

## **Bättre golv och grunder i källarlösa småhus genom ökat systemtänkande Erfarenheter och rekommendationer**

### **Sammanfattning**

Rätt golvkonstruktion noggrant utförd är förutsättningar för effektiv energianvändning och god komfort. Nya lösningar måste omsorgsfullt analyseras och dokumenteras med ett rejält helhetsgrepp även i bebodda hus innan serieproduktion startar. Annars är risken stor för utebliven energibesparing, byggsador och inomhusmiljöproblem.

I denna artikel diskuteras några vanliga golvbeläggningsmaterial och konstruktioner för platta-på-mark och kryppgrund. Erfarenheter, vanliga problem och åtgärder för att avhjälpa dessa behandlas liksom rekommendationer för goda lösningar.

Som basvärmesystem rekommenderas radiatorer. I kombination med trägolv erhålls då vanligen tillräcklig komfort. I våtrum och entréer med klinkerplattor kan komforten höjas med tidstyrd elektrisk golvvärme som "komfortvärme" = deeffekt.

### **Problem och möjligheter**

Mångåriga erfarenheter av skadeutredningar visar att husgrunden vanligtvis är den byggnadsdel som är utsatt för mest klagomål. Förhållandena på byggplatsen t ex marken är unika för varje hus. Det är oftast olika parter/företag som svarar för överbyggnad och grund. Skador och problem finns hos alla grundläggningssätten. Nya och komplicerade lösningar har ökat frekvensen skador och problem. Företag som greppar byggplatsproblematiken har avsevärt färre grundläggningsproblem. Via media torgförs kontinuerligt uppgifter om betydande fel hos olika grundläggningssätt. Utgående från detta, debatter och besiktningar/skadeutredningar kan man fråga sig om det överhuvudtaget finns några "friska" grunder.

### **Utveckling av olika grundläggningssätt**

Oljekrisen 1973 startade en mångfasetterad utveckling av konstruktioner för platta-på-mark och kryppgrund. Skärpta krav på energihushållning och komfort har lett till lösningar med andra egenskaper än tidigare. Exempelvis har konstruktioner med större isolertjocklekar helt andra fukt- och värmetekniska förhållanden, som kan medföra problem och skador.

Generellt gäller att ju tjockare isoleringen är desto större är riskerna för t ex fukt- och mögelproblem eller tjälskjutning. Med ökad isolering minskar värmeflödet genom och uttorkningseffekten av klimatskärmen, vars yttre partier blir kallare och fuktigare, vilket ökar riskerna för kondens och i synnerhet vid närvaro av organiskt material som t ex trä uppstår lätt påväxt av mögel. Med ökad isolering minskar värmeflödet genom grunden och marken, något som ökar riskerna för tjälskjutning. Organiskt material (träbaserat) ersätts ibland med oorganiskt t ex cementcellulosaskivor eller med lättbetong- och betongelement.

### **Platta-på-mark**

Platta-på-mark förekommer med/utan ångspärr, med/utan isolering över respektive under plattan, kantisolering av olika värmeteknisk standard samt mer eller mindre stora köldbryggor. Ett antal småhus har byggts med "golvlister" som värmesystem för att minska klagomålen på kalla golv och drag längs ytterväggar. Att tillföra värmen längs ytterväggars insida i golvnivå har i flera husområden visat sig vara relativt energieffektivt. Fuktskydd av syllars och träreglars undersida mot platta-på-mark, kryppgrund respektive grundmurar har åter kommit i fokus, figur 1.

Isoleringen i platta-på-mark var ursprungligen ingen eller ringa. Stigande energipriser ledde till tilläggsisoleringar t ex i form av lös lättklinker under plattan eller träreglar och mineralull ovanpå plattan. För båda konstruktionerna uppstod ofta fukt- och mögelproblem. Lättklinkern, som tippades på marken krossades delvis och blev kapillärsugande. Träreglarna lades ofta direkt på plattan utan fuktskydd. Ibland användes tryckimpregnerade reglar som gav upphov till obehaglig lukt och hälsoproblem för de boende.

Nämnda problem och fortsatt stigande energipriser ledde till att en bättre fukt- och värmeteknisk platta-på-mark-konstruktion togs fram med isoleringen under plattan, figur 2. Denna konstruktion har dock visat sig medföra klagomål på hårda och kalla golv. Detta tillsammans med betydande fuktproblem i platta-på-mark-konstruktioner med överliggande isolering och träreglar ledde under 1990-talet till en ökad användning av klinkerplattor och golvvärme. Majoriteten nya småhus byggs idag med platta-på-mark och golvvärme. En under 1990-talet intensiv debatt för och emot golvvärme har emellertid medfört att konsensus råder sedan 2004 om att golvvärme är energislösande, ger högre byggkostnad och komfortstörningar.

