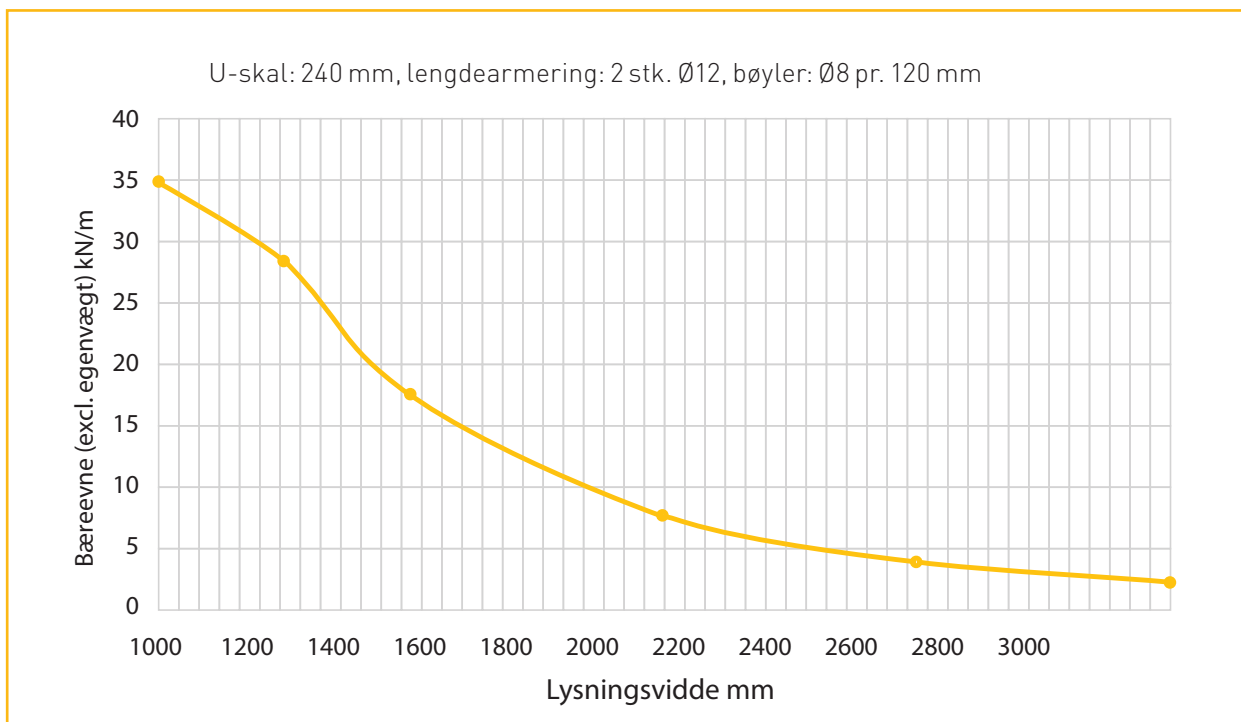


Tabell 1

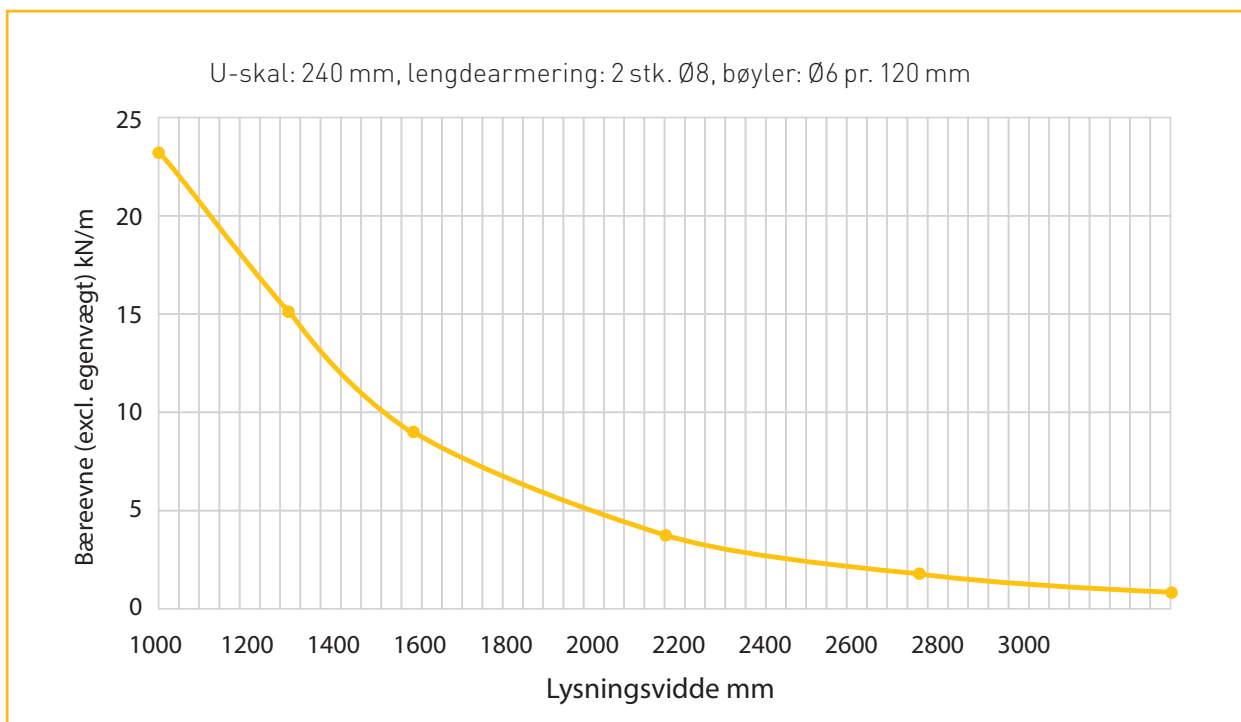


Tabell 2

Ytong U-skaller

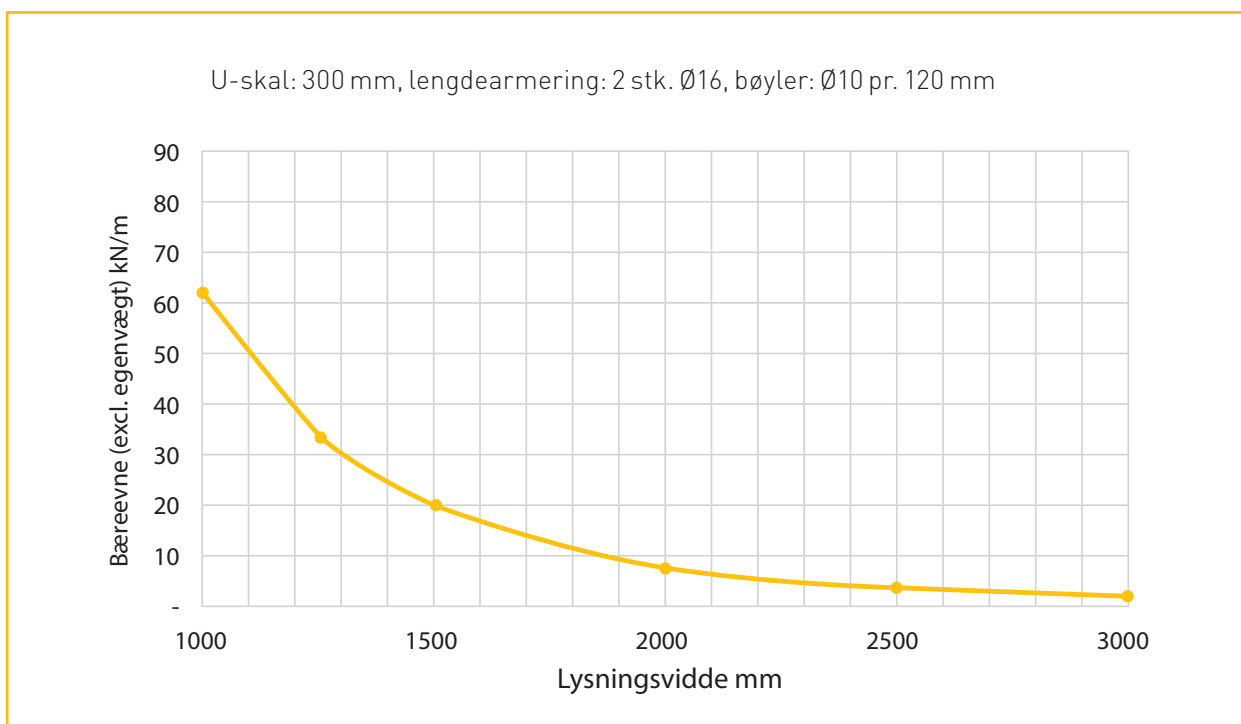


Tabell 3

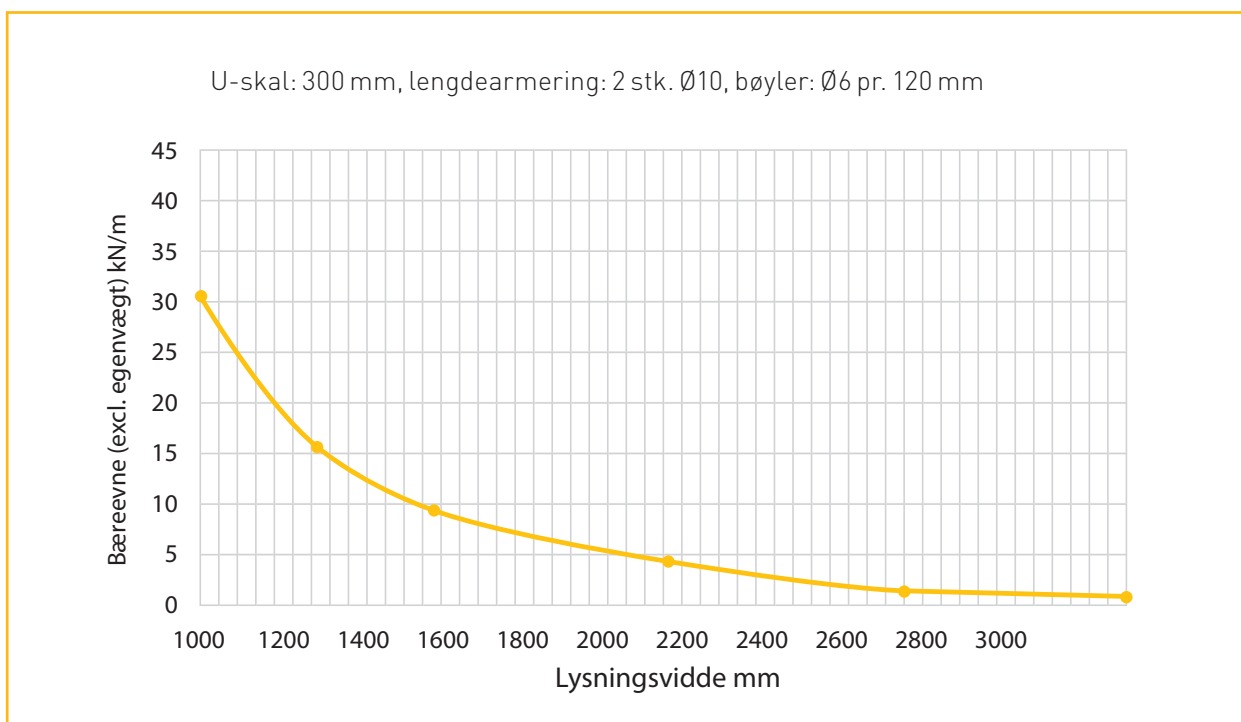


Tabell 4

Ytong U-skaller

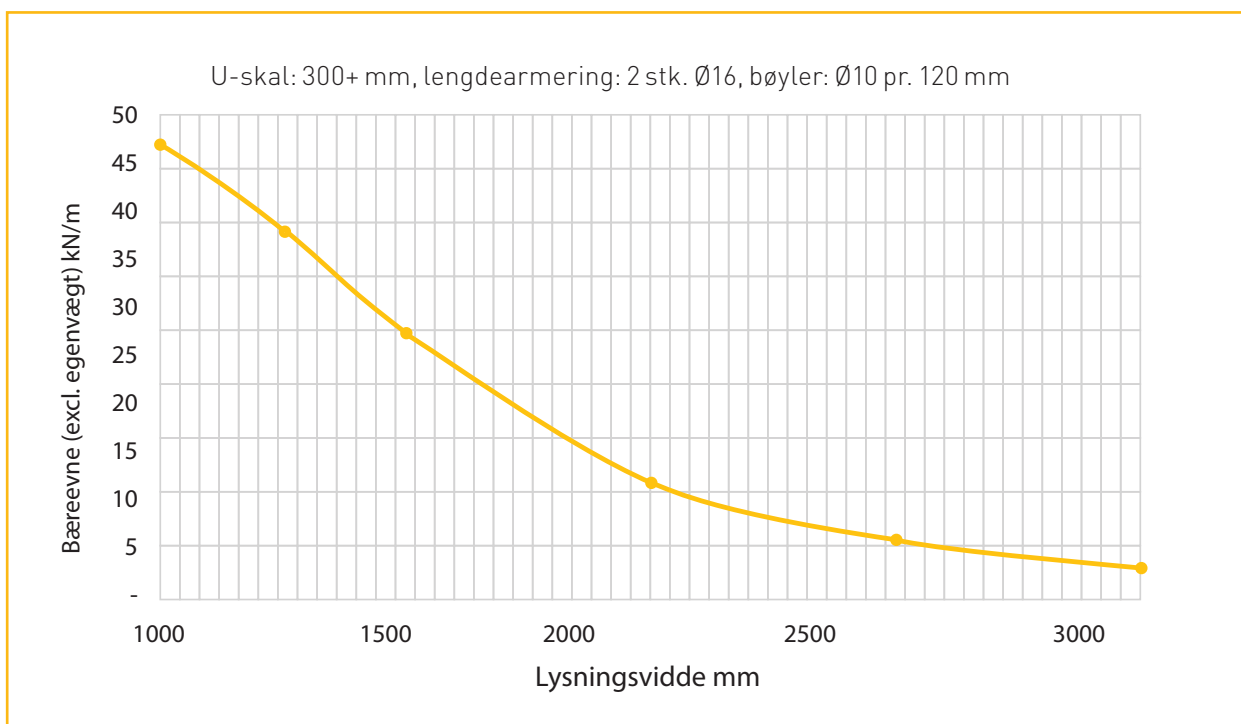


Tabell 5

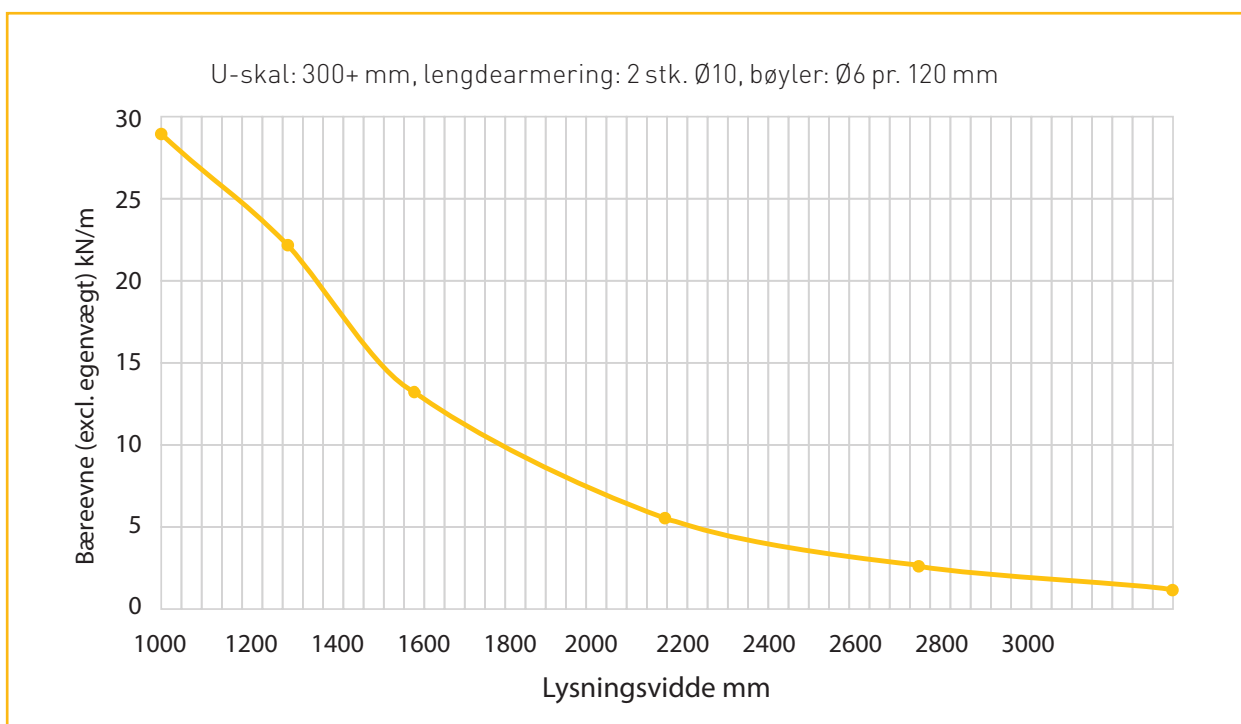


Tabell 6

Ytong U-skaller

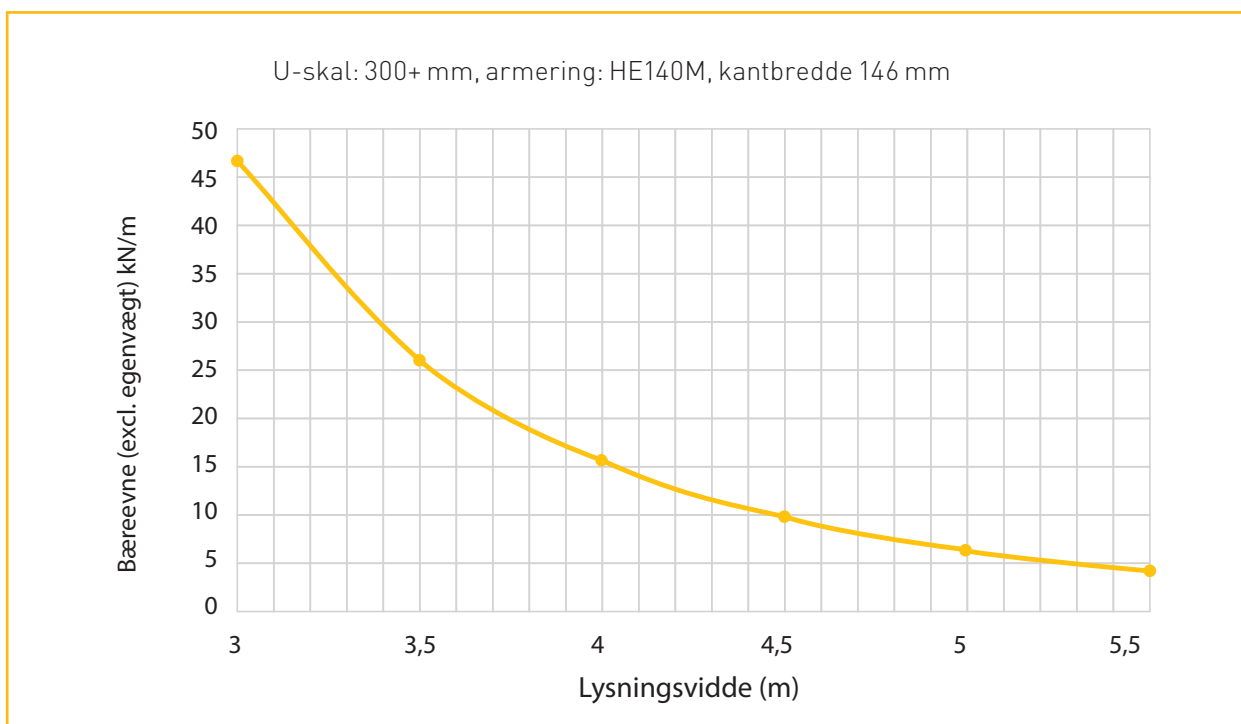


Tabell 7

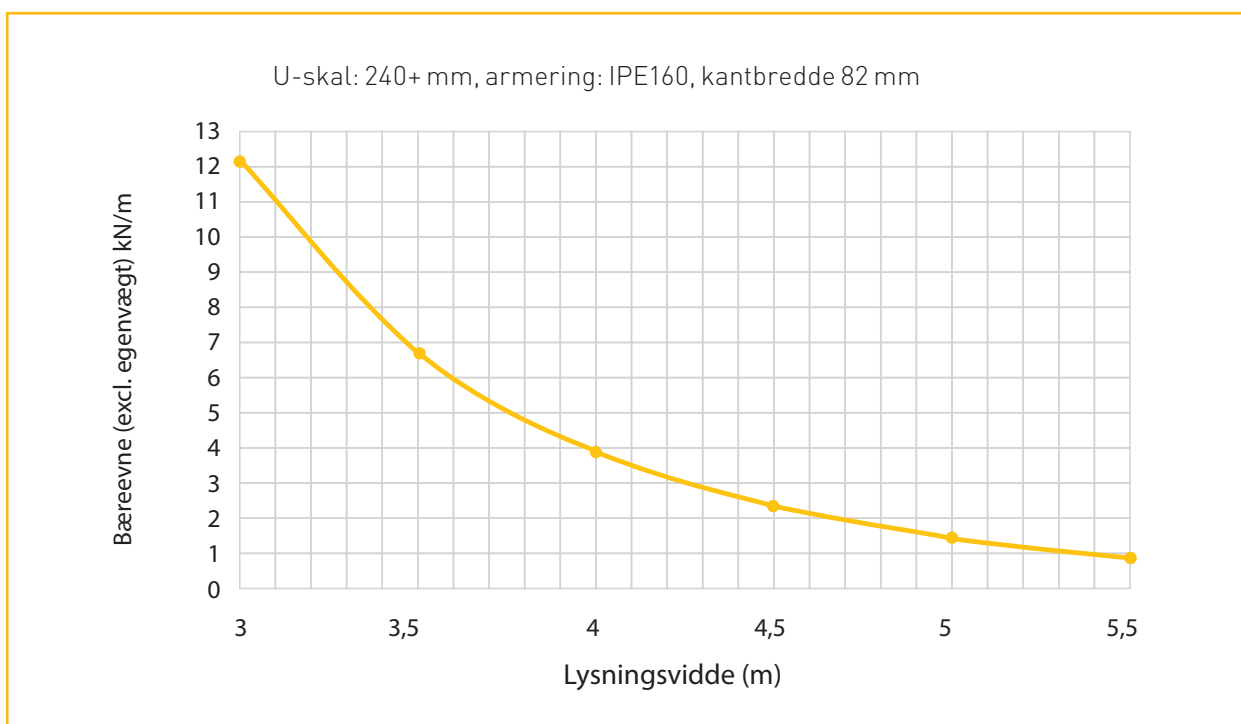


Tabell 8

Ytong U-skaller

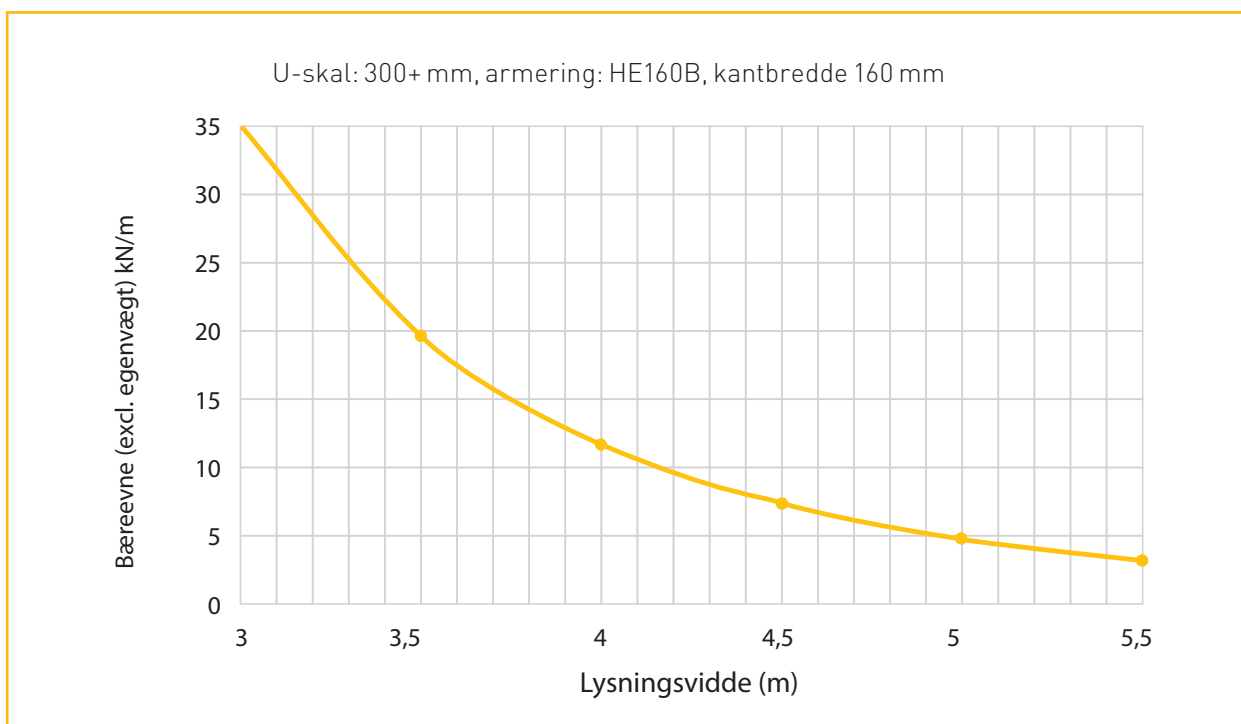


Tabell 9

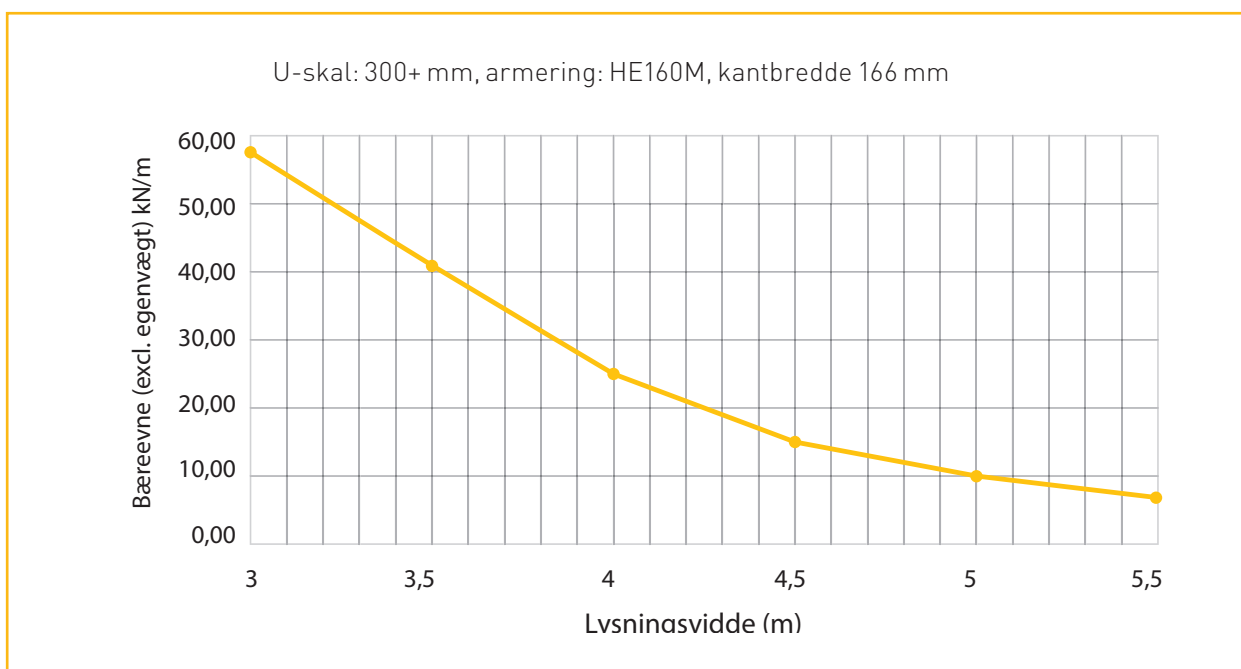


Tabell 10

Ytong U-skaller

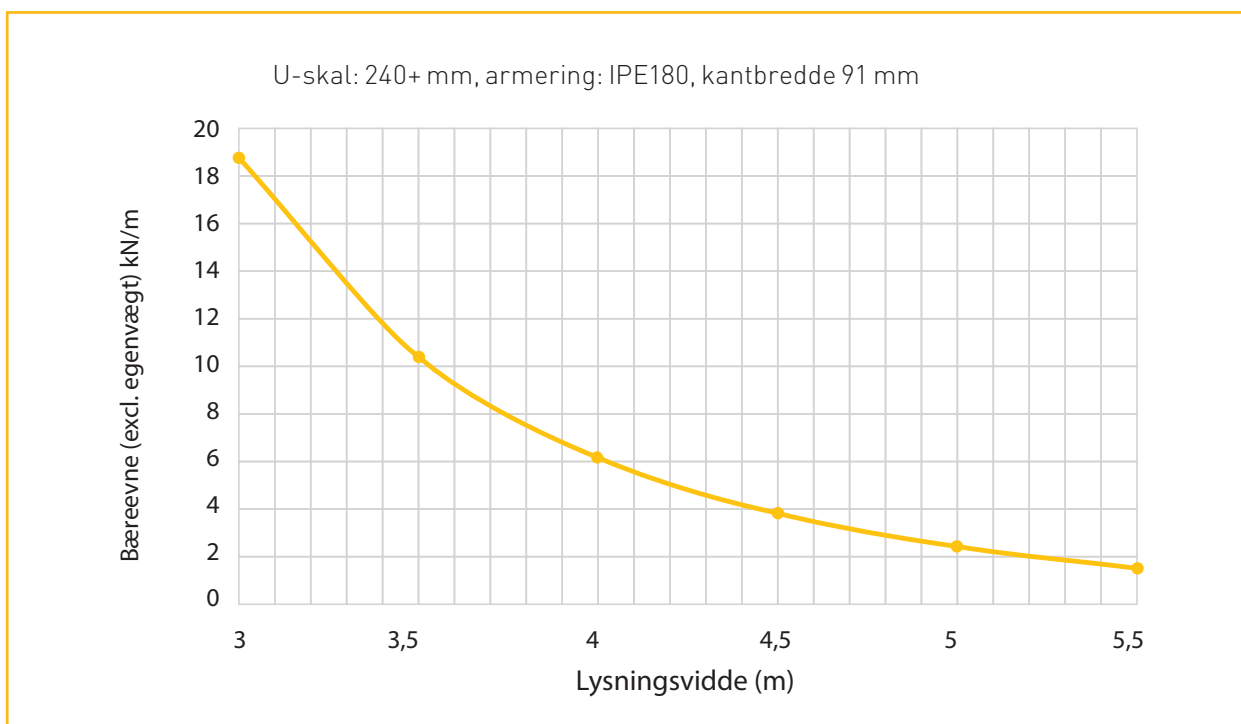


Tabell 11

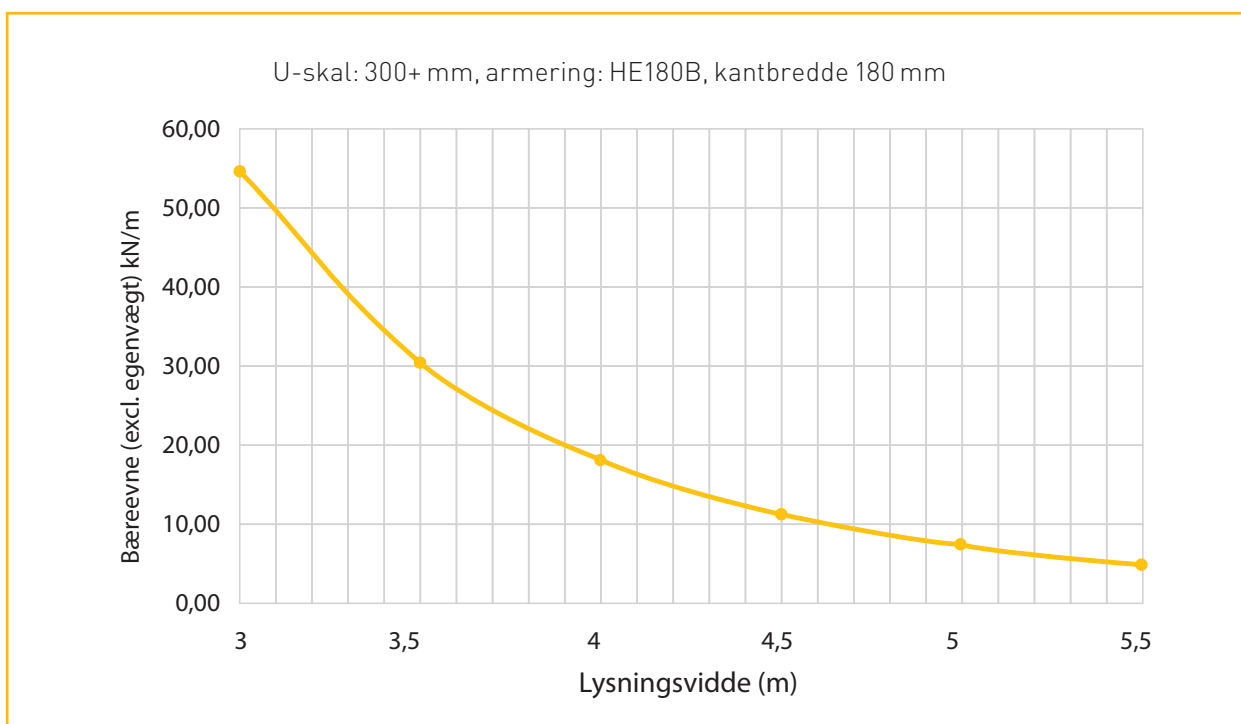


Tabell 12

Ytong U-skaller



Tabell 13



Tabell 14

Multipor isoleringssystem

Innvendig etterisolering (WI)

Innvendig etterisolering kan forårsake fuktproblemer, derfor anbefales det ikke. I noen tilfeller kan det likevel være den eneste løsningen – f.eks. for å bevare bygningen.

