

Erfarenheter och rekommendationer:

Bättre golv och grunder i källarlösa småhus genom ökat systemtänkande

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

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

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

Problem och möjligheter

Mångåriga erfarenheter av skadeutredningar visar att husgrunden vanligtvis är den byggnadsdel som är utsatt för mest klagomål. Förhållandena på byggsplatsen till exempel marken är unika för varje hus. Det är oftast olika parter/företag som svarar för överbyggnad och grund. Skador och problem finns hos alla grundläggningssätten. Nya och komplicerade lösningar har ökat frekvensen skador och problem. Företag som greppar byggsplatsproblematiken har avsevärt färre grundläggningsproblem. Via media torgförs kontinuerligt uppgifter om betydande fel

hos olika grundläggningssätt. Utgående från detta, debatter och besiktningar/skadeutredningar kan man fråga sig om det överhuvudtaget finns några "friska" grunder.

Utveckling av olika grundläggningssätt

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

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

oorganiskt till exempel cementcellulosa-skivor eller med lättbetong- och betongelement.

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

Isoleringen i platta på mark var ursprungligen ingen eller ringa. Stigande



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

Artikelförfattare är professor **Christer Harrysson**, Örebro universitet.



FOTO: TORBJÖRN KLITTEVALL



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

energipriser ledde till tilläggsisoleringar till exempel i form av lös lättklinker under plattan eller träreglar och mineralull ovanpå plattan. För båda konstruktionerna uppstod ofta fukt- och mögelproblem. Lättklinkern, som tippades på marken krossades delvis och blev kapillärsugande. Träreglarna lades ofta direkt på plattan utan fuktskydd. Ibland användes tryckimpregnerade regler som gav upphov till obehaglig lukt och hälsoproblem för de boende.

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

Krypgrund

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

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

- isolera grundmurar och marken.

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

Några alternativ till traditionella uteluftsventilerade krypgrunder med träbjälklag kan vara;

- oorganiska material till exempel cementcellulosaskivor eller mineralull på undersidan av bjälklaget

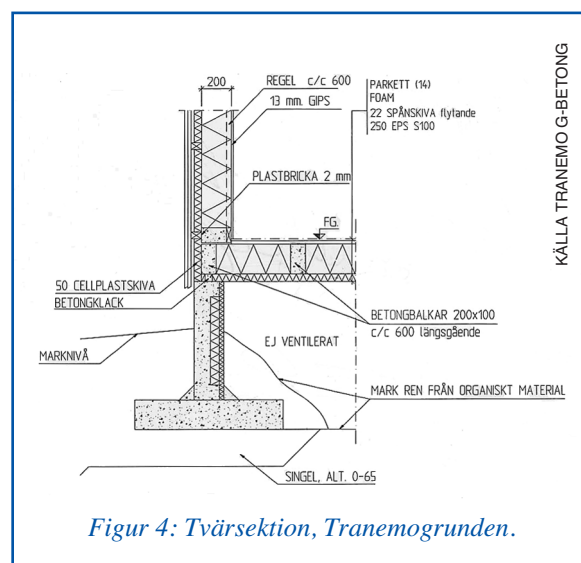
- bjälklag av betongkonstruktion (uteluftsventilerade eller slutna kryprum), *figur 3 och 4*

- inneluftsventilerade kryprum (täta och välisolerade) med bjälklag av träkonstruktion, lättbetong eller betong.

I ett antal hus med betongelement har fukt- och mögelproblem samt dålig lukt



Figur 3: Krypgrund av betongkonstruktion, Tranemogrundern.