### **Krypgrund** uteluftsventilerade

Fram till ungefär millennieskiftet byggdes många hus med krypgrund och träbjälklag. Ju större isolertjocklekar man använder i kryprumsbjälklaget desto större är riskerna för fukt- och mögelproblem i kryprummet och på bjälklagets undersida I första hand bör åtgärder vidtas som minskar krypgrundens fuktbelastning genom att

- luta marken från huset
- lägga plastfolie på marken i kryprummet
- lägga dräneringsledning
- lägga dagvattenledning och ansluta stuprören till denna
- isolera grundmurar och marken

Först om inte dessa åtgärder räcker, beroende på lokala förhållandena, kan åtgärder bli aktuella som avfuktar luften eller höjer temperaturen i kryprummet. Vissa rådgivare föreslår ofta avfuktare och värmekabel slentrianmässigt. Man måste emellertid vara observant på att både avfuktare och värmekabel ökar elanvändningen. Värmekabel för att värma kryprummet kostar ca 15 000 kr per småhus och avfuktare ca 35 000 kr.

Några alternativ till traditionella uteluftsventilerade krypgrunder med träbjälklag kan vara:

- oorganiska material t ex cementcellulosaskivor eller mineralull på undersidan av bjälklaget
- bjälklag av betongelement (uteluftsventilerade eller slutna kryprum), figurerna 3 och 4
- inneluftsventilerade kryprum (täta och välisolerade) med träbjälklag, lättbetong eller betong

I ett antal hus med betongelement har fukt- och mögelproblem samt dålig lukt inne uppstått på grund av att träreglar har lagts på betongelementets ovansida utan tillräckligt fuktskydd.

### inneluftsventilerade

Försök har gjorts med ett antal olika nya grundkonstruktioner. Av dessa är inneluftsventilerade kryprum mest intressant, figur 5. Den värmeåtervinning som uppnås motsvarar i bästa fall 800 - 1 500 kWh/år genom minskade förluster via bjälklaget. De praktiska resultaten är dock av olika skäl blandade. Otätheter, dåligt utförd isolering av grundmurar och på marken, fukt i och omkring grunden, grundvattenströmning och hög grundvattennivå tillsammans med ventilationssystemets utformning och injustering kan kraftigt påverka funktion och energibesparing. Dessutom uppkommer frågan om hur stor del av isoleringen som skall finnas i kryprummet och hur stor del i bjälklaget?

### **Golvvärme**

Integrerade golv- och värmesystem (golvvärme) har beroende på konstruktion medfört avsevärt högre byggkostnad, energianvändning och komfortstörningar. Sistnämnda problem kan orsakas av hög värmetröghet i plattan samt obehag av drag längs golvet, eftersom golvvärme inte på samma sätt som radiatorer under fönstren kan kompensera för kallras och drag från fönsterytor och ventilationsdon, figur 6. Vattenburen golvvärme medför också ökad risk för vattenskador.

### Golvmaterial - golvkonstruktion

Golvbeläggning i form av olika typer av trägolv respektive tjocka heltäckningsmattor/äkta mattor har betydande värmemotstånd som bromsar värmeflödet från fötterna. Samtidigt måste eventuellt golvtemperaturen höjas med risk för att värmeeffekten inte räcker till. En högre värmebärartemperatur inverkar också negativt på värmepumpars energibesparing. Beroende på utförande, fuktförhållanden m m har en del problem uppstått med sprickor i trägolv i kombination med golvvärme förekommer. Klinker medför hårt golv och större "behov" av golvvärme.

### Energi- och byggkostnader

Erfarenheter av golvvärme i källarlösa småhus med platta-på-mark och underliggande isolering visar på betydande energiökning jämfört med radiatorsystem vid olika isolertjocklekar enligt nedan:

isolertjocklek mm	ökning av total energianvändning %
100	30
200	20
300	10

Orsaker till den ökade energianvändningen är köldbryggor, dålig isolering under plattan och längs kanterna samt stor värmetröghet, onoggrann reglering av värmeförseln och värmesystemet i drift sommartid. Byggkostnaden för golvvärme med nämnda konstruktion och 100 mm isolering är upp mot 20 000 kr per småhus jämfört med ett vattenvärmesystem med radiatorer.