Ved innvendig isolering kan man skille mellom to ulike løsningstyper:

- Diffusjonsbremsende løsninger – utføres vanligvis med lektet og mineralull, dampspærre og gipsplatebekledning
- Diffusjonsåpne, kapillæraktive løsninger som Multipor isolasjonsplater

Diffusjonsbremsende innvendig isolasjon

Man monterer innvendig isolasjon, typisk med mineralull og gipsplater på lektet. For å forhindre dampdiffusjon inn i mineralullen bruker man en dampspærre, slik at det ikke dannes kondens på den kalde siden av isolasjonen. Utførelsen krever stor nøyaktighet, da selv små utettheter kan føre til fuktskader og tap av varmeisoleringskapasitet.

Den største ulempen ved denne løsningen er likevel at veggen ikke kan bidra til å utjevne svingninger i rommets luftfuktighet. Det medfører økt relativ luftfuktighet og behov for mer utlufting, slik at gevinsten ved den ekstra isolasjonen går mer eller mindre tapt. I tillegg forhindrer løsningen muligheten for tørking av veggen fra innsiden, noe som spesielt kan være et problem med teglsteins- og bindingsverksvegger.

Diffusjonsåpen, kapillæraktiv, innvendig isolasjon

Det monteres innvendig isolasjon av kapillæraktive Multipor isolasjonsplater med en diffusjonsåpen klebemørtel. Vanndamp fra romluften kan diffundere fritt inn i veggen, hvor overskytende fukt kan lagres. Når fuktigheten i rommet faller, transporteres den lagrede fukten kapillært tilbake til rommet. Romfuktigheten holdes noenlunde konstant, slik at man får en komfortabel relativ luftfuktighet i rommet. Ytterveggkonstruksjonen kan tørke innvendig uten problemer, slik at man unngår fuktskader i konstruksjonen.

Fig. 1: Funksjonsprinsipp for diffusjonsbremsende innvendig isolasjon

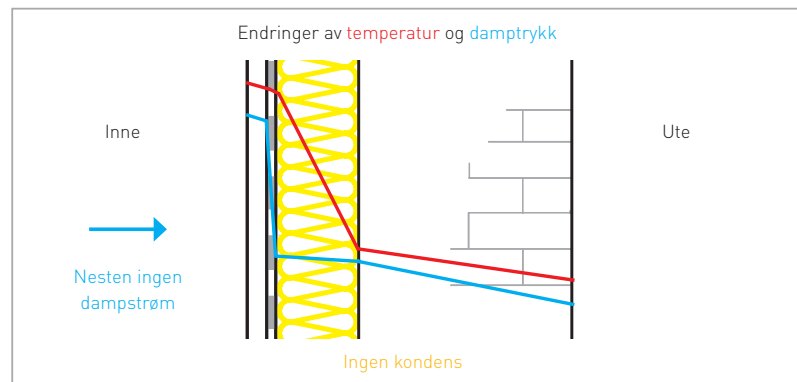
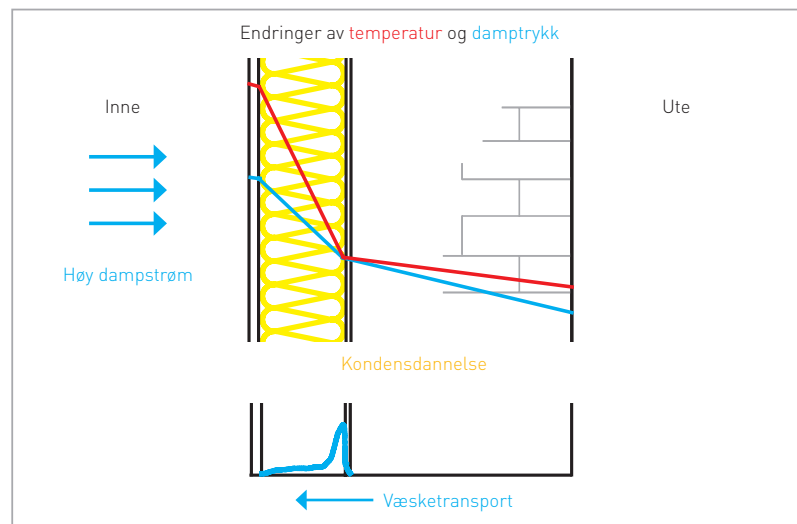


Fig. 2: Funksjonsprinsipp for diffusjonsåpen innvendig isolasjon



Du finner prinsippsskisser på hjemmesiden:
<https://www.ytongsiporex.no/detaljer.php>

Arbeidsbeskrivelser finner du på:
<https://www.ytongsiporex.no/montageanvisninger.php>