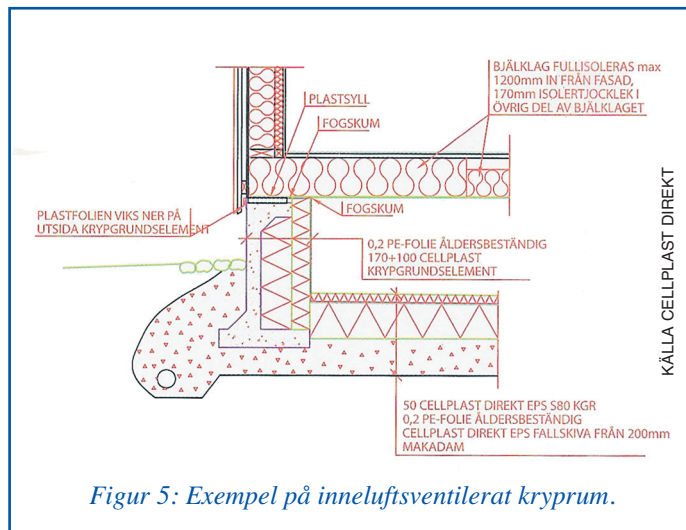
Figur 4: Tvärsektion, Tranemogrundern.

inne uppstått på grund av att träreglar har lagts på betongbjälklagets ovansida utan tillräckligt fuktskydd.

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

Golvvärme

Integrerade golv- och värmesystem (golvvärme) har beroende på konstruktion medfört avsevärt högre byggkostnad, energianvändning och kom-



Figur 5: Exempel på inneluftsventilerat kryprum.

fortstörningar. Sistnämnda problem kan orsakas av hög värmetröghet i plattan samt obehag av drag längs golvet, eftersom golvvärme inte på samma sätt som radiatorer under fönstren kan kompensera för kallras och drag från fönstertyper och ventilationsdon, *figur 6*. Vattenburen golvvärme medför också ökad risk för vattenskador.

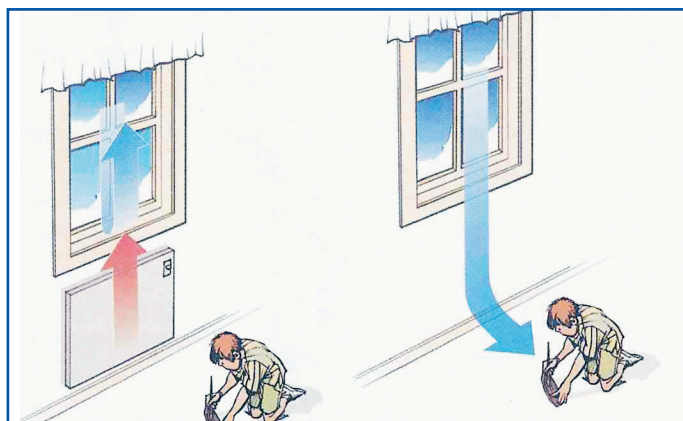
Golvmaterial – golvkonstruktion. Golvbeläggning i form av olika typer av trägolv respektive tjocka heltäckningsmattor/äkta mattor har betydande värmemotstånd som bromsar värmeflödet från fötterna. Samtidigt måste eventuellt golvtemperaturen höjas med risk för att värmeeffekten inte räcker till. En högre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

Energi- och byggkostnader. Erfarenheter av golvvärme i källarlösa småhus med platta på mark och underliggande isolering visar på betydande energiökning jämfört med radiatorsystem vid olika isolertjocklekar enligt *tabell 1*.

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

För att ytterligare sänka energianvändningen måste värmetrögheten minskas till exempel genom att golvvärmen flyttas upp nära ytan och läggs på värmefördelande plåtar, *figur 7*. Dessa kostar dock cirka 700 kronor per kvadratmeter. Först med plåtar och 300 mm isolering kommer man i närheten av den energianvändning huset skulle ha med radiatorsystem. Cellplastisolering lagd och klar kostar cirka 700 kronor per kubikmeter. En av Norges främsta energiexperter, *Per Gundersen* Norsk Byggeforskningsinstitut i Oslo, anser dock att även den mest energieffektiva och dyrbara golvvärme konstruktion drar mer energi än radiatorsystem.

