

# Småhus- fundamentering



Norges  
byggforsknings  
institutt 1984

Særtrykk nr. 284

*Foundations for single-family houses.*

## VALG AV FUNDAMENTERINGSMÅTE

### Fundamenteringsprinsipper

De aktuelle fundamenteringsmåtene for småhus kan deles inn i to hovedgrupper:

1. Fundamentering med kjeller/underetasje, fig. 1.
2. Kjellerløs fundamentering, fig. 2.

Kjellerløs fundamentering kan være:

- a. Gulv direkte på grunnen
- b. Ringmur med ventilert kryperom
- c. Åpen fundamentering. (Grunnmursstriper, piler eller pelar eller fri luftveksling under huset.)

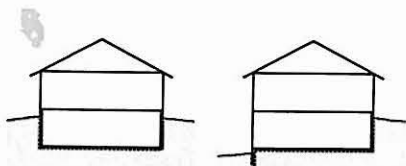


Fig. 1. Fundamentering med kjeller/underetasje  
Fig. 1. Houses with basement/semibasement

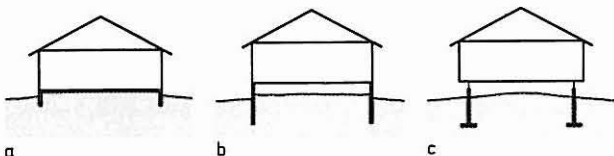


Fig. 2. Kjellerløs fundamentering. Prinsipper  
a. Gulv på grunnen  
b. Ringmur med kryperom  
c. Åpen fundamentering

*Houses without basement*  
a. Slab-on-ground construction  
b. Ventilated crawl space  
c. Open foundation (Piles e.d)

### Hustype/planløsning

Når oppbevarings- og boligrom legges i kjeller eller underetasje, vil huset oppta et mindre tomteareal enn tilsvarende kjellerløst hus på en flate.

Uinnredet kjeller kan senere innredes til oppholdsrom (forskriftenes krav til rom for varig opphold må da tilfredsstilles).

Finansieringsregler og -rammer har sterk innflytel-

se på valg av hustype og fundamenteringsmåte. Husbankens regler har favorisert kjellerløs fundamentering ved feltutbygging.

Rom helt eller delvis under terreng krever mindre energi til oppvarming enn rom med både vegger og bjelkelag mot det fri som ved åpen fundamentering.

### Terreng og grunnforhold

#### Terrengforhold

Det bør velges fundamenteringsmåter som gir best mulig tilpassing mellom hus og terreng med minst mulig inngrep i eksisterende terreng.

Skrånende jordtomter må være stabile, og stabilitet må ikke ødelegges ved de inngrep som gjøres ved byggingen.

I småkupert eller skrått fjellterreng kan det være rasjonelt å fundamenterer på komprimerte sprengsteinsmasser. Sprengstein legges vanligvis på fjellunderlag, men også på fast lagret grunn. Det kan også fundamenteres på fylling av komprimert tørrskorpelire eller andre masser som lar seg komprimere til tilfredsstillende fasthet.

Sokkeletasje egner seg godt i skrånende tomter, både i fjell- og jordterreng. Ved tilpasset skjæring/fylling kan massebalanse for hvert hus oppnås slik at det blir minimal massetransport.

Kjeller passer best på flate jordtomter.

Gulv direkte på grunnen krever flatt terreng med nivåforskjeller helst under 0,5 m. Ringmur med ventilert kryperom og åpen fundamentering kan brukes i både flatt, skrått og småkupert terreng med minimale terrenginngrep.

#### Grunnforhold

Ved høy grunnvannstand er det som regel lønnsomt med kjellerløs fundamentering. Særlig i mellomjordarter som sand og silt vil både utgraving under grunnvannstanden og fuktbeskyttelse av kjellervegg (tetting, drenering) kunne gi store komplikasjoner.

Tørrskorpens tykkelse må undersøkes hvis det er underliggende bløte lag i grunnen. Hvis fundamentering med kjeller fører til gjennomgraving av tørrskorpen, bør det brukes kjellerløs fundamentering. Ved setningsømfintlig grunn må man være forsiktig

med større fyllinger, enten som fundament for huset eller inntil huset. Særlig må ensidig oppfylling unngås, da dette gir skjevsetninger.

Skjevsetninger kan også oppstå ved fundamentering dels på fjell og dels på jord. Slik fundamentering bør bare benyttes der jordmassene er meget fast lagrede. Hvis ikke bør det masseutskiftes (små dybder til fjell) eller peles (meget fordyrende). Eventuelt kan huset flyttes.

Der det er setningsfare på grunn av f.eks. bløtere leirlag av stor mektighet, kan fundamentering med kjeller være gunstig. Vekten av utgravde masser tilsvarer stort sett belastningen fra huset slik at det ikke blir noen setningsgivende tilleggsbelastning på grunnen, som ved kjellerløs fundamentering.

### **Varmeavgivelse til ledninger**

Hus med kjeller på flate jordtomter vil som regel ha ledninger i tradisjonell, frostfri dybde.

Ved kjellerløs fundamentering, også ved sokkeletasje i skrått terreng, kan det brukes isolerte ledninger med liten leggedybde under husrekkene.

Under gulv på grunnen vil ledningene være frostsikre på grunn av varmeavgivelse fra huset.

I ventilert kryperom vil det også være en viss varmeavgivelse fra huset, men ledningsoppstikkene må isoleres spesielt, særlig i kaldere strøk, eventuelt må det brukes varmekabel.

Ved åpen fundamentering får ledningene ingen varme fra husene slik at både ledninger i grunnen og oppstikkene må isoleres, og det må brukes varmekabel.

### **Vinterbygging**

Bygging av fundamenter om vinteren gir betydelige tilleggsomkostninger pga. snørydding, tining av grunn, frostbeskyttelse av konstruksjoner m.m.

Fyllinger som er utført om vinteren kan få store setninger, hvis det er innblandet sne og isklumper som senere tiner.

Fundamentering på telefarlig grunn må bare skje på ufrossen eller opptint grunn, og utfrysing av grunnen under fundamentkonstruksjonen må forhindres såvel i byggetiden som senere når huset er i bruk. Frostsikringsmetode avhenger av fundamenteringsmåten, se nedenfor.

### *Kjellervegger*

Kjellerveggenes fundamentsåle må frostsikres på utsiden og innsiden, f.eks. med isolasjonsmatter. Utvendig tilbakefylling vil som regel gi tilstrekkelig frostsikring av sålen utvendig.

### *Gulv på grunnen*

Hvis ikke huset er lukket og oppvarmet før frosten kommer, må fundamenteringen frostsikres spesielt i byggeperioden.

Den isolerte gulvkonstruksjonen vil ofte kunne forhindre gjennomfrysing og utfrysing av underliggende, telefarlig grunn, særlig i relativt milde strøk. I kaldere strøk kan gulvisolasjonen økes slik at frostsikring oppnås.

Ringmuren kan frostsikres ved bruk av horisontal markisolasjon under ringmuren og til en viss avstand utenfor denne, avhengig av klima.

Tilstrekkelig isolerte gulv på grunnen med markisolasjon under ringmuren, og som er bygget før frosten kommer, kan overvintre uten andre spesielle frostsikringstiltak slik at husmontasje kan skje når som helst i vinterhalvåret. Det kreves ofte relativt liten isolasjonsøkning for å gi frostsikring i byggeperioden. Frostsikring av gulv og ringmur, basert på isolasjon og tildekking på oversiden er fordyrende og spesielt lite hensiktsmessig når huset skal monteres.

### *Ringmur for kryperom*

På telefarlig grunn må ringmuren føres til frostfritt dyp, og det må fylles tilbake før frosten kommer. Grunne ringmurer må plasseres på horisontal markisolasjon som gir frostsikring i byggeperioden.

### *Åpen fundamentering*

På telefarlig grunn må grunnmursstriper og pilarer føres til frostfritt dyp. Grunne fundamenter må plasseres på horisontal markisolasjon som gir frostsikring i byggeperioden.

## **Skader**

### *Kjeller*

De vanligste skadene er fuktskader med vanninnslag og fuktutslag. Vanlig årsak er at dreneringssystemet fungerer dårlig (f.eks. tregt pga. slamavsetning i drensledningen), eller utsettes for ekstra stor vannpåkjenning fra takvannsledløp, ved fall på terreng mot huset osv. Sprekker er også vanlige.

Forekommende, men av reelt lite omfang, er setningsskader, inntrykking av vegger (jordtrykk, teletrykk), telehiv.

### *Gulv på grunnen*

De vanligste skadene er fuktskader på fuktfølsomme materialer som gulvbelegg, sparkelmasser, treverk, trebaserte plater m.m. Skadene kan skyldes byggfukt, f.eks. ved utilstrekkelig uttørking av betonggulv, eller fukt fra grunnen. Klager på kalde gulv er ikke uvanlig, særlig når det brukes vinylbelegg rett på betong, men ofte er årsaken trekk (dårlig tetting vegg/gulv).

Forekommende, men relativt sjelden er setningsskader som skyldes grunnforholdene, dårlig komprimering, eller komprimering om vinteren. Telehiv forekommer i praksis bare ved vinterbygging av fundamenter med utilstrekkelig frostsikring. Etter at

huset er tatt i bruk finnes det knapt eksempler på telehiv (unntak: større del av huset uoppvarmet uten ekstra frostsikring av fundamentet).

#### *Ringmur med ventilert kryperom*

Sopp- og råteskader på undersiden av trebjelkelag er meget utbredt. Ifølge NBIs feltundersøkelse hadde ca. halvparten av de undersøkte hus slike skader i forskjellig omfang. Årsaken er for fuktig klima i kryperommet pga. utilstrekkelig ventilasjon og/eller for stor fuktpåkjenning fra grunnen (avdunsting). Vanlig er også frysing av vannledning (oppstikket) i kaldt klima pga. utilstrekkelig frostsikring. Forekommende, men mindre vanlig, er setningsskader, teleskader (særlig ved utilstrekkelig fundamenteringsdybde).

#### *Åpen fundamentering*

Vanlig skade er frysing av ledningsoppstikk pga. utilstrekkelig frostsikring. Vanlig er også klage på kalde gulv, som regel pga. dårlig vindtetting av bjelkelag. Selv på murer og pilarer som er fundamentert til frostfritt dyp er telehiv pga. sidegrep vanlig, som regel pga. manglende forankring under telesonen (ingen såle, ingen sammenbinding/armering mellom vegg og såle).