För att ytterligare sänka energianvändningen måste värmetrögheten minskas t ex genom att golvvärmen flyttas upp nära ytan och läggs på värmefördelade plåtar, figur 7. Dessa kostar dock ca 700 kr/m<sup>2</sup>. Först med plåtar och 300 mm isolering kommer man i närheten av den energianvändning huset skulle ha med radiatorsystem. Cellplastisolering lagd och klar kostar ca 700 kr/m<sup>3</sup>. En av Norges främsta energiexperter, Per Gundersen NBI Oslo, anser dock att även den mest energieffektiva och dyrbara golvvärmekonstruktion drar mer energi än radiatorsystem.

Äldre hus, både källarlösa och med källare, har i regel oisolerad betongplatta. Avsevärda problem har uppstått när man i efterhand installerat golvvärme för att öka komforten. Mycket av värmen försvinner ner i marken under betongplattan vanligen med upp emot 40 % högre total energianvändning. Värst har det varit för många ägare till källarhus när "förrådkällaren" med radiatorsystem har inretts som "gillestuga" med golvvärme. Dessa arbeten utförs ofta på delad entreprenad och med eget arbetsinsatser av husägaren. Konsekvenserna har blivit höga kostnader orsakat av att ingen hade "helhetsgreppet" vid val av teknisk lösning och utförande.

Även i flerbostadshus har golvvärme gett upphov till en hel del komfortproblem och hög energianvändning, varför flera större byggföretag undviker golvvärme.

### **Golvvärme, passivhus och lågenergihus**

Golvvärme är, som nämnts, mycket populärt, men ingalunda optimalt i byggnader med mycket låg energianvändning. När inte uppvärmningsbehov föreligger kommer golvvärmen att vara avstängd och golvet känns kallt. Alternativt är golvvärmen i drift med energislöseri som följd. Det senare alternativet råder i många hus bl a sommartid när golvvärme används för att golvet inte ska kännas så kallt.

Termisk komfort hänger ihop med lågt uppvärmningsbehov och välisolerade konstruktioner. Lite högre rumstemperatur behövs under kalla vinterdagar än annars. Orsaker är kallras och kallstrålning pga kalla ytor som fönster och ventilationsdon för lufttillförsel. Sommartid kan solstrålning genom fönster i stället ge upphov till besvärande övertemperaturer. Förhållandena förvärras speciellt i passivhus om bypass-kanal saknas i ventilationsaggregatet.

Värmeöverföringen mellan en varm yta och luft är  $2 - 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  bland annat beroende på luftens rörelser. Golvvärme behövs enbart enbart på en förhållandevis liten yta eftersom effektbehovet för att täcka värmeförlusterna från byggnaden t ex i passivhus teoretiskt uppges till  $10 - 12 \text{ W/m}^2$  vid dimensionerande utetemperatur.

Golvbeläggingsmaterial bör därför i görligaste mån ha låg värmekapacitet, densitet och värmeledningsförmåga. Kork, trä, textilmaterial och linoleum eller liknande material bör lämpligen användas på träunderlag. Dessa material känns komfortabla att gå på även om de bara har rumstemperatur, figur 8.

I våtrum t ex badrum, där man normalt har klinker eller dylikt krävs en golvtemperatur på lägst  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  med linoleum- eller plastmattor för att de flesta människor skall uppleva golvet som varmt och maximalt tillåts  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  vid dimensionerande utetemperatur enligt BBR. Värmeeffekten från golvytan kan då bli uppemot  $70 \text{ W/m}^2$  beroende på aktuell rumstemperatur, framledningstemperatur, luftströrelser m m. Ytor med golvvärme bör därför begränsas till områden där man i regel brukar sätta fötterna för att inte få för varmt badrum och för hög energianvändning. Det kan också vara aktuellt med golvvärme i hallen för att torka blöta skor och stövlar.

### **Rekommendationer för utformning av golv och grunder**

#### Förbättrad helhetssyn

Enligt PBL och BBR är byggherren ansvarig mot myndigheterna. Till byggherrens hjälp finns entreprenörer och rådgivare. Utför bygget som totalentreprenad (en ansvarig om det blir problem). Välj i görligaste mån opartiska rådgivare som kvalitetsansvarig och besiktningsman.

