



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R73:1985

Kostnadsbesparing för småhus i trä

Grundkonstruktioner

Christer Harrysson

R
ANA

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *SL*

BYGGDOK

Institutet för byggdokumentation
Hälsingegatan 47
113 31 Stockholm, Sweden
Tel 08-34 01 70
Telex 12563. Telefax 08-32 48 59

Bygghforskningsrådet

R73:1985

KOSTNADSBESPARING FÖR SMAHUS I TRÄ
Grundkonstruktioner

Christer Harrysson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820643-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Bygg- och
Energiteknik, Falkenberg.

I Bygghforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren
sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet
tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R73:1985

ISBN 91-540-4397-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1985

INNEHÅLL

FÖRORD		1
SAMMANFATTNING		2
1	INLEDNING	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Nomenklatur	6
1.3	Syfte och genomförande	7
2	OLIKA GRUNDLÄGGNINGSSÄTT/GENERELLA KRAV	8
2.1	Historik	8
2.2	Kravspecifikation på grundkonstruktionen	12
2.3	Samordning överbyggnad - installationer - grundkonstruktion	16
3	KONSTRUKTIONSLÖSNING: PLATTA PÅ MARK ..	20
3.1	Konstruktionspraxis. Speciella krav ...	20
3.2	Utvecklingsmöjligheter	27
4	KONSTRUKTIONSLÖSNING: KRYPRUM	31
4.1	Konstruktionspraxis. Speciella krav ...	31
4.2	Utvecklingsmöjligheter	42
5	KONSTRUKTIONSLÖSNING: KÄLLARE	48
5.1	Konstruktionspraxis. Speciella krav ...	48
5.2	Utvecklingsmöjligheter	53
6	KONSTRUKTIONSLÖSNING: VARMA KRYPRUM ...	59
6.1	Konstruktionspraxis. Speciella krav ...	59
6.2	Utvecklingsmöjligheter	65
7	FÖRTILLVERKADE LÄTTA GRUNDKONSTRUKTIONERS MÖJLIGHETER OCH UTVECKLINGSBEHOV..	67
7.1	Slutsatser	67
7.2	Förslag till utvecklingsprojekt	70
8	REFERENSER	72

FÖRORD

Denna rapport utgör delredovisning av forskningsprojektet "Åtgärder för att reducera kostnaderna vid nyproduktion av småhus". Dokumentation om moderna grundkonstruktioner finns sparsamt redovisad i litteraturen. Ambitionen har därför varit att utifrån en beskrivning av grundkonstruktioner för småhus ge ett antal konstruktionslösningar med syfte att åstadkomma förenklingar och ökad förtillverkningsgrad.

De föreslagna konstruktionslösningarna har bland annat valts med inriktning på att ganska omgående kunna införas i produktionen. Renodlade "trägrunder" lämnas således därefter till ett eventuellt framtida projekt. Ett syfte har dessutom varit att försöka uppnå förbättrad samordning överbyggnad-grundinstallationer samt mellan olika parter i byggprocessen under såväl projekterings- som produktionskedena.

För värdefull medverkan vid denna rapports tillkomst vill jag framföra ett tack till Bertil Enquist, Jan Gustén, Anders Somansson och Britt Wood.

Falkenberg i januari 1984

Christer Harrysson

FÖRORD EFTER KOMPLETTERING MED KOSTNADSUPPSKATTNINGAR

För att ytterligare stimulera till ett billigare byggande har rapporten efter samråd med BFR kompletterats med ett antal kostnadsuppskattningar. Angivna kostnadsuppgifter avser 1984 års kostnadsläge exklusive moms och är beroende på tillämpning och produktionsförutsättningar mer eller mindre representativa.

Utgångspunkt för kostnadsjämförelserna har varit traditionellt platsbyggda grundkonstruktioner belägna i temperaturzon IV, tjäldjup 1.2 m och måttligt genomsläppligt markmaterial. Bestämmelserna för reducerat grundläggningsdjup utnyttjas. Markens bärförmåga antas vara större än 0.05 MPa. Dräneringsledning runt huset har förutsatts. Resultaten är därmed representativa för ett stort antal småhus. Uppskattade kostnadsbesparingar ökar i allmänhet med tjäldjupet. I kalkylerna har inte hänsyn tagits till de fördelar som kan nås i form av kortare byggtid och lägre kreditivkostnader, högre komfort, gynnsammare uttorkningsförhållanden och enklare vinterbygge. De lätta systemens transport- och montagefördelar har ej beaktats.

Kostnadsuppskattningarna har gjorts i samarbete med Sven-Ove Björklund, Ingvar Bengtsson och Leif Ekström, till vilka ett särskilt tack riktas.

Falkenberg i december 1984

Christer Harrysson

SAMMANFATTNING

Denna rapport ger en beskrivning av olika grundkonstruktioner med inriktning på att studera förutsättningar för ökad förtillverkningsgrad. Med tonvikt på låga årskostnader och kostnadsbesparande åtgärder ges ett antal konstruktionsförslag för grundläggningssätten platta på mark, kryprum, källare och varma kryprum.

Höjda byggkostnader, vikande byggmarknad, ökat antal fuktskador, nya material och konstruktioner samt bristfällig samordning mellan överbyggnad-grundinstallationer under projekterings- och produktionskedena har lett till ett nyväckt intresse för utveckling av grundkonstruktioner till småhus.

Överslagsmässiga kostnadskalkyler hos ett tiotal trähusföretag av varierande storlek, förtillverknings- och leveransåtagandegrad visar kostnadsökningar på upp till 20.000 kr per småhus vid kryprumsgrundläggning jämfört med platta på mark. Låneunderlaget för förstnämnda grundläggningssätt är 1984 ca 12.000 kr högre.

Önskemål om ökad leveransomfattning från trähusföretagens sida och minskning av arbetstiden på byggplatsen har lett till ökat intresse för olika former av kryprumsgrundläggning. Skärpta värmebehållningskrav ökar vanligtvis grundläggningsdjupet och försvårar samtidigt för konstruktioner direkt på mark.

Installationernas och speciellt inkopplingspunkternas förläggning för el, tele, kallvatten och avlopp är ur reklamations- och kostnadssynpunkt väsentliga faktorer. Likartade systemlösningar för olika hus typer och samordningen överbyggnad - grund - installationer är av stor betydelse. Studier visar att kryprumsgrundläggning ger ökad flexibilitet för installationernas förläggning. En koncentration av dränering och installationer mot hjärtgrundmuren kan vara praktiskt och ekonomiskt fördelaktigt.

Utvecklingsmöjligheterna för platta på mark är i viss mån begränsade bland annat på grund av fukt- och värmeisoleringskrav. Grundläggning på tjälfarlig mark leder normalt till större grundläggningsdjup. Konstruktionsförslag redovisas för sockelbalkar. En lösning föreslås där golvkonstruktionen består av komprimerad grusbädd, mineralull och ytbeklädnadsmaterial t ex parkettgolv. Detta alternativ ger ett "torrt montage". En nackdel är att ökade krav ställs på arbetsutförandet. De begränsade utvecklingsmöjligheterna för platta på mark har bland annat lett till utveckling av den s k "kassettgrunden".

Betydligt större utvecklingspotential har kryprumsgrundläggning. Önskemål om bättre isolering av grundmuren och reducerat grundläggningsdjup har främjat utvecklingen av förtillverkade konstruktioner med balkar och plintar. Förslag anpassade för "torrt montage" ges. Dessa är speciellt avsedda för användning av trä, låg vertikal belastning av grundmuren, hjärtgrundmur bestående av träbjälkar, lättbalkar av träbaserade material eller tunnplåtsprofiler. Exempel ges dessutom på fasadgrundmur bestående av trämaterial med bärning i bjälklagets nivå m m.

Källare är ett i flera avseenden mer komplicerat grundläggningssätt än platta på mark och kryprum. Då produktionsmetoderna för de båda sistnämnda grundläggningssätten effektiviserats har källarkonstruktionernas konkurrensförmåga ytterligare försämrats. I och med minskningen av antalet hus med källare har valet av grundläggningssätt oftast stått mellan kryprumsgrundläggning och platta på mark. Mindre tomter, behov av utrymmen för samvaro, energisparapparater, förråd m m talar dock för ökad andel källarhus. De nya lånebestämmelserna som gäller från 1984 innebär en ökning av låneunderlaget med ca 30.000 kr per småhus jämfört med tidigare.

Konstruktioner med tätskikt i form av asfaltlösning på utsida källaryttervägg minskar f n i användning till förmån för markskiva alternativt folier eller skivor som bildar luftspalt mellan själva väggen och markmaterialet. Förtillverkade källarytterväggar av betong har rönt vissa framgångar. Nya material såsom fiberbetong, cementspånskivor, cementcellulosaskivor m m har förbättrat möjligheterna för förtillverkade lätta källarkonstruktioner. Ett antal förslag till källarkonstruktioner ges jämte idéskisser för en helt förtillverkad källare inkluderande golvkonstruktioner. Förtillverkade lätta grundkonstruktioner skulle för källarhus kunna ge ett inomhusklimat i utrymmen under mark som motsvarar boningsrum över mark. Byggbestämmelser och lånevillkor är dock fortfarande hinder för en dylik utveckling.

Varma kryprum anses förena de bästa egenskaperna hos kryprum och platta på mark. Ökat intresse för varmluftssystem och ökad mängd installationer är några av faktorerna som bidragit till denna utveckling. Av särskild betydelse för det varma kryprummets funktion är utformningen av tätning, fuktskydd och ventilationssystem. Varma kryprum medför ofta nya konstruktionslösningar och speciell montageteknik.

Rapporten avslutas med förslag till tre angelägna FoU-projekt inriktade på att ytterligare utveckla förtillverkade grundkonstruktioner.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Grunden är den byggnadsdel i småhuset som fortfarande utförs relativt traditionellt, till exempel som betongplatta eller platsgjuten grundsula eller murblock. Svårigheterna för förtillverkade konstruktioner att vinna ökad användning har hittills varit betydande. Orsakerna därtill är många. Grundförhållandena och konstruktionslösningarna varierar kraftigt mellan olika regioner. Varierande markbeskaffenhet och bärighet hos undergrunden, olikheter i fuktförhållanden, marklutningar samt produktionskostnader har lett till att företag som svarar för överbyggnaden ofta överlämnat arbetet med grunden till köparen eller rekommenderat något lokalt byggnadsföretag.

Skråtänkande och bristfällig samordning mellan inblandade parter under projekterings- och produktionskedena leder ofta till ökade kostnader. Kraftigt höjda byggkostnader i kombination med lånebestämmelsernas utformning har lett till en tillbakagång för nyckelfärdigt byggande. Det är inte ovanligt att husköparen vill svara för en egen arbetsinsats genom att själv utföra grunden. Detta gäller särskilt för fritidshus. Svårigheter föreligger således ur såväl teknisk som ekonomisk synpunkt att konkurrera med små, lokala byggföretag respektive självbyggare.

Trähusindustrin har i allmänhet undvikit att engagera sig i grundläggningsfrågor. Ansvaret har ofta överlåtits till lokala säljare som trähusföretagen har i olika regioner. Ett ökat antal fukt-, mögel- och röta-problem har ibland härletts till grundkonstruktionen och arbetsutförandet. Ökade krav på produktansvar och kontroll från myndigheternas och konsumenternas sida till följd av ökat antal skador har lett till ett ökat intresse för att inkludera grunden i leveransåtagandet. Hittills har dessa önskemål/krav lett till olika typer av kalkylgarantier, och utfästelser vid eventuella fukt- och mögelskador inom 5-10 år.

Beroende på företagets storlek, förtillverknings- och leveransåtagandegrad ser man inom entreprenad- och trähusföretagen olika på nödvändigheten av att inkludera grunden i sitt erbjudande/åtagande. Det finns dock ett nyväckt intresse hos trähus- och byggentreprenadföretagen för grundkonstruktionen. Detta bland annat för att ur sysselsättningssynpunkt kompensera en vikande marknad. Dessutom ger ett ökat åtagande förutsättningar för att minska reklamationskostnader och skador orsakade av måttfel hos grunden, otillräckligt fuktskydd, mögel- och rötproblem etc.

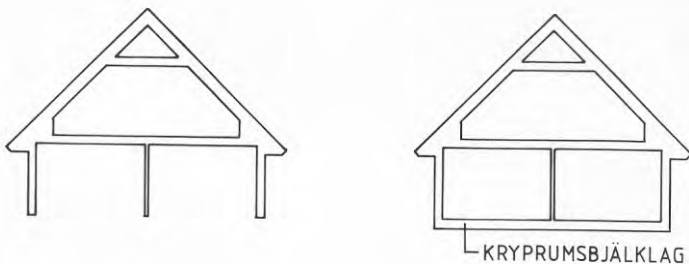
För trähusföretagen är det angeläget att om möjligt öka träanvändningen och arbetet i fabrik. Några alternativa organisationsformer och åtagandegrader för småhusets grundläggning är:

- Rekommendation av utvalda byggföretag i olika delar av landet.
- Grundläggningen utförs av ett byggföretag som underentreprenör till leverantören av överbyggnaden (ev. enbart inom vissa för leverantören närliggande regioner).
- Grundläggningen utförs av egna montörer/byggnadsarbetare.

Grundkonstruktionen får i framtiden inte ses som en separat enhet utan bör integreras med småhuset. Detta är en av förutsättningarna för att kunna bygga funktionsriktiga, billiga och energisnåla småhus. Det ökade intresset för energi- och grundläggningsfrågor har lett till utveckling av kryprumskonstruktioner för distribution av inneluft till ventilations- och/eller uppvärmningssystemet. I en del fall har kryprumskonstruktionen utformats som en värmeväxlare, i andra fall har man särskilda kanalsystem för distribution av luften.

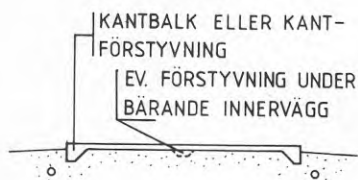
1.2 Nomenklatur

ÖVERBYGGNAD

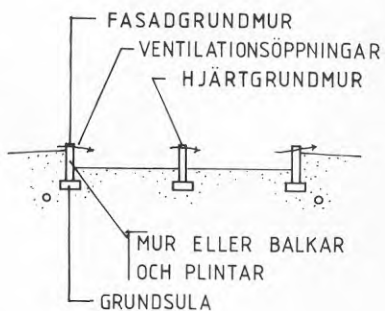


GRUNDKONSTRUKTION

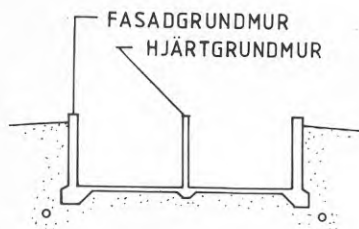
PLATTA PÅ MARK



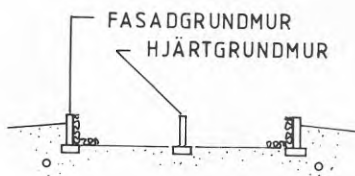
KRYPRUM



KÄLLARE



VARTM KRYPRUM



Figur 1 Principiell beskrivning av olika grundläggningssätt för småhus jämte definitioner.

1.3 Syfte och genomförande

Skärpta värmehushållningskrav, ökad mängd installationer, nya material och konstruktioner samt ett ökat intresse för samordning mellan överbyggnad- grundinstallationer bör kunna påverka utvecklingen av grundkonstruktioner för småhus. Detta projekt syftar till att inventera, sammanställa och analysera olika grundkonstruktioner för småhus med inriktning på att studera förutsättningarna för ökad förtillverkningsgrad. Väsentliga parametrar i diskussionen om bättre och billigare grundkonstruktioner är bland annat:

- Ökad förtillverkningsgrad.
- Höjt leveransåtagande.
- Komfort, t ex i form av varmare golv.
- Gynnsammare fuktförhållanden.
- Effekt- och energibesparing.
- Minskat grundläggningsdjup eller produktionsmetoder där grundläggningsdjupet ur kostnadssynpunkt är av mindre betydelse.
- Enkla golv- och bjälklagskonstruktioner.
- Ökad samordning mellan installationer, överbyggnad och grundkonstruktioner.

Analysen avses utmynna i ett antal enkla och ekonomiskt fördelaktiga konstruktionslösningar. Tonvikten läggs på låga årskostnader och kostnadsbesparande åtgärder.

Material och konstruktioner som i nuläget i betydande utsträckning måste uttestas innan de kan införas i serieproduktion behandlas endast sekundärt. Speciella geotekniska frågor, t ex undergrundens bärighet samt konstruktioner vid pålning lämnas utanför detta projekt. Grundläggningsfrågor diskuteras utifrån ordinära byggföretags horisont. Självbyggarproblematiken i sig lämnas därhän.

Utifrån en kravspecifikation för de vanligaste grundläggningssätten för småhus analyseras olika konstruktioner, varvid ett antal mer eller mindre beprövade systemlösningar föreslås med inriktning på ökad förtillverkningsgrad. Särskild tyngd läggs vid fukt-, tjäl- och värmeisoleringsfrågor, statisk funktion, beständighet, utbytbarhet och samordningsfrågor överbyggnad- grund- installationer.

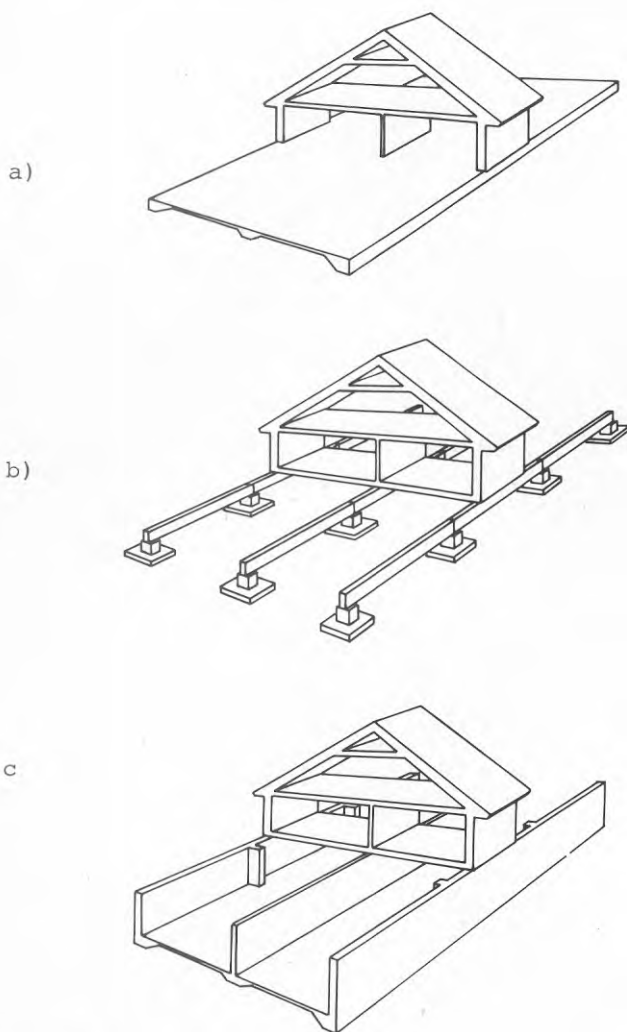
Olika material, konstruktioner, leveransåtagande- och förtillverkningsgrader för överbyggnaden, montering med eller utan kran, lokala byggraditioner och förhållanden, varierande konkurrensförhållanden och prisnivå leder för grundkonstruktioner till lösningar och produkter av olika slag, vilket ytligt belyses i projektet. Förslag ges till hur samordningen kan förbättras under projekterings- och produktionsskedena.

2 OLIKA GRUNDLÄGGNINGSSÄTT/GENERELLA KRAV

2.1 Historik

Detta avsnitt omfattar en kort beskrivning av de vanligaste grundläggningssätten för småhus. Faktorer som påverkar valet av grundläggningssätt belyses.

För detaljerade uppgifter om respektive konstruktionslösning och utvecklingsmöjligheter hänvisas till avsnitten 3-6.



Figur 2 Olika grundläggningssätt för småhus

- a) Platta på mark
- b) Kryprum (balkar och plintar på sulor)
- c) Källare

Fram till 1970-talet användes vanligtvis relativt konventionella material och konstruktioner i grundkonstruktioner för småhus. De hittills vanligaste grundläggningssätten kan indelas i tre huvudgrupper, figur 2:

- Platta på mark, med olika isolergrad under och/eller över betongplattan.
- Kryprum, platsgjutna grundsulor och murblock alternativt förtillverkade balkar och plintar.
- Källare, murblock eller förtillverkade element med syfte att uppfylla kraven för bostadsrum eller för-rådsutrymme.

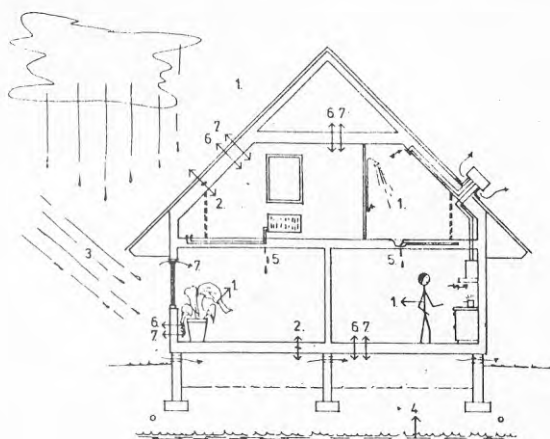
Sedan några år pågår utveckling av konstruktioner för s.k. varma kryprum som ett fjärde grundläggningssätt. Orsaken till detta är bl a skärpta värmehushållningskrav, ökat antal fuktskador vilka delvis berott på grundkonstruktionen, önskemål om ökad integriering mellan bygg- och installationssystemen för att underlätta dragningar av en större mängd installationer m m.