## YTTERVEGG MOT TERRENG

### **Prinsipper**

Ytterveggkonstruksjon mot terreng må oppfylle krav til

- styrke og stivhet
- beskyttelse mot fukt
- varmeisolering

### **Veggtyper**

De vanligste veggtyper er

- Støpt vegg av 200 mm uarmert betong
- Murt vegg av 250 mm lettklinkerblokker (Leca, Murlett)
- Murt vegg av 250 mm betonghullblokker

Av andre nyere veggtyper kan nevnes

- Vegg av bindingsverk av tre (lite brukt)
- Murt vegg av 300 mm isolerte lettklinkerblokker (Leca Isoblokk)
- Elementvegg av betong og tre. Utvendig 50 mm betongplate i samvirke med innvendig trestendere (Tretongelementer, EW-elementer)
- Elementvegg av lettklinkerbetong (LK grunnmurelement)
- Vegg av isolert gipsplateelement påsprøytet utvendig armert betongsjikt (80 mm). (Multimur)
- Tørrstabelt, delvis utstøpt vegg av forskalingsblokker med not og fjær (Systemblokk.)

## Styrke og stivhet

### *Påkjenninger*

Yttervegg mot terreng må kunne overføre belastninger fra huset til grunnen, samt belastninger fra jordtrykk.

### *Fundament*

Vanligvis benyttes betongfundament under vegger. Fundamentet armeres med 2 stk. 10-12 mm kamstål. For småhus er det bare unntaksvis behov for større fundamentbredde enn 0,4 m. Det kan også brukes såleblokk av lettklinkerbetong (bredde 0,35 m) med utsparring for armering og gjenstøping. På avrettet sprengestein kan det støpes vegger uten spesielt fundament. Det kan også støpes golvplate med kantforsterkning som fundament for vegger.

### *Avstivning*

Murte vegger med jordtrykkbelastning må være minst 250 mm tykke og avstives med tverrgående vegger i avstand maks. 6 m. Uarmerte støpte vegger av betong med tykkelse minst 200 mm kan spenne 8-9 m mellom tverrgående vegger, med tykkelse 150 mm regnes ca. 6 m.

Hvis det støpes dekke av betong er man uavhengig av innvendige tverrgående vegger.

Vegger av tre og elementvegger av betong og tre, samt vegger av gipsplateelement påsprøytet betong må ha støtte mot golvplate i underetasjen og mot etasjeskilleren. Dette innebærer at etasjeskilleren må bygges før det fylles tilbake mot veggen. Midlertidig avstivning kan eventuelt anordnes. Etasjeskilleren må dessuten kunne overføre kreftene til tverrgående vegger. Ved murte og støpte vegger anbefales at golvplater i underetasjen støpes før tilbakefylling. Slike vegger er ikke avhengige av støtte fra etasjeskilleren.

## Fuktbeskyttelse

### *Påkjenninger og beskyttelse*

Fuktpåkjenninger på ytterveggen må begrenses mest mulig. Det bør sørges for fall på terrenget slik at overflatevann ikke renner inn til veggen. Vann fra taknedløp må ledes vekk fra huset eller ned under dreneringsnivå i tette rør.

Fuktbeskyttelse bør bestå av følgende, se fig. 3:

- Vannavvisende overflatebeskyttelse på veggen
- Trykkbrytende og drenerende lag mot veggen
- Avledende system (f.eks. drenering)

### *Vannavvisende overflatebeskyttelse*

Tradisjonelt behandles ytterveggen utvendig med seimentmørtel. Anbefalt blandingsforhold og påføringsmetode for forskjellige veggtyper er vist i tabell I.

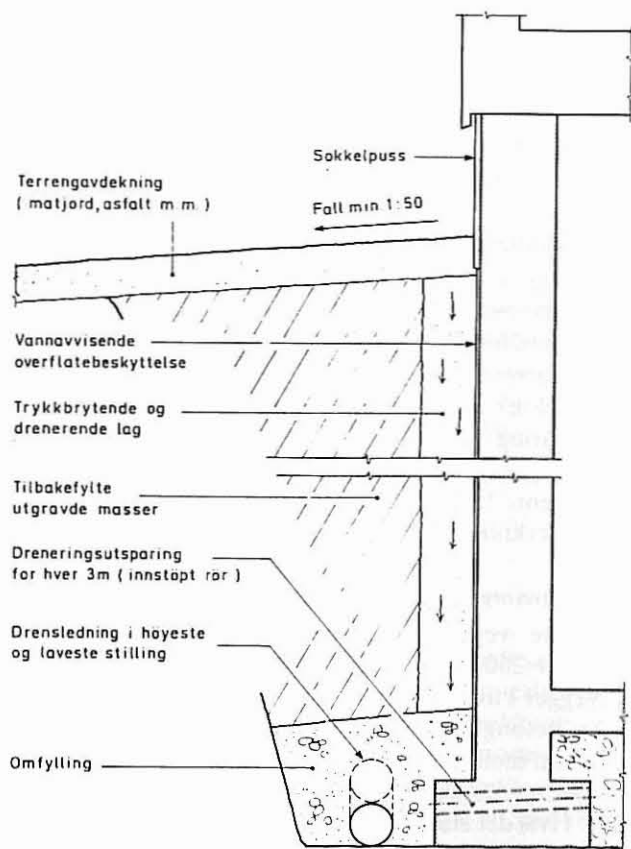


Fig. 3. Fuktbeskyttelse av yttervegg mot terreng (prinsipp).  
Fig. 3. Moisture protection of basement walls (principle).

Tabell 1. Utvendig overflatebehandling av yttervegg mot terreng med sementmørtel, blandingsforhold sement/sand angitt.  
Table 1. Coatings of cement/sand plaster for basement walls.

Overflatebehandling	Veggoverflate		
	Betong	Betong-hullblokk	Lettklinker
Utbedring av sår og skader med sementmørtel	1:3	1:3	1:3
Kostrapping med sementmørtel	—	1:3 <sup>3)</sup>	1:3 <sup>2)3)</sup>
Slemming med sementmørtel	1:1 2 ganger <sup>1)</sup>	1:3 <sup>3)</sup>	1:3 <sup>2)3)</sup>

<sup>1)</sup> Hvis det brukes grunnmursplater av plast, kan slemming av betongvegg sløyfes. Det anbefales dog 2 ganger utvendig slemming fra sålen opp til 0,5 m over innenforliggende gulv.

<sup>2)</sup> Til vegg av lettklinker kan det med fordel brukes mursement/semmentmørtel MS 50/50 (mursement:semment:sand 1:1:7).

<sup>3)</sup> Til murte vegger kan det med fordel brukes ferdigblandede spesialmørtler med vannavvisende tilsetningsmidler.

Grunnmursplater av plast med knaster eller korrugering (f.eks. Platon, Icopal) kan brukes som ekstra beskyttelse. Platene hindrer at fuktighet kommer i direkte kontakt med vegg. Bare for vegger med betongoverflate kan grunnmursplatene erstatte overflatebehandlingen i henhold til tabellens fotnote 1). Platene erstatter ikke trykkbrytende og drenerende lag, se nedenfor.

Grunnmursplater bør benyttes på elementvegger når elementfugene tettes med fugemasse.

#### Trykkbrytende og drenerende lag

Mot vegg legges et trykkbrytende og drenerende lag. Vanlige typer er:

- Drenerende masser  
Det brukes masser som grov sand, grus, singel, pukk eller stein. Består byggegrunnen av siltige eller bløte jordarter slik at det er fare for gjen-slamming, brukes grov sand eller grus. Ellers kan det brukes grovere masser (bedre vanntransport). Lagtykkelsen bør være minst 200 mm, men i praksis bestemmes dette av utgravingen.

- Steinull (Rockwool grunnmurplate)  
Det brukes steinullplater med densitet 100 kg/m<sup>3</sup>. Ved leire, leirholdig silt eller bløte jordarter brukes to lag à 30 mm med forskjøvne skjøter. Ellers kan det brukes et lag på 50 mm.

- Drensplater av lettklinkerbetong (Leca drensplate)  
Det produseres spesielle drensplater av lettklinkerbetong som tørrstables mot muren slik at det oppstår 20-30 mm spalter mot vegg.

Andre nyere typer er:

- Polystyrenplater (Jackopor grunnmurplate, Beolit drensplate)  
Polystyrenplater med densitet ca. 12 kg/m<sup>3</sup>, tykkelse fra 50 mm, med filterduk på utvendig side.

#### Avledende system

- Drensledning til kum  
Som avledersystem brukes vanligvis en drensledning som legges i omfylling av drenerende masser og føres til en drenskum.

Det kan brukes drens-rør av plast med slisser, betongrør med eller uten løse muffe over skjøtene eller drens-rør av tegl.

Avstanden fra betonggulvets overkant og ned til drensledningens vanninntaksnivå må ingen steder være mindre enn 200 mm. Omfyllingsmassene bør inneholde minst mulig finstoffer som kan trenge inn gjennom drens-rørens slisser. Bare 15% av partiklene i omfyllingsmassen bør være mindre enn 2 mm. Pukk er et velegnet omfyllingsmateriale. Det fylles opp til minst 150 mm over drens-rørene. Ved siltig eller bløt grunn kan om-

fyllingen gjenslammes. I slike tilfeller bør det brukes en fiberduk rundt omfyllingsmassene.

#### Avledning ved sprengsteinsfylling

Ved bygging av hus med sokkeletasje på sprengsteinsfylling i skrått terreng kan vann fra bakveggen drengslag ledes ned i sprengsteinsfyllingen under gulv og ut i terreng. En slik sprengsteinsfylling vil normalt også ha kapasitet til å ta i mot takvannet. Takvannsnedløpene bør da føres i tette rør ned i fyllingen under gulvnivå.

### Varmeisolering

#### Byggeforskriftenes krav

Yttervegger i småhus skal ha en k-verdi på høyst 0,25 W/m<sup>2</sup>K, alternativt 0,35 W/m<sup>2</sup>K, avhengig av om veggen har vindu med tre eller to glass.