Ta ett rejält helhetsgrepp och öka systemtänkandet vid projektering och produktion. Samverkan måste ske under hela byggprocessen över skrågränserna bygg och installationer, överbyggnad och grund. Utforma golvbeläggning, golv, vägg, fönster, värme- och ventilationssystem integrerat med hänsyn till

- Komfort (eftersträva små komfortskillnader inne)
- Energieffektivitet (energi för framställning av material m m respektive driftskedet)
- LCA (miljöpåverkan, energianvändning, kostnader m m)

### **Energieffektiva värmesystem**

Det är viktigt att utforma byggnad och installationer så att klimatskillnaderna inom huset blir så små som möjligt. Då är radiatorer med liten värmetröghet och med rums- eller radiatortermostat den lösning som ger noggrannast och snabbast reglering av värmetillförseln. I våtrum och entréer (där man kommer in med blöta skor) med klinkerplattor kan tidstyrd elektrisk golvvärme som komfortvärme rekommenderas. Vid en sådan lösning med golvvärme täcks värmebehovet bara till en del med golvvärme och resten med radiatorer. Basvärmesystemet i hela huset bör dock vara radiatorsystem.

### Golvbeläggning

Välj i första hand trägolv, träbjälklag eller vid platta-på-mark "flytande golv" med 50 mm isolering ovanpå betongplattan och 250 mm under. Då får man ett tillräckligt komfortabelt golv även utan golvvärme.

### Värmesystem

Energieffektiva och energisnåla småhus kräver ett följsamt och snabbreglerat värmesystem med liten värmetröghet. Annars är risken stor för komfortstörningar genom övertemperaturer och lågt gratisvärmeutnyttjande. Ett värmesystem med stor följsamhet ökar dessutom möjligheterna att utnyttja gratisvärme från solstrålning, personer e dyl.

Kombinera därför trägolv med radiatorsystem och rums- eller radiatortermostater. Komplettera eventuellt med tidstyrd elektrisk golvvärme som "komfortvärme" i våtrum och entréer med klinkerplattor.

### Alternativt utförande

Golvvärmesystem skall utformas energieffektiva och komfortabla:

- God isolering, 250 mm under och 50 mm över plattan. Kantisolering skall vara som vägg-tjockleken, figurerna 9 och 10. Utformning väljs så att köldbryggor undviks.
- Golvvärmen placeras nära ytan på värmefördelade plåtar.
- Värmetillförseln regleras med rumstermostat.

### Marken och grunden

Det är svårt att styra fukt- och värmetransporten i marken t ex på grund av hög grundvattenyta, grundvattenströmning m m. Åtskilj därför grunden från marken. Håll värmen inomhus och undvik lösningar som bygger på att lagra energi i marken eller har värmedistributionssystemet i eller utanför klimatskärmen som t ex varmgrund eller luftvärme.

Grunden till ett hus skall ha

- dräneringsledning belägen minst 300 mm under plattans respektive grundsulans undersida
- dagvattenledning som stupröret är anslutna till
- kryprum som är fritt från byggavfall etc och har plastfolie som täcker marken

- isolering på marken och grundmurars insida (i energisåla nya småhus)
- oorganiskt material

Marken runt och under huset måste generellt vara väl-dränerad. Dränerings- och dagvattenledningar måste kunna inspekteras och vid behov spolas.

### **Slutsatser**

Det är av stor vikt att välja rätt golvkonstruktion som dessutom är omsorgsfullt utförd. Även med avseende på komfort och inte minst energieffektivitet är det av största betydelse att välja konstruktioner för ett uthålligt och hållbart byggande i stället för kortlivade trendiga utföranden.

### **Referenser**

Cajdert, A red (2000). Byggande med kunskap och moral. En debattskrift om sjuka hus, miljögifter och forskningsetik. Örebro universitet, nr 1, Örebro, ISBN 91-7668-246-3.

Harrysson, C (1985a). Kostnadsbesparing för småhus i trä. Produktionsmetoder och byggsystem. Statens råd för byggnadsforskning, Rapport R72:1985, Stockholm.

Harrysson, C (1985b). Kostnadsbesparing för småhus i trä. Grundkonstruktioner. Statens råd för byggnadsforskning, Rapport R73:1985, Stockholm.

Harrysson, C (1986). Varmgrunder - Systemlösningar och erfarenheter. Väg- och vattenbyggaren nr 10 - 1986, Stockholm.

Harrysson, C (1994). Innemiljö och energianvändning i småhus med elvärme. Enkätundersökning och mätningar i 330 gruppbyggda småhus med olika systemlösningar. Boverket, Publikationsservice, Rapport 1994:8, Karlskrona.