Byggande av hus med platta på mark utan högvärdig isolering resulterade ofta i kalla golv särskilt längs ytterväggarna. Problemen kunde bli markanta vid direkteluppvärmning. Tilläggsisolering i form av mineralull/cellplast på plattans över- eller undersida respektive kant samt ingjutna värmekablar, gav i regel acceptabel komfort. Problemen vid kryprumsbjälklag var troligen mindre, men dåliga tätningar och bristfälligt isolerutförande i bjälklaget resulterade ofta i kalla golv, i vissa fall frusna vattenledningar. Kantförstyvningen/ grundmuren var oftast uppbyggd av betongblock eller på senare tid lättklinkerblock. Ventilationen var av självdragstyp utan reglermöjligheter.

Ett antal provgrunder med ökad förtillverkningsgrad kom att byggas. Betongbalkar med eller utan förtillverkade plintar utvecklades. Bristen på arbetskraft och högkonjunktur inom branschen resulterade dessvärre i en avsaknad av intresse för samordning mellan överbyggnad och grund.

De skärpta värmehushållningskraven i samband med SBN 1975 och ELAK resulterade i en mängd nya konstruktioner, fortfarande med konventionella material ibland försedda med tilläggsisolering av t ex mineralull, cellplast eller polyuretan.

Täta hus (överbyggnaden) i kombination med bristfälligt inreglerade och fungerande ventilationssystem är några av orsakerna till fuktproblem i moderna småhus, liksom kortare byggtid. Figur 3 ger en översikt av fuktkällor och fukttransportsätt.



FUKTKÄLLOR

1. Luftfukt (även tillskott från tex människor, växter, bad, tvätt, matlagning)
2. Byggfukt
3. Regn och slagregn
4. Markfukt (ytvatten, infiltrationsvatten, grundvatten)
5. Fritt vatten (tex läckage på klimatskärm och installationer)

FUKTRANSPORTSÄTT

- Änfas_
6. Diffusion
 7. Konvektion
- Vätskefas
- Kapillaritet
 - Tyngdkraft
 - Vindkraft

FRIIT VATTEN, I ELLER PÅ EN BYGGNADSDDEL, KAN UPPSTA GENOM:

- Ytkondensation
- Kondens i konstruktioner
- Läckage

Figur 3 Fuktkällor och fukttransportsätt

För närvarande är fördelningen jämn mellan kryprum och platta på mark. Under 1970-talets första hälft för-sågs en stor del av småhusen med källare. Källare är ett i flera avseenden mer komplicerat grundläggnings-sätt än platta på mark och kryprum. Produktionsmeto-terna för de båda sistnämnda grundläggningssätten har dessutom effektiviserats, vilket ytterligare försämrat källarnas konkurrensförmåga.

Sedan slutet av 1970-talet har en markant minskning av antalet källarhus konstaterats sannolikt beroende på en hårdare "lånestyrning" och ökade krav på att åstadkomma kostnadsbesparande åtgärder, även inom grund-läggingsområdet. Dessa faktorer har tillsammans med en kraftigt minskad efterfrågan på småhus, gett ökade förutsättningar för att grunden ska ingå i företa-gets leveransåtagande och om möjligt ge företaget en jämn sysselsättning under året. Dessutom ökas leveransvärdet. Självfallet skall i sammanhanget konstruktioner med tillräcklig säkerhet väljas. Ansvarsförhållandet mellan olika i byggprocessen inblandade parter behöver klarläggas särskilt med av-seende på grunden. I detta sammanhang måste garan-tier för olika materials och konstruktioners bestän-dighet beaktas i högre grad än tidigare.

I och med minskningen av källare har valet av grund-läggningssätt stått mellan kryprumsgrundläggning eller platta på mark. Överslagsmässiga kostnadskal-kyler hos ett tiotal trähusföretag av varierande storlek, förtillverknings- och leveransåtagandegrad visar kostnadsskillnader mellan 0 och 20.000 kr per småhus till nackdel för kryprumsgrundläggning. Enligt Danielsson (1979) uppgår merkostnaden för ett tra-ditionellt kryprum till ca 10.000 kr per småhus. Låneunderlaget är f n (1984) endast ca 12.000 kr högre per småhus vid kryprumsgrundläggning. Ur pro-duktions- och boendekostnadssynpunkt borde man där-för kunna förvänta sig en ökad andel hus med platta på mark. Skärpta värmehushållningskrav ökar grundlägg-ningens djupet och kostnaderna vid kryprumsgrundlägg- och försvårar samtidigt för konstruktioner med platta på mark, genom ökade kostnader och större ris-ker för tjälskjutning.

Detaljerade uppgifter om hur småhusen grundläggs är dåligt redovisade. SCB:s material innehåller enbart uppgifter om andelen källarhus men väl beskrivningar av vilket uppvärmningssystem som valts. Kommunernas byggnadsnämnder och länsbostadsnämnderna har troligt-vis ett användbart material, men sammanställning av erforderliga uppgifter saknas.

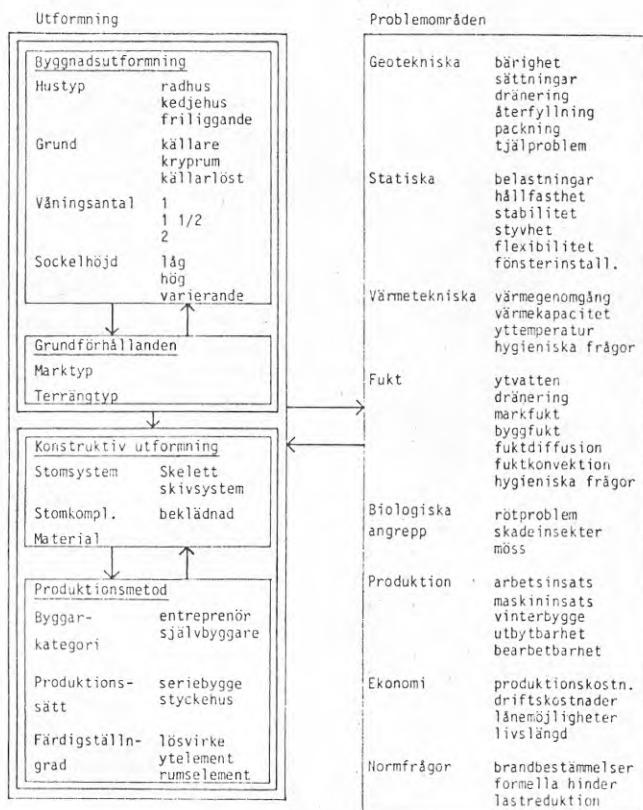
Grundläggningssättet varierar inom olika delar av lan-det beroende på traditioner, klimat och terrängförhål-landen. Det är också välkänt att kostnaderna för grun-den till ett hus på likvärdig mark kan variera kraf-tigt mellan olika regioner.

Nuvarande låneregler (1984) innebär förbättrade möjligheter att bygga ett hus med källare. Ett ökat intresse för källar- och sluttningshus kan skönjas. Värmehushållningskraven, tomtstorleken, terrängförhållandena och hustypen påverkar starkt grundläggnings-sättet. Källaren kan i framtiden vara ett värdefullt utrymme för samvaro, sovrum, förrådsutrymme för olika energibesparande apparater, vedförråd, matförvaring, skyddsrum m m.

2.2 Kravspecifikation på grundkonstruktionen

En sammanställning av olika krav som ställs på grundkonstruktionen har gjorts av Englund & Granström (1974), tabell 1.

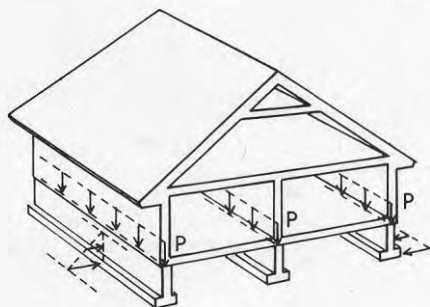
Tabell 1 Sammanställning av krav på grundkonstruktionen



I detta delavsnitt behandlas krav av generell art för de i avsnitten 3-6 redovisade grundläggningssätten. Speciella krav för respektive grundläggningssätt behandlas i samband med aktuell konstruktionslösning.

Grundkonstruktionens statiska funktion är att nedföra och fördela belastningar från överbyggnaden till marken. Normalt har småhus en bredd mellan 6 och 10 m samt en längd mellan 8 och 14 m. Det dominerande bredd-/längdförhållandet är ca 8x12 m. De senaste åren har andelen kvadratiska hus med måtten ca 10x10 m ökat kraftigt.

För ett 8 m brett $1\frac{1}{2}$ -planshus med bäring i husets tvärriktning, panelfasad och beläget i snözon 2.0 uppgår belastningen från överbyggnaden på grundmurarnas överkant till ca 15 kN/m för såväl fasadgrundmuren som hjärtgrundmuren. Därtill skall läggas grundmurens egentygnd som för lättklinkerblock uppgår till ca 4 kN/m vid 1.2 m murhöjd. Slutligen skall adderas tyngden av en 0.5 m bred och 0.25 m hög grundsula av betong, 3 kN/m. Totalt skall således nedföras 21 kN/m. Figur 4 visar en principskiss av det statiska systemet med aktuella laster. Vid tegelfasad ca 2.4 m hög ökar belastningen med ytterligare ca 4.4 kN/m fasadgrundmur.



Spännvidd m	P kN/m		
	Snözon		
	1.0	2.0	3.0
6.0	9.9	11.8	14.0
8.0	12.5	14.8	17.7
10.0	15.0	17.7	21.2
12.0	17.5	20.8	24.9

Figur 4 Statiskt system för $1\frac{1}{2}$ -planshus med tvärgående bäring. Aktuella laster, husbredder och snözoner enligt tabell. Fasad av träpanel.

Vid platta på mark skall grundkonstruktionen utgöra "bärande" bjälklag. I vissa fall skall grundkonstruktionen utgöra stomme i förråds- och bostadsutrymme, t ex för källare- och sluttningshus.

Förutom de rent hållfasthetsmässiga kraven enligt ovan ska grundkonstruktionen utgöra ett skydd för överbyggnaden mot klimatpåfrestningar i form av låga utetemperaturer, vilka bland annat kan orsaka tjälskjutningar. Grundkonstruktionen skall även klara vissa fuktpåfrestningar och utgöra ett fukt-skydd t ex genom att avleda ytvatten och tillse att vatten i vätske- eller ångfas ej tillförs överbyggnaden.

De olika parternas krav i byggprocessen kan mer konkret uttryckas som:

Från ett företag som t ex producerar block, balkar, plintar och kantelement är det väsentligt att

- Produkten kan standardiseras och därigenom möjliggöra långa produktionsserier, rationell tillverkning och lagerproduktion.
- Vikten hålls låg, speciellt vid arbete utan kran, och att transportkostnaderna minimeras.
- En ökning eller minskning av måtten enkelt kan åstadkommas genom kapning eller lämplig fogning av ytterligare en komponent.
- Produkten skall vara rikstäckande t ex genom samarbetsavtal mellan flera regionalt lämpligt fördelade företag.

Företag som producerar balkar och ytelement för källarväggar och andra produkter vilka är dimensionerade för något eller några objekt/typhus skiljer sig från ovanstående önskemål genom att

- Försäljning sker direkt till kunden eller entreprenören, varvid viss lagertillverkning möjliggörs.
- Transport och montering måste lösas i samråd med kunden/entreprenören.
- Merparten av aktuella tekniska (samordnings-)problem måste vara lösta i samråd mellan producenten och kunden/entreprenören.

Arbetet med grundkonstruktionen kan utföras enligt någon av följande avtalsformer:

- Entreprenör, som är verksam inom ett visst område/region
- "Kedja" av entreprenörer, vilka därigenom blir rikstäckande. Detta är en vanlig entreprenadform då grundkonstruktionen innehåller något unikt/nytt arbetsmoment eller montageteknik, vilket är vanligt för förtillverkade balkar och plintar.

- Samverkan mellan entreprenörer och tillverkaren av överbyggnaden.
- Självbyggare (= byggherren).

Då grundkonstruktionen består av betong och arbetet utförs av annan än byggherren/självbyggaren leder detta oftast till så stora och så få element som möjligt. Kranmontage är då nödvändigt. De hjälpmedel som används för överbyggnaden bör självfallet utnyttjas även för grunden. Elementstorlekarna bör utformas i enlighet därmed. Så få montagelag som möjligt bör eftersträvas för att nå bättre samordning och lägre totalkostnader. Grundentreprenörens krav på grundkonstruktionen är att den skall kunna åstadkommas till lägsta möjliga kostnad.

Självbyggaren prioriterar vanligen enkla material och konstruktioner som kräver minsta möjliga maskinella utrustning och lägsta materialkostnad. Traditionellt murade och platsgjutna konstruktioner väljs i regel av självbyggarna. Ansvarsfrågan vid egenhändigt utförd grund är inte helt klarlagd.

Tillverkaren (leverans och montage) av överbyggnaden prioriterar:

- Måttriktighet, toleranser hos grundkonstruktionen.
- Förväntar sig att grundkonstruktionen uppfyller gällande myndighetskrav.

Ansvaret för överbyggnaden utvidgas sällan till att omfatta även grundkonstruktionen (delat ansvar).

Från totalentreprenörens sida:

- Prioriteras ofta samordningsfrågorna varvid det är angeläget att se överbyggnaden och grundkonstruktionen som en enhet.
- Har man goda möjligheter att styra valet av material, konstruktion och utförande.

Myndigheterna ställer vissa allmänna krav:

- Förekommande laster skall kunna tas upp med betryggande säkerhet och utan att byggnaden utsätts för skadliga formändringar och sprickbildningar. Hänsyn skall därvid tas till grundläggningen av befintliga och närbelägna byggnader, till planerad bebyggelse, schaktning etc samt till de förändringar av grundvattennivå som kan förväntas komma att ske.

- Material i grundkonstruktionen skall inte medföra hygieniska olägenheter.
- Skydd mot fukt varvid hänsyn skall tas till temperaturpåverkan. Dels skall byggnadsmaterialen kunna motstå fukt och vidare skall byggfukt kunna torka ut.
- Värmeisoleringen och tätningen skall vara så utförd att hygieniska olägenheter inte uppkommer samt så att värmeavgivningen och luftläckningen begränsas med hänsyn till kravet på god värmehushållning.
- Ett tillfredsställande termiskt inomhusklimat skall föreligga med hänsyn tagen till luftens temperatur, fuktighet och hastighet.

Till ovanstående skall fogas ett antal detaljkrav vilka främst berör grundläggningen med avseende på tjälning, geotekniska utredningar, material och utförande vid pålning, avledning av dagvatten, krav på material för olika dräneringsskikt och dräneringsledningar, anslutning av organiskt material till grundkonstruktionen, ventilation och värmegenomgångskoefficienter för olika material och konstruktioner. Vid t ex hög radonhalt kan det vara aktuellt att utforma grunden för att lösa problem av denna typ.

Det står således var och en fritt att välja material och utförandesätt för en grundkonstruktion under förutsättning att de allmänna kraven uppfylls. Problemet är härvidlag att kunna påvisa beständighet och funktion hos nya, ej beprövade material och utförandesätt. Med stöd av noggrannare beräkningsmetoder och t ex accelererade åldringsprovningar för aktuella material och konstruktioner kan man till vissa delar uttala sig. Grundkonstruktionen bör framgent inte ses som en separat enhet utan skall integreras med byggnaden som helhet.

2.3 Samordning överbyggnad - installationer - grundkonstruktion

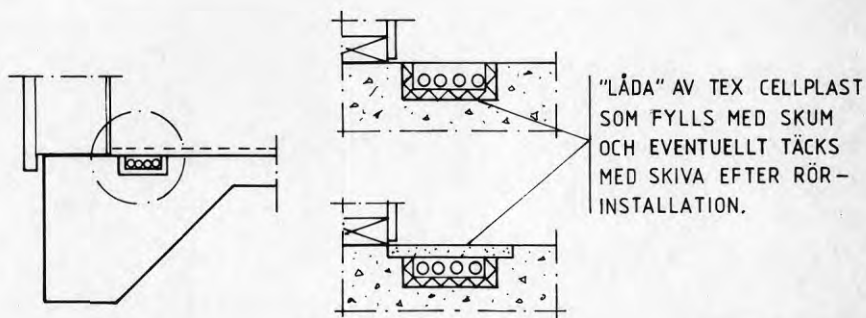
Allmänt

Installationernas förläggning och valet av inkopplingspunkter för el, tele, kallvatten och avlopp är ur kostnadssynpunkt väsentliga faktorer. Varje enskilt företag bör för minimering av produktions- och reklameringskostnaderna eftersträva likartade installationslösningar och placering av inkopplingspunkter för olika hustyper. Måttsamordningen mellan överbyggnad - grund - installationer är beroende på grundläggningsättet av olika stor betydelse.

Platta på mark

För grundläggningssättet "platta på mark" är det svårt att välja installationernas förläggning och inkoppling så att krav på utbyttbarhet uppfylls. Vatten- och avloppsrör, brunnar m m kan till större delen förläggas till övergolvkonstruktionen i de fall plattan isoleras på översidan. Vattenskador har stundtals lett till höga reparationskostnader eftersom det gått ganska lång tid innan skadan observerats. Problem av denna typ kan dessutom förväxlas med skador orsakade genom fukt från mark.

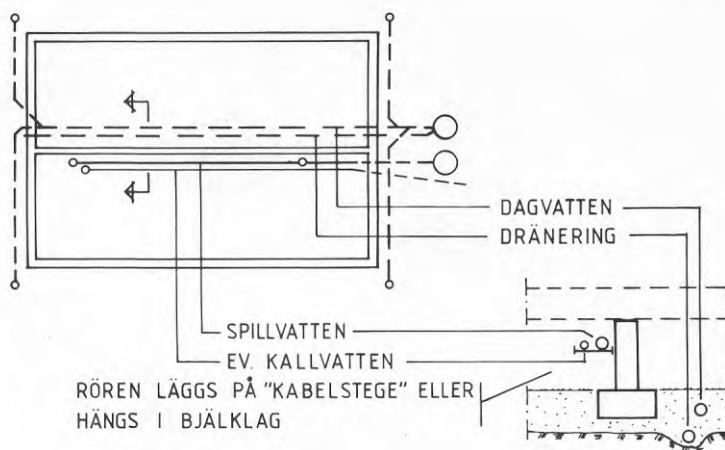
Genom utveckling av principerna för förläggning av vatten- och avloppsrör borde skadornas omfattning kunna begränsas, figur 5. Beroende på golvrännans höjd, är det möjligt att även få plats med avloppsröret i rännan.



Figur 5 Ränna för installationer vid platta på mark.

Kryprum

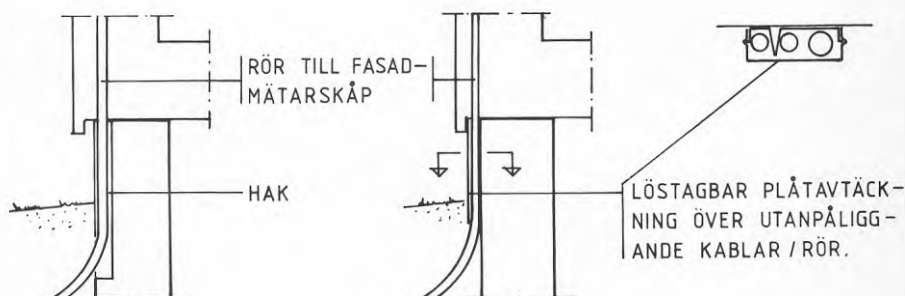
Kryprumsgrundläggning medger att relativt stora måttfel kan accepteras för installationernas förläggning i mark. Detta ger vidare stor frihet vid val av installationernas förläggning i bjälklaget eller i kryprummet. Antalet inkopplingspunkter och deras förläggning kan varieras kraftigt, figur 6.



Figur 6 Principiell bild av installationernas förläggning och inkoppling vid kryprumsgrundläggning.

Vid platsbyggda kryprumsbjälklag är (mått-)samordningen mellan bygg- och installationssystemen av mindre vikt än vid förtillverkade bjälklagselement. Felaktigt av-satta ledningar som behöver justeras kan dock leda till ökade kostnader.

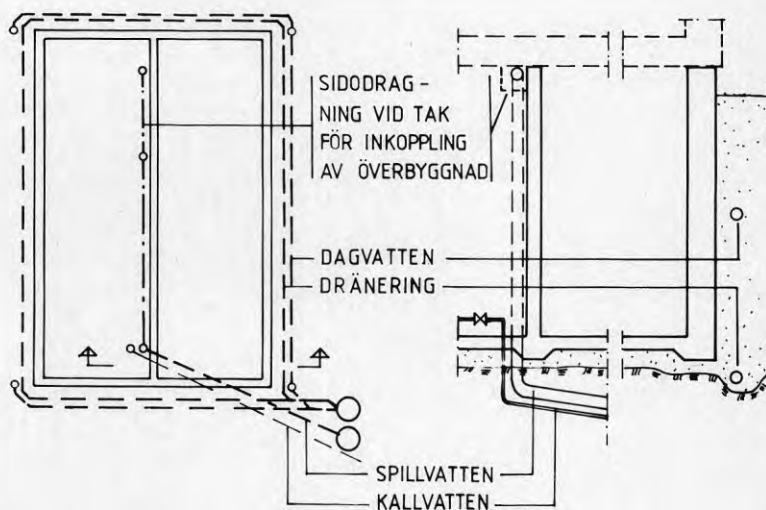
Utanpåliggande fasadmätarskåp används ofta. Detta kan medföra att håltagningar måste utföras i grundmuren för att ge plats för ledningar samt överkoppling mellan överbyggnad och källare. Detta medför problem för tillverkare av grundbalkar, figur 7.



Figur 7 Inkopplingsutrymme för fasadmätarskåp
a) Hakning i grundmur
b) Utanpåliggande plåtäckning

Källare

Markförläggningen i höjddled kan oftast inte påverkas då husets placering varierar och primärt är beroende av det kommunala avloppsnätets läge i höjddled. En koncentration av installationerna mot hjärtgrundmuren, figur 8, kan dock leda till kostnadsbesparingar.