Med små hus forstås frittliggende enebolig og tomannsboliger samt kjedehus med høyst 2 boliger i hvert hus. Yttervegger i rekkehus skal ha en k-verdi på høyest 0,45 W/m<sup>2</sup>K som middelverdi for vegg, vinduer og kuldebroer. For yttervegg i kjellerrom er kravet 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Beregnet k-verdi kan avrundes til nærmeste 0,05. For vegger mot terreng kan grunnens varmemotstand medtas etter beregningsreglene i NS 3031: Beregning av bygnings energi- og effektbehov til oppvarming.

#### Isoleringsprinsipper

De fleste av de veggtyper som vanligvis benyttes som vegger mot terreng må tilleggisoleres, spesielt for å klare kravet til boligrom.

Den vanligste form for tilleggisolering er innvendig isolering med mineralull i bindingsverk. Når det er behov for mer enn 100 mm isolasjon, kan det bygges opp et frittstående bindingsverk i 73 mm tykkelse plassert et stykke fra veggen. Det plasseres ubрутt isolasjon mellom bindingsverk og vegg, samt isolasjon i selve bindingsverket slik at summen av disse isolasjonslagene gir ønsket tykkelse.

En ny isolasjonsmetode er plater av ekstrudert polystyren (f.eks. Styrofoam) på veggens utside. Platene kan settes i forskaling, klebes eller festes mekanisk til veggen. Platene pusses over terreng.

Drensplater av mineralull eller ekspandert polystyren mot vegg under terreng vil også gi et bidrag til varmeisolasjonen, ca. 0,02 W/m<sup>2</sup>K på k-verdien for vegger som ligger nær kravet til boligrom.

### Tabeller over k-verdier

Tabellene II a, b og c angir k-verdier for noen typiske yttervegger mot terreng, beregnet etter NS 3031. Verdiene gjelder som gjennomsnitt for en 2,5 m høy veggbetong.

Tabell II a. Vegg av betong, k-verdier, W/m<sup>2</sup>K.  
Table II a. Concrete wall, U-values, W/m<sup>2</sup>K.

Vegg-konstruksjon	Gulvets-avstand under terreng	Grunnforhold		Fjell
		Ren leire, drenert sand eller grus	Morene, silt, udrenert sand eller grus	
200 mm betong <sup>1)</sup>	0	3,47	3,47	3,47
	1 m	2,44	2,57	2,73
	2 m	1,22	1,14	1,67
Som <sup>1)</sup> med	0	0,74	0,74	0,74
50 mm isolert bindingsverk	1 m	0,63	0,66	0,68
	2 m	0,46	0,51	0,57
Som <sup>1)</sup> med	0	0,42	0,42	0,42
100 mm isolert bindingsverk	1 m	0,38	0,39	0,40
	2 m	0,31	0,33	0,36
Som <sup>1)</sup> med	0	0,30	0,30	0,30
150 mm isolert bindingsverk	1 m	0,28	0,28	0,29
	2 m	0,24	0,25	0,27
Som <sup>1)</sup> med	0	0,44	0,44	0,44
80 mm Multielement	1 m	0,39	0,41	0,42
	2 m	0,32	0,34	0,37
Som <sup>1)</sup> med	0	0,33	0,33	0,33
100 mm Multielement	1 m	0,30	0,31	0,32
	2 m	0,27	0,28	0,29
Som <sup>1)</sup> med	0	0,82	0,82	0,82
30 mm ekstrudert polystyren utvendig	1 m	0,69	0,73	0,76
	2 m	0,49	0,56	0,64

Tabell II b. Vegg av betonghullblokk, k-verdier, W/m<sup>2</sup>K.  
Table II b. Concrete masonry wall, U-values, W/m<sup>2</sup>K.

Vegg-konstruksjon	Gulvets-avstand under terreng	Grunnforhold		Fjell
		Ren leire, drenert sand eller grus	Morene, silt, udrenert sand eller grus	
250 mm betong-hullblokk <sup>1)</sup>	0	1,56	1,56	1,56
	1 m	1,21	1,28	1,35
	2 m	0,74	0,86	1,00
Som <sup>1)</sup> med	0	0,59	0,59	0,59
50 mm isolert bindingsverk	1 m	0,51	0,53	0,55
	2 m	0,39	0,43	0,48
Som <sup>1)</sup> med	0	0,37	0,37	0,37
75 mm isolert bindingsverk	1 m	0,34	0,35	0,35
	2 m	0,28	0,30	0,32
Som <sup>1)</sup> med	0	0,27	0,27	0,27
100 mm isolert bindingsverk	1 m	0,25	0,26	0,26
	2 m	0,22	0,23	0,24
Som <sup>1)</sup> med	0	0,63	0,63	0,63
30 mm ekstrudert polystyren utvendig	1 m	0,55	0,58	0,60
	2 m	0,42	0,47	0,53

Tabell II c. Vegg av lettklinkerblokk, k-verdier,  $W/m^2K$ .  
 Table II c. Light weight concrete masonry (expanded clay aggregate), U-values,  $W/m^2K$ .

Vegg-konstruksjon	Gulvets-avstand under terreng	Grunnforhold		
		Ren leire, drenert sand eller grus	Morene, silt, udrenert sand eller grus	Fjell
250 mm	0	1,80	1,80	1,80
lettklinkerblokk <sup>1)</sup>	1 m	0,69	0,70	0,73
	2 m	0,48	0,54	0,61
Som <sup>1)</sup> med	0	0,42	0,42	0,42
50 mm isolert	1 m	0,38	0,39	0,40
bindingsverk	2 m	0,31	0,33	0,36
Som <sup>1)</sup> med	0	0,29	0,29	0,29
100 mm isolert	1 m	0,27	0,27	0,28
bindingsverk	2 m	0,23	0,24	0,26
Som <sup>1)</sup> med	0	0,40	0,40	0,40
40 mm ekstrudert polystyren	1 m	0,37	0,38	0,39
utvendig	2 m	0,30	0,33	0,36
Isoblokk	0	0,25	0,25	0,25
	1 m	0,23	0,24	0,24
	2 m	0,20	0,21	0,23

## GULV PÅ GRUNNEN

### Prinsipper

Figur 4 viser gulv på grunnen i forskjellige nivåer i forhold til terreng.

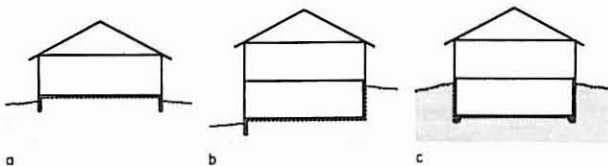


Fig. 4. Gulv på grunnen  
 a. over terrengnivå  
 b. delvis over terrengnivå  
 c. helt under terrengnivå

Fig. 4. Slab on ground  
 a. above surface  
 b. partly above surface  
 c. below surface

Gulv/ringmur må oppfylle krav til:

- Styrke og stivhet
- Beskyttelse mot fukt
- Varmeisolering
- Frostsikring ved telefarlig grunn

## Konstruksjonstyper

### Ringmur

Vanligste utførelse er støpt ringmur, tykkelse 150-200 mm, isolert på innsiden med ekspandert polystyren, eller ringmur av lettklinkerblokk, eventuelt ekstra isolert på innsiden med polystyren. Se fig. 5 a og b.

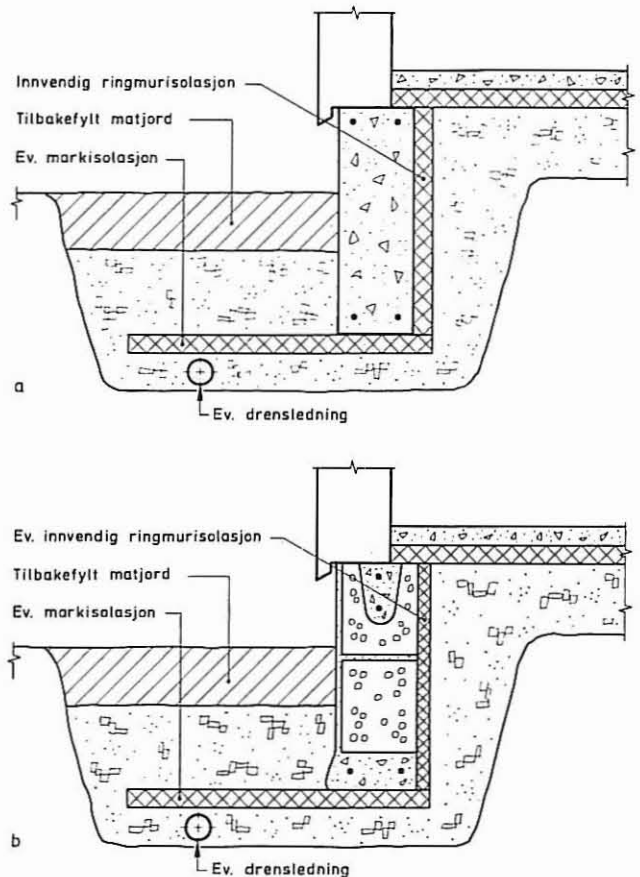


Fig. 5. Ringmur betong  
 a. Med innvendig isolering  
 b. Murt av lettklinkerblokk, evt. med ekstra innvendig isolering, på støpt betongsåle

Fig. 5. Foundation wall  
 a. Concrete  
 b. Light weight masonry

Nye ringmurtypen er støpt ringmur utvendig isolert med polystyrenplater, ferdig pusset på utsiden (Siroc grund) og ringmurelement av en ekstrudert polystyrenkasse, ferdig pusset på utsiden (Styrofoam sokkel-element). Sistnevnte settes på avrettet underlag og fylles med betong. Se fig. 6 a og b.