Multipor isoleringssystem

Utvendig isolasjon (WAP)

Massiv Multipor mineralsk isolasjonsplate

Den forholdsvis høye tettheten – sammenlignet med vanlig isolasjon – til Multipor mineralske isolasjonsplater gjør det mulig å bygge (klebet og dyblet) et monolittisk og ensartet system. Da høres det, når man klapper på fasaden, mye mer ut som en massiv vegg enn med tradisjonell utvendig fasadeisolasjon. Multiporsystemet WAP med mineralske isolasjonsplater er derfor en massiv og bærekraftig løsning av høy kvalitet – spesielt i kombinasjon med YTONG porebetong og Silka kalkstein.

Brann

Multipor mineralsk isolasjon WAP gjør det mulig, i kombinasjon med Multipor lettmørtel, å bygge murkonstruksjoner som et ikke-brennbart system, i henhold til brannklasse A2, som oppfyller samtlige krav til brannvern. Ved brann utvikles det ingen helseskadelige gasser, noe som er en av grunnene til at systemet brukes i offentlige bygg som barnehager, skoler og sykehus.

Fordeler ved Multipor utvendig isolasjon

- Motstandsdyktig, også under harde belastning
- Brenner ikke, gløder ikke, ryker ikke
- Ikke ulike materialer i systemet, ingen kuldebroer
- Ensartet oppbygning av fasaden
- Enkelt og sikkert å bearbeide
- Effektiv varmeisolering med kvalitetsløsninger til nybygg og renovering
- Mineralsk oppbygget fasadeisolasjon
- Hemmer algevekst
- Utprøvd og godkjent system

Overganger og til- og avslutninger med Multipor WAP

Kvaliteten og holdbarheten på utvendig fasadeisolasjon avhenger av materialene som brukes, riktig håndverksmessig utførelse og god prosjektering og implementering av overganger og til- og avslutninger.

Alle til- og avslutninger skal prosjekteres, slik at tilstøtende bygningsdeler uten skader kan ta opp temperatur- og/eller fuktighetsbetingede bevegelser. De byggetekniske kravene som stilles til utvendig fasadeisolasjon, som varme- og brannisolasjon og kontroll av fukt samt luft- og vindtette tilslutninger til vinduer og dører, skal oppfylles og være permanent holdbare.