Figur 8 Principiell bild av installationernas förläggning och inkoppling för källare

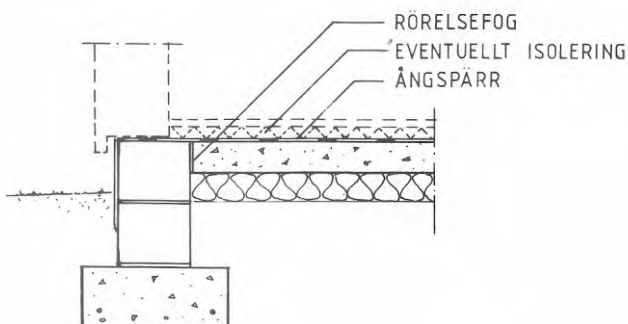
3 KONSTRUKTIONSLÖSNING: PLATTA PÅ MARK

3.1 Konstruktionspraxis. Speciella krav

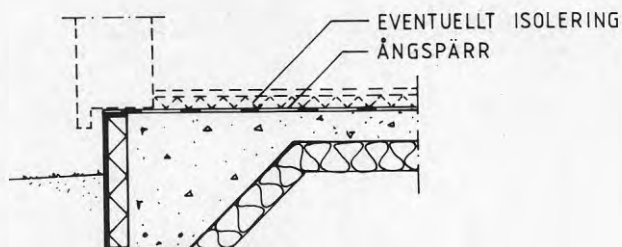
Konstruktionstypen har under 60- och 70-talen vunnit relativt stor marknadsandel på grund av låga produktionskostnader genom rationellt byggande. Med grundläggningssättet platta på mark kan småhus byggas på mark med relativt låg bärförmåga. En väsentlig restriktion är att marken är någorlunda plan. Otillräckliga krav på värmeisolering och fuktskydd har för detta grundläggningssätt lett till betydande komfortproblem och reklamationer.

En utveckling från oisolerade betongplattor till konstruktioner med isolering på över- och/eller undersidan samt isolerad kantsmur kan konstateras. Denna utveckling har skett dels av klagomål orsakade av kalla golv, dels för att uppfylla de skärpta värmehushållningskraven enligt SBN 1975, 1980 och ELAK. En dåligt isolerad platta "läcker" energi och ger kalla golv. Vid grundläggning på tjälfarlig mark kan konstruktionen dock hållas tjälfri genom ett begränsat värmeläckage eller genom komplettering med en horisontell markisolering.

De belastningar som skall nedföras under bärande väggar fördelas med hjälp av hela eller delar av plattan, "vouter" under plattan eller sulor åtskilda från själva plattan, figur 9. Denna lösning används ofta av självbyggare och består t ex av en gjuten sula samt en murad kantbalk, här visad med 2 skift. Någon formsättning krävs därmed inte för plattan och den är enkel för sulan.



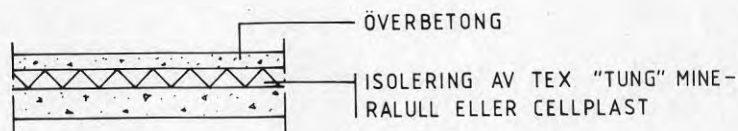
Figur 9 Konstruktionslösning för platta på mark



Figur 10 Exempel på sockelelement

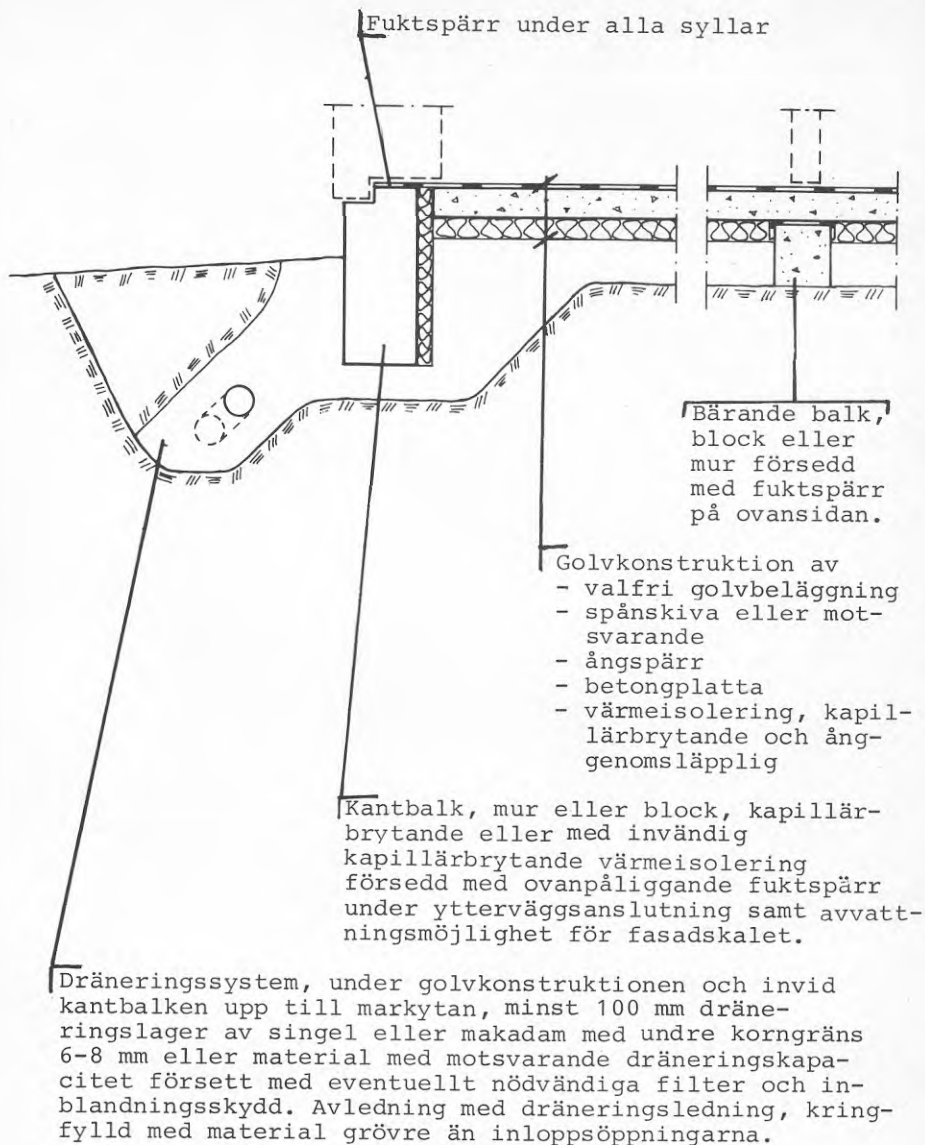
Ett sätt att dels klara kravet på kantisolering dels minska arbetet vid formsättning av plattan är att använda någon typ av sockelelement. I figur 10 ges ett exempel som passar såväl för reguljära byggföretag som självbyggare.

En relativt dyrbar lösning vid platta på mark som i första hand används i våtutrymmen då man vill ha fall och ett "hårt" golvmaterial visas i figur 11. Detta alternativ används då isoleringen läggs över plattan.



Figur 11 Tvåskiktsgjutning med mellanliggande isolering

Tvåskiktsgjutningar med konstruktioner enligt ovan har tidvis varit vanligt förekommande innan man lärt sig nå acceptabel planhet med enskiktsgjutning. På senare år har ökad planhet åstadkommits med hjälp av flytspackel som dock kan ge betydande lukt- och allergiproblem.



Figur 12 Principiell typlösning av fuktskydd vid grundläggning med platta på mark. Bilden är hämtad från Nilsson (1983).

Teoretiskt sett kan man för de flesta konstruktioner uppnå ett tillräckligt fuktskydd, figur 12. Problemen beror till största delen på produktionsmetoden och väderleken vid montage. Väsentligt större problem uppstår och ekonomiska insatser erfordras för att klara de skärpta värmehushållningskraven.

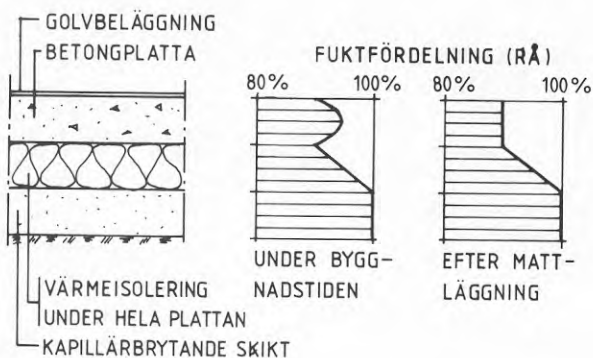
En dräneringsledning kan inte suga vatten från omgivande material utan att vatten rinner till ledningen. Vid ej självdränerande jordar måste man förutsätta att det står fritt vatten under hela huset upp till en nivå som motsvarar vattengången i dräneringsledningen. Byggnadsdelar under denna nivå kan utsättas för fritt vatten som kan sugas vidare kapillärt. Dräneringen måste därför läggas tillräckligt djupt.

De flesta byggnadsmaterial är mer eller mindre kapillärt sugande. Om en konstruktionsdel, t ex kantbalk, grundmur eller påle, står i kontakt med fritt vatten och i sin tur i kontakt med andra konstruktionsdelar kommer fuktbelastningen att även på angränsande material inom viss tid uppgå till 100 % RÅ. Ett kapillärbrytande materialskikt skall därför läggas in mellan alla konstruktionsdelar och dräneringens högsta nivå.

För material med olika vattenånghalt i ångkontakt med varandra och utan temperaturskillnad, kommer en utjämning att ske med tiden. Detta kan förhindras genom att en temperaturskillnad skapas med en värmeisolering eller genom att en ångspärr placeras mellan skikten. I det första fallet är temperaturskillnaden 2°C , vilket motsvarar 30-50 mm mineralull eller 100-150 mm lättklinker, tillfyllest. För material i ångkontakt med varandra och med temperaturskillnad måste man tillse att temperaturskillnaden bibehålls i hela konstruktionens utsträckning om det varma materialet skall hållas torrt. Om det kalla materialet skall hållas torrt kan detta åstadkommas genom att lägga in en ångspärr eller genom att torka ut det fuktiga, varma materialet ordentligt.

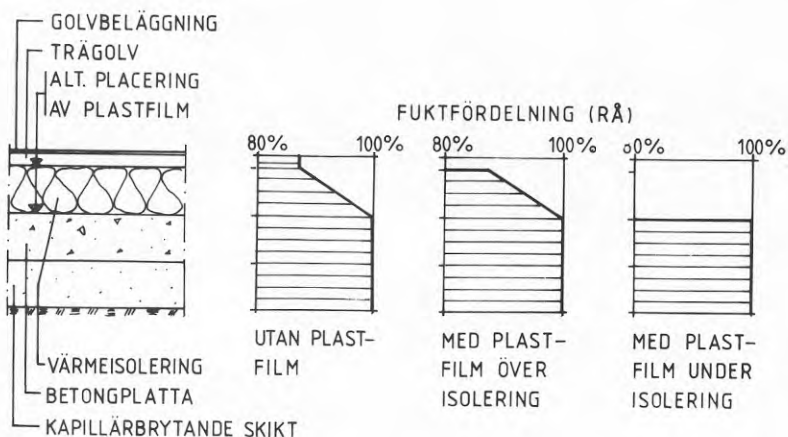
Ånggenomgångsmotståndet för fuktspärren skall vara större än hos ytskiktet. Man bör därför använda en tillräckligt tät fuktspärr, en mera genomsläpplig beläggning eller byta konstruktionslösning. En ångspärr under plattan bestående av t ex plastfilm är svår att hålla hel under gjutningen och är därför en i praktiken osäker lösning som dessutom medför längre uttorkningstid för plattan. En fuktspärr i form av plastbeläggning som ytskikt ovanpå plattan är oftast inte tillräckligt tät och har därför många gånger lett till misslyckanden.

Det tillförlitligaste sättet att stoppa markfukt är därför att använda värmeisoleringsmaterial i kombination med kapillärbrytande skikt om värmeisoleringen i sig inte är kapillärbrytande, figur 13.



Figur 13 Platta på mark med isolering under plattan. Fuktförhållanden under och efter byggtiden.

Isolering ovanpå betongplattan, figur 14, leder oftast till en lösning med hög komfort. Beläggingsmaterial med relativt låg värmekapacitet och värmeisoleringen ovanpå plattan är bland orsakerna till detta. Träreglar bör undvikas i övergolvkonstruktionen om plastfilm saknas under dessa.



Figur 14 Platta på mark med isolering på översidan. Fuktförhållanden utan plastfilm, med plastfilm över respektive under isoleringen.

Värmeisoleringen har här normalt inte så stor betydelse som skydd mot markfukt eftersom plastfilm måste användas som ångspärr för att t ex träbaserade material på översidan ska nå en $R\lambda$ som understiger 80 % (tillåtet värde). För att konstruktionen skall fungera måste ångspärren vara hel under hela byggnadstiden och hela ytan måste naturligtvis vara täckt och noggrant rengjord. Även t ex syllar måste avskiljas från betongplattan om inte dessa placeras ovanpå isoleringen.

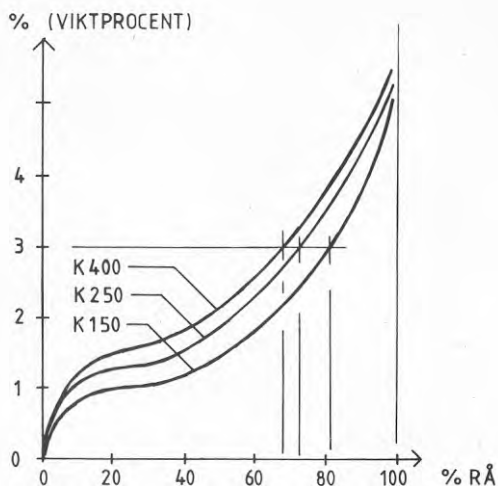
Sammanfattningsvis bör man vid utformning av fuktskyddet tillse att:

- Dräneringen läggs tillräckligt djupt.
- Ingen fukt sugs kapillärt.
- Värmeisoleringen kan användas för att skydda mot fukt under hela plattan. Enbart randisolering är otillräcklig.
- Fuktspärrars egenskaper är av god kvalitet.
- Särskild försiktighet vidtas då fuktiga material har förhöjd temperatur.

Olika typer av skador vid platta på mark och ungefärliga värden för $R\lambda_{krit}$ vid vissa typer av skador:

- Plastmattor släpper och bubblar: 95-100 %.
- Nedbrytning av lim, förtvålning: 90-95 %.
- Träbaserade material: 75-80 %.
- Ojämna golvsivor, synliga skarvar, knarr etc: >75 %.
- Knarr mellan golvsivor och cellplastisolering ovanpå platta: ?
- Fuktskador typ svällning och missfärgning på anslutande byggnadsdelar såsom ytterväggar och innerväggar: >75 %.
- Mögel- och rötangrepp (alla fuktskadorna behöver inte leda till dessa angrepp): 75-80 %.
- Dålig lukt: 70-75 %.
- Läckage från installationer: ?
- Sprickor mellan kantförstyvning och betongplatta: ?

Enligt sorptionskurvorna, figur 15, bör kritiska fukt-tillstånd anges med hjälp av $R\lambda$ och inte i viktsprocent. Har man t ex 3 % fuktkvot i betong av olika klasser kan man ur respektive kurva utläsa att betong i den högre klassen är betydligt torrare än den lägre vid samma fuktkvot.



Figur 15 Sorptionskurvor för betong. Skillnader mellan olika hållfasthetsklasser, efter Nilsson (1983).

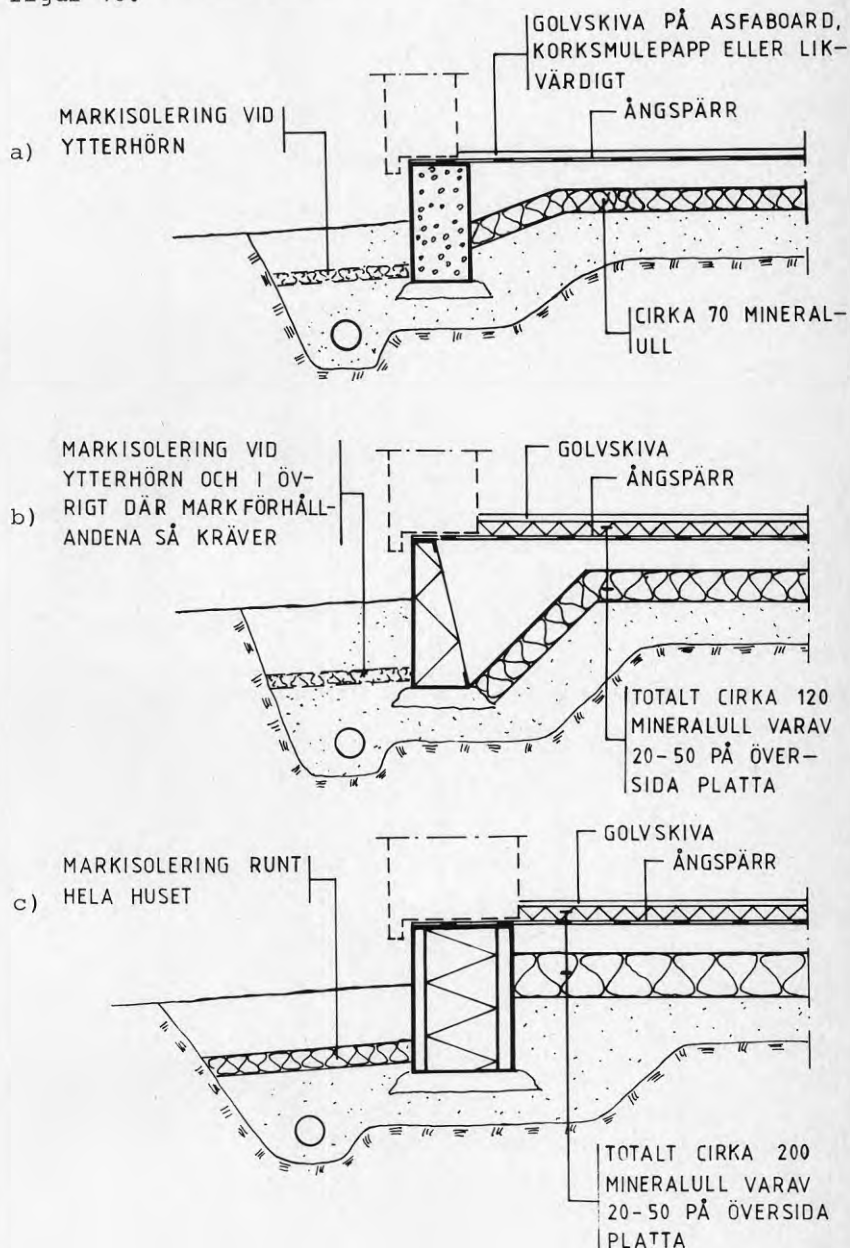
Vid högre betongklass sker uttorkning av byggfukt långsammare än i lägre kvaliteter beroende på betongens täthet. Det är dock mindre vatten som skall torka ut ju högre betongkvaliteten är. Mängden kemiskt bundet vatten är proportionellt mot cementhalten. Det är viktigt att en "högre" betongklass inte vattenhärddas utan membranhärddas, se Nilsson (1983). En högre betongklass medför att uttorkningen av byggfukt går långsammare än i lägre kvaliteter beroende på betongens täthet. Det är dock mindre mängd vatten som skall torka ut vid högre betongkvalitet. Sammantaget medför detta att en högre betongkvalitet medför betydligt kortare uttorkningstid, se Nevander & Elmarsson (1981).

För att erhålla så kort uttorkningstid av byggfukt som möjligt bör man eftersträva

- hög betongkvalitet
- tidig torkstart och uppvärmning
- tunn platta
- att inte ha plastfilm på underliggande värmeisolering
- att tät underliggande värmeisolering typ cellplast ej används
- skydd av plattan mot nedfuktning från färdigställdet av densamma tills överbyggnadens klimatskärm är i funktion.

3.2 Utvecklingsmöjligheter

Med hänsyn till de successivt skärpta värmebehållningskraven kan utvecklingen av konstruktioner med platta på mark principiellt beskrivas med hjälp av figur 16.



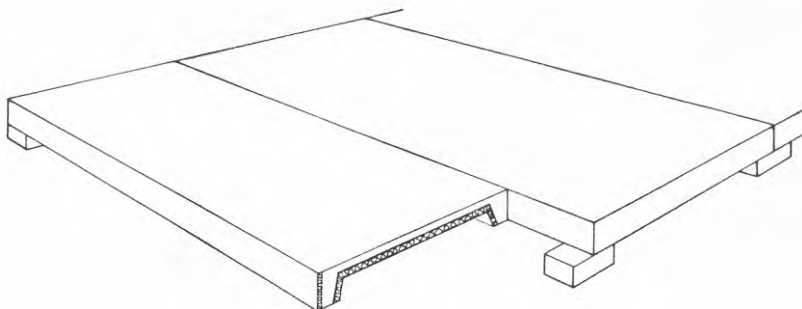
Figur 16 Principiell beskrivning av hur grundläggningssättet "platta på mark" utvecklats, i första hand på grund av skärpta värmebehållningsnormer

- a) SBN 1980 $k \approx 0.30 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- b) ELAK $k \approx 0.20 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- c) Ev framtida krav $k < 0.20 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Med hänsyn till värmehushållningskraven och riskerna för tjälskjutning kan plattorna inte isoleras ner till lägre värmeegenomgångskoefficient än $0.3 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Detta motsvarar ca 70 mm cellplast över eller under plattan. Vid ytterligare skärpningar enligt figur 16 b fördryras plattan motsvarande ELAKs godtagbara lösning med värmeegenomgångskoefficienten $0.2 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Ytterligare framtida skärpningar, figur 16 c, ger lägre värmeegenomgångskoefficient än $0.2 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ och kan väntas leda till fördringar och större grundläggningsdjup som följd.

Möjligheterna att vidareutveckla konstruktioner för platta på mark är således med hänsyn till fukt-, värmeisolerings- och tjältningsproblemen begränsade. Nedan ges dock några utvecklingsalternativ.

Genom att använda plintar och förtillverkade plattor (kassetter), figur 17, kan uttorkningstiden för byggfukt väsentligt minskas under förutsättning att konstruktionen skyddas mot nederbörd tills överbyggnaden har monterats. Den visade grundkonstruktionen är utförd i lättballastbetong (3L-betong) och närmar sig ett traditionellt kryprum. Vanlig betong hade gett för tunga produkter. Kassetterna kan förberedas med olika installationer.