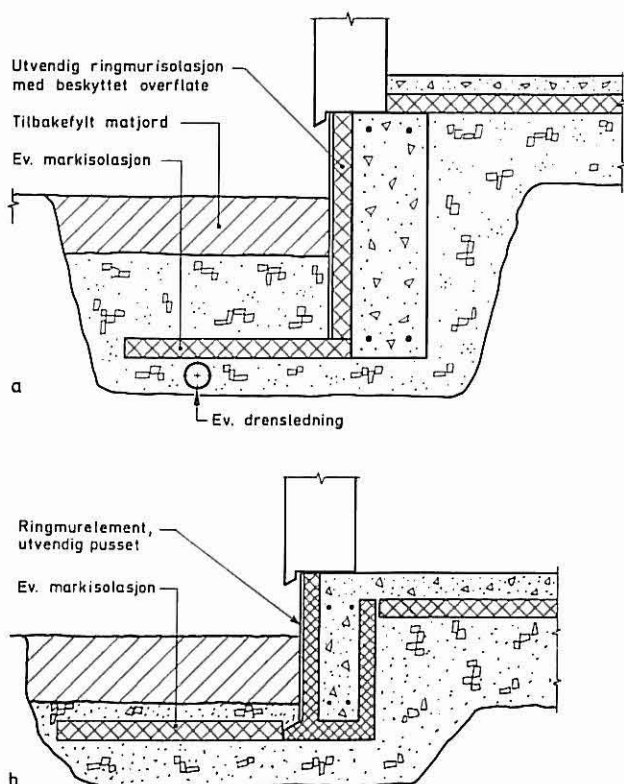


Fig. 6. Støpt ringmur

- a. Prefabrikkert polystyrenplate som er pusset utvendig.  
 b. Prefabrikkert polystyrenkasse som er ferdig pusset på ut-  
 siden.

Fig. 6. Concrete foundation wall

- a. Prefabricated polystyrene panel (outside plaster coating)  
 b. Prefabricated polystyrene box (outside plaster coating)

### Gulv

Vanligste type er betonggulv med underliggende isolasjon under betonggulv kan bestå av såkalte støpe-mineralull og løst lettklinker. Gulvbelegget legges på betongen. Det brukes også betonggulv med overliggende isolasjon. Eksempler på dette er tilfarergulv med mellomliggende mineralullisolasjon, med bærende sponplater og gulvbelegg, eller parkett/bordgulv. På betong legges også flytende gulv av polystyrenplater med overliggende spon- eller trefiberplater og gulvbelegg.

### Styrke og stivhet

#### Påkjenninger

Ringmuren må overføre belastninger fra huset til grunnmur. Gulvet må tåle belastninger fra møbler m.v.

#### Ringmuren

Støpt ringmur bør armeres i topp og bunn med to 10-12 mm kamstål. Murt ringmur bør stå på såle som armeres med to 10-12 mm kamstål, og øverste skift bør være et armert U-blokkskift med tilsvarende armering.

Ringmur med tykkelse 0,2 m eller mer må bare unntaksvis ha spesiell såle med større bredde. På meget faste masser er det i mange tilfeller tilstrekkelig med 0,15 m tykk ringmur.

Eventuell markisolasjon under ringmur bør være polystyrenisolasjon, med densitet minst  $30 \text{ kg/m}^3$ , helst ekstrudert polystyren, men ekspandert polystyren kan også brukes. Mineralullisolasjon bør ikke brukes under ringmur.

### Gulvet

Vanligvis støpes betonggulv i tykkelse 50-80 mm med armeringsnett K 131. Det brukes også uarmert gulv i samme tykkelser med betongkvalitet C 10 der gulvplaten kan ligge fritt uten fastholdingskrefter av betydning. Mindre svinnsprekker sparkles igjen før gulvbelegget legges.

Polystyrenisolasjon under betonggulv kan ha densitet  $20 \text{ kg/m}^3$ . Polystyren under gulv av trefiber- og sponplater bør ha densitet  $30 \text{ kg/m}^3$ . Mineralullisolasjon under betonggulv kan bestå av såkalte stopeplater eller andre plater av tilsvarende styrke.

### Fuktbeskyttelse

#### Påkjenninger

Gulvkonstruksjonen er utsatt for fukt i form av:

- Overflatevann
- Fukt i grunnen
- Byggfukt

#### Beskyttelse mot overflatevann

Overflatevann bør ledes vekk fra ringmur ved at terrenget planeres med fall fra huset. Takvann bør ledes vekk fra huset eller ned under dreneringsnivå i tette rør.

#### Beskyttelse mot fukt i grunnen

Gulvkonstruksjonen må avgrensnes mot grunnen med følgende lag, regnet nedenfra:

- Et drenerende lag som kan lede vekk fritt vann
- Et kapillærbrytende lag som forhindrer oppsuging til gulvkonstruksjonens fuktfølsomme deler
- Et diffusjonsbrytende lag som hindrer vannedamptransport til gulvets fuktfølsomme deler.

#### Drenerende lag

Som drenerende lag brukes minst 100 mm drenerende masser som grov sand, grus, pukk eller sprengstein.

For gulv under terrengnivå må dette laget stå i god ledende kontakt med det avledende systemet, se avsnittet om yttervegg mot terreng. Det anbefales grove masser som f.eks. pukk, eventuelt med fiberduk som separasjonslag mot grunnen der dette er nødvendig.

For gulv som i sin helhet ligger over terrengnivå er

det som regel ikke behov for spesielt avledende system for grunnfukten. På områder med ekstremt høy grunnvannstand, for eksempel tidvis i terrengnivå, bør det foretas en områdedrenering eller andre tiltak for å holde grunnvannstanden nede på et fornuftig nivå, av hensyn til beplantning etc.

#### Kapillærbrytende lag

Følgende lag kan brukes som kapillærbrytende lag:

- 150 mm pukk (samtidig drenerende lag)
- Lag av sprengstein (samtidig drenerende lag)
- Isolasjonslag av polystyren og mineralull (100 kg/m<sup>3</sup>).
- Isolasjonslag av løs lettklinker
- Plastfolie

Løs lettklinker kan være tvilsom som kapillærbrytende lag hvis det er mye støv og finstoffer i massen.

Hull og rifter i plastfolien innvirker sterkt på dens kapillærbrytende evne. Sikrest er pukk, sprengstein eller isolasjonslag av mineralull/polystyren.

#### Diffusjonsbrytende lag

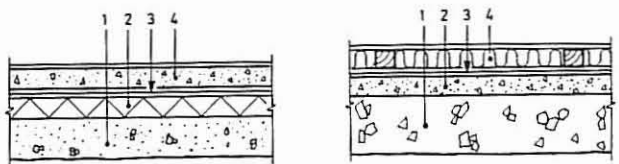
Følgende lag kan brukes som diffusjonsbrytende lag:

- Plastfolie
- Isolasjonslag av polystyren og mineralull
- Diffusjonsbrytende påsmøring (priming) på betongoverflater

Enkelte små hull i plastfolien har liten innvirkning på dens evne som diffusjonsbrytende lag.

Isolasjonslag virker bare som diffusjonsbrytende lag ved nedadrettet varmemestrøm av en viss størrelse. Dette er som regel oppfylt ved gulv over terrengnivå når husbredden er mindre enn ca. 10 m (boligrom). Diffusjonsbrytende påsmøring på betonggulv er bare tilstrekkelig tett så lenge fuktigheten i betongen ligger under en viss grense (ca. 5 vektprosent).

Sikrest er plastfolien som diffusjonsbrytende lag.



1. Drenerende lag av grov sand, grus
2. Kapillærbrytende lag av polystyren eller mineralull
3. Diffusjonsbrytende lag av plastfolie (0,2 mm)
4. Betong med gulvbelegg

1. Drenerende og kapillærbrytende lag av pukk (minst) 150 mm
2. Betong
3. Diffusjonsbrytende lag av plastfolie (0,2 mm)
4. Tilfarere med isolasjon, gulvplater og gulvbelegg

Fig. 7. Eksempler på gulv med beskyttelse mot fukt i grunnen.

Fig. 7. Slabs on ground, moisture protection.

#### Byggfukt

Gulv av betong må få en tilstrekkelig uttørking før gulvbelegg legges. Særlig viktig er dette ved bruk av tette gulvbelegg, og spesielt når disse inneholder organiske materialer (f.eks. jutefiltbaksider, plastbelagt kork m.v.).

Fuktinnholdet i betonggulvet bør kontrolleres ved målinger før belegget legges.

For høy fuktighet kan føre til skader på gulvbelegg, limsjikt, gulvsparkelmasser og andre fuktfølsomme materialer.

#### Varmeisolering og frostsikring

##### Byggforskriftenes krav

Gulv på grunnen skal ha en k-verdi på maksimalt 0,30 W/m<sup>2</sup>K. Kravet gjelder både for et 1 m bredt randfelt langs yttervegger og som gjennomsnitt for hele gulvet. Med gjeldende avgrundingsregler (beregnet k-verdi avrundes til nærmeste 0,05 W/m<sup>2</sup>K), vil gulv med beregnet k-verdi opp til 0,324 W/m<sup>2</sup>K tilfredsstillende kravet. For gulv på grunnen kan grunnens varmemotstand medtas etter beregningsreglene i NS 3031. For gulv som ligger mellom 0,5 m over og 0,5 m under terrengnivå, kan også varmemotstanden for eventuell ringmurisolasjon under gulvnivå medtas ved beregning av k-verdien for gulvets 1 m brede randfelt langs yttervegger.

##### Isoleringsprinsipper

Ved gulv på grunnen trenger ikke frosten særlig dypt ned ved ringmuren når bygningen er oppvarmet. Selv om gulvet er isolert, vil det være en viss varmeavgivelse til grunnen som begrenser frostnedtrengningen.

Gulvkonstruksjoner på grunnen isoleres for å oppnå følgende:

- Akseptable gulvtemperaturer
- Frostsikring ved uheldig grunn
- k-verdier som tilfredsstiller forskriftenes krav.

##### Akseptable gulvtemperaturer

Gulvisolasjon for å oppnå tilfredsstillende gulvtemperaturer er avhengig av byggestedets vinterklima, uttrykt ved maksimal frostmengde (F<sub>100</sub>), se (5).

Anbefalte isolasjonstykkelser fremgår av tabell III. Tabellen gjelder for et 1 m bredt randfelt langs yttervegg. I småhus er det mest hensiktsmessig å bruke samme isolasjonstykkelse i hele gulvet.



Tabell III. Anbefalt tykkelse (mm) for gulvisolasjon (varmekomfort).

Table III. Recommended thickness (mm) of floor insulation (comfort).