Fremfor alt skal det ved energirenoveringer av bestående bygningsmasse legges vekt på grundig planlegging og utførelse av tilslutninger. Spesielt skal tilstanden på de tilsluttede bygningsdelene, som f.eks. taksperrer undersøkes og gjennomarbeides under prosjekteringen. Alle tilstøtende bygningsdeler, først og fremst vinduer, dører og taksperrer, skal, hvis de skiftes ut som en del av energirenoveringen, monteres før isoleringsarbeidet igangsettes. Dilatasjons- og bevegelserfuger i bygningen skal gjenopprettes, og må ikke overisoleres.

Til hjelp i prosjekteringsfasen tilbyr Xella eksempler på konstruksjonsdetaljer som kan brukes som veiledning i prosjekteringen, slik at detaljene i det aktuelle prosjektet kan planlegges.

Dette finner du på hjemmesiden:

<https://www.ytongsiporex.no/detaljer.php>

Arbeidsbeskrivelse finner du på:

<https://www.ytongsiporex.no/montageanvisninger.php>

YTONG ENERGY+

YTONG Energy+

YTONG Energy+ er resultatet av målrettet utvikling: en superisolerende byggeblokk til bærende yttervegger med de gode fuktregulerende og varmeabsorberende egenskapene til Ytong porebetong. Samtidig har bærekraft i alle ledd, fra produksjon av råmaterialer til produksjon og gjenbruk, vært i fokus. Produktet er 100 % gjenbrukbart og bidrar derfor til bærekraftige bygg. YTONG Energy+ er Cradle-to-Cradle-sertifisert. Produksjonen av YTONG Energy+ er miljøsertifisert iht. ISO 14025.

Produkt

YTONG Energy+ er fremstilt av naturlige råvarer: sand, kalk og vann. Blokkenes 3-lags porebetong med ulik densitet er støpt sammen til én blokk. Denne produksjonsmetoden er unik for YTONG Energy+ og gir byggeblokken en rekke gode egenskaper som skiller den ut fra alle andre løsninger:

- 15,5 cm bærende lag innerst, 340 kg/m³,
- deretter 18 eller 28 cm isolerende lag Multipor densitet 115 kg/m³
- og ytterst 6,5 cm densitet 340 kg/m³.

Massive yttervegger med U-verdi på bare 0,11 W/mK. Den enkle byggemetoden, hvor bærekonstruksjon og isolasjon er en integrert løsning, sikrer et tett bygg. YTONG Energy+ blokker suppleres med Ytong overligger og Ytong grunnpuss. Ytong dekkelementer isolert med Ytong Multipor er en god løsning for etasjedekker og flate tak, slik at hele råbygget oppføres i porebetong uten bruk av dampsperre. Etter muring pusses veggene på begge sider.

Egenskaper

YTONG Energy+ er formstabile, har god styrke, lav vekt og liten varmeledningsevne. Blokkene er brannsikre. De fremstilles av uorganiske materialer som er motstandsdyktige mot fukt og råte.

Montering

YTONG Energy+ limes med Ytong Lim / Ytong Lim, vinter iht. monteringsanvisningen på hjemmesiden. Blokkene kan formes med et vanlig håndverktøy eller Ytong båndsgag. For håndtering brukes Ytong tang.

Fordeler ved YTONG Energy+

- 100 % uorganisk materiale
- Samme materiale gjennom hele blokken
- Ingen fordampning av skadelige stoffer
- Ingen helserisiko, verken ved bearbeiding eller bruk
- 100 % gjenbrukbart som råmateriale for nye porebetongprodukter
- Enkel prosjektering
- Sikker oppføring – en sammenhengende arbeidsflyt
- U-verdi 0,11 – god varmeisolering
- Sikrer godt inn klima
- Økonomisk løsning
- Én leverandør
- Få materialer
- Veggene absorberer og avgir fukt i rommet
- Alt svinn kan gjenbrukes som råmateriale i nye Ytong-produkter.
- De gode varmeakkumulerende egenskapene til Ytong porebetong hindrer overoppheting i rom med store vindusflater.

Du finner prinsippsskisser på hjemmesiden:

<https://www.ytongsiporex.no/detaljer.php>

Monteringsanvisning finner du på:

<https://www.ytongsiporex.no/montageanvisninger.php>

Statikk

OBS: Ytong Energy+ skal beregnes som en vanlig for-/bakmur i porebetong fordelt på 65 mm formur og 155 mm bakmur.

Ytong kjellervegger

Ytong kjellervegger

Kjellervegger av Ytong kan utføres som blokkmur med Ytong massivblokker eller som elementvegger med Ytong massivelementer. Massivblokker og massivelementer fås i flere tykkelser – til kjellervegger brukes vanligvis 240, 300, 365 eller 400 mm.

spesifikasjoner:

VIKTIG: Bæreevner og verdier er beregnet ut fra helt spesifikke forutsetninger. De prosjektspesifikke forholdene skal alltid vurderes og beregnes av en ingeniør.

Statikk

I de følgende tabellene er det brukt Ytong med følgende material-

Type	Tetthet [kg/m ³]	f _{yk1} [MPa]	f _{yk2} [MPa]	F _k [MPa]	E _{ok} [MPa]	Høyde [mm]	Tykkelse [mm]
Massivblokk	290	0,26	0,14	1,50		200	300 365
Massivblokk	340	0,50	0,18	1,90	1060	200	300 365
Massivelement	390	0,64	0,18	2,08	1310	2600	240 300 365
Massivelement	575	1,10	0,41	4,17	2216	2600	240 300 365

Bæreevnetabeller for kjellervegger

Blokkmurer og elementvegger er beregnet iht. EN1996-1-1 med tilhørende nasjonalt vedlegg samt DS INF 167.

Tabellen oppgir den maksimale avstanden (L_{max}) mellom lodrette avstivinger. "t" er tykkelsen på veggen.

"R_{d,gunst}" er den effektive lodrette lasten på kjellerveggen.

Lodrette avstivinger er normalt tverrvegger eller stålsøyler. Vegghøyden er satt til 2,6 m.

Iht. INF 167 6.3.4(1) note 3 må veggens lengde/høyde-forhold ikke være høyere enn 2,5 når f_{yk1} tas med i beregningen. Dermed blir den maksimale vegg lengden uten avstivninger 6,5 m.

Tabellene gjelder for randfelt (se figur 1). For midtfeltet kan lengden økes med ΔL i m, hvor:

$$\Delta L = 0,5 + R_{d,gunst} / 20 \quad (R_{d,gunst} \text{ i kN/m})$$

= maks. 1,5 m

$$L_{max} + \Delta L = \text{maks. } 6,5 \text{ m}$$

Avvik i høyden kan innregnes ved å kompensere tykkelsen lineært med forholdene mellom høydene (se eksempel).

Verdiene for L_{max} gjelder også hvis det settes inn dører i veggseksjonen.

I tabellene er tverrvegger beregnet for veggtykkelse 150 mm.

Det forutsettes limede stussfuger.

Ytong kjellervegger

Maksimal avstand (L_{max}) mellom loddrette avstivninger. Massivblokker 290 kg/m³

t (mm)	P _{d,gunst} (kN/m)							x (m)	HEB profil
	0	5	10	20	30	40	50		
365	2,9	3,1	3,3	3,8	4,6	5,8	6,5	1,6	200
400	3,7	4,0	4,4	5,3	6,5			1,6	

Maksimal avstand (L_{max}) mellom loddrette avstivninger. Massivblokker 340 kg/m³

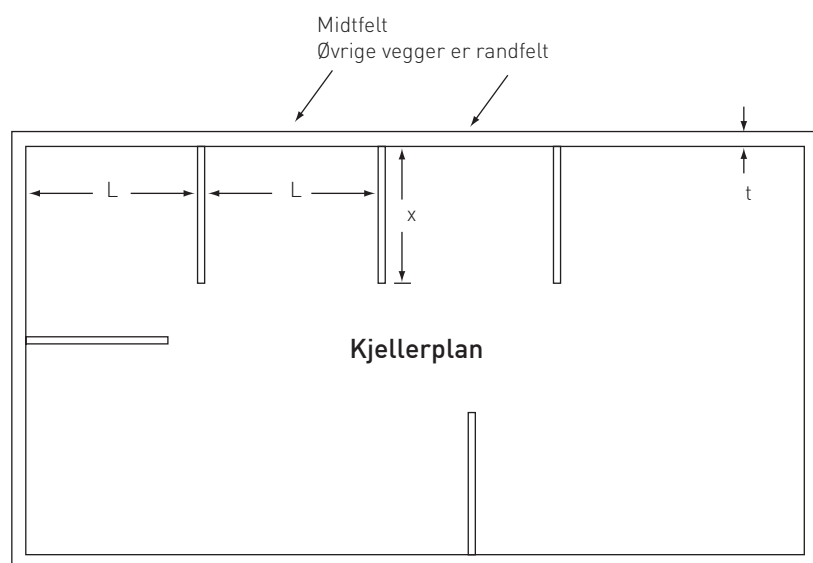
t (mm)	P _{d,gunst} (kN/m)							x (m)	HEB profil
	0	5	10	20	30	40	50		
300	3,4	3,6	3,9	4,6	5,5	6,5		1,6	180
365	6,5							1,6	