Figur 17 Kassetgrund (Finja Betong/Brännebrona Cementgjuteri).

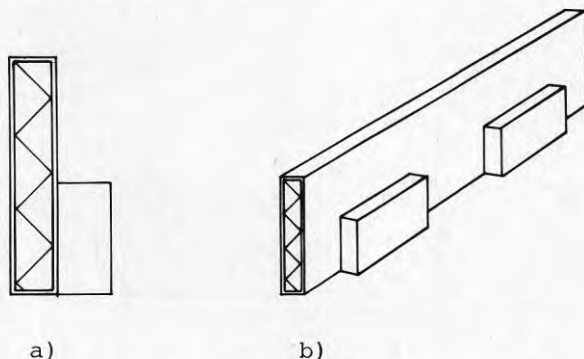
Med hänsyn till skärpta värmehushållningskrav och tjälningrisker behöver förhållandena kring plattans ränder bättre analyseras. Isoleringen av kantmuren behöver förbättras, vilket kan ske t ex genom utveckling av särskilda element som även fyller funktionen som form vid gjutning av plattan m m.

Hittills har man använt sig av två huvudprinciper för kantisolering av platta på mark:

- Lättklinkerblock som även fungerar som gjutform.
- Lätta element av betong-styrencellplast som också måste stöttas för att användas som gjutform.

En enkel metod, som innefattar båda huvudprincipernas fördelar visas i figur 18. Den isolerade kärnan består av styrencellplast som är innesluten i en lådbalk av stålfiberarmerad betong. Ytterytan är gjuten mot en slät form. Den behöver varken slamm eller putsas. Innergytan har en borstad yta för att vidhäftningen skall bli så bra som möjligt. På insidan finns stödklackar. Elementet monteras i bruk utan formsättning. Vid normal motgjutning 20-22 cm klarar detta element en vertikal last av ca 15 kN/m. Elementet är lätt att kapa.

Ett användningsområde för detta element kan vara som grundbalkar till fritidshus eller med ökade breddmått, som grundbalkar för småhus. Detta medför en "torr byggmetod".



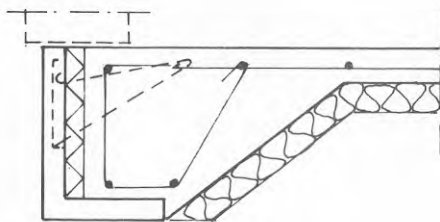
Figur 18 Ekebroelementet. Elementet väger ca 25 kg per löpmetr.

- a) Tvärsektion
- b) Elevation

Ett annat byggelement, Ankarbalken, figur 19, består av en grundbalk med L-profil, vars stående del förses med ingjutna byglar i spår. Balkarna monteras på komprimerade och avvägda sandbäddar. Tillverkningen sker i vissa längder och då passdelar behövs sker kapning på fabrik före leverans. Efter utläggning monteras

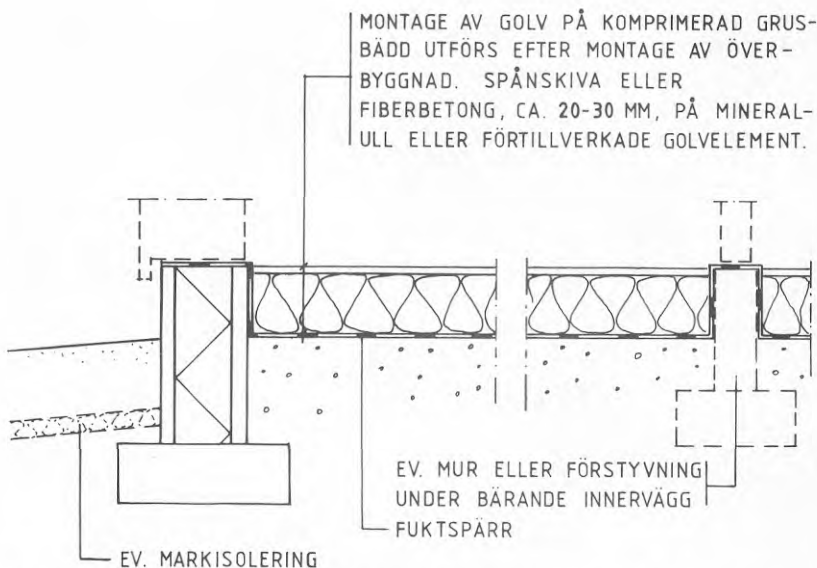
cellplastisolering på balken och vid efterföljande montering av armeringen kan denna förankras i balkarnas byglar.

Konstruktionen är intressant inte minst då den kan utvecklas för "torrt montage" och kryprumsgrundläggning.



Figur 19 Ankarbalken

En väsentlig minskning av mängden byggfukt kan nås om den traditionella platsgjutna betongplattan ersätts med mineralullsskivor med hög densitet och spånskivor som läggs på en komprimerad grusbädd. En dylik lösning förutsätter att vertikala laster från bärande väggar nedförs på särskilda grundmurar, figur 20. Konstruktioner enligt denna princip ställer sannolikt högre krav på noggrant arbetsutförande för att inte besvärande sättningar skall uppstå på golvet. Dessutom måste större punkt- och linjelaster särskilt beaktas.

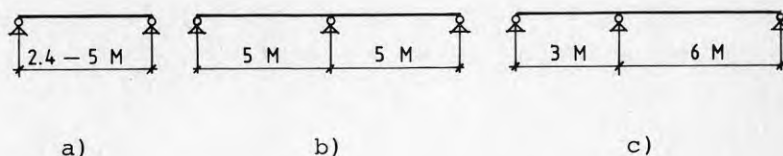


Figur 20 Träskiva och skiva av mineralull med hög volymvikt på komprimerad grusbädd. Uppskattad kostnadsbesparing är 40-80 kr per m² golvyta jämfört med traditionell platta på mark, figur 16 a.

4 KONSTRUKTIONSLÖSNING: KRYPRUM

4.1 Konstruktionspraxis. Speciella krav

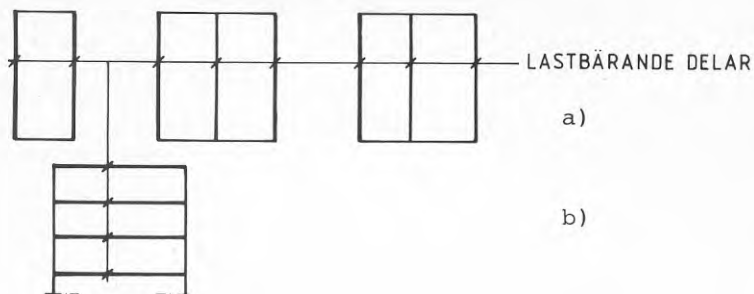
Merparten av bjälklag över kryprum utgörs av träregelkonstruktioner. Ett visst inslag av lättbetong- och betongbjälklag förekommer. Massiva träbjälkar och lättkomponenter läggs upp på 2 eller 3 stöd och fungerar statistiskt sett som fritt upplagda balkar eller kontinuerliga balkar på 3 eller 4 stöd, figur 21. Ökade isolerkrav kräver vid vissa konstruktionslösningar större balkhöjder, vilket därmed ger förutsättningar för längre spännvidder. Därvid måste man beakta bjälklagets tvärstyvhet så att inte besvärande svikt uppstår.



Figur 21 Statiskt system och vanliga spännvidder för kryprumsbjälklag.

- a) fritt upplagd bjälke
- b) kontinuerliga bjälkar
- c) kontinuerliga bjälkar

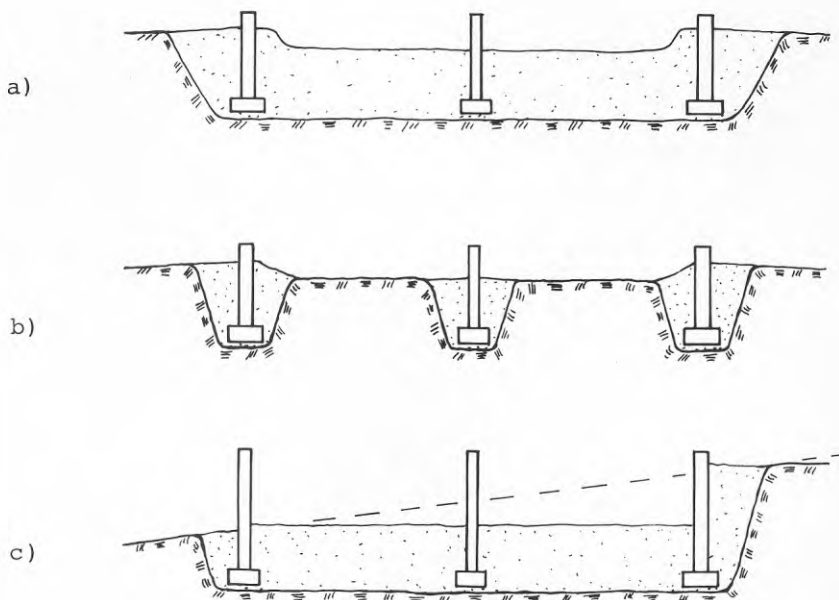
Utifrån aktuella belastningar från överbyggnaden och lämpliga spännvidder för bjälkarna blir ofta längsgående grundmurar det lämpligaste utförandesättet, figur 22 a. Beroende på planlösningens mått och produktionsmetoden kan dock bäring på tvärgående väggar bli aktuellt, figur 22 b. Detta förekommer ibland i grupp-hussammanhang.



Figur 22 Bärning

- a) Längsgående väggar
b) Tvärgående väggar

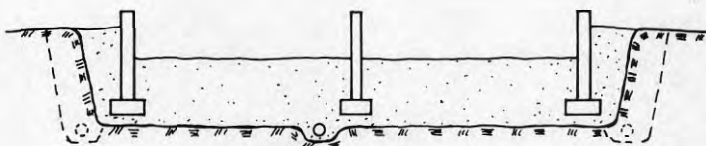
Behovet av schaktning, dränering och dennas utformning, tillåtet grundtryck, återfyllning, markens lutning och befintligt markmaterial påverkar kostnaden och utformningen av grunden, figur 23. I alternativ 23 b behöver man endast schakta för plintarna. En förenklad grundläggning enligt figur 23 b och 23 c kan erhållas t ex enligt "prylplintmetoden".



Figur 23 Schaktning vid

- a) hel grundmur, plan mark
b) plintar, plan mark
c) plintar, sluttande mark

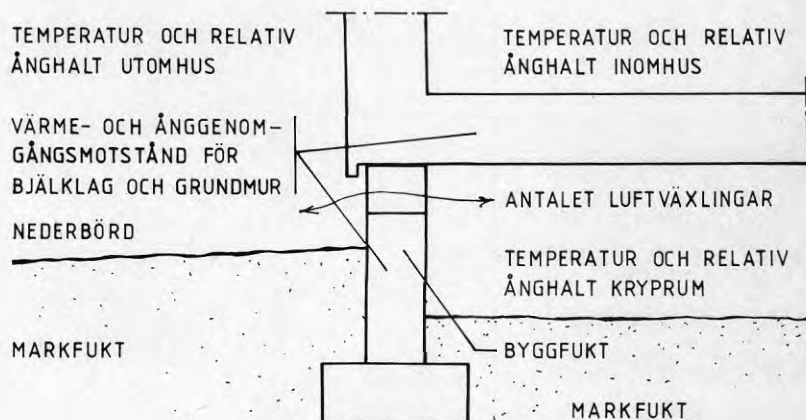
I de fall dränering erfordras räcker det ofta med en dräneringsledning placerad vid hjärtgrundmuren, figur 24. Detta kan vara en ekonomisk lösning vid bergschakt, eftersom man då kan minska schaktmängden på grundmurens utsida.



Figur 24 Dräneringsrör vid hjärtväggen

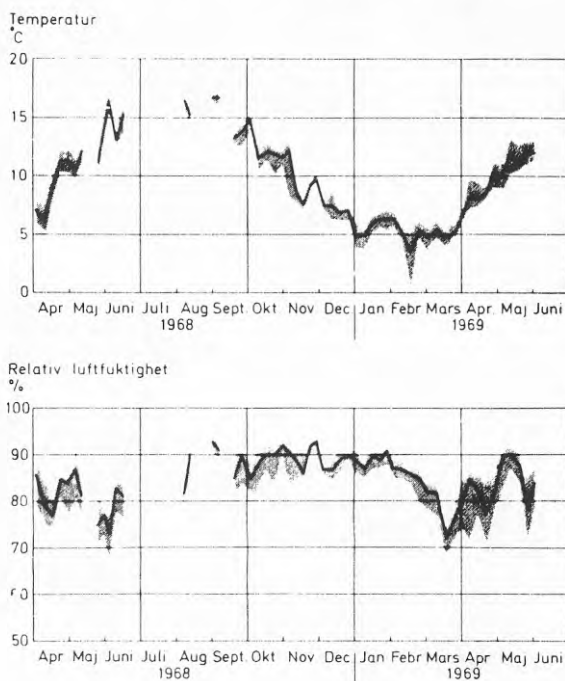
Studier av klimatförhållandena i kryprum har bland annat genomförts av Adamsson och Larsson (1975), Elmroth (1975) och Englund (1981). Kryprumsklimatet, figur 25, beror av

- markfuktigheten, som i sin tur beror av markmaterialet, grundvattenytans läge och marktemperaturen
- ventilationen, typ av ventilationssystem och antalet luftväxlingar
- uteluftens temperatur och vattenånghalt
- transporterade och lagrade mängder fukt och värme via grundmurar, bjälklag och mark
- förekomst av fuktspärr och isolering på marken i kryprummet.



Figur 25 Schematisk beskrivning av kryprumsklimatet

Den relativa ånghalten i kryppgrunden varierar vanligtvis mellan 75 och 95 %, se Elmroth (1975) och Figur 26.



Figur 26 Uppmätt temperatur och relativ luftfuktighet. Registreringar avser förhållanden efter konstruktionsändringar med förbättrad ventilation och isolering av marken med mineralull. Bilden är hämtad från Elmroth (1975).

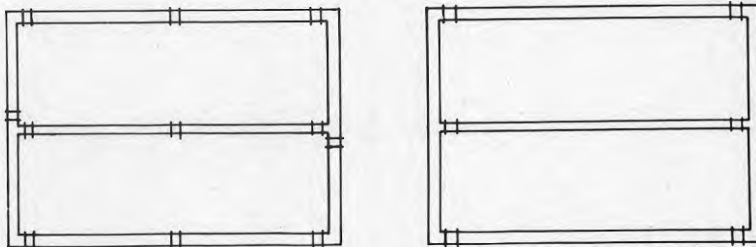
Krypprumsklimatet följer uteklimatet men får också ett fukttillskott från marken. Ett antal faktorer påverkar möjligheten att nå ett acceptabelt krypprumsklimat. Fri vattenyta får ej förekomma på marken i krypprummet. Man kan således ej generellt slopa dräneringsmassor och dräneringsledningar. Däremot kan alternativa utformningar som dräneringsledningar utmed hjärtgrundmuren bli aktuella. Ett avskärande dike utanför grunden är ofta det lämpligaste alternativet vid starkt lutande terräng. En korrekt fungerande fuktspärr på marken inuti krypprummet är en viktig åtgärd. En fuktspärr av t ex plastfilm (billigast) eller mineralull är lämplig.

Fältstudier av klimatet i kryprum visar att förhållandena under de första månaderna efter husets färdigställande kan vara avgörande för om t ex mögelangrepp på bjälklagets undersida skall uppstå. Väsentliga faktorer i sammanhanget är

- Under vilken årstid har huset byggts?
 - a) April-sep → minsta risken för problem
 - b) Övriga årstider → ökad risk för problem?
- Hur mycket nederbörd (regn, snö) faller från det att grunden är färdigställd tills den skyddas av överbyggnaden?
- Bjälklagets värmeisolering, dvs värmetransportens storlek genom bjälklaget.
- Ventilationens storlek i kryprummet.
- Vid nederbörd
 - a) Sommarhalvåret
Regnar det mycket är det nödvändigt att få bort vattnet inuti grunden t ex genom att punktera plastfilm.
 - b) Vinterhalvåret
Snö och is inuti grunden måste avlägsnas. Långt ifrån all snö och is går att få bort före överbyggnaden monteras. Efter påbörjad uppvärmning av huset sker en långsam upptining av grunden. Värmetransporten genom bjälklaget, antalet luftväxlingar och utetemperaturen är avgörande för uttorkningsförloppet.

Relativa ånghalter på 95-100 % RÅ inuti kryprummet flera månader efter byggnadens färdigställande är således inte vanligt, men kan förekomma någon gång kortvarigt under extrema klimatförhållanden. Så höga RÅ-värden medför fuktkvoter i trämaterial på över 20 %.

Ventilationsöppningarnas placering i såväl vertikal- som horisontalled är av stor betydelse för luftväxlingens storlek. Figur 27 visar två alternativ på hur detta kan lösas. Av dessa är alternativ a att föredra ur fuktsynpunkt. Vid mekanisk ventilation av kryprummet kan dock alternativ b godtas.



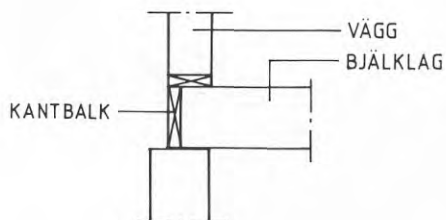
a)

b)

Figur 27 Placering av ventilationsöppningar i grundmur

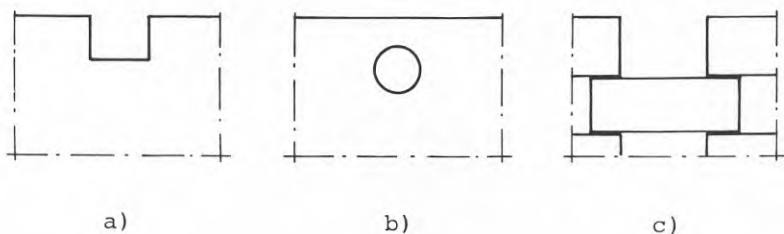
- a) Jämmt fördelade
- b) Koncentration till ytterhörn

Bjälklagets uppbyggnad och måttsamordningen mellan grund och överbyggnad är viktig med hänsyn till ventilöppningarnas placering. En "kantbalk" av trä t ex 45x220 mm kan överbygga meterlånga öppningar, figur 28.



Figur 28 Kantbalk i bjälklag

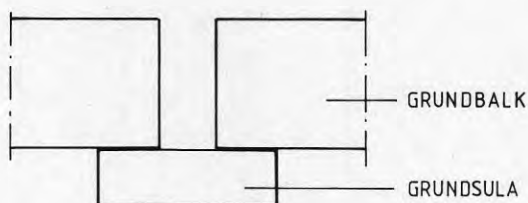
Kontinuerliga bjälkar måste i regel ha stöd över hjärtmuren på ett centrumavstånd av 600 mm. Öppningar i hjärtmuren bör placeras så nära gavlarna som möjligt för bästa genomluftning, figur 27. Öppningarna placeras i överkant eller en bit ner beroende på om hjärtmuren utgörs av murblock eller betongbalk, figur 29. Ventilation genom hjärtmuren kan även åstadkommas genom att placera murblocken glest, figur 29 c.



Figur 29 Ventilation genom hjärtmur. Detalj

- a) Ventilationsöppning i överkant
- b) Ventilationsöppning en bit från överkanten
- c) Ventilation genom gles placering av murblocken

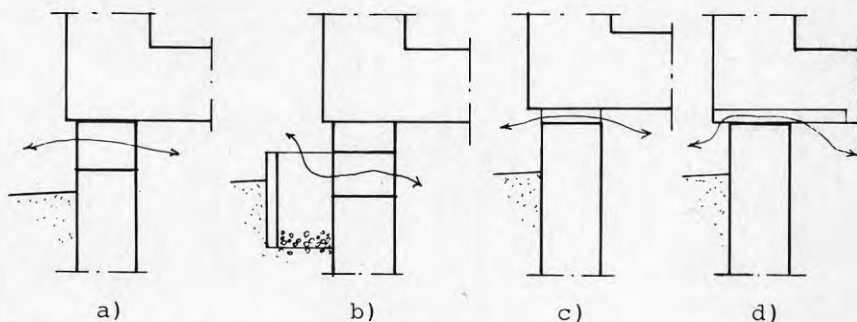
Förtillverkade balkar kan placeras med mellanrum så att ventilationsöppningar därigenom kan erhållas. Detta är en i många fall lämplig lösning speciellt om grundläggningsdjupet är så litet att balkarna kan placeras direkt på sulorna, figur 30. I det fall öppningen kommer över ett plintskåft blir detta ofta alltför brett.



Figur 30 Mellanrum mellan förtillverkade balkar över sulan ger erforderlig ventilationsöppning

En önskad ventilation (luftväxling) av kryprummet kan ske genom att en kanal från detta ansluts till husets mekaniska ventilationssystem. Den mekaniska ventilationen i sig löser ju inte några fuktproblem men ökar möjligheterna att uppnå önskad luftväxling. Under vissa årstider och vid radonhaltigt markmaterial kan en dylik anslutning vara mindre lämplig.

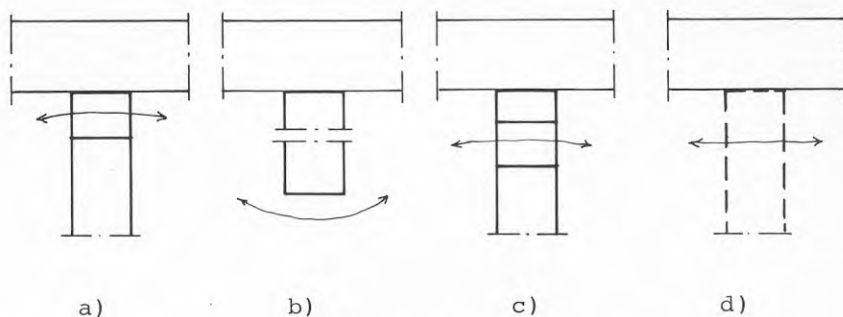
Återfyllnadssättet och marknivåns läge kan kraftigt inverka på ventilationens storlek i kryprummet. Figur 31 visar exempel på såväl raka som icke raka ventiler.