Harrysson, C (2000). Energieffektiva golvvärmekonstruktioner kräver såväl minskad värmetröghet som ökad isolering. Bygg & teknik 4/00, Stockholm.

Harrysson, C (2001). Energieffektiva värmesystem i småhus. Energi- och vattenanvändning, enkätundersökning, tekniska mätningar och vägledning. SBUF Stockholm, DESS Kristianstad samt Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg.

Harrysson, C (2004). Byggnadsutformning och värmekapacitet. Förstudie och litteraturinventering. SBUF och Örebro universitet, Institutionen för teknik, Rapport nr 14, Örebro, ISSN 1404 - 7225.

Harrysson, C (2006a). Byggbranschens behov av förnyelse - en väg till småhus med lägre livscykelkostnader. Bygg & teknik 5/06, Stockholm.

Harrysson, C (2006b). HUSDOKTORN GÅR RONDEN. En bok om sjuka hus och drabbade människor. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg, ISBN 91-631-9272-1.

Klittervall, T (2008). Personlig kommunikation.



a.



b.

Figur 1. Syllar och träregelverk är extremt utsatta för fukt under husets hela livslängd. Foto: Torbjörn Klittervall.

a. Syllar

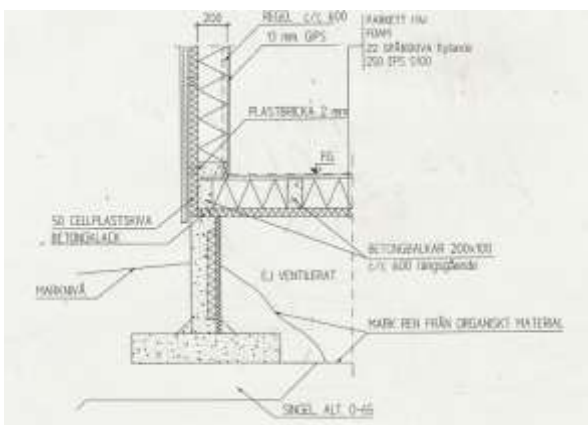
b. Träregelverk



Figur 2. Husgrund med vanlig platta-på-mark-konstruktion. Foto: Torbjörn Klittervall.

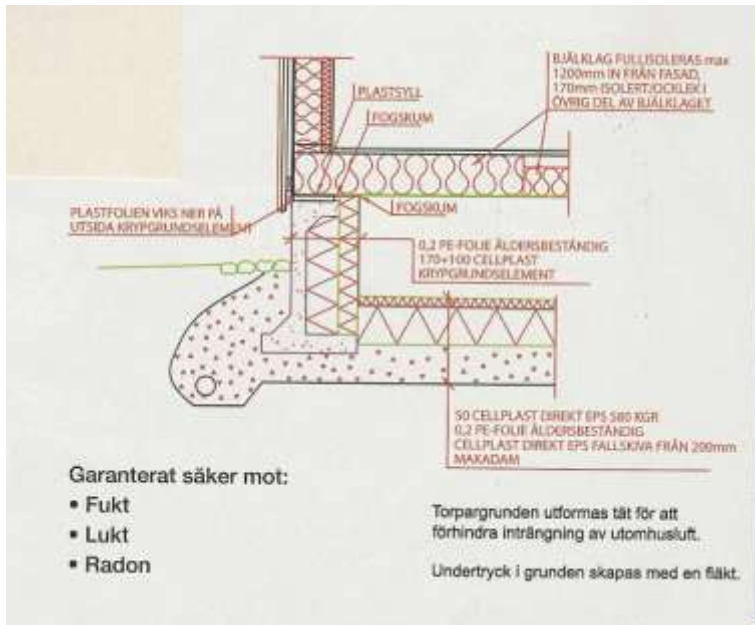


Figur 3. Krypgrund av betongkonstruktion, Tranemogrundern. Källa: Tranemo G-betong.

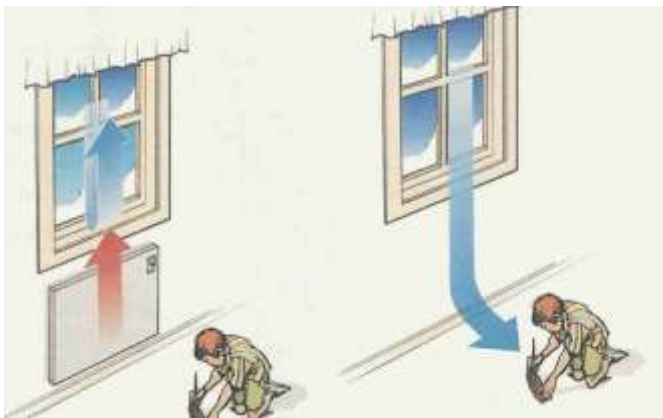


Figur 4. Tvärsektion, Tranemogrundern. Källa: Tranemo G-betong.