Maksimal avstand (L_{max}) mellom loddrette avstivninger. Massivelement 390 kg/m³

t (mm)	P _{d,gunst} (kN/m)							x (m)	HEB profil
	0	5	10	20	30	40	50		
240	2,2	2,3	2,4	2,7	3,0	3,3	3,9	1,4	160
300	5,0	5,5	6,0	6,5				1,4	180
365	6,5							1,4	

Maksimal avstand (L_{max}) mellom loddrette avstivninger. Massivelement 575 kg/m³

t (mm)	P _{d,gunst} (kN/m)							x (m)	HEB profil
	0	5	10	20	30	40	50		
240	6,5							1,1	160
300	6,5							1,1	180
365	6,5							1,1	



Figur 1: Illustrasjon av veggfelt

Ytong kjellervegger

Eksempel

Det tas utgangspunkt i en kjeller som vist i figur 2.

Verdien for $R_{d,gunst}$ bestemt til 10 kN/m. Høyden her er satt til 2,6 m.

Kjellervegger ønskes oppført av 300 mm Ytong massivblokker med densitet 340 kg/m³. I tabellen ser man den maksimale avstanden mellom de lodrette avstivningene: $L_{max} = 4,7$ m.

De to randfeltene på 4,0 og 4,5 m har tilstrekkelig bæreevne.

For midtfeltet bestemmes den maksimale lengden til

$$\Delta L = 0,5 + R_{d,gunst}/20$$

$$L_{max} + \Delta L = 4,7 + 0,5 + 10/20 = 5,7$$

Herav ser man at midtfeltet har tilstrekkelig bæreevne.

Ved gavlene, som har et spenn på 8,0 m, settes det inn stålsøyler, slik at L reduseres til 4,0 m.

Minste lengde (x) for støttende tverrvegger skal være 1,6 m. Vi ser at tverrveggen med en lengde på 1,2 m har tilstrekkelig bæreevne.

Under prosjekteringen besluttet det å endre høyden til 3,0 m. Blokkens tykkelse endres etter beregningen

$$\frac{h_{ny}}{h_{gl.}} \times t_{gl.} = t_{ny}$$

til $3,0/2,6 \times 300 \text{ mm} = 346 \text{ mm}$. Det vil i praksis økes til 365 mm.

Andre forutsetninger

Veggene regnes som glatte.

Jorden utenfor kjellerveggen regnes som ikke-komprimert (dvs. høyst i en grad som tilsvarer den faktiske forutsatte romvekten).

Beregningen har romvekt for jord $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

Området umiddelbart utenfor kjelleren brukes ikke til kjøring med tung trafikk.

Det medregnes fyll med ikke-sammenhengende jord (dvs. sand).

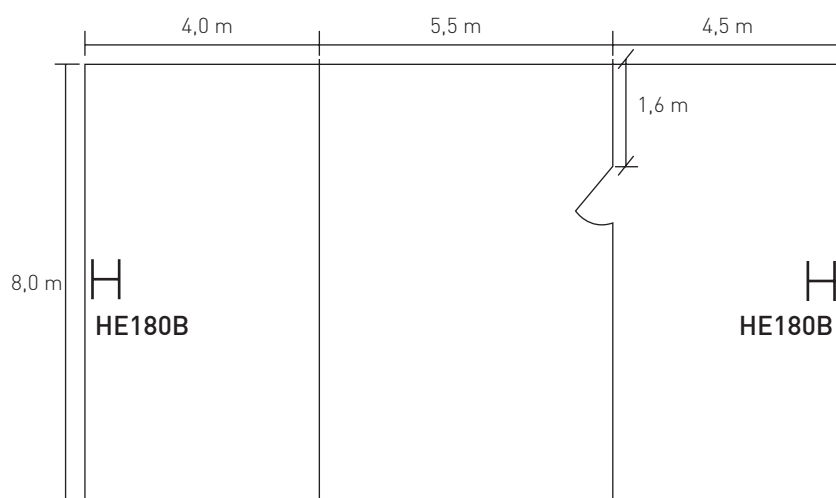
Der medregnes friksjon jord $\phi_{pl} = 35^\circ$.

Grunnvannsspeil under kjellernivå.

Det medregnes jordtrykk i full høyde.

Det medregnes en loddrett retningsmessig last (Rd) på terrenget på 3,0 kN/m².

Den loddrette lasten på kjellerveggen medregnes som å virke sentralt (innenfor -50 til +50 i forhold til senterlinjen).



Figur 2: Illustrasjon av kjelleren i eksemplet

Ytong O-blokk

Ytong O-blokk som permanent forskaling til betongsøyler eller lignende. Ved høye vindkrefter og bygg i flere etasjer kan det være nødvendig å øke stivheten i veggflatene eller hjørneområdene. En økning av stivheten kan her oppnås ved å støpe armerte betongsøyler.

Løsningen er veldig enkel å bruke med Ytong O-blokken som permanent forskaling med en isolerende innpakning. For å oppføre en armert betongsøyle skal søylens armering forbindes i bunnen, enten direkte til fundamentet eller i de nederste 10 mm av mørtelfugen med tverrgående armering (avhengig av prosjektets karakter og statiske rapport). I toppen kan armeringen støpes sammen med en tverrgående betongbjelke eller annen tverravstivning for å gi grunnleggende stabilitet i hele bygningen. «Hullene» fylles med Ytong-blokker for en ferdig lukket fasade.

O-blokkene mures i forband (se figur 1).

I hjørnene anbefaler Xella en god allround-mørtel. Påføring av mørtel i stussfuger ses i figur 2.

Det er viktig at O-blokkene mures direkte oppå hverandre, slik at betongen er uavbrutt i sin fulle høyde.



Figur 1: Ytong O-blok muret i forband



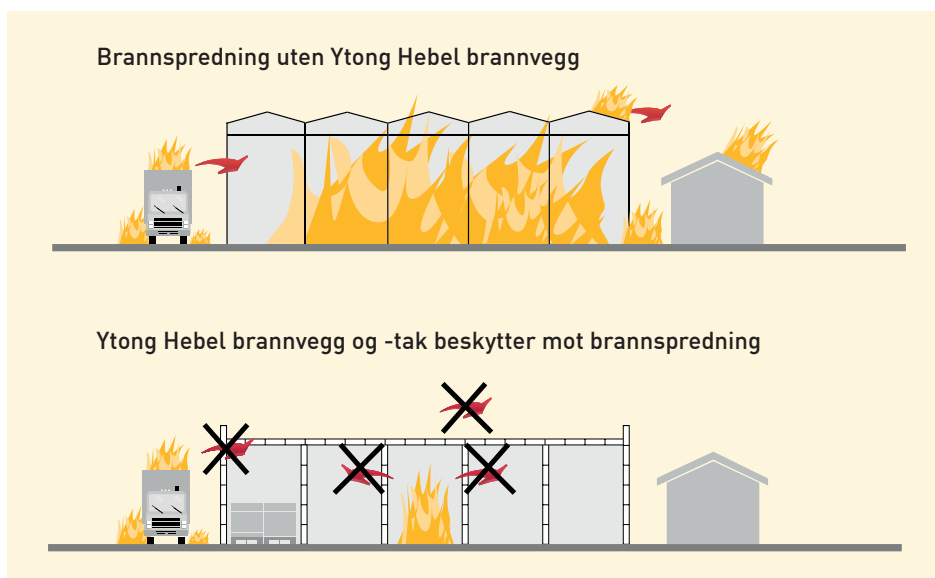
Figur 2: Mørtel i stussfuge



Ytong Hebel brannveggselementer

Ytong Hebel brenner ikke, og varmes opp vesentlig mindre og saktere ved brann enn andre byggematerialer, som f.eks. armert betong. Det er mulig å begrense brannen til ett rom med Ytong Hebel brannvegger. I praksis betyr det at man får lengre tid til å bekjempe brannen, og samtidig forhindres det at brannen sprer seg utenfor bygningen.