Figur 31 Ventilutformning

- a) Rak ventil för murad grund. Bjälklaget kan efter förstärkning överbrygga större öppningar
- b) Icke rak ventil för förtillverkade balkar
- c) Icke rak ventil för uppklotsat bjälklag
- d) Icke rak ventil inbyggd i bjälklaget

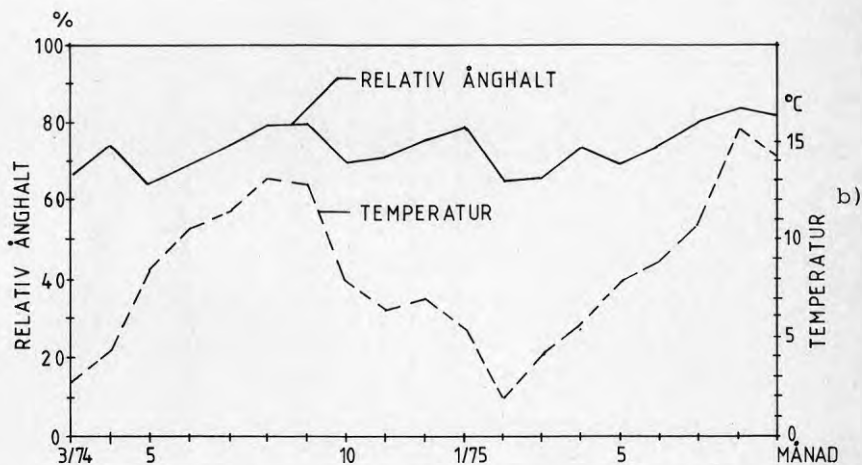
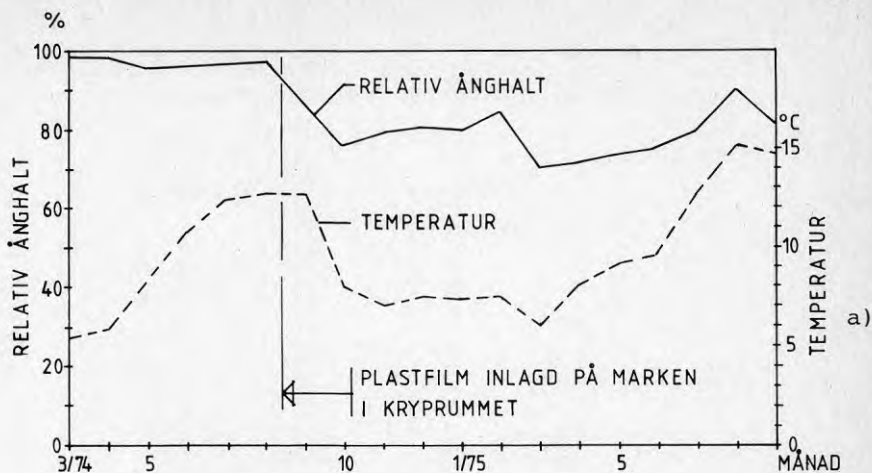
Motsvarande problem uppstår då det gäller att anordna luftströmning genom hjärtgrundmuren, figur 32.



Figur 32 Ventilationsöppning i hjärtgrundmuren.
Rak ventil

- a) För murat utförande
- b) Under förtillverkad balk
- c) Genom förtillverkad balk
- d) Genom "släpp" i mur eller balk över plint.

Figur 33 visar resultat från mätningar av fukt- och temperaturförhållanden i kryprum. Hus A har icke raka ventiler (markytan i nivå med träbjälklagets undersida) medan hus B har raka ventiler. En plastfilm på marken i kryprummet hos hus A ledde till ca 25 % lägre RÅ. Hus A har därefter ändå ca 10 % högre RÅ i kryprummet än hus B. Luftväxlingsmätningar med spårgas visade i medeltal för kryprummet en ventilation av 0.5 oms/h i hus A och 3.3 oms/h i hus B. Uppgifterna är hämtade från Adamsson & Larsson (1975).



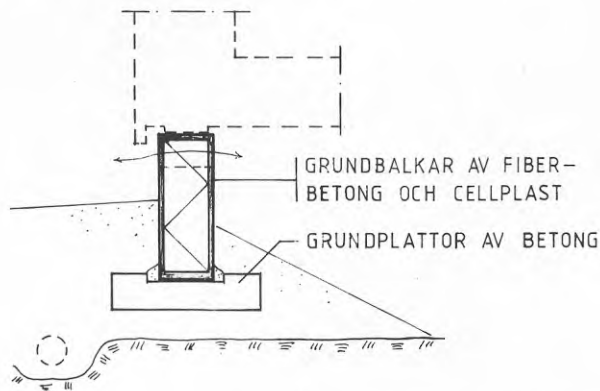
Figur 33 Uppmätta fukt- och temperaturvärden i krypprummet hos

- a) Hus A
- b) Hus B

Det är som tidigare nämnts för tillverkare av förtillverkade grundbalkar i regel störande att behöva anordna håltagningar i balkarna för ventilöppningar. För största möjliga ventilation bör öppningarna placeras så högt upp som möjligt och ventilerna vara raka, figur 31 a. Placeras öppningarna på en lägre nivå måste dessa ofta skyddas på utsidan mot återfyllnaden. Vid hjärtgrundmuren kan luften ofta passera under balkarna, figur 32.

Som alternativ till ventilöppningar i grundbalkarna kan man antingen bygga upp överbyggnaden med klotsar, figur 31 c, eller anordna ventilöppningar i själva bjälklaget, figur 31 d. Inget av dessa alternativ gäller vid murad fasad.

Skärpta värmehushållningskrav, önskemål om bättre isolering av grundmuren, reducerat grundläggningsdjup samt att kunna bygga även i fuktig och kall väderlek, har lett till utveckling av konstruktioner enligt figur 34.



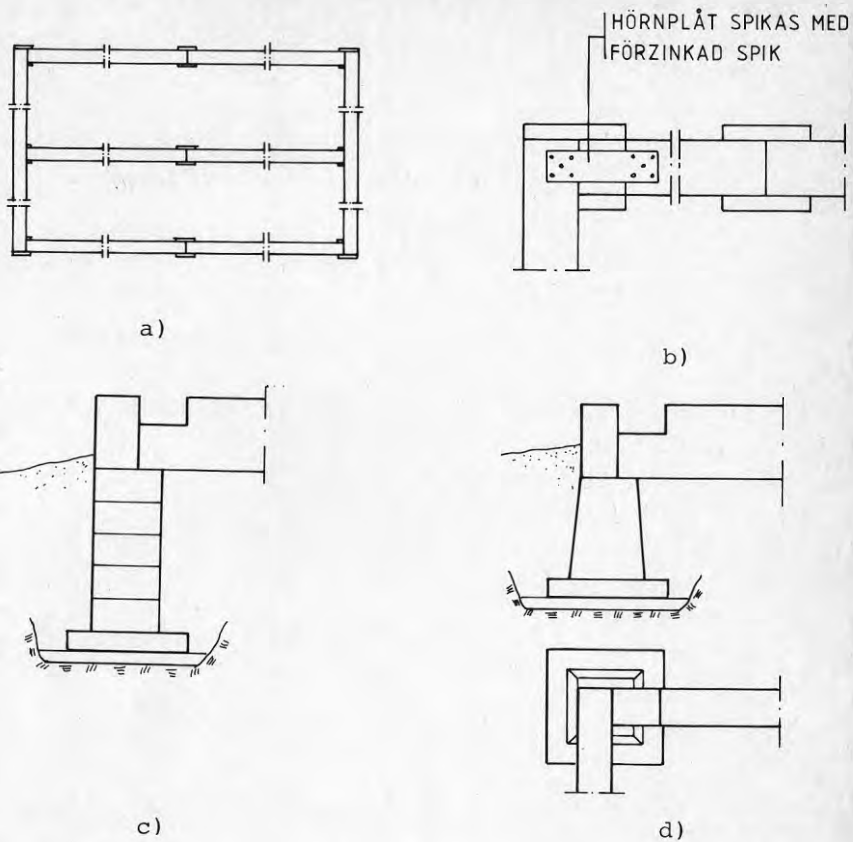
Figur 34 Grundkonstruktionen består av stödplattor och grundbalkar, den s k Tjälldänggrunden. Uppskattad kostnadsbesparing är 40-90 kr per löpmeter "grundmur" jämfört med fasadgrundmur bestående av gjuten sula 500x200 mm och 4 skift-200 mm betonghålblock.

Dylika grundkonstruktioner minskar tidsåtgången på byggplatsen och underlättar arbetet vid kall och fuktig väderlek.

I nedanstående figur 35 visas den s k Alba-grunden. Balkarnas ovansida låses i hörnen med hörnplåtar som spikas fast med förzinkad spik. Balkar och plintar består av lättklinkerbetong samt plintsulor av betong.

Arbetsgången för en balk- och plintkonstruktion enligt figur 35 är:

- a) Schaktning för plintar sker till erforderligt djup.
- b) Fyllning sker med grus/makadam som komprimeras och avvägs till rätt höjd.
- c) Förtillverkade plintsulor utplaceras och avvägs till avsedda nivåer. Vid goda markförhållanden kan plintsulorna slopas. Plintsulorna bör, med hänsyn till risker för sättningsskillnader mellan olika plintsulor vara så få som möjligt.
- d) Förtillverkade plintskåft utplaceras och mäts in. Plintsulorna har vanligtvis ett tvärsnitt som motsvarar ett marktryck av 0.05 MPa. Anslutningen mellan plintens sula och skåft bör vara så utformad att ingen eller liten bruks- eller betongmängd erfordras för hopfogningen.
- e) Förtillverkade balkar monteras. Anslutningen mellan balkar och plintskåft utformas så att ingen eller liten bruks- eller betongmängd erfordras för hopfogningen.



Figur 35 Förtillverkade balkar och plintar, den s k Alba-grunden

- a) Planskiss som visar placering av balkar och plintar
- b) Sammanfogning av balkar med hörnplåtar
- c) Plintblock samt plintsula av betong
- d) Plintar samt plintsula av betong

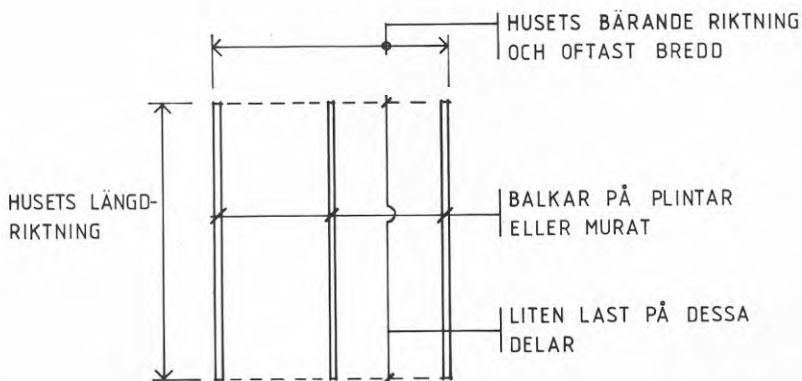
Uppskattad kostnadsbesparing är 20-70 kr per löpmeter "grundmur" jämfört med grundmur bestående av gjuten sula 50x200 mm och 4 skift 200 mm betonghålblock.

4.2 Utvecklingsmöjligheter

Nedan ges ett antal förslag till konstruktionslösningar med inriktning på att reducera kostnaderna, samt att öka förtillverkningsgraden och användningen av trä.

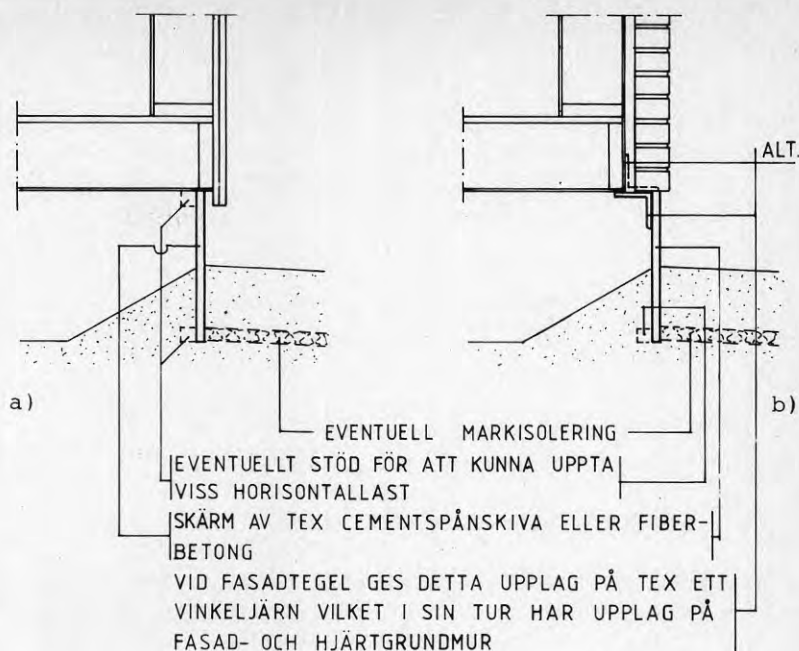
Låg vertikal belastning

Som tidigare nämnts förekommer oftast lastbärning från överbyggnaden på grundens längsgående väggar, figur 36.



Figur 36 Bärning på längsgående väggar

De tvärgående väggarna har då en relativt låg vertikal last och grundkonstruktionen för dessa kan starkt förenklas, figur 37.



Figur 37 Förenklad grundläggning under tvärgående väggar med låg belastning

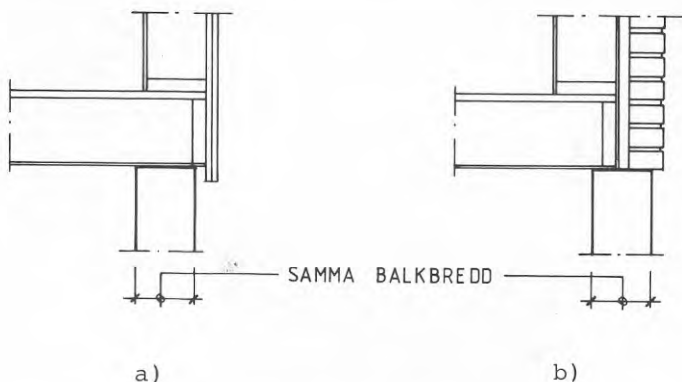
- a) Träpanelfasad
b) Murad fasad

Uppskattad kostnadsbesparing per löpmeter "grundmur" jämfört med fasadgrundmur bestående av gjuten sula 500x200 mm och 4 skift 200 mm betonghålblock är för alternativ a) 100-130 och b) 60-85 kr.

De föreslagna utförandena förutsätter att horisontallaster kan överföras och tas upp av den bärande grundkonstruktionen. Vid stenfasad erfordras t ex ett vinkeljärn som upplag för fasadteglet.

Standardisering av grundbalkars dimensioner för olika fasadmaterial och belastningar

Införandet av en grundbalksstandard för att nå större produktionsserier är en kostnadsbesparande åtgärd som även torde medföra en kvalitetshöjning, inte minst måttmässigt exempelvis genom att bättre formar kan användas. För i första hand typhus, såväl styckesom gruppbyggda småhus, är detta möjligt genom standardisering för aktuella fasadmaterial och belastningar, figur 38.



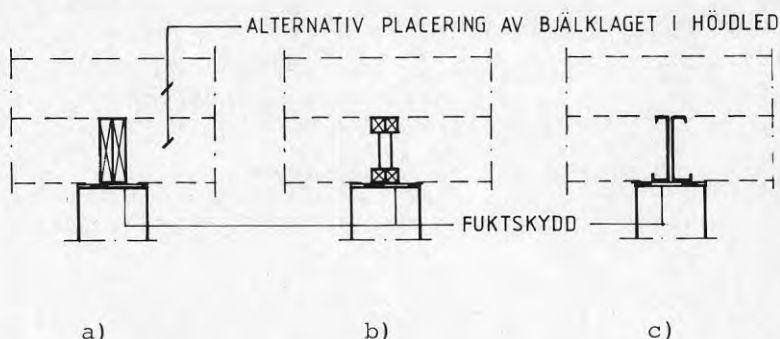
Figur 38 Standardiserade grundbalkar för fasad av

- a) Träpanel eller skivmaterial
- b) Tegel

Olika fasadmateriäl enligt figur 38 leder vanligtvis till olika utväändiga mått på byggnader och grunder. För att kunna utnyttja samma balktvärsnitt blir olika balklängder eller speciella hörnelement aktuella. Naturligtvis bör man låta det mest frekventa fasadmaterialet styra konstruktionsutformningen och därefter söka erforderliga förändringar för mindre vanliga fasadmateriäl.

Hjärtgrundmur av massiva träbjälkar, alternativt lättbalkar av träbaserat materiäl eller stål/aluminium

Kryprumsklimatet är sådant att tryckimpregnerat virke eller likvärdigt kan användas i bärande konstruktioner, åtminstone "över mark", i väl ventilerade utrymmen och innanför fasadgrundmuren. I figur 39 ges tre exempel på möjliga balktyper för hjärtgrundmuren. Överskrider RÅ 80 % i kryprummet, vilket bevisligen sker under långa tider, bör man dock använda tryckimpregnerat virke. Detta skall vara väl rengjort och bör vara behandlat mot mögelangrepp.



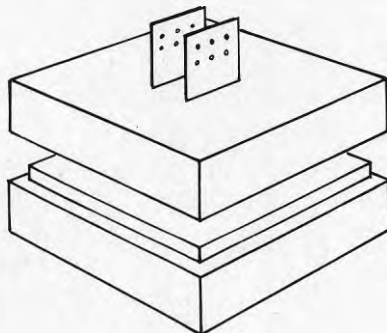
Figur 39 Förslag till balkar som hjärtgrundmur

- a) Av massivt virke, limträ eller Microlam
- b) Träbaserade lättbalkar
- c) Lättbalkar av tunnplåtsprofil

Uppskattad kostnadsbesparing per löpmeter "grundmur" jämfört med hjärtgrundmur bestående av gjuten sula 500x200 mm och 4 skift 200 mm betonghålblock är för alternativ a) 110-165, b) 120-160 och c) 125-165 kr.

Hjärtgrundmuren kan oftast grundläggas på ett litet djup ($= 0.5 \times h_0$). Vid balk/plintgrundläggning erfordras därför i regel inte något plintskافت.

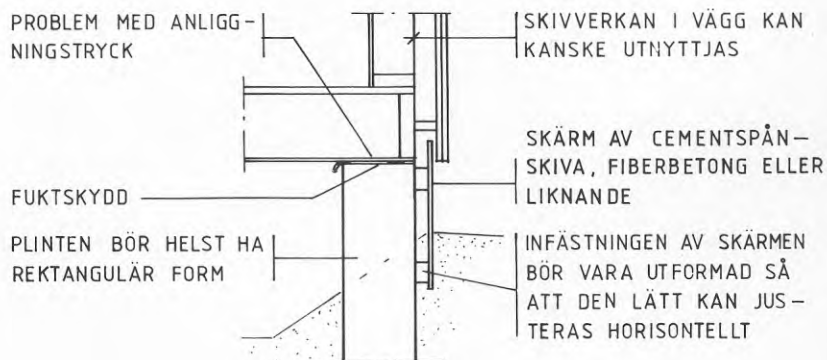
Balkar av trä och träbaserade material klarar mindre spännvidder än betongbalkar. Stödet (upplaget) i form av plintskافت eller plintsula måste närmare utvecklas för balkar av trä och träbaserade material. Sidostagningen, särskilt under montage-tiden måste studeras. Ett sätt att åstadkomma erforderlig sidostagning är att gjuta in förankringsjärn, figur 40. Plintskافتet bildas med erforderligt antal "byggklotsar" som med god passmån staplas på varandra.



Figur 40 Sulor/plintskافت med förankringsjärn. Uppskattad kostnadsbesparing är 120-150 kr per "plint" jämfört med motsvarande platsgjuten plint.

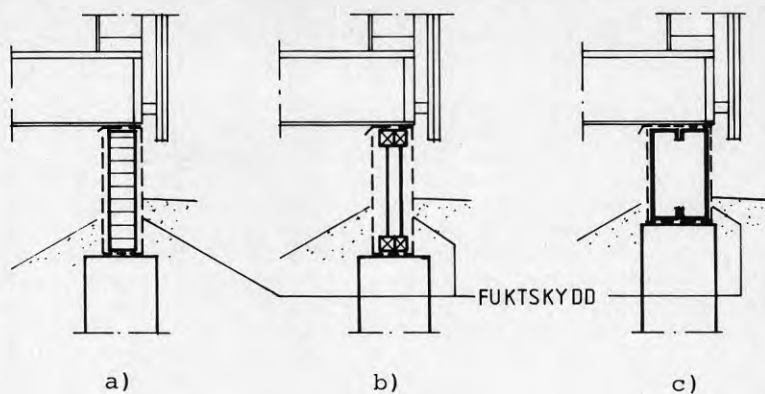
"Fasadgrundmur" av trämaterial och tunnplåt/balkar i nivå med kryprumsbjälklaget

Trä i fasadgrundmuren har sällan använts. Däremot har ett antal hus byggts med bärning av trä mellan plintar i kryprumsbjälklagets nivå, figur 41. Massiva träbjälkar med ett tvärsnitt av t ex 45x220 mm medger ett avstånd mellan plintarna på ca 2 m. Dessa bör helst ha rektangulärt tvärsnitt. Ofta uppstår problem med höga anliggningsstryck för konstruktioner av denna typ. Mellan plintarna hålls jorden på plats av t ex träregelförstärkta cementspånskivor eller cementcellulosaskivor. I detta sammanhang diskuteras ofta ett utnyttjande av skivverkan i ytterväggar av träregelkonstruktion. Innan detta kan ske måste bland annat förbandsegenskaperna samt fönster- och dörröppningarnas inverkan ytterligare utredas.