Grunnforhold etter NS 3031	Isolasjon	Maksimal frostmengde h °C (F <sub>100</sub> )												
		5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	
II	Ren leire, sand og grus	Ekspandert polystyren, min.ull	40	40	40	40	40	50	50	60	60	70	70	70
		Stabilisert lettklinker	150	150	150	150	150	150	160	175	190	205	220	235
I	Morene, silt, udrenert sand og grus	Ekspandert polystyren min.ull	40	40	40	50	50	60	60	70	70	80	80	80
		Stabilisert lettklinker	150	150	160	175	190	205	220	235	250	265		
III	Fjell	Ekspandert polystyren, min.ull	50	50	50	60	60	70	80	80	90	100	100	110
		Stabilisert lettklinker	150	150	150	170	200	220	240	260	280	300	320	340

For sprengsteinslag med tykkelse på 0.3 m eller mer på fjell bør isolasjonstykkelsen kunne reduseres med 10 mm (polystyren, mineralull) i forhold til III Fjell.

Det bør regnes at alle jordmasser er telefarlige, hvis ikke annet påvises ved prøving (kornfordelingsanalyser). Maksimal frostmengde (F<sub>100</sub>) er gitt i Frost i jord nr. 17 og (5).

#### Nødvendig ringmuriisolasjon

Ringmuriisolasjonens tykkelse for å oppnå frostsikring er avhengig av stedets frostmengde (F<sub>100</sub>) og ringmurens sokkelhøyde (gulvets høyde over ferdig terreng).

Anbefalte isolasjonstykkelser (mm) for ekspandert polystyren og mineralull fremgår av tabell IV. Ringmur av lettklinkerblokk kan regnes tilsvarende 40 mm polystyren eller mineralull.

Hvis gulvets høyde over terreng er mer enn 600 mm bør ringmuren frostsikres etter retningslinjer for uoppvarmet bygning. Se avsnitt om uoppvarmede bygninger.

Tabell IV. Anbefalte isolasjonstykkelser for ringmur.

Table IV. Recommended thickness of foundation wall insulation.

Maksimal frostmengde h °C	Golvets høydeover terreng, mm		
	300 eller mindre	450	600
30000 eller mindre	40	60	80
40000	50	75	100
50000	60	90	120
60000	70	105	140

#### Fundamentdybde/markisolering ved telefarlig grunn

Det bør regnes at alle jordmasser er telefarlige, hvis ikke annet påvises ved prøving (kornfordelingsanalyser).

Fundamentdybden og behov for markisolasjon er avhengig av frostmengden (F<sub>100</sub>). På figur 8 er mark-

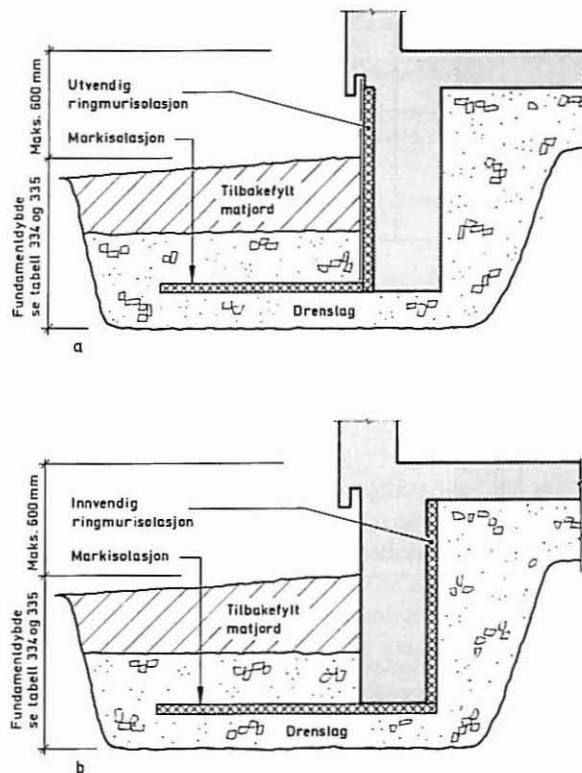


Fig. 8. Telesikring med horisontal markisolasjon utenfor ringmuren

- a. Utvendig isolert ringmur
- b. Innvendig isolert ringmur

Fig. 8. Frost protection with horisontal perimeter insulation  
a. outside insulated foundation wall  
b. inside insulated foundation wall

Maksimal frostmengde, h °C	Ringmur		
	Betong utvendig isolert	Betong innvendig isolert Lettklinkerblokker tykkelse 250 mm	Nødv. markisolasjon ved hjørner og kalde rom: tykkelse x B x L (mm)
35000	0,40	0,50	50 x 500 x 1000 (polystyren)
40000	0,50	0,60	
45000	0,60	0,70	
50000	0,70	0,85	50 x 500 x 1500 (polystyren)
55000	0,85	1,05	
60000	1,00	1,20	

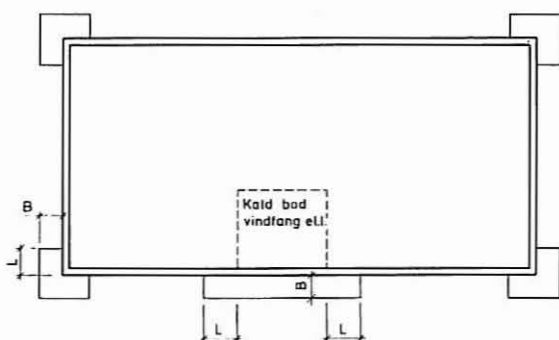


Fig. 9. Fundamentdybde  
Fig. 9. Foundation depth

Maksimal frostmengde h °C	Markisolasjon	(polystyren)
	Ved hjørner: tykkelse, bredde og lengde (T x B x L) i mm	Langs langvegg: tykkelse og bredde (T x B) i mm
35000	50 x 500 x 1000	50 x 250
40000	50 x 750 x 1000	50 x 250
45000	50 x 750 x 1500	50 x 250
50000	80 x 750 x 1500	50 x 500
55000	80 x 1000 x 1500	80 x 500, 50 x 750
60000	80 x 1000 x 2000	80 x 750

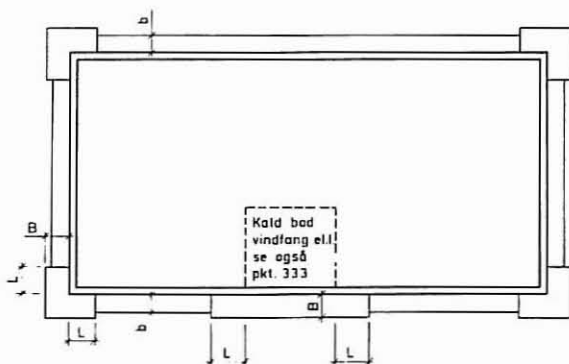


Fig. 10. Markisolasjon ved fundamentdybde 0,4 m.  
Fig. 10. Horizontal perimeter insulation for foundation depth 0,4 m.

isoleringens plassering vist ved innvendig (gjelder også murt ringmur) og utvendig isolert ringmur. Eventuelt drensag (100 mm) under ringmuren kan medregnes i fundamentdyben.

Ved frostmengder inntil 30000 h °C kan ringmur for oppvarmede hus fundamenteres på 0,4 m (regnet fra ferdig terreng) uten markisolasjon.

Ved større frostmengder er det behov for markisolasjon som angitt i figurene 9 og 10. Tykkelsen (T) i tabellene er basert på ekspandert polystyren (densitet 30 kg/m<sup>3</sup>). For ekstrudert polystyren kan tykkelsene i tabellen multipliseres med 0,8 for mineralull med 1,4. Mineralull må legges på drenert underlag, og må ikke legges under ringmur eller fundament. Ved uoppvarmede rom i husets hjørner, eller ved større uoppvarmede rom bør ringmuren frostsikres etter retningslinjer for *uoppvarmede bygninger*, se eget avsnitt.

Det samme gjelder gulvkonstruksjon der huset ikke er bygget eller oppvarmet før frostsезongen starter.

#### Kontroll av forskriftenes k-verdi-krav

Gulvkonstruksjonen bør dimensjoneres med hensyn til gulvisolasjon og frostsikring etter retningslinjene foran før det foretas kontroll av konstruksjonens k-verdi, beregnet etter NS 3031. I mildere strøk vil det da oftest være behov for å øke isolasjonstykkelsen for å tilfredsstille kravet.

I prinsippet kan gulvisolasjonen, ringmurisolasjonen eller begge økes.

Økning av ringmurisolasjonen vil gi lavest samlet isolasjonsmengde, og vil derfor være rimeligere. Dette er også gunstigst når det er behov for frostsikring på telefarlig grunn.

Ringmurisolasjonen bør derfor økes så langt det er praktisk mulig før gulvisolasjon økes.

Tabell V gir sammenhengen mellom gulvisolasjon og ringmurisolasjon for å oppnå k-verdi 0,3 W/m<sup>2</sup>K ved forskjellige grunnforhold (I, II, III etter NS 3031).

Tabellen gjelder gulv fra 0,5 m under til 0,5 m over terrengnivå i henhold til NS 3031. Ringmurehøyden er ekspandert polystyren eller mineralull. Murt ringmur av lettklinkerblokk kan regnes tilsvarende 40 mm polystyren eller mineralull.

For ringmurisolasjon av ekstrudert polystyren kan tykkelsene i tabellen multipliseres med 0,8.

For sprengsteinsfylling på 0,3 m og mer på fjell bør gulvets isolasjonstykkelse kunne reduseres med 10 mm i forhold til III Fjell. (Ringmurisolasjon i henhold til den større tykkelsen beholdes.)

På telefarlig grunn må det ikke velges tynnere ringmurisolasjon enn angitt i tabell IV selv om tynnere isolasjon tilfredsstiller k-verdi-kravet.

Det bør heller ikke benyttes tynnere gulvisolasjon enn angitt i tabell III.

For gulv som ligger fra 0,5 til 2 m under terreng vil isolasjonstykkelse i henhold til tabell IV, tilfredsstille k-verdi-kravet når isolasjonen består av ekspandert polystyren eller mineralull:

Tabell V. Kombinasjon av ringmurisolasjon og gulvisolasjon som gir  $k = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Table V. Combinations of foundation wall insulation and floor insulation (mm) for  $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Grunnforhold (NS 3031)	Gulvisolasjon (mm)	Ringmurisolasjon (mm)						
		Ringmurehøyde (m)						
		0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
II	40	–	110	83	66	55	47	41
	50	–	77	77	47	x	x	x
	60		42	x	x	x	x	x
I	40			115	92	76	66	57
	50		120	90	72	60	51	45
	60		86	65	52	43	x	x
	70		53	40	x	x	x	x
III	50	–	–	110	88	73	66	55
	60	–	113	85	68	57	48	43
	70	120	80	60	48	40	u	u
	80	70	47	35	u	u	u	u

x betyr: Bør være 40 mm av hensyn til frostsikring  
 – betyr: Mer enn 120 mm  
 u betyr: Unødvendig å isolere hele ringmuren

Tabell VI. Anbefalt isolasjonstykkelse (mm), kjellergulv.  
 Table VI. Recommended insulation thickness (mm) for basement slabs.