Äldre hus, både källarlösa och med källare, har i regel oisolerad betongplatta. Avsevärda problem har uppstått när man i efterhand installerat golvvärme för att öka kom-



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

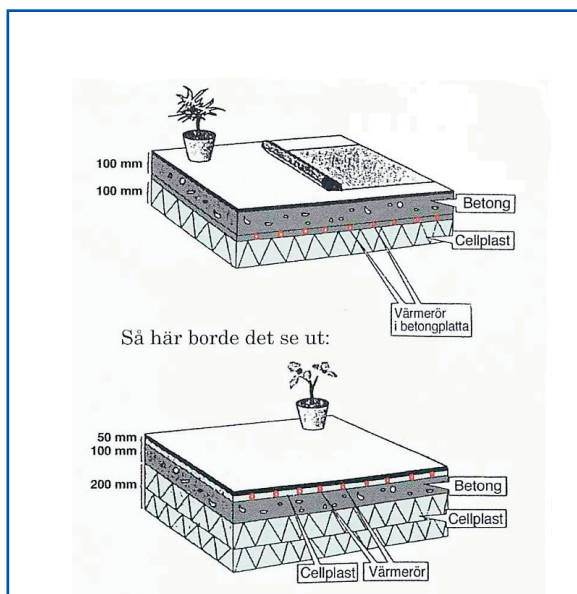
KÄLLA: ENERGIMYNDIGHETEN

forten. Mycket av värmen försvinner ner i marken under betongplattan vanligen med upp emot 40 procent högre total energianvändning. Värst har det varit för många ägare till källarhus när "förråds-källaren" med radiatorsystem har inretts som "gillestuga" med golvvärme. Dessa arbeten utförs ofta på delad entreprenad och med egna arbetsinsatser av husägaren. Konsekvenserna har blivit höga kostnader orsakat av att ingen hade "helhetsgreppet" vid val av teknisk lösning och utförande.

Tabell 1.

Isolertjocklek, mm	Ökning av total energianvändning, %
100	30
200	20
300	10

Även i flerbostadshus har golvvärme gett upphov till en hel del komfortpro-



Figur 7: Vanlig golvvärme konstruktion respektive energieffektiv.

KÄLLA: BYGG- OCH ENERGITEKNIK

blem och hög energianvändning, varför flera större byggföretag undviker golvvärme.

Golvvärme, passivhus och lågenergihus

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

golvvärme används för att golvet inte ska kännas så kallt.

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

Värmeöverföringen mellan en varm yta och luft är 2 till 10 W/m²K bland annat beroende på luftens rörelser. Golvvärme behövs enbart enbart på en förhållandevis liten yta eftersom effektbehovet för att täcka värmeförlusterna från byggnaden till exempel i passivhus teoretiskt uppges till 10 till 12 W/m² vid dimensionerande utetemperatur.

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

I våtrum till exempel badrum, där man normalt har klinker eller dylikt krävs en golvtemperatur på lägst 23 °C med linoleum- eller plastmattor för att de flesta människor ska uppleva golvet som varmt och maximalt tillåts 27 °C vid dimensionerande utetemperatur enligt Boverket byggregler (BBR). Värmeeffekten från golvytan kan då bli uppemot 70 W/m² beroende på aktuell rumstemperatur, framledningstemperatur, luftrörelser med mera. Ytor med golvvärme bör därför begränsas till områden där man i regel brukar sätta fötterna för att inte få för varmt badrum och för hög energianvändning. Det kan

Termisk komfort – golvmaterial

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

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

Figur 8: Lägsta ytemperatur på golv för acceptabel termisk komfort.

KÄLLA: ISOVER

också vara aktuellt med golvvärme i hallen för att torka blöta skor och stövlar.

Rekommendationer för utformning av golv och grunder

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

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

- Komfort (eftersträva små komfortskillnader inne)
- Energieffektivitet (speciellt energi för framställning av material med mera respektive driftskedet)
- Livscykelanalys (miljöpåverkan, energianvändning, kostnader med mera).