Figur 41 Börande träbjälkar i kryprumsbjälklaget. Jordtrycket överförs mellan plintar med t ex avstyvad cementspånskiva. Uppskattad kostnadsbesparing är 65-100 kr per löp-meter "grundmur" jämfört med fasadgrundmur bestående av gjuten sula 500x200 mm och 4 skift 200 mm betonghålblock.

Med lämpligt fuktskydd borde det vara möjligt att använda lättbalkar, figur 42 a, eller tunnplåtprofiler som fasadgrundmur.



Figur 42 Fasadgrundmur av

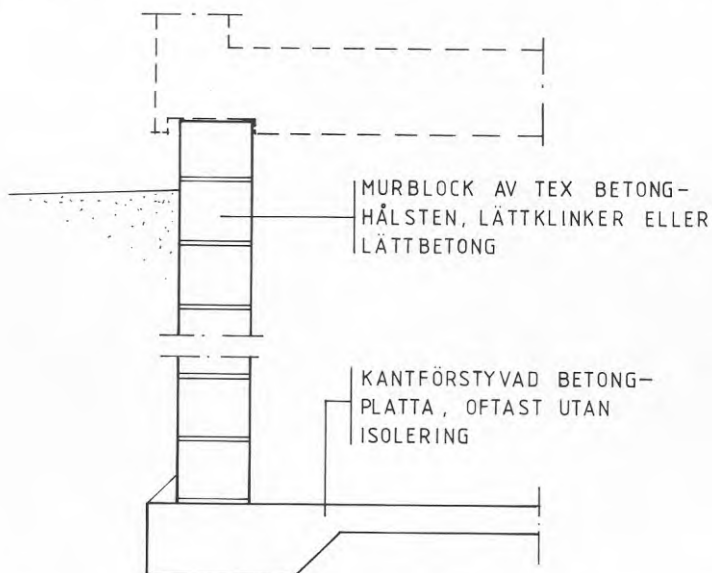
- a) Limträbalk
- b) Masonitebalk
- c) Balk av tunnplåtsprofil

Uppskattad kostnadsbesparing per löpmeter "grundmur" är jämfört med fasadgrundmur bestående av gjuten sula 500x200 mm och 4 skift 200 mm betonghålblock för alternativ a) 0-35, b) 65-100 och c) 80-105 kr.

5 KONSTRUKTIONSLÖSNING: KÄLLARE

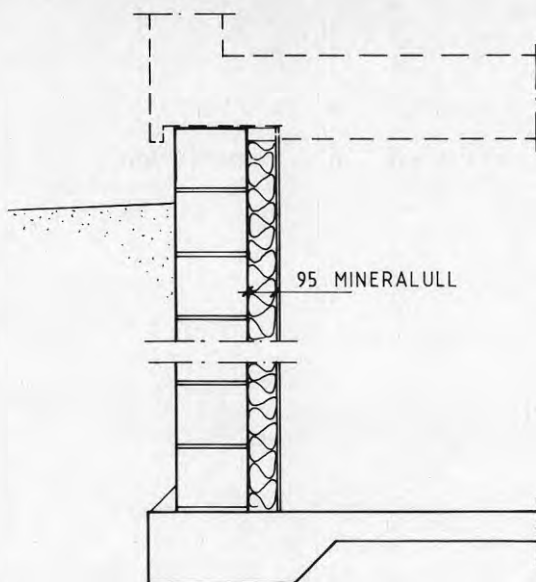
5.1 Konstruktionspraxis. Speciella krav

Källaren används bland annat för bostads- och förrådsändamål. I begreppet källare inkluderas i detta projekt även undervåningen i sluttningshus. Med bostadsutrymme avses här t ex gillestuga, sov- eller vardagsrum, medan begreppet förråd avser pannrum, tvättstuga, matkällare, kall- eller varmförråd m m. Källarutrymmena användes tidigare enbart som förrådsutrymmen, pannrum, tvättstuga, matkällare m m. Klimatkraven i förrådsutrymmen har därför hittills varit blygsamma, vilket resulterat i konstruktioner av det slag som visas i figur 43.



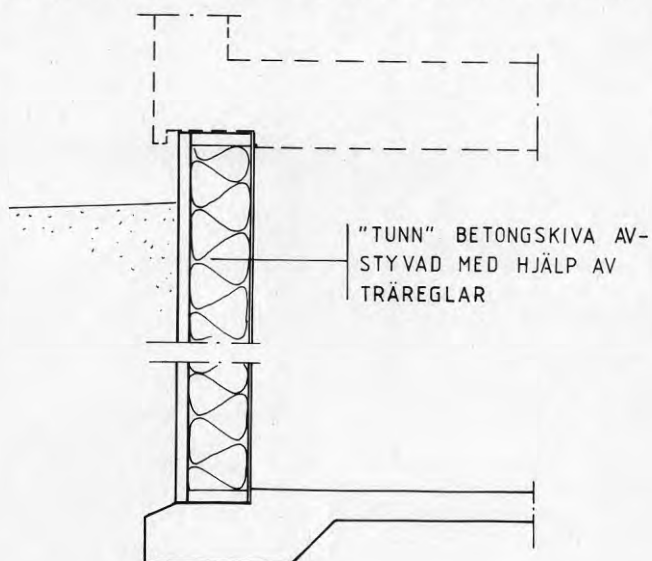
Figur 43 Källarkonstruktion till förrådsutrymme

Merparten av källarväggarna i befintlig bebyggelse som byggts de senaste decennierna har i princip en konstruktion enligt figur 43. Önskemål om att utnyttja källarutrymmen som gillestuga/TV-rum, etc har ställt krav på vissa förbättringar av värmeisolering och fuktskydd. Detta har lett till tjockare murblock ibland med tilläggsisolering av mineralull på in- eller utsidan, figur 44.



Figur 44 Tilläggsisolerad källarkonstruktion som uppfyller värmeisoleringskravet för utrymmen som skall värmas upp till mer än 18°C.

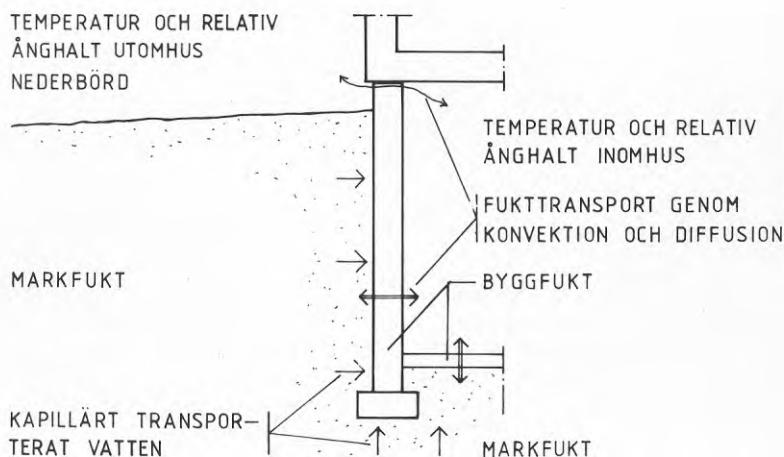
En utveckling av konstruktioner för förtillverkade källare har skett sedan 1960-talet. Nya konstruktioner har dock svårt att konkurrera med platsbyggda lösningar, figurerna 43 och 44. Viss framgång har bland annat det sk EW-elementet nått, figur 45, sannolikt på grund av denna konstruktions goda värmeisoleringsförmåga, samt att leverantören är rikstäckande genom en kedja av samverkande företag.



Figur 45 EW-elementet för källarytterväggar

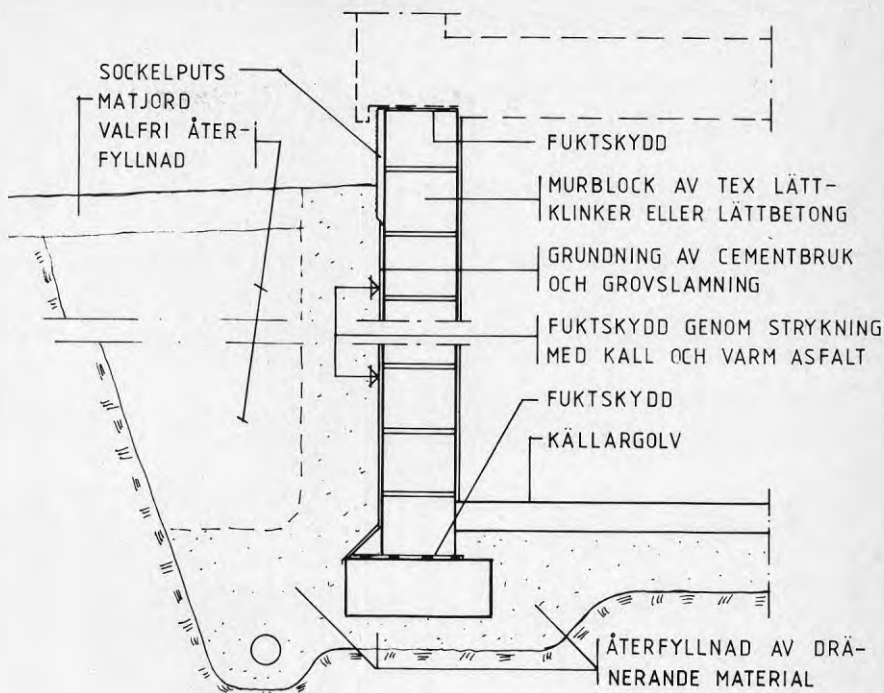
Källarkonstruktioner påverkas av fukt, figur 46, genom

- Ytvatten. Fuktskydd kan åstadkommas genom fall på marken från byggnaden, återfyllnad med dränerande material och avskärande ledning.
- Kapillärt bundet vatten. Fuktskydd åstadkoms med kapillärbrytande skikt. Asfaltstrykningar som tät-skikt för moderna källarväggskonstruktioner bör ifrågasättas.
- Byggfukt. Vid t ex tät utsida måste uttorkning kunna ske inåt.
- Ytkondensation. Kondensrisk föreligger främst hos de delar av ytterväggen som ligger över markytan. Största mängden fukt borttransporteras genom konvektion. Vidare föreligger kondensrisk i en ouppvärmad källare sommartid samt på vägg- och golvytor under första våren i en vinterbyggd källarkonstruktion.



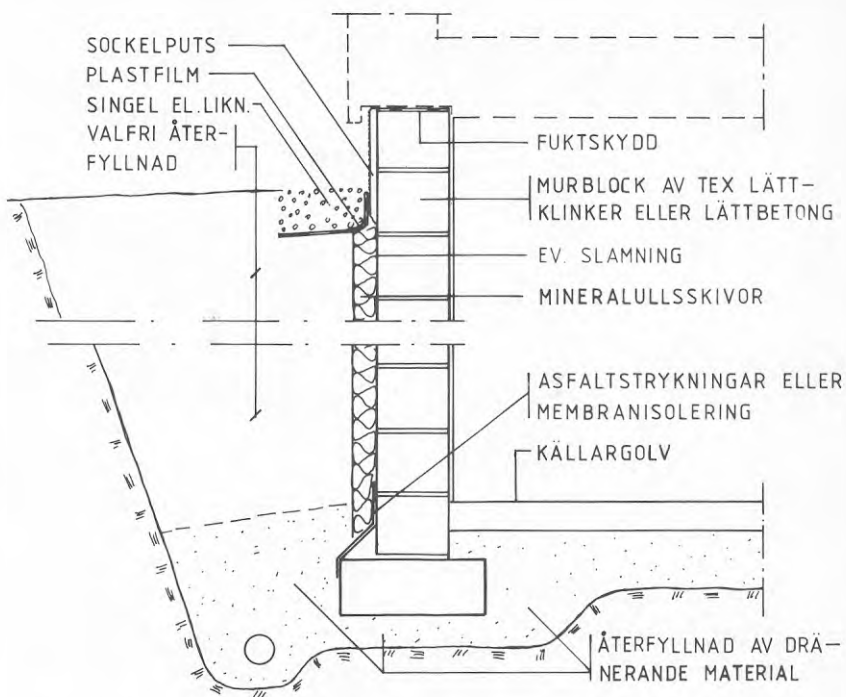
Figur 46 Källarkonstruktioners påverkan av fukt

Med hänsyn till källarnas fuktpåverkan har konstruktioner av nedanstående typ varit vanliga, figur 47. Detta är ett exempel på fuktskydd enligt traditionell metod vid murad källaryttervägg. Denna lösning kräver att uttorkning kan ske inåt, eftersom utsidan är avsedd att vara tät. Insidan får således inte göras tät, vilket särskilt bör poängteras eftersom olika typer av tilläggsisoleringar och ytmaterial förekommer på insidan. Den visade lösningen kräver aktsamhet vid återfyllnaden, då det är lätt att skada väggens tät-skikt. Återfyllnaden blir därför ofta ett tidsödande arbetsmoment.



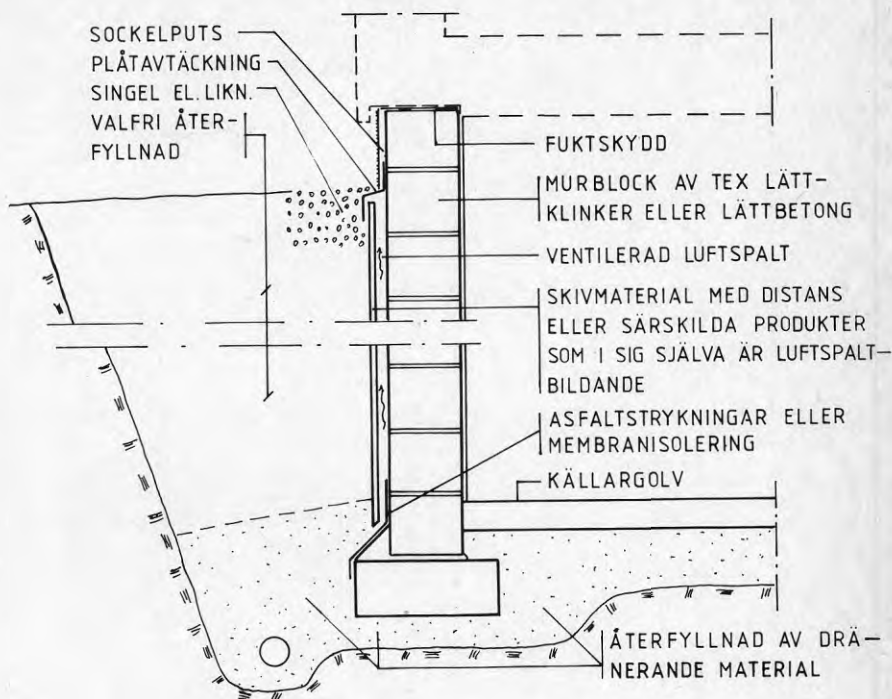
Figur 47 Exempel på traditionell källarkonstruktion

Den i figur 47 visade lösningen leder till relativt långa uttorkningstider och diskussioner om eventuella tätskikt på in- och/eller utsidan. Ett alternativ till invändig tilläggsisolering är utvändig isolering i form av markskivor, figur 48. Dessa verkar även fuktskyddande varför fuktisoleringen kan slopas. Denna lösning kräver dock särskilt gott arbetsutförande vad avser markskivornas montering. Uttorkningstiden blir även för detta alternativ relativt lång. En uttorkning från ett fuktinnehåll av t ex 30 viktsprocent till 10 viktprocent tar ca 1-1 ½ år.



Figur 48 Källaryttervägg med utvändig isolering

En annan utvecklingslinje kännetecknas av att källarytterväggarna förses med en ventilerad luftspalt som bildas på utsidan, figur 49. Luftspalten kan bildas med ett skivmaterial som placeras mot en distansläkt eller med hjälp av ett luftspaltbildande material, t ex ett korrugerat skivmaterial. Fuktskyddet med denna lösning medför att några speciella krav ej behöver ställas på återfyllnaden. Det luftspaltbildande materialet får självfallet ej skadas vid återfyllnaden. Även för detta alternativ är uttorkningstiden relativt lång och motsvarar alternativet med markskivor, figur 48.



Figur 49 Källaryttervägg med utvärdig luftspalt

5.2 Utvecklingsmöjligheter

Skärpta värmehushållningskrav, ökad mängd installationer, behov av förråds- och apparatutrymmen m m talar för en ökad andel källarhus. Genom att småhus vanligen förses med mekanisk ventilation ökar förutsättningarna för att åstadkomma bostadsklimat även i utrymmen under mark. För att möjliggöra detta behöver emellertid normer och lånebestämmelser ändras t ex vad avser dagsljuskrav, högsta markyta i relation till golvnivån m m.

För att en ökad användning av förtillverkade källar-konstruktioner skall komma till stånd erfordras samordning med överbyggnad, installationssystem, källarinnerväggar och bottenplatta. Beroende på förtillverknings- och leveransåtagandegraden kan det vara lämpligt att koncentrera installationerna till källarbjälklaget (tak) i kombination med installationsschakt i någon eller några av källarinnerväg-garna.

En förtillverkad källarkonstruktion för kranmontage bör monteras av utbildad personal. Ur totalkostnadsynpunkt bör det vara samma personal som monterar överbyggnaden. Källarytterväggar för kranmontage bör göras så stora som möjligt för att minimera antalet fogar. Foglösningarna bör utformas för i första hand "torrt" montage.

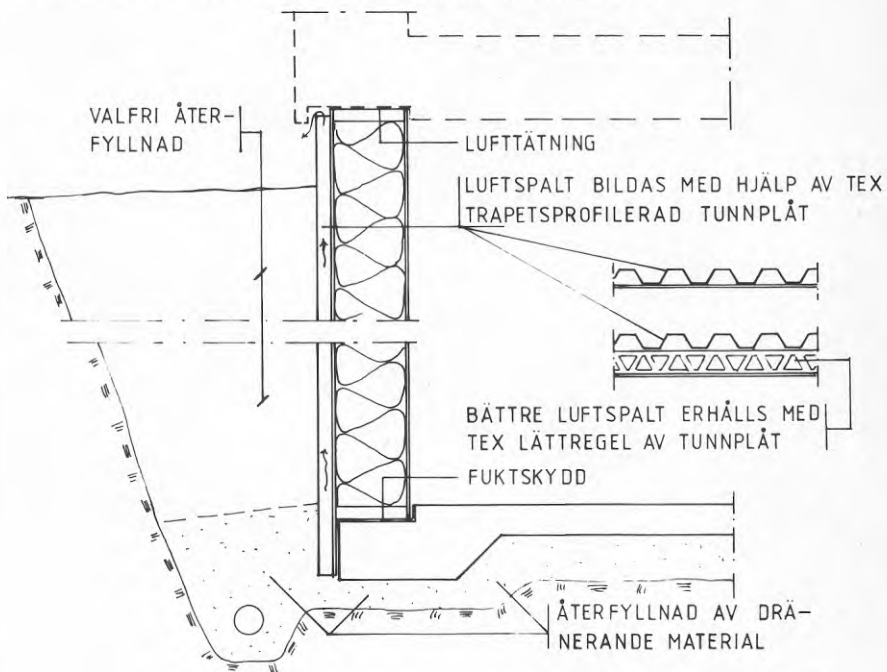
Som alternativ till nämnda storelement för kranmontage bör framtas en lätt konstruktion för manuell montage, lämplig för självbyggare.

Önskemål om "torrt byggmetod" kan leda till en utveckling av att golvet utförs som ett "kryprumsbjälklag" i stället för en traditionell (betong-) platta på mark.

Ur fukt-, hanterings- och värmeisoleringsynpunkt bör man sträva efter att minska mängden betong i grundkonstruktionen. "Smäckrare" betongkonstruktioner är möjliga genom samverkan med andra material eller genom användning av lättballast- eller fiberbetong.

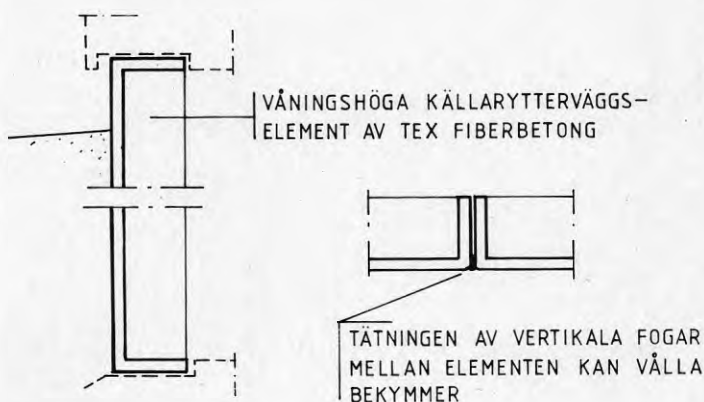
Träregelvägg och luftspaltbildande korrugerad plåt

Ett förslag till lätt källaryttervägg ges i figur 50. Denna består av en bärande träregelvägg, på utsidan försedd med en trapetsprofilerad tunnplåt som bildar erforderligt fuktskydd. Den bärande stommen kan alternativt utgöras av lättreglar i tunnplåt.



Figur 50 Bärande stomme av träreglar eller lättreglar av tunnplåt. Luftspalt bildas t ex med trapetsprofilerad tunnplåt eller fiberbetong. Bärande stommen utgörs av träreglar eller lättreglar av tunnplåt. Uppskattad kostnadsbesparing är 25-75 kr per m² väggyta jämfört med det i figur 47 visade alternativet.

En utveckling av U-formade konstruktioner (ribbelement) skulle med nya material som fiberbetong kunna leda till lätta källarväggselement, med möjlighet till isolering på bygglplatsen, figur 51.