Jordart iflg. NS 3031	II	I	III
Gulvisolasjon, mm	20	40	60

### Uoppvarmede bygninger/vinterbygging

I en del tilfeller må frostsikring av gulvkonstruksjonen baseres på jordvarme alene fordi det ikke kan regnes med varmetilskudd fra bygningen.

Jordvarme er den varmen som magasineres i grunnen i sommerhalvåret. Varmeisolasjon vil begrense utstrømming av jordvarme slik at frosten ikke trenger ned i den telefarlige undergrunnen. Isolasjonen legges vanligvis på et lag av drenerende masser. Dette laget kan fryse uten at telehiv oppstår. Ved tykkere drenerende lag trengs mindre varmeisolasjon. Prinsippet er vist på fig. 11.

Ved større frostmengder kan det være nødvendig å øke gulv- og ringmurisolasjon i forhold til det som kreves når huset tas i bruk. En slik økning er likevel å foretrekke fremfor ekstra vinterisolasjon på gulvkonstruksjonens overside.

Frostsikringen kan utføres med varmeisolasjon, en kombinasjon av varmeisolasjon og *underliggende* lag av drenerende masser som ikke er telefarlige, eller med drenerende masser alene (masseutskifting). Under gulv må det alltid være et lag av drenerende masser på minst 100 mm. Tabell VII angir nødvendig frostsikring, avhengig av dimensjonerende frostmengde og stedets årsmiddeltemperatur. Isolasjonen

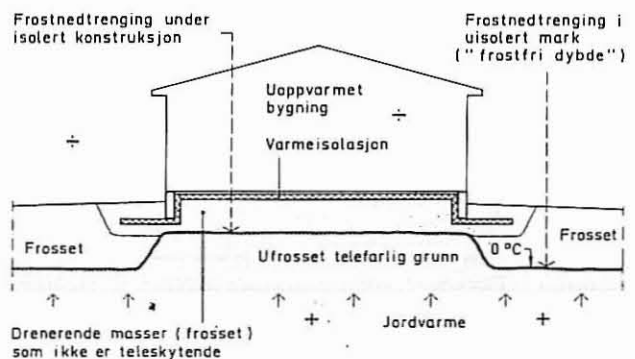


Fig. 11. Frostnedtrengning ved isolert fundamentering for uoppvarmet bygning.

Fig. 11. Insulated foundation of unheated building. Frost penetration.

er ekspandert polystyren (densitet  $30 \text{ kg/m}^3$ ). Tykkelse av ekstrudert polystyren fåes ved å multiplisere med 0,8, mineralull med 1,4.

Tabellen kan brukes både for gulv-, ringmur- og markisolasjon. I figur 12 er samhoørende tykkelser av isolasjon og lag av drenerende masser vist som  $t_m$  og  $Z_m$ ,  $t_g$  og  $Z_g$ .

Tabell VII. Telesikring med ekspandert polystyren og underliggende drenerende masser.

Table VII. Frost protection with polystyren (mm) and underlying layer of not susceptible materials.

Dimensjonerende frostmengde h °C	Årsmiddeltemperatur °C	Nødvendig lag, angitt i m av drenerende masser under varmeisolasjon av ekspandert polystyren i følgende tykkelser (angitt i mm):								
		0	40	50	60	80	100	120	150	
3000 og mindre	1	0,6	0							
	3	0,5	0							
	5	0,4	0							
	7	0,4	0							
5000	1	0,8	0							
	3	0,7	0							
	5	0,6	0							
	7	0,5	0							
10000	1	1,2	0,1	0						
	3	1,1	0							
	5	0,9	0							
	7	0,8	0							
20000	1	1,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1	0		
	3	1,6	0,4	0,3	0,2	0				
	5	1,4	0,3	0,2	0,1	0				
	7	1,3	0,2	0,1	0					
30000	1	2,3	1,2	1,1	0,9	0,7	0,4	0,3	0,1	
	3	1,9	0,8	0,7	0,6	0,3	0,1	0		
	5	1,8	0,7	0,6	0,4	0,2	0			
	7	1,7	0,6	0,5	0,3	0,1	0			
40000	1	2,6	1,5	1,3	1,2	0,9	0,7	0,5	0,4	
	3	2,2	1,2	1,0	0,9	0,6	0,4	0,3	0,1	
	5	2,1	1,1	0,9	0,8	0,5	0,3	0,2	0	
50000	1	2,8	1,7	1,5	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	
	3	2,6	1,5	1,3	1,2	0,9	0,7	0,5	0,4	

Eksempel: For frostmengde 30000 h °C og årsmiddeltemperatur 5 °C oppnås telesikring med f.eks.:

- 1,8 m drenerende masser
- 60 mm polystyren og 0,4 m drenerende masser
- 100 mm polystyren

Under gulv må det være et lag av drenerende masser, tykkelse minst 0,1 m.

Under gulv som har rullende belastning, må det være et tilstrekkelig bærelag.

Maksimal frostmengde h °C	10000	20000	30000	40000	50000	60000
Nødvendig isolasjonsbredde utenfor ringmur b i meter	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,50

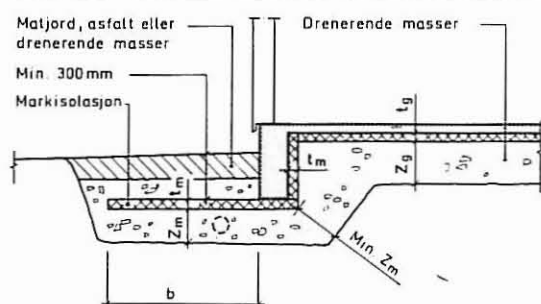


Fig. 12. Nødvendig isolasjonsbredde (b) utenfor ringmur.  
Fig. 12. Recommended length (b) of insulation outside foundation wall.

## KRYPEROMSFUNDAMENTERING

### Prinsipper

Det vanligste er konstruksjon med ringmur og kryperom som ventileres med uteluft, se fig. 13.

Kryperomsfundamenteringen må tilfredsstille krav til:

- Styrke og stivhet (ringmuren)
- Fuktsikring
- Varmeisolasjon (bjelkelaget)
- Frostsikring (ringmuren)

### Styrke og stivhet

Ringmuren må overføre belastningen fra bygningen til grunnen.

Støpt ringmur bør armeres i topp og bunn med to 10-12 mm kamstål. Murt ringmur bør stå på såle som

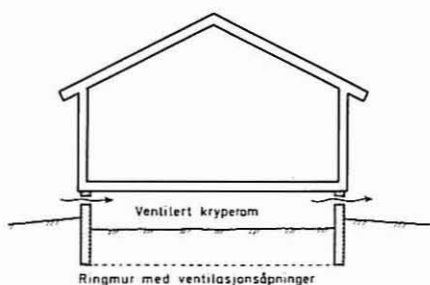


Fig. 13. Ringmur og kryperom som ventileres med uteluft.  
Fig. 13. Foundation walls and ventilated crawl space.

armes med to 10-12 mm kamstål, og øverste skift bør være armert U-blokkskift med tilsvarende armering.

Ringmur med tykkelse 0,2 m eller mer må bare unntaksvis ha spesiell såle med større bredde. På meget faste masser er det i mange tilfeller tilstrekkelig med 0,15 m tykk ringmur.

Eventuell markisolasjon under ringmur bør være polystyrenisolasjon (densitet romvekt  $30 \text{ kg/m}^3$ ) helst ekstrudert polystyren, men ekspandert polystyren kan også brukes. Mineralullisolasjon bør ikke brukes under ringmur.

### Fuktsikring

Kryperomskonstruksjoner må frostsikres for å beskytte bjelkelaget mot fuktskader. Det er derfor viktig at luftfuktigheten i kryperommet holdes nede på et forsvarlig nivå. Dette kan gjøres ved:

- beskyttelse mot overflatevann
- beskyttelse mot fukt i grunnen
- utlufting av fuktig luft

#### Beskyttelse mot overflatevann

Overflatevann må ikke kunne renne inn i kryperommet (f.eks. gjennom for lavt plasserte ventiler) eller inn til ringmuren. Terreget planeres med fall fra huset. Takvann bør ledes vekk fra huset.

#### Beskyttelse mot fukt i grunnen

Ligger grunnen helt eller delvis under ferdig terreng, må det hindres at vann blir stående over grunnen i kryperommet, f.eks. ved drenering, se fig. 14.

Grunnen i kryperommet tildekkes med plastfolie for å hindre avdunsting. Det bør brukes 0,2 mm plastfolie med overlapp i skjøtene. Folien legges slik at det ikke samles vann på oversiden. På steder hvor det likevel kan være fare for vannansamling, kan folien perforeres slik at vann dreneres ned. Folien avsluttes ca. 0,1 m fra ringmur.

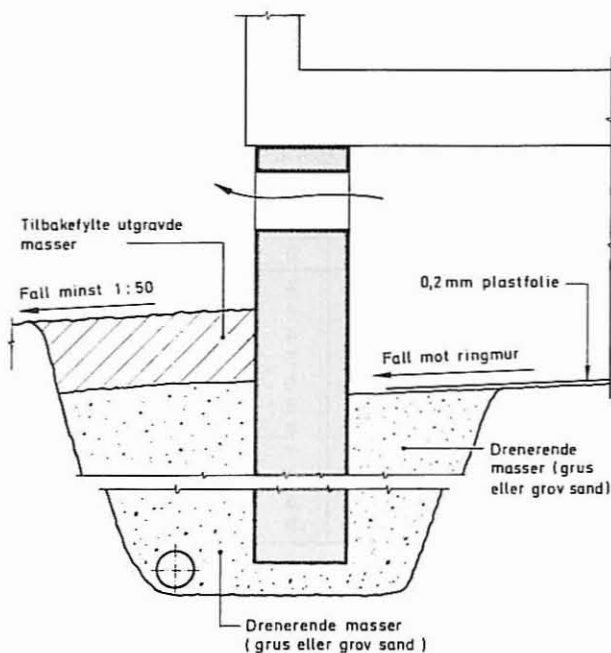


Fig. 14. Fuktbeskyttelse av kryperom med drenering, ventilasjon og plastfolie.