Cirka 30 % av alle branner starter på utsiden av bygningen og kommer inn i bygningen via yttermurer eller tak. Massive takelementer fremstilles av Ytong-blokker som er ideelle for branner ovenfra og gir beskyttelse mot inntrengning av brann. Samtidig begrenser Ytong Hebel brannvegger og tak effekten fra eksplosjoner som ofte følger når brannen sprer seg.



Brannklassifisering med veggelementer

Ytong Hebel liggende veggelement (LVE) densitet 550 kg/m³ med henvisning til EN 12602:2016

Murtype / T	150 mm	175 mm	200 mm	250 mm	300 mm
EI	EI 360	EI 360	EI 360	EI 360	EI 360
REI	REI 120	REI 180	REI 240	REI 240	REI 240
EI-M		EI-M 90	EI-M 180*	EI -M 240*	EI-M 240*
REI-M			REI-M 90	REI -M 120	REI -M 180

* Testede verdier ved akkreditert institutt.

Testene er utført av MPA Braunschweig i Tyskland. Henvisning til test [3545/982/11 pr. 22.08.2011] og [2101/620/16 pr. 22.11.16].

Disse viser at Ytong Hebel liggende veggelementer oppfyller de strengeste kravene til brannmurer med tanke på brannklasse og mekanisk belastning.

Det har den siste tiden blitt satt mer fokus på mekanisk belastning. En brannmur skal tåle at inventar eller en del av bygningen raser sammen og utsetter brannmuren for belastning. Dette kravet oppfylles av Ytong Hebel brannmurer.

Ytong pussystem

Ytong pussystem

Ytong pussystem er utviklet spesielt for porebetong. Det sikrer at porebetongens unike egenskaper ikke endres ved overflatebehandling.

Kravet til innvendig overflatebehandling av Ytong porebetong er først og fremst at den skal være diffusjonsåpen for å sikre porebetongens unike evne til å regulere inneklimate ved å absorbere og avgj romfukt.

Massive yttervegger av Ytong porebetong gir god varmeisolasjon. Men tykkelsen og isolasjonsevnen betyr at konstruksjonen får relativt store temperatursvingninger. Det stiller spesielle krav til overflatebehandlingen. De skal være sterke og vannavvisende samtidig, slik at de tåler vær og vind, slag og støt. Samtidig skal pussen være fleksibel, slik at den ikke revner og skaller av ved temperatursvingninger. Ytong grunnpuss og Ytong sluttpuss er utviklet spesifikt for å oppfylle disse kravene.

Fordeler ved Ytong pussystem

- Diffusjonsåpne overflater
- Vannavvisende fasader
- Miljøvennlige løsninger
- Avgir ikke lukt eller skadelige stoffer
- Én leverandør
- Brannklasse A1

Ytong grunnpuss

Ytong grunnpuss er en sementbasert puss som armeres med armeringsnett og fungerer som underlag for Ytong sluttpuss. Ytong grunnpuss brukes vanligvis i lagtykkelser på 5 mm. Innvendig kan Ytong grunnpuss også brukes som avsluttende filtsepuss som evt. avsluttes med innvendig silikatmaling.

Ytong Sluttpuss

Ytong sluttpuss er også en sementbasert puss og brukes som avsluttende pusslag på nettarmeret Ytong grunnpuss. Ytong sluttpuss er enkel å jobbe med på grunn av den lave densiteten og høye elastisiteten. Tørketiden er vesentlig lavere enn for tradisjonell pussmørtel.

Fasademaling

Ytong Sluttpuss krever normalt ikke ytterligere overflatebehandling, men hvis man ønsker en mer vannavvisende overflate, kan pussens males med utvendig fasademaling. Xella er behjelpelig med forslag til type maling som passer med Ytong puss systemer.

Ytong gips puss

Ytong gips puss kan brukes om innvendig sparkel/puss på mineralske overflater, spesielt porebetong. Den egner seg ikke til våtrom. Her brukes i stedet Ytong sementsparkel.

Ytong sementsparkel

Ytong sementsparkel kan brukes til sparkling og oppretting av vegger av porebetong, kalkstein og annet murverk. Kan også brukes i våtrom.

Multipor lettmørtel

Multipor lettmørtel er en sementbasert puss som armeres med armeringsnett og fungerer som grunnpuss på Multipor isolasjonsplater. Multipor lettmørtel brukes også som klebemørtel til Multipor isolasjonsplater. Kan samtidig brukes som avsluttende filtselag oppå grunnpussen.

Ytong pussystem

Generelle utfallskrav

- Limrester/løbere skal være fjernet
- Skår større end 12 mm fylles med Ytong Reparatjonsmørtel
- Synlige bærehåndtag i blokke udfyldes med Ytong Reparatjonsmørtel.
- Indvendige fuger kantspartles til glat overflate med Ytong Cementspartel.
- Vægge må i planhed ikke avvike mere end 5 mm målt over 2 m retholt. Til eventuel udbedring indvendig anvendes Ytong Cementspartel.
- Skarpe niveauspring indvendig (over 4 mm) spartles med Ytong cementspartel.
- Lunker over 4 mm målt over 2 m retholt udfyldes med Ytong Reparatjonsmørtel.

Generelle krav til utendørs pussarbeid

Utvendige pussarbeider bør kun foregå i tørt vær, når døgntemperatur og murverkets temperatur er mellom 5 °C og 25 °C, og ikke i direkte sol.

Beskytt frisk puss mot for hurtig uttørking, dekk den til, for direkte sol-lys.

Ved risiko for regn i de første døgn etter påførelse av pussen, bør fasaden holdes avdekket, til pusslaget er herdet gjennom.

Under klimabetingelsene 20°C / 60 % relativ luftfuktighet skal det beregnes en tørketid på én dag pr. 1 mm pusstykkelse.

Xella fraråder utvendig pussearbeide i vinterhalvåret, med mindre det foretas omhyggelige vinterforanstaltninger, som omfatter avdekning og oppvarming av materialene.

Muligheter for pussløsning/overflatebehandling

Underlag	Utvendig pussløsning	Innvendig pussløsning ¹⁾	Våtrom ²⁾
Ytong Blokker eller Elementer	1. Ytong Grunn puss + armeringsnett 2. Ytong Slutt puss 3. Evt. fasademaling Alsecco Alsicolor Carbon	1. Ytong Gips puss (kantsparkel) 2. Ytong Gips puss (6-10 mm tykkelse) 3. Innvendig silikatmaling	1. Ytong sementsparkel (kantsparkel) 2. Malerbehandling iht. krav
		1. Ytong sementsparkel (kantsparkel) 2. Malerbehandling iht. krav	
Ytong Energy+	1. Ytong Grunn puss + armeringsnett 2. Ytong Slutt puss 3. Evt. fasademaling Alsecco Alsicolor Carbon	1. Ytong Gips puss (kantsparkel) 2. Ytong Gips puss (6-10 mm tykkelse) 3. Innvendig silikatmaling	1. Ytong sementsparkel (kantsparkel) 2. Malerbehandling iht. krav
		1. Ytong sementsparkel (kantsparkel) 2. Malerbehandling iht. krav	
Ytong Multipor	1. Multipor Lettmørtel + armeringsnett 2. Ytong Slutt puss 3. Evt. fasademaling Alsecco Alsicolor Carbon	1. Multipor Lettmørtel + armeringsnett 2. Multipor Lettmørtel 3. Innvendig silikatmaling	1. Multipor Lettmørtel + armeringsnett 2. Våtromssikring (ikke fullt dekkende) 3. Fliser eller lign.
Silka Kalksandsten	1. Ytong Grunn puss + armeringsnett 2. Ytong Slutt puss 3. Evt. fasademaling Alsecco Alsicolor Carbon	1. Ytong Gips puss (kantsparkel) 2. Ytong Gips puss (6-10 mm tykkelse) 3. Innvendig silikatmaling	1. Ytong sementsparkel (kantsparkel) 2. Malerbehandling iht. krav
		1. Ytong sementsparkel (kantsparkel) 2. Malerbehandling iht. krav	

¹⁾ Ytong Gips puss kan anvendes innvendig og i tørre soner.

²⁾ I våtrom skal det anvendes Ytong Sementsparkel.



Xella Norge A/S
Dansrudveien 75
NO-3036 Drammen

Telefon +47 32 23 24 40

www.xella.no