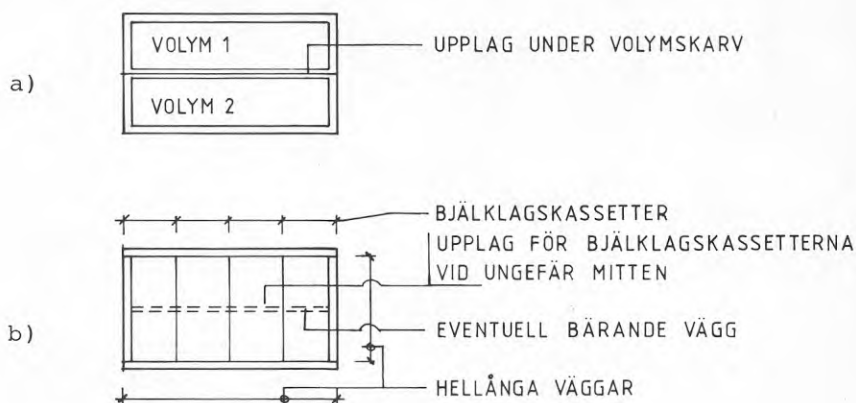


Figur 51 U-formade element

Nedan presenteras i figurerna 52-55 förslag till principiell uppbyggnad av helt förtillverkade källare. Utifrån de krav som väsentligen ställs på en dylik konstruktion diskuteras väggarnas och golvetts konstruktion.

De viktigaste problemen att lösa vid förtillverkade källarytterväggar är fuktskyddet, fogutformningen (täthet mot luft- och fuktläckage), överföring av horisontalkrafter i över- och underkant av jordtryck samt övre och undre bjälklagets anslutning till källarväggarna.

Beroende på förtillverkningsgrad hos väggar och bjälklag uppstår problem av olika slag. Figur 52 visar i form av planskisser exempel på elementindelningar vid användning av volymelement respektive bjälklagskassetter (ytelement).



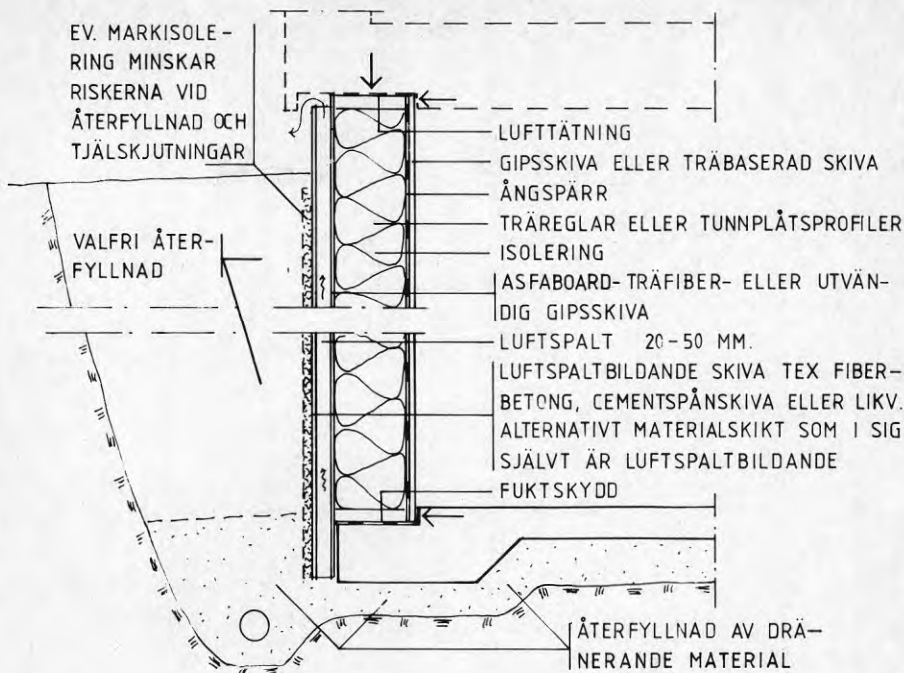
Figur 52 Planskisser. Exempel på elementindelning och behov av upplag för lastnedföring vid
 a) Volymelement
 b) Ytelement

Horisontalkrafterna vid väggens översida kan överföras/balanseras via ett extra undertak eller genom förankring till överliggande bjälklag, eventuellt genom att skivverkan i detsamma utnyttjas. Horisontalkraftöverföringen i väggarnas underkant jämte tätningar och fuktskydd på denna nivå vållar ofta problem, figur 53.



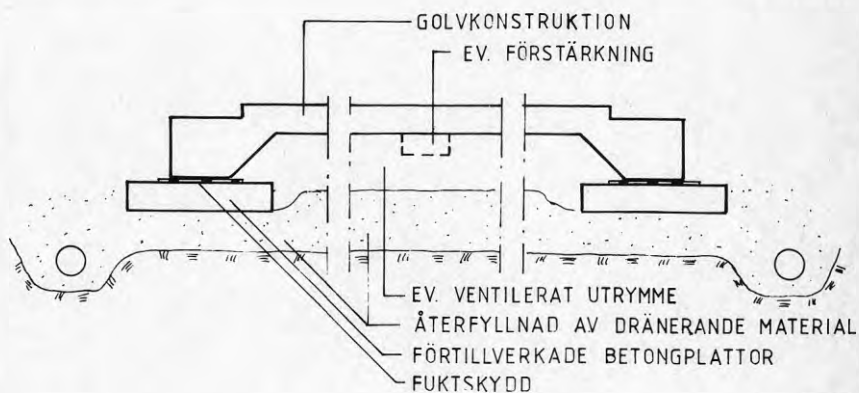
Figur 53 Modifiering av anslutningen mellan källaryttervägg och golv

Källarytterväggen kan beroende på tillgänglig kapacitet förtillverkas som stor- eller småblock. En regelkonstruktion, figur 54, med stomme av trä eller tunnplåtsprofil utgör väggens bärande skikt. På insidan av reglarna förses väggen med ångspärr och ytbeklädnadsmaterial. På reglarnas utsida monteras en fuktskyddande skiva, distansläkt och den luftspaltbildande skivan. Eventuellt sker en ytterligare komplettering med markskivor.



Figur 54 Förslag till principiell uppbyggnad av (förtillverkad) källaryttervägg. Uppskattad kostnadsbesparing är 25-75 kr per m² väggyta jämfört med det i figur 47 visade alternativet.

För ökad användning av förtillverkade grunder måste såväl innerväggarna som golvet inkluderas i systemet. I figur 55 ges ett exempel på hur golvkonstruktioner av typen "platta på mark" kan vidareutvecklas för källare.



Figur 55 Utformning av förtillverkad golvkonstruktion

En förtillverkad golvkonstruktion för källare skulle kunna möjliggöras genom användning av något av alternativen

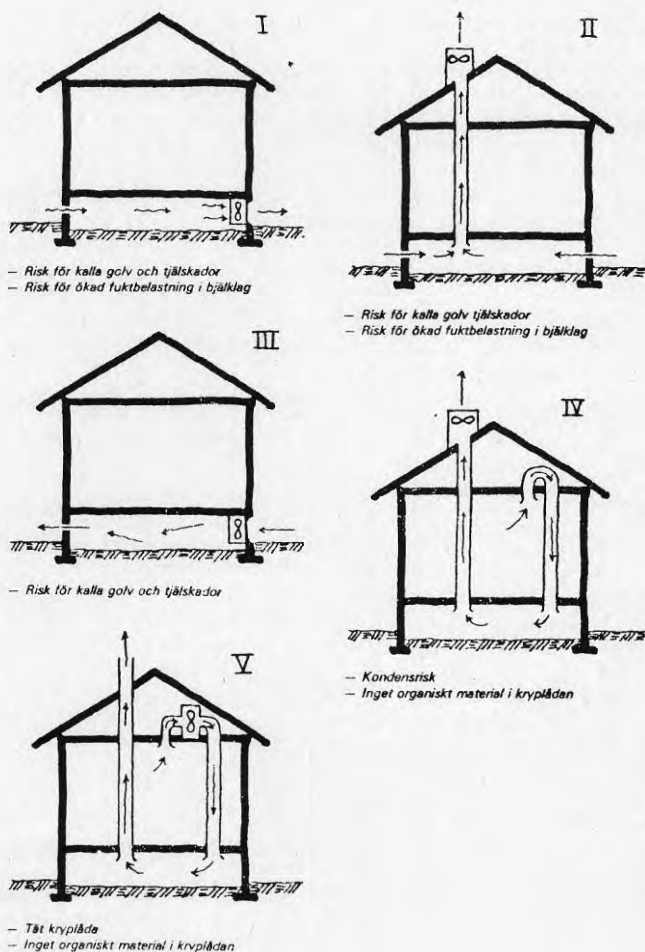
1. EW-element med betongskivan nedåt
2. Betongkassetter modell Finja
3. Sandwichkonstruktioner med skivor av fiberbetong och mellanliggande cellplastisolering
4. Konventionellt träbjälklag med fuktbeständigt skivmaterial på undersidan, t ex fiberbetong eller plåt. Dessa konstruktioner förutsätter att "kryprummet" ventileras.
5. Bjälklag av trapetsprofilerad tunnplåt med cellplastisolering och träbaserat skivmaterial på över- sidan.

De tre sistnämnda alternativen är lämpliga vid källare uppbyggda som volymelement. Maximalt uppskattad kostnadsbesparing jämfört med en platsgjuten betongplatta med 80 mm isolering är för alternativ 1) 40, 2) 40, 3) 40, 4) 110 och 5) 65 kr per m².

6 KONSTRUKTIONSLÖSNING: VARMA KRYPRUM

6.1 Konstruktionspraxis. Speciella krav

Skärpta värmehushållningskrav, ökad mängd installationer, ökat antal fuktskador härrörande från grunden, diskussion om olika ventilationsprinciper för traditionella kryprum, figur 56, har främjat utvecklingen av ett fjärde grundläggningssätt, varma kryprum.



Figur 56 Exempel på fläktventilation av kryputrymmen (kryplåda). Bilden är hämtad från Statens planverk (1983)

Varma kryprum kan i flera avseenden anses förena de bästa egenskaperna hos kryprum och platta på mark samt ge fördelar som

- Liten temperaturskillnad mellan kryprumsluften och inneluften, vilket medför att man får en konstruktion med varma golv, dvs högre komfort.
- Gynnsammare fuktförhållanden minskar risken för skador och fuktrörelser.
- Reducerat grundläggningsdjup.
- Förenkling av de bärande konstruktionerna i överbyggnaden och rationellare produktion genom att samma konstruktioner kan användas för såväl botten- som mellanbjälklaget.
- Kryprummet och omgivande mark kan utnyttjas som värmelager.
- Möjlighet till energibesparing t ex genom användning av ventilationsvärmeväxlare, spillvärme från installationer, mindre värmeförluster genom grundkonstruktionen m m.
- Förkortad byggtid med större möjligheter till "torr byggmetod".
- Möjligheter till ökad flexibilitet, enklare installationer genom förenklade system och lättare dragningar. Kryputrymmet kan användas för distribution av ventilationsluft, varmluft, kulvertdragningar m m. Ökade möjligheter till utbyte och inspektion av installationer ges, jämfört med platta på mark.
- Lägre kryprumshöjd.

Mot bakgrund av detta har konstruktioner för ett fjärde grundläggningssätt, "varma kryprum", utvecklats och vunnit ökad användning. Två skilda principer för varma kryprum kan sägas förekomma:

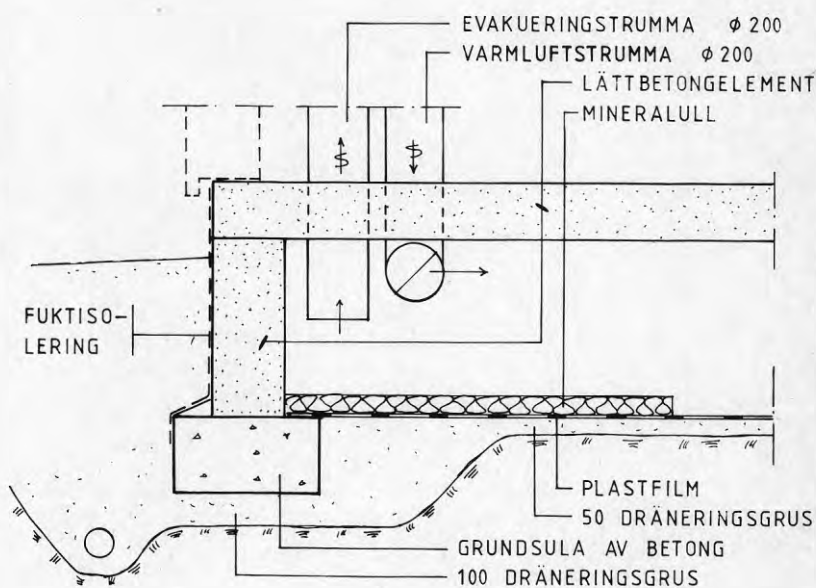
- Kryprum som är ventilerat med inneluft, eventuellt med vissa arrangemang för värmeväxling.
- Kryprum använda som distributionskanal för varmluft med eller utan särskilt kanalsystem.

Varmluftsuppvärmning av småhus har åter fått ökad aktualitet genom att allt energisnålare och tätare småhus byggs. Ett enkelt sätt att distribuera varmluft är att utnyttja krypprunden för detta ändamål.

Jämfört med traditionella kryprum är kraven på fuktskydd ungefär desamma, dvs marken i kryprummet måste spärras mot fukttransport underifrån, runt grunden erfordras dränering vid ej genomsläppligt markmaterial m m. Väsentligt större krav måste ställas på tätningar mot luftläckage samt på ventilationssystemets funktion och kvalitet, se figurerna 57 och 59. Överbyggnaden och kryprummets ventilationssystem bör utformas så att högsta ventilationseffektivitet uppnås. Ventilationsdonens antal och placering, avstån-

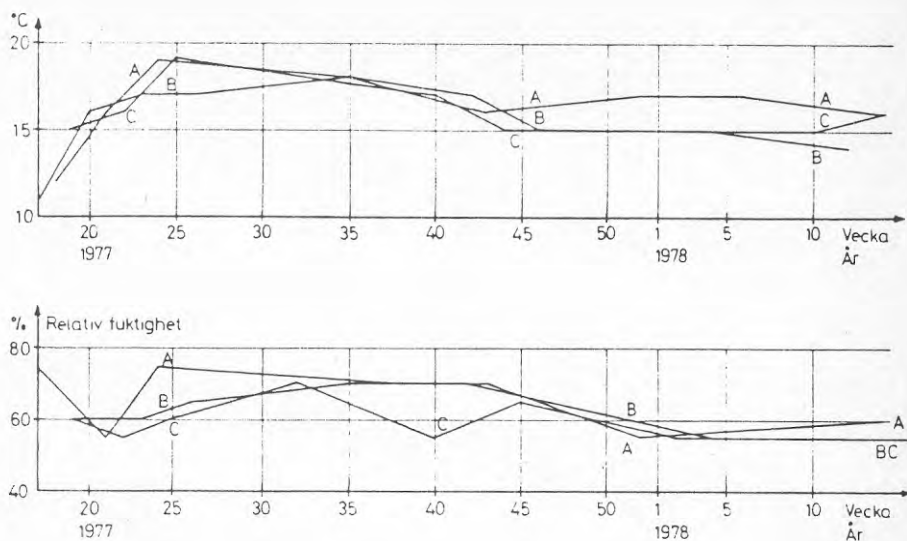
det mellan till- och frånluftsdon m m är väsentliga faktorer i detta sammanhang. För att minska produktionskostnaderna har försök gjorts med perforerade slangar eller plåtrör.

Gasbetongindustrin har tagit fasta på samhällets och konsumenternas rädsla för fukt-, mögel- och rötproblem och lanserat "Varmgrunden", figur 57. Denna konstruktion består av ett gasbetongbjälklag och ett med inneluft ventilerat kryprum samt är försedd med ventilationsvärmexlare.



Figur 57 Principskiss visande "Lättbetong varmgrund". Merkostnaden uppskattas till mellan 85 och 100 kr/m² golvyta jämfört med ett traditionellt ventilerat kryprum med grundmurar bestående av gjutensula 500x200 mm och 4 skift 200 mm betonghålblock samt isolerat träbjälklag. Merkostnaden orsakas av att lättbetongbjälklaget är ca 50 % dyrare än motsvarande träbjälklag.

Därtill skall läggas ytterligare ca 2.000 kr per hus för komplettering av ventilations-systemet med kanaler och en extra fläkt. Varmgrundens energibesparing uppskattas till mellan 1.000 och 2.000 kWh/år.

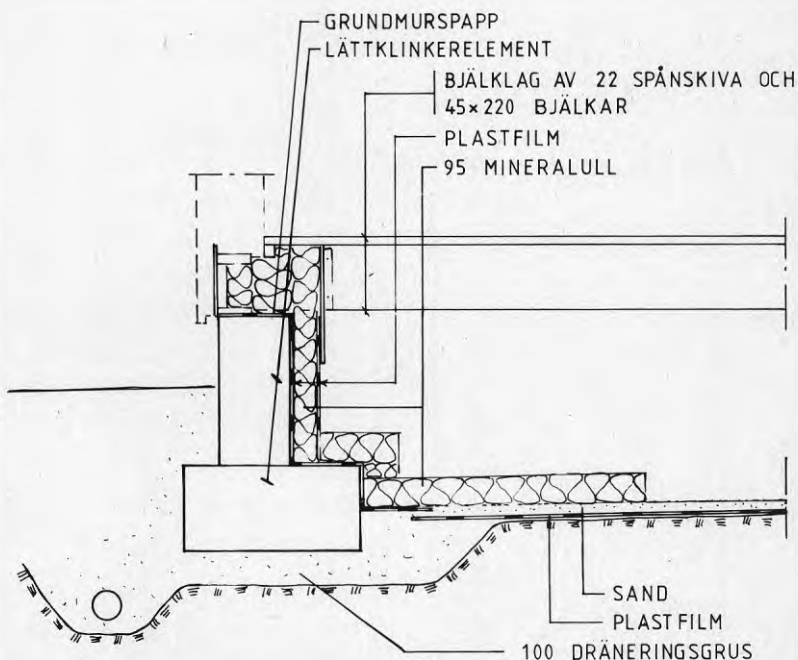


Figur 58 Veckomedelvärden av temperatur och luftfuktighet i provhus med Lättbetong varmgrund. A, B och C anger olika positioner för bestämningarna, se Källblad (1978).

Resultat av mätningar i ett hus med "Lättbetong varmgrund" har bland annat redovisats av Källblad (1978), figur 58. Huvuddelen av fuktmätningarna visar på värden mellan 50 % och 70 % RA. Detta är med god marginal acceptabla värden. Värdena antyder att inget eller endast obetydligt fukttillskott kommer från marken eller grundmuren i kryprummet. Uppmätt fukttinnehåll är det som kan antas sannolikt även för bostadsluften. Temperaturmätningarna visar att temperaturen i kryprummet med undantag för några kortare perioder endast varit ca 3-5°C lägre än i bostaden.

Den ringa temperaturnedsättningen innebär att det torde finnas kapacitet hos luften att uppta och borttransportera viss mängd byggfukt. Med hänsyn därtill och med beaktande av uppmätt luftfuktighet i kryprummet kan man enligt Elmroth (1979) förvänta sig att goda möjligheter föreligger för en säker uttorkning av ett normalt leveransfuktigt bjälklag. Förutsättningen är därvid att fuktavgivningen från marken i kryprummet begränsas på ett lika effektivt sätt som i det studerade huset samt att värmetransporten från kryprummet begränsas så som skett i provhuset. Det kan t ex innebära att vid större sockelhöjder kan grundmurarna behöva tilläggsisolerats. Det kan också tänkas bli erforderligt med tilläggsisolering på marken om undergrunden är väsentligt mer värme genomsläpplig än i det studerade huset.

Flera trähustillverkare och forskare provar olika lösningar för varma kryprum. Allmänt sett ligger träindustrin efter lättbetongindustrin i denna utveckling. Endast hos ett trähüsfföretag finns inluftventilerade kryprum i serieproduktion, figur 59.

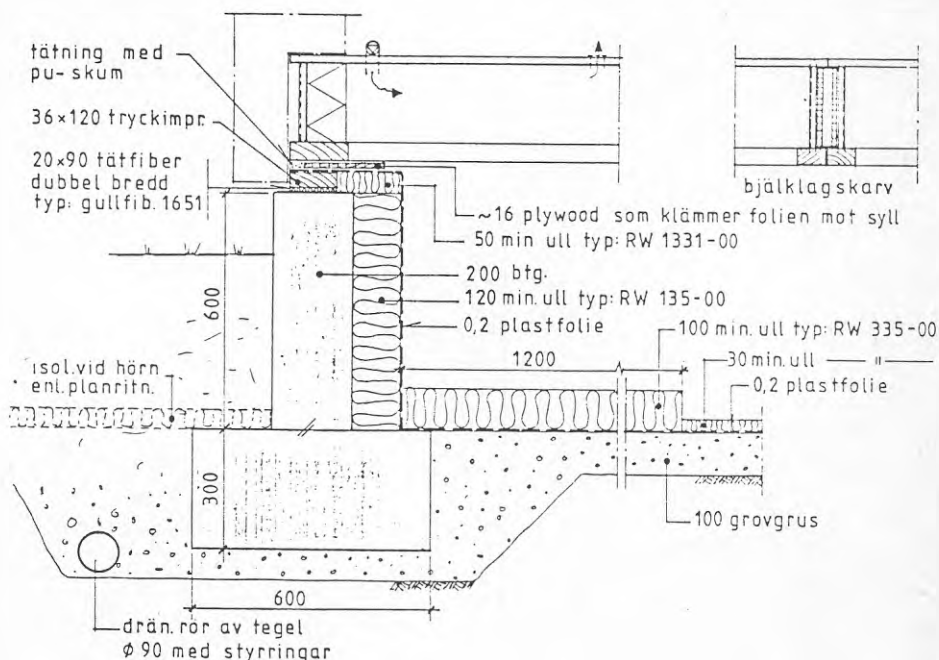


Figur 59 Inneluftventilerat kryprum med träbjälklag (Andréens Trähüs AB). Uppskattad kostnadsbesparing är 15-55 kr per m² golvyta jämfört med ett traditionellt ventilerat kryprum med grundmurar bestående av gjuten sula 500x200 mm och 4 skift 200 mm betonghålböck samt isolerat träbjälklag.

Dessutom måste ventilationssystemets merkostnader beaktas. Dessa uppskattas till ca 2.000 kr per hus. Varmgrundens energibesparing uppskattas till mellan 1.000 och 2.000 kWh/år.