Fig. 14. Moisture protection of crawl space by drainage, ventilation and polyethylen ground cover.

### Ventilasjon

Tabell VIII angir anbefalt antall ventiler i kryperomets ringmur for å unngå fuktskader på trebjelkelag. Ved bjelkelag av lettbetong bør antall ventiler økes med 50%. Disse overskytende ventiler kan tettes igjen når lettbetong-bjelkelaget har fått nødvendig uttørking (2-3 år).

I tabellen brukes "vindutsatt sted" for helt frittliggende hus i åpent terreng og "ikke vindutsatt sted" for tettliggende bebyggelse. I tilstilfelle bør brukes "ikke vindutsatt sted".

Antall ventiler er gitt for to ventiltyper:

- Ventiltipe I: 0,15 x 0,15 m ventil med netting (75% effektivt areal)
- Ventiltipe II: 0,15 x 0,15 m ventil med deksel av presset plate (40% effektivt areal)

Ved bruk av ventiler over tak kan antall ventiler reduseres i henhold til tabell VIII.

Figur 15 angir eksempel på plassering av ventiler. Ventilene plasseres minst 0,15 m over terrenget utenfor, og så nær hjørner som mulig, helst nærmere enn 0,1 m.

Kryperommet må ha inspeksjonsmuligheter. Fri høyde for inspeksjon av kryperommet bør være 0,6 m. Den fri høyde skal ingen sted være mindre enn 0,3 m.

Figur 16 viser eksempel på ventilasjon over tak der konstruksjonen umuliggjør kryssluffing i kryperommet.

Tabell VIII. Nødvendig antall ventiler (type I eller type II) i ringmuren.

Table VIII. Recommended number of vents in the foundation wall.

Etasjeskillerens areal i m <sup>2</sup>	Netto ventilverrsnitt i m <sup>2</sup>	Vindutsatt sted						Ikke vindutsatt sted						
		Ventiltype I			Ventiltype II			Ventiltype I			Ventiltype II			
		Antall ventiler ført i kanal over tak			Antall ventiler ført i kanal over tak			Antall ventiler ført i kanal over tak			Antall ventiler ført i kanal over tak			
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
50	0,050	4	4	2	6	5	3	0,075	5	4	3	8	6	4
60	0,060	4	4	2	8	6	4	0,090	6	5	3	10	7	5
70	0,070	4	4	2	8	6	4	0,105	6	5	3	12	8	6
80	0,080	5	4	3	9	6	5	0,120	7	6	4	13	8	6
90	0,090	6	5	3	10	7	5	0,135	8	6	4	15	9	7
100	0,100	6	5	3	11	7	5	0,150	9	6	4	17	10	8
110	0,110	7	6	3	12	8	6	0,165	10	7	5	18	11	9
120	0,120	7	6	4	13	8	6	0,180	11	7	5	20	12	10
130	0,130	8	6	4	14	9	7	0,195	12	8	6	22	13	11
140	0,140	8	6	4	15	9	7	0,210	13	8	6	24	14	12
150	0,150	9	7	4	16	10	8	0,225	13	8	6	25	14	12

Tabellen angir nødvendig netto ventilverrsnitt og antall ventiler i ringmur. Den angir også hvor mange ventiler av de to forskjellige typene man kan klare seg med hvis man fører en evt. to ventiler i kanal over tak.

Eksempel:

Etasjeskillerens areal er 110 m<sup>2</sup> og nødvendig netto ventilverrsnitt 0,110 m<sup>2</sup> (1 ‰). Hvis man ikke har avtrekk over tak, må man ha minst 7 ventiler av type I eller 12 av type II i ringmuren (vindutsatt sted). Fører man derimot en ventil i kanal over tak, kan man klare seg med henholdsvis 6 (type I) og 8 (type II) ventiler i ringmuren.

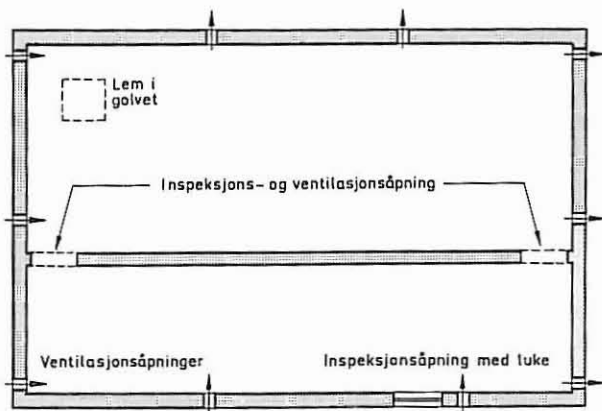


Fig. 15. Eksempel på plassering av ventilasjonsåpninger i kryperom.

Fig. 15. Distribution of vents in crawl space.

### Varmeisolering

Bjelkelag mot kryperom skal ha k-verdi på maksimalt 0,30 W/m<sup>2</sup>K. Med gjeldende avrundingsregler vil bjelkelag med k-verdi opptil 0,324 W/m<sup>2</sup>K tilfredsstille kravet. Kryperommets varmemotstand kan medregnes og settes til 0,5 m<sup>2</sup>K/W i henhold til NS 3031. Trebjelkelag med minst 150 mm mineralullisolasjon vil tilfredsstille kravet. Betongdekke med tilfarere må ha minst 125 mm mineralull.

Gulvelementer av lettklinkerbetong med tykkelse 150, 200, 250 mm må ha tilfarergulv med mineralull

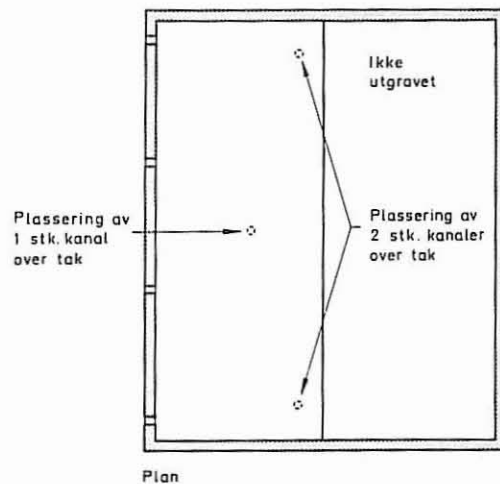
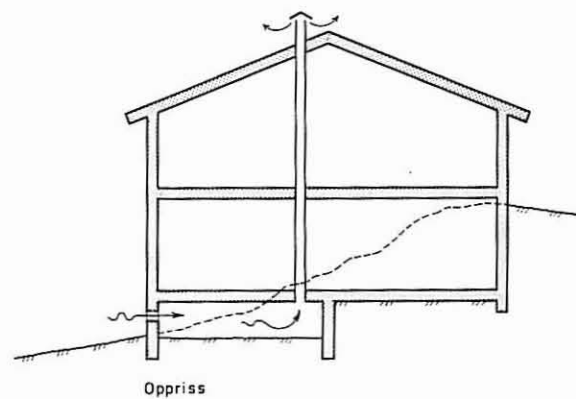


Fig. 16. Eksempel på ventilasjon over tak.

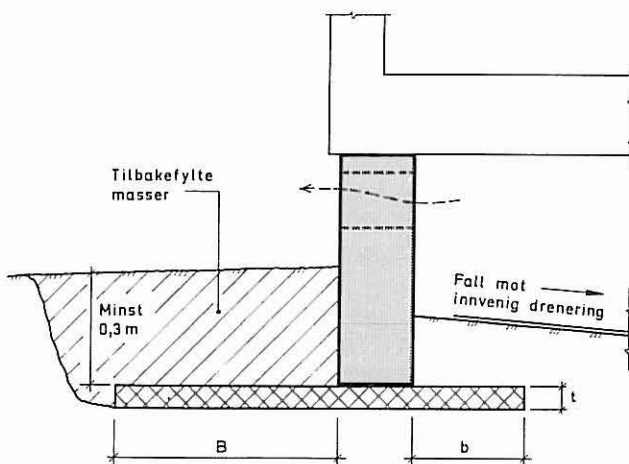
Fig. 16. Ventilation channel over the roof.

av tykkelse henholdsvis 100, 75 og 75 mm eller polystyren (flytende gulv) henholdsvis 80, 70 og 60 mm.

Gulvelementer av lettbetong med tykkelse 150, 200, 240, 300 mm ha tilfarergulv med mineralull av tykkelse henholdsvis 75, 75, 50 og 25 mm, eller polystyren (flytende gulv) henholdsvis 70, 50, 40 og 20 mm.

### Frostsikring

Temperaturen i et ventilert kryperom ligger atskillig høyere enn utelufttemperaturen i vinterhalvåret. Dette gjør at nødvendig fundamenteringsdybde for ringmur kan settes til 60-70% av frostdybden i fri-mark ved telefarlig grunn. Hvis ringmuren skal fundamenteres grunt, kan det brukes markisolasjon under ringmuren. Figur 17 er basert på ekspandert polystyren (densitet 30 kg/m<sup>3</sup>). For ekstrudert polystyren kan tabelltykkelsen multipliseres med 0,8, for mineralull med 1,4. Mineralull må legges på drenert underlag, og må ikke legges under ringmur eller fundament.



Årsmiddeltemp. $\vartheta_m$ °C	Frostmengde $F_{100}$ , t °C			
	5000	10000	20000	30000
3			80	120
5	40	40	80	100
7	40	40	60	100
B (m)	0,5	0,5	0,75	1,0
b (m)	0,5	0,5	0,5	0,75

Fig. 17. Plassering av isolasjon ved redusert fundamenteringsdybde.

Fig. 17. Insulation of shallow foundation.

## ÅPEN FUNDAMENTERING

### Prinsipper

Åpen fundamentering utføres vanligvis med pilarer eller grunnmursstriper. Det er fri luftveksling under huset.