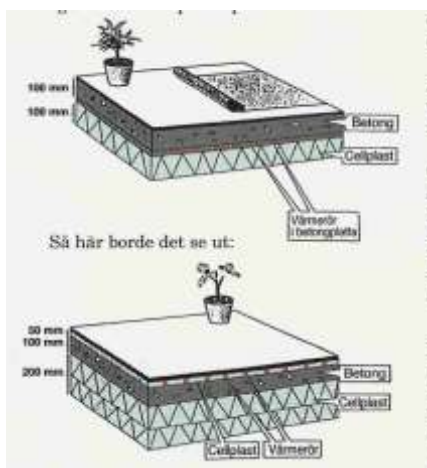




Figur 5. Exempel på inluftventilerat krypprum. Källa: Cellplast Direkt.



Figur 6. Risk för kallstrålning, kallras och drag utan radiator under fönster. Källa: Energimyndigheten.



Figur 7. Vanlig golvvärmekonstruktion respektive energieffektiv. Källa: Bygg- och Energiteknik, Falkenberg.

**Termisk komfort - golvmaterial**

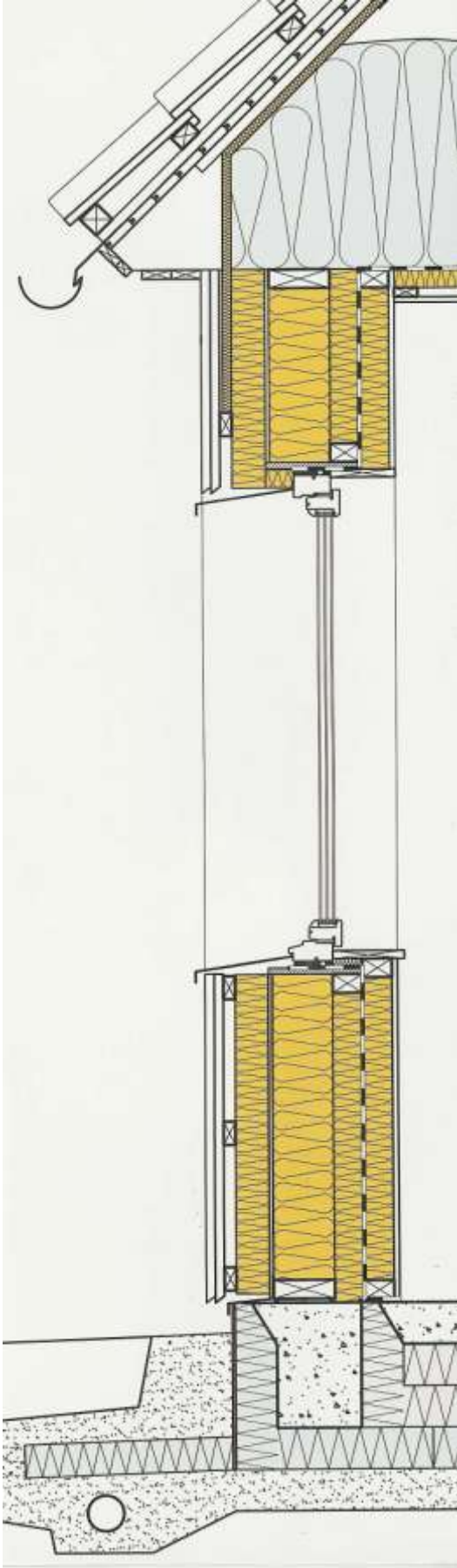
Golvmaterial	Lägsta temperatur
Betong, klinkers	27°C
Linoleum, plastmattor	23°C
Trä, parkett, textila mattor	22°C
Kork	10°C

*Lägsta temperatur för att uppnå termisk komfort vid barfota kontakt med golvytan.*

Figur 8. Lägsta yttemperatur på golv för acceptabel termisk komfort. Källa: Isover.



Figur 9. Exempel på platta-på-mark med god kantisolering och små köldbryggor. Foto: Torbjörn Klittervall.



Figur 10. Exempel på energisnål klimatskärm. Källa: Isover.