Fukt- och värmeförhållandena har studerats i 4 provhus i Tierp av Samuelsson (1983). Dessa hus har träbjälklag. Två småhus med kryprum som utnyttjas för inneluft- respektive varmluftsdistribution har jäm-

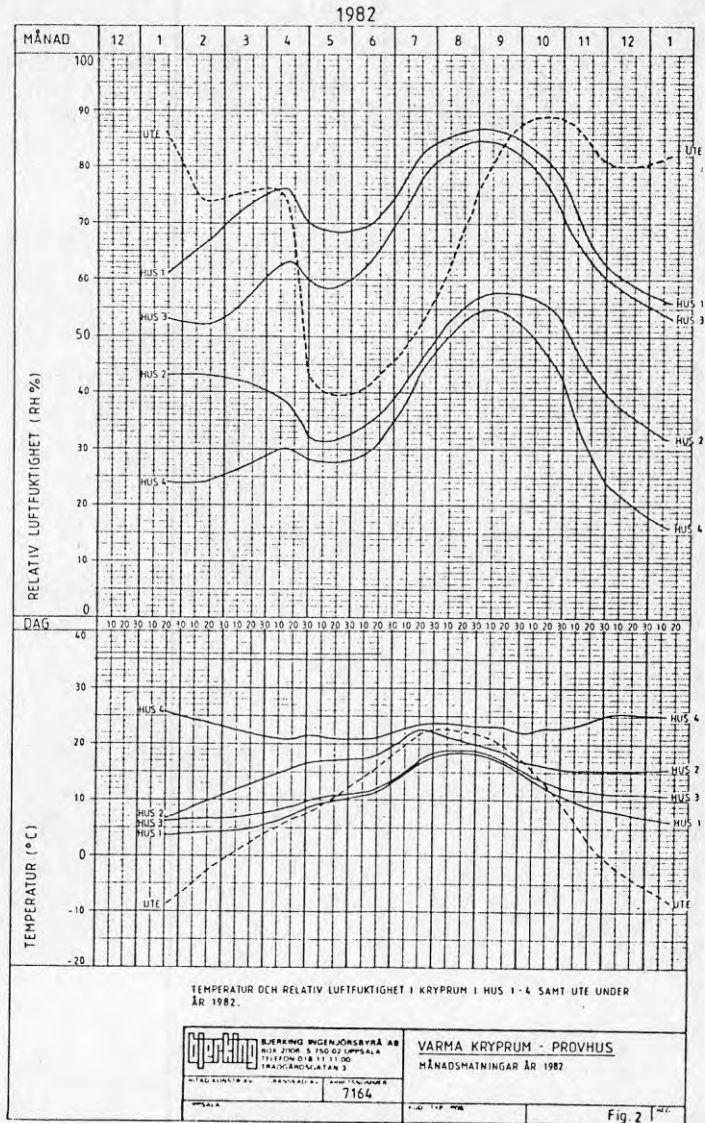
förts med två småhus som har mer traditionella kryprum. Hus 1 är referenshus med kallt kryputrymme, hus 2 inneluftventilerat kryprum, hus 3 har kanal-distribuerad varmluft och hus 4 varmluftventilerat kryprum. Figur 60 visar grundkonstruktionen för hus 2, vilken i princip även gäller för hus 4.



Figur 60 Grundkonstruktion hus nr 2. I princip samma för hus 4. Svårare och dyrbarare detaljlösningar leder till mindre kostnadsbesparing än för det i figur 59 visade alternativet.

Detaljerna kring bjälklagets anslutning till grundmuren studerades noga för att uppnå god tätning. Diffusionsspärren i grunden anslöts noga till syll och fogsikum användes för tätningen. Plastfilmen svet-sades med hjälp av speciella värmedon.

Mätningar av fukt och temperatur har utförts en gång per månad, figur 61. De hus som har inneluft- och varmluftventilerat kryprum, dvs hus 2 och hus 4, har högst temperatur och torrast klimat. Relativa fuktigheten är markant lägre i dessa båda hus än i de båda övriga med kallt kryputrymme. Hus 3 har kanaler för varmluftsdistribution förlagda till kryprummet. Därmed blir temperaturen sannolikt något högre och relativa luftfuktigheten något lägre.



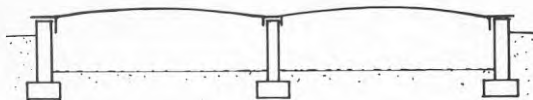
Figur 61 Mätresultat från temperatur och relativ ånghalt i kryprum respektive ute

6.2 Utvecklingsmöjligheter

Kryprumsgrundläggning och i synnerhet varma kryprum ger bättre möjlighet till lämplig förläggning av den ökade mängd installationer som kan förväntas för framtida småhus.

Argumentet att välja "varmt kryprum" som grundläggningssätt på grund av ökad mängd installationer kan lätt bli till nackdel om inte det ökade behovet av samordning mellan bygg-, VVS- och elområdena tillgodoses. Varma kryprum innehåller oftast installationer och unika foglösningar, speciell montage teknik m m. Ansvarsfrågorna och det totala systemet (åtagandet) blir därför viktigare än vid mer traditionell grundläggning.

Montaget av överbyggnaden bör ske så snart som möjligt efter det att grunden färdigställts. Detta motiveras inte minst av att större behov föreligger att fuktskydda konstruktioner ingående i varma kryprum. Någon form av plastfilm eller gummiduk, som ges en enkel fixering mot grundmurens insida och "blåses upp" med hjälp av t ex en fläkt, skulle kunna vara en lösning på detta, figur 62. Idéer om att integrera en dylik konstruktion med värmedistributionssystemet har presenterats i olika sammanhang.



Figur 62 Idé till fuktskydd för "varma kryprum" under produktionsskedet

Grundläggningssättet "varma kryprum" bör i första hand förekomma då arbetet utförs som totalentreprenad. En lämplig förtillverkning av installationerna kan därvid vara enheter liknande t ex "avloppsgrodor". Dessa förtillverkade enheter skulle kunna monteras omedelbart före överbyggnadens montage och av ett och samma arbetslag.

Betydligt mer utvecklingsarbeten behövs innan det varma kryprummets egenskaper och miljö kan sägas vara tillräckligt kända. Utvecklingsmöjligheterna bedöms dock som mycket goda för detta grundläggningssätt. Några oöverstigliga problem för att utveckla varma kryprum i trä synes inte föreligga.

7 FÖRTILLVERKADE LÄTTA GRUNDKONSTRUKTIONERS MÖJLIGHETER OCH UTVECKLINGSBEHOV

7.1 Slutsatser

Höjda byggkostnader, vikande byggmarknad, ökat antal fuktskador, nya material och konstruktioner samt bristfällig samordning mellan överbyggnad - grund - installationer under projekterings- och produktionsskedena har lett till ett nyväckt intresse för utveckling av grundkonstruktioner till småhus.

En vidareutveckling av konstruktioner och produktionsmetoder för lätt grundläggning av småhus är angelägen. Grunden skulle därmed kunna produceras i samma byggsystem som huset i övrigt, dvs samma arbetarkategori skulle kunna bygga hela huset. Önskemål om ökad leveransomfattning från trähusföretagens sida och minskning av arbetstiden på byggplatsen har lett till ökat intresse för utveckling av grundkonstruktioner för i första hand kryprum. Med lätta grundkonstruktioner finns möjligheter att helt slippa betonggjutning vilket underlättar vinterbygge. I dessa konstruktioner kan trä ingå till en väsentlig del, varvid stora krav måste ställas på ett effektivt fuktskydd.

Med god värmeisolering skulle energiåtgången för uppvärmning ytterligare kunna minskas. Den låga vikten gör det möjligt att utnyttja mark med sämre bärighet. Därtill kommer att en vägg med lättregelkonstruktion tål större deformationer än en traditionell grundmur samt att möjligheterna till justering av grunden är större efter en ojämn sättning. Genom differentierade krav på grunder för hus med träpanelfasad och stensfasad vad avser nedböjningar, justerbarhet m m torde vissa besparingar kunna nås. Ett exempel på detta är de försök som gjorts under 1970-talet med justerbar grundläggning.

Överslagsmässiga kostnadskalkyler hos ett tiotal trähusföretag av varierande storlek, förtillverknings- och leveransåtagandegrad visar kostnadsökningar på upp till 20.000 kr per småhus vid kryprumsgrundläggning jämfört med platta på mark. Låneunderlaget för förstnämnda grundläggningssätt är 1984 ca 12.000 kr högre.

Installationernas och speciellt inkopplingspunkternas förläggning för el, tele, kallvatten och avlopp är ur reklamations- och kostnadssynpunkt väsentliga faktorer. Likartade systemlösningar för olika hus typer och samordningen överbyggnad - grund - installationer är av stor betydelse. Studier visar att kryprumsgrundläggning ger ökad flexibilitet för installationernas förläggning. En koncentration av dränering och installationer mot hjärtgrundmuren kan vara praktiskt och ekonomiskt fördelaktigt.

Utvecklingsmöjligheterna för platta på mark är i viss mån begränsade bland annat på grund av fukt- och värmeisoleringskrav. Grundläggning på tjälfarlig mark leder normalt till större grundläggningsdjup. Ett helt "torrt montage" kan t ex åstadkommas genom att golvkonstruktionen utgörs av komprimerad grusbädd, mineralull och skivmaterial. En nackdel med denna lösning är att ökade krav ställs på arbetsutförandet. De begränsade utvecklingsmöjligheterna för platta på mark har bland annat lett till utveckling av den sk "kassettgrunden".

Betydligt större utvecklingspotential har kryprumsgrundläggning. Önskemål om bättre isolering av grundmuren och reducerat grundläggningsdjup har främjat utvecklingen av förtillverkade konstruktioner med balkar och plintar. Flera lösningar för "torrt montage" finns på marknaden. Kostnadsbesparingar kan nås genom användning av trä vid låg vertikal belastning av grundmuren, genom att utföra hjärtgrundmuren av träbjälkar, lättbalkar av träbaserade material eller tunnplåtsprofiler. Fasadgrundmur bestående av trämaterial med bärning i bjälklagets nivå är ett annat exempel på en kostnadsbesparande åtgärd.

Källare är ett i flera avseenden mer komplicerat grundläggningssätt än platta på mark och kryprum. Då produktionsmetoderna för de båda sistnämnda grundläggningssätten effektiviserats har källarkonstruktionernas konkurrensförmåga ytterligare försämrats. I och med minskningen av antalet hus med källare har valet av grundläggningssätt oftast stått mellan kryprumsgrundläggning och platta på mark. De nya lånebestämmelserna som gäller från 1984 innebär en ökning av låneunderlaget med ca 30.000 kr per småhus jämfört med tidigare.

Konstruktioner med tätskikt i form av asfaltlösning på utsida källaryttervägg minskar f n i användning till förmån för markskiva alternativt folier eller skivor som bildar luftspalt mellan själva väggen och markmaterialet. Förtillverkade källarytterväggar av betong har rönt vissa framgångar. Förtillverkade lätta källarkonstruktioner måste för att nå betydande marknadsandelar vara "totallösningar" omfattande såväl golv som ytter-och innerväggar. I ökad utsträckning måste samordning ske med överbyggnad, grund och installationer

Förtillverkade lätta grundkonstruktioner skulle för källarhus kunna ge ett inomhusklimat i utrymmen under mark som är fullt i klass med boningsrum över markytan. Nya material såsom cementspånskiva, cementcellulosaskiva och fiberbetong jämte stål och aluminiummaterial ger ökade möjligheter för intressanta

lösningar. För källarhus måste dock lånevillkoren förändras innan en väsentlig ökning av antalet källarhus kan ske. Mindre tomter, behov av utrymme för energisparapparater, förråd och alternativa uppvärmningssystem m m talar för ökad andel källarhus. De skärpta värmehushållningskraven med ökad andel hus som har mekanisk ventilation förbättrar ytterligare förutsättningarna för att utnyttja källaren till bostadsändamål. Om detta rent "formellt" skall vara möjligt måste nu gällande bestämmelser i vissa avseenden ändras.

Varma kryprum anses förena de bästa egenskaperna hos kryprum och platta på mark. Ökat intresse för varmluftssystem och ökad mängd installationer är några av faktorerna som bidragit till denna utveckling. Av särskild betydelse för det varma kryprummets funktion är utformningen av tätning, fuktskydd och ventilationssystem. Varma kryprum medför ofta nya konstruktionslösningar och speciell montage teknik. Omfattande FoU-arbeten erfordras innan kunskaperna om detta grundläggningssätt kan anses vara tillräckliga för träkonstruktioner.

7.2 Förslag till utvecklingsprojekt

Nedan ges förslag till tre angelägna projekt med syfte att främja utvecklingen av förtillverkade lätta grundkonstruktioner. Utgångspunkten för dessa arbeten avses vara dagens konstruktioner och registrerade byggsador.

Konstruktionslösningar och kostnadskalkyler för ett antal intressanta förtillverkade grundkonstruktioner

Mot bakgrund av ett ökat intresse att även inkludera grunden i husföretagets leverans, samt minska arbetet på byggplatsen har intresset ökat för förtillverkade grundkonstruktioner som uppfyller de skärpta värme-hushållningskraven enligt ELAK-bestämmelserna. De ökade riskerna för fuktproblem och tjälskjutning måste särskilt beaktas i samband med energisnåla konstruktionslösningar.

Detta projekt avses bli genomfört i nära samarbete med ett antal småhusproducenter av varierande storlek, förtillverknings- och leveransåtagandegrad för att man därigenom skall kunna närma sig optimala grundkonstruktioner av allmänt intresse för platta på mark, kryprum, källare och varma kryprum.

Arbetet omfattar bland annat utarbetandet av ett tiotal konstruktionsalternativ av mer generell art med hänsyn till användarkrav. Konstruktionshandlingar framtas omfattande plan- och sektionssritningar samt väsentliga detaljer. Installationernas integrering med byggnadsstommen belyses liksom inkopplingspunkterna till det kommunala VA- och elnätet. Grundens samordning med överbyggnaden beaktas.

Konstruktionslösningarna väljs med hänsyn till önskemål om generell användbara och praktiska lösningar som snarast kan införas i produktionen och som har lämplig förtillverkningsgrad.

Kostnadskalkylering av de olika alternativen genomförs med hjälp av t ex "Sektionsfakta" eller annat lämpligt kalkylsystem samt om möjligt med hjälp av berörda husföretags kalkylavdelningar. De framtagna grundkonstruktionerna jämförs kostnadsmässigt med traditionella platsbyggda lösningar.

Olika grundkonstruktioners funktion och skadefrekvens

Utifrån en inventering och sammanställning av vanligen förekommande grundkonstruktioner för nyare hus genomförs en enkätundersökning, intervjuer med leverantörer av grundkonstruktioner och överbyggnad, försäkringsbolag och konsumentrepresentanter med syfte att klarlägga olika konstruktionsalternativs funktion och eventuella skadors orsaker och frekvens.

Resultaten jämte analys redovisas i rapportform varvid kompletta konstruktionsritningar och detaljer utarbetas för ett antal "säkra" lösningar.

Modifierade kryprumskonstruktioner för effekt- och energibesparing

Skärpta värmehushållningskrav har lett till ökat intresse för kryprumsgrundläggning och varmluftssystem. Ökad mängd installationer och önskemål om energibesparingar har lett till modifierade kryprumskonstruktioner. Detaljerad information om konstruktionsutformning och energibesparingarnas storlek behöver sammanställas och analyseras.

Detta projekt avses därför omfatta utarbetandet av en konstruktionskatalog innehållande ett antal modifierade kryprumskonstruktioner som t ex möjliggör förvärmning av tilluft, utnyttjande av kryprum som värmelager, för värmeåtervinning, anslutning av luftdistribution via dränering och jordrör m m. Olika alternativs effekt- och energiåtgång beräknas.

Adamsson B & Larsson PG, 1975, Mätning av temperatur och fuktförhållande i krypgrund med icke raka ventiler. Uppdrag för Modulent AB, Lunds tekniska högskola, Institutionen för byggnadskonstruktionslära.

Anonym, 1983, Ankarsweds hus, Cementa nr 3.

Elmroth A, 1975, Kryprumsgrundläggning, Statens råd för byggnadsforskning, R12:1975, Stockholm.

Elmroth A, 1979, Varmluftsentilerat kryprum, Utlåtande från Ingemar Höglunds Ingenjörbyrå AB, Stockholm.

Danielsson B, 1979, Krypgrunden gör comeback som energisparande värmväxlare, Byggnadsindustrin nr 20, Stockholm.

Englund B O & Granström T, 1974, Utveckling av lätta grundläggningsmetoder - Probleminventering och program, Svenska träforskningsinstitutet, Stockholm.

Englund B O, 1981, Klimatmätningar i byggnadsdelar av trä, Erfarenheter från mätningar i sju småhus, STFI - meddelande serie D nr 127, Stockholm.

Harrysson C, 1982, Åtgärder för att reducera kostnaderna vid nyproduktion av småhus. Programarbete på uppdrag av Statens råd för byggnadsforskning, Bygg- och Energiteknik, Falkenberg.

Källblad K, 1978, Studier av värmeisolering m m, Projekt: Ytong AB - Älvesta 140, Lunds tekniska högskola, Institutionen för byggnadskonstruktionslära, Uppdrag BKL 1978:3.

Linkhorst J & Samuelsson S, 1979, Inneluftventilerade kryprum - en möjlighet till resursbesparing Statens råd för byggnadsforskning, R1:1979, Stockholm.

Nevander L E & Elmarsson B, 1981, Fukthandboken, Svensk Byggtjänst, Stockholm.

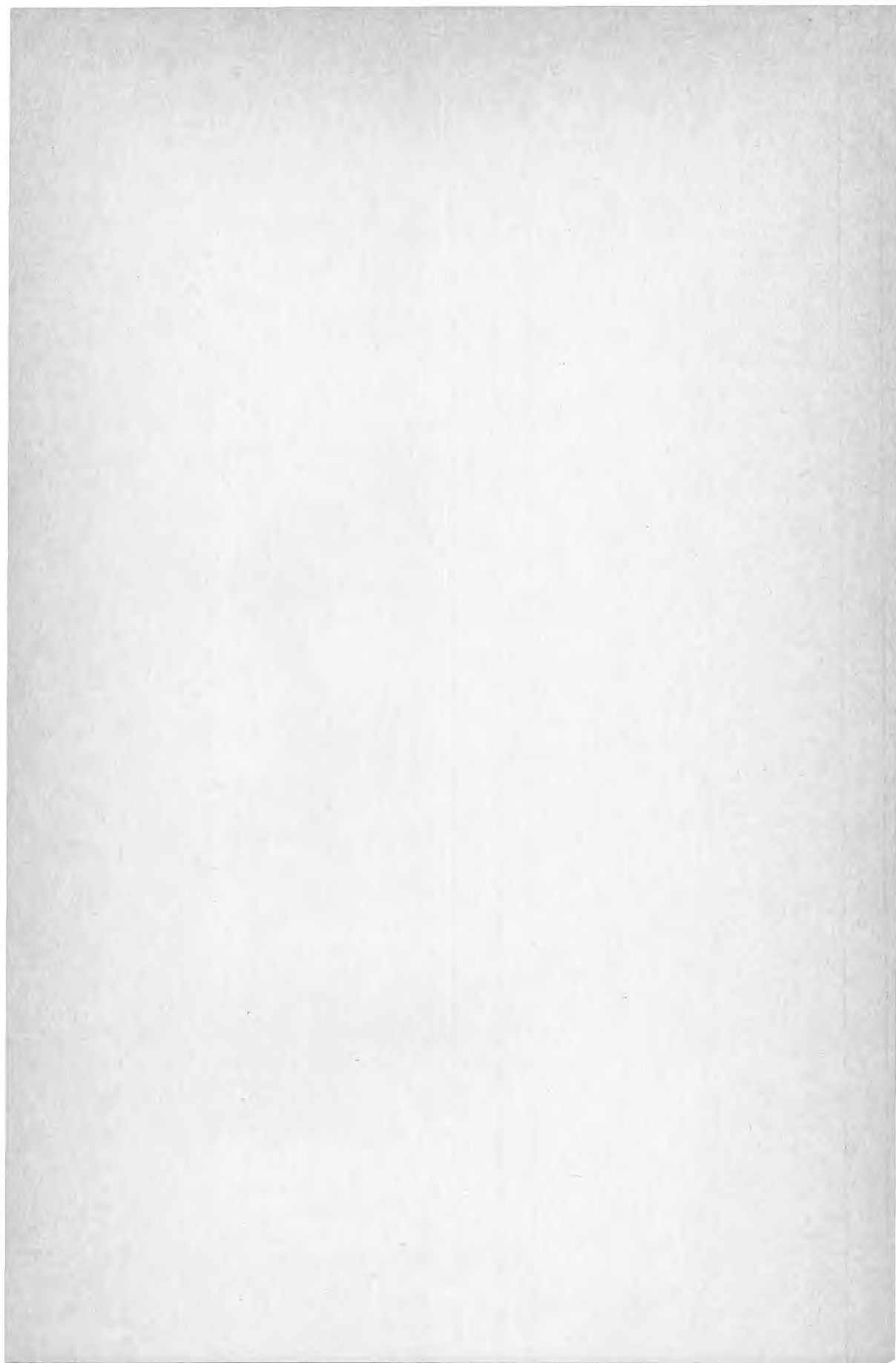
Nilsson L O, 1983, Utformning av fuktskydd vid golv på mark, Statens råd för byggnadsforskning, R90:1983, Stockholm.

Rockwool AB, 1979, Ekebroelementet 965 Rekv.nr. 310, SfB Km 1, Skövde.

Samuelsson S, 1983, Varma kryprum-provhus. Sammanfattning av hittills uppnådda erfarenheter. Föredrag på Träteknikcentrums trähusdag maj 1983, Bjerking Ingenjörbyrå, Uppsala.

Statens planverk, 1983, Radon i bostäder - slutbetänkande av radonutredningen. Plan och bygg nr 3, Stockholm.





Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 820643-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Bygg- och
Energiteknik, Falkenberg.

R73: 1985

ISBN 91-540-4397-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705073

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 35 kr exkl moms