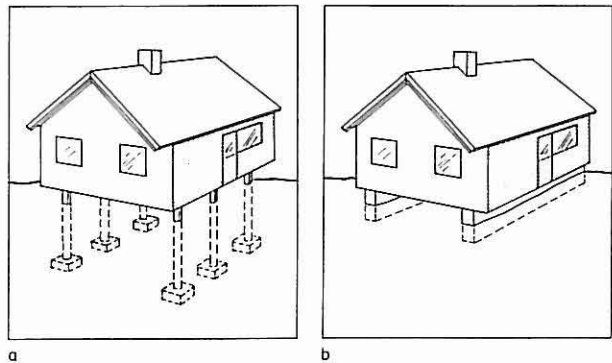


Fig. 18. Åpen fundamentering  
a. pilarer  
b. grunnmursstriper

Fig. 18. Open foundation  
a. Pillars  
b. Foundation wall stripes.

Åpen fundamentering må tilfredsstillte tekniske krav til:

- Styrke og stivhet
- Fuktsikring
- Varmeisolering
- Frostsikring

### Styrke og stivhet

Pilarer eller grunnmursstriper må overføre belastninger fra huset til grunnen.

Pilaren må om nødvendig ha såle dimensjonert etter belastning og grunnens bæreevne. På telefarlig grunn må det være såle som forankring mot telens løftekrefter, se frostsikring.

Grunnmursstriper av betong armeres i topp og bunn med to 10-12 mm kamstål. Murte striper bør stå på såle som armeres med to 10-12 mm kamstål, og øverste skift bør være armert U-blokkskift med tilsvarende armering.

Grunnmursstriper med tykkelse 0,2 m må bare unntaksvis ha spesiell såle med større bredde (hvis ikke teleforankring er nødvendig). Eventuell markisolering under grunnmursstriper eller pilarsåle bør være polystyren (densitet minst 30 kg/m<sup>3</sup>), helst ekstrudert polystyren, men ekspandert polystyren kan også brukes. Mineralullisolasjon bør ikke brukes under fundament.

### Fuktsikring

Fukt byr vanligvis ikke på problemer ved åpen fundamentering, men tomter hvor grunnvannstanden tidvis står i terrengnivå bør dreneres av hensyn til beplantning og bruk av området ellers. Hvis fri luftveksling under huset forhindres ved innkledning

(f.eks. plater eller sprekkpanel) kan resultatet i praksis bli et ventilert kryperom. For fuktsikring m.v. henvises til avsnitt om kryperom.

### Varmeisolering

Ved åpen fundamentering må trebjelkelag ha 200 mm mineralull for å klare k-verdikravet på 0,23 W/m<sup>2</sup>K. Andre bjelkelagskonstruksjoner må isoleres tilsvarende.

### Frostsikring

#### Fundamentdybde og forankring

Hvis grunnen ikke er telefarlig kan grunnmursstriper fundamenteres på 0,3 m dyp.

Ved telefarlig grunn må det fundamenteres til dybder tilsvarende frostfri dybde i fri mark.

Pilarer bør ha fundamentsåle på 1 x 1 m for å virke som forankring mot telens sidegrep i henhold til erfaringer.

Grunnmursstripe bør ha såle som stikker minst 0,2 m utenfor stripen på begge sider. Såler som skal virke som forankring må armeres sammen med pilar eller grunnmursstripe og slik at strekkrefter på grunn

av løftekrefter ved sidegrep kan overføres. Det må fylles tilbake med masser som kan komprimeres skikkelig.

#### Frostsikring med isolasjon

Frostsikringen kan utføres med varmeisolasjon, en kombinasjon av varmeisolasjon og *underliggende* lag av drenerende masser som ikke er telefarlige, eller med drenerende masser alene (masseutskifting). Tabellen angir nødvendig frostsikring, avhengig av dimensjonerende frostmengde og stedets årsmiddeltemperatur. Isolasjonen er ekspandert polystyren (romvekt 30 kg/m<sup>3</sup>). Tykkelse av ekstrudert polystyren fåes ved å multiplisere med 0,8, mineralull med 1,4.

Tabellen kan brukes for markisolasjon både under grunnmursstripen og pilarer og også for andre frittstående stripefundamenter (atriumsvegger m.v.)

En pilarrekke kan også betraktes som en fundamentstripe slik at det brukes et sammenhengende isolasjonsfelt under pilarene.

I tabell IX er samnhørende tykkelser av isolasjon og lag av drenerende masser vist.

Tabell IX. Telesikring med ekspandert polystyren og underliggende drenerende masser.

Table IX. Frost protection with polystyren (mm) and underlying layer of not susceptible materials.

Dimensjonerende frostmengde h °C	Årsmiddeltemperatur °C	Nødvendig lag, angitt i m av drenerende masser under varmeisolasjon av ekspandert polystyren i følgende tykkelser (angitt i mm):							
		0	40	50	60	80	100	120	150
3000 og mindre	1	0,6	0						
	3	0,5	0						
	5	0,4	0						
	7	0,4	0						
5000	1	0,8	0						
	3	0,7	0						
	5	0,6	0						
	7	0,5	0						
10000	1	1,2	0,1	0					
	3	1,1	0						
	5	0,9	0						
	7	0,8	0						
20000	1	1,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1	0	
	3	1,6	0,4	0,3	0,2	0			
	5	1,4	0,3	0,2	0,1	0			
	7	1,3	0,2	0,1	0				
30000	1	2,3	1,2	1,1	0,9	0,7	0,4	0,3	0,1
	3	1,9	0,8	0,7	0,6	0,3	0,1	0	
	5	1,8	0,7	0,6	0,4	0,2	0		
	7	1,7	0,6	0,5	0,3	0,1	0		
40000	1	2,6	1,5	1,3	1,2	0,9	0,7	0,5	0,4
	3	2,2	1,2	1,0	0,9	0,6	0,4	0,3	0,1
	5	2,1	1,1	0,9	0,8	0,5	0,3	0,2	0
50000	1	2,8	1,7	1,5	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6
	3	2,6	1,5	1,3	1,2	0,9	0,7	0,5	0,4

Eksempel: For frostmengde 30000 h °C og årsmiddeltemperatur 5 °C oppnås telesikring med f.eks.:

- 1,8 m drenerende masser
  - 60 mm polystyren og 0,4 m drenerende masser
  - 100 mm polystyren
- Se de innrammede verdier i tabellen.



## SUMMARY

This article gives recommendations for design of foundation for houses. There are a number of points one should consider before deciding on the most suitable type of foundation system to use. These include site conditions, types of houses and construction costs.

For basement walls, the dominant construction in Norway is light weight concrete masonry (expanded clay aggregate), preferred by people building the basement of their own house, which is a rather common practise. Contractors have mostly been building concrete walls, but in the last years the use of various types of prefabricated elements have increased. By all types of basement walls, moisture protection is of prime importance to restrict the entrance of ground moisture into the basement, i.e. both surface and subsurface drainage should be provided. Houses without basement are mainly built in large scale projects by contractors. Slab-on-ground structures are preferred, but also ventilated crawlspaces and open foundations with piles or concrete stripes are used to some extent.

By slab-on-ground constructions used in Norway, there has been relatively few problems. Frost leave problems are known almost only exclusively from the building period, due to insufficient frost protection. The dominant slab construction, where the concrete slab of thickness 50–80 mm is separated from the ground with boards of polystyrene insulation and a polyethylene sheet, gives adequate protection from ground moisture, and a relatively short period of time for drying the slab before the floor-covering is laid.

In crawl spaces, various degrees of rot or moulding has been found in about 50% of the investigated cases, because sufficient attention has not been given to moisture protection. Experience indicates that properly constructed crawlspaces including adequate drainage and ventilation, and a ground cover of polyethylen sheet will provide acceptable performance.

Open foundations on piles or concrete strips are not much used in Norway. All pillars must be anchored sufficiently by concrete footings below frost level. There has been problems with floor surface temperatures and also with freezing of waterpipes.

## REFERANSER

- [ 1] S.E. Torgersen (1976): Frostsikring av gulv på grunnen. Frost i jord nr. 17, s. 287 ff.
  - [ 2] E. Algaard (1976): Frostsikring av kalde konstruksjoner. Frostsikring av gulv, fundamenter og grunn i byggeperioden. Frost i jord nr. 17, s. 315 ff.
  - [ 3] E. Algaard (1976): Kryperum. Frost i jord nr. 17, s. 341 ff.
  - [ 4] S.E. Torgersen (1976): Frostsikring ved åpen fundamentering. Frost i jord nr. 17, s. 363 ff.
- Norges byggforskningsinstitutt. Byggforskserien. Oslo:
- [ 5] G 451.021 Data for frostsikring. Tabeller (1978).
  - [ 6] G 451.022 Data for frostsikring. Kart (1978).
  - [ 7] A 511.101 Byggegrunn og terreng (1978).
  - [ 8] A 511.204 Enkle grunnundersøkelser (1978).
  - [ 9] A 513.121 Frostsikring av byggegrunn (1979).
  - [10] \*A 513.131 Utlegging og komprimering av sprengsteinsfylling (1979).
  - [11] A 514.115 Drenering. Lokal overvannshåndtering (1983)
  - [12] \*A 514.221 Drenering av byggegrunn (1978).
  - [13] A 521.011 Valg av fundamenteringsmåte (1979).
  - [14] A 521.031 Småhus på myrområder. Prinsipper (1979).
  - [15] A 521.111 Golv på grunnen med ringmur. Oppvarmede bygninger. Del I og del II (1982).
  - [16] A 521.203 Ringmur med ventilert kryperom (1979).
  - [17] A 521.304 Pilarer av betong (1980).
  - [18] A 521.701 Eldre bygningsfundamenter og grunnmurer. Metoder og materialer (1980).
  - [19] \*A 521.811 Telesikring av uoppvarmede bygninger (1978).
  - [20] \*A 523.121 Fuktbeskyttelse av vegg mot terreng (1979).
  - [21] \*A 523.131 Vegg av betong mot terreng (1977).
  - [22] \*A 523.132 Vegg av betonghullblokk mot terreng (1977).
  - [23] \*A 523.133 Vegg av lettklinkerblokk mot terreng (1977).
  - [24] \*A 523.134 Vegg av gassbetongblokk mot terreng (1977)
  - [25] A 523.137 Vegg av tre mot terreng (1982).