Energieffektiva värmesystem

Det är viktigt att utforma byggnad och installationer så att klimatskillnaderna inom huset blir så små som möjligt. Då är radiatorer med liten värmetröghet och med rums- eller radiatortermostat den lösning

som ger noggrannast och snabbast reglering av värmetillförseln. I våtrum och entréer (där man kommer in med blöta skor) med klinkerplattor kan tidstyrd elektrisk golvvärme som komfortvärme rekommenderas. Vid en sådan lösning med golvvärme täcks värmebehovet bara till en del med golvvärme och resten med radiatorer. Basvärmesystemet i hela huset bör dock vara radiatorsystem.

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

Värmesystem. Energieffektiva och energisnåla småhus kräver ett följsamt och snabbreglerat värmesystem med liten värmetröghet. Annars är risken stor för komfortstörningar genom övertemperatu-

rer och lågt gratisvärmeutnyttjande. Ett värmesystem med stor följsamhet ökar dessutom möjligheterna att utnyttja gratisvärme från solstrålning, personer eller dylikt.

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

Alternativt utförande. Golvvärmesystem ska utformas energieffektiva och komfortabla:

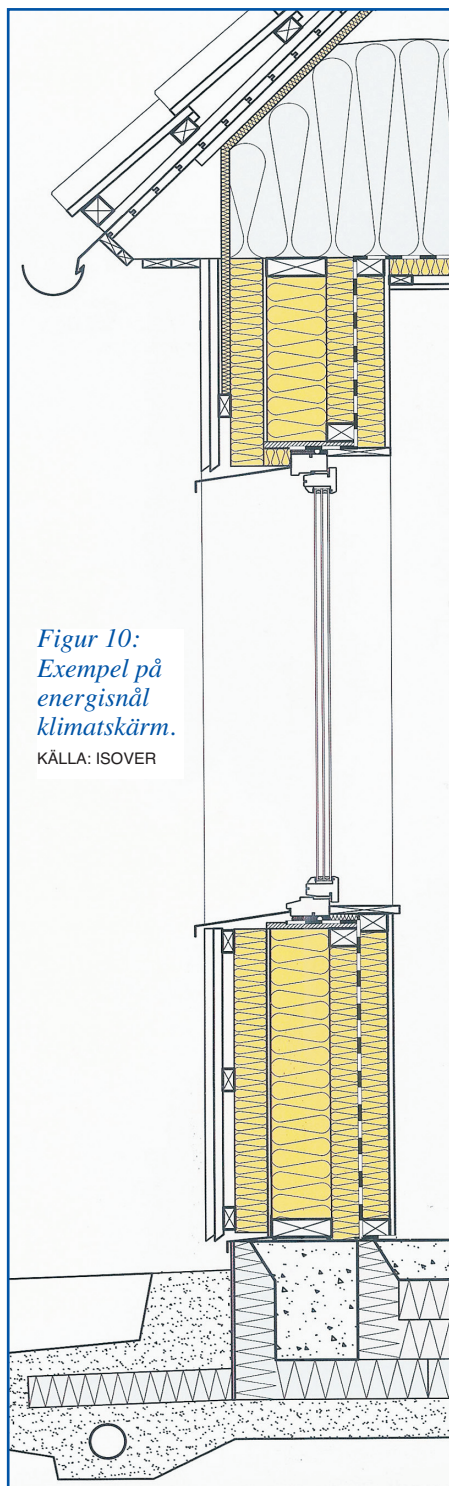
- God isolering, 250 mm under och 50 mm över plattan. Kantisolering ska vara som väggfjockleken, figur 9 och 10. Utformning väljs så att köldbryggor undviks.
- Golvvärmen placeras nära ytan på värmefördelande plåtar.
- Värmeförseln regleras med rumstermostat.

Marken och grunden. Det är svårt att styra fukt- och värmetransporten i marken till exempel på grund av hög grundvatten-



Figur 9: Exempel på platta på mark med god kantisolering och små köldbryggor.

FOTO: TORBJÖRN KLITTERVALL



Figur 10:
Exempel på
energisnål
klimatskärm.

KÄLLA: ISOVER

yta, grundvattenströmning med mera. Åt-
skilj därför grunden från marken. Håll
värmen inomhus och undvik lösningar
som bygger på att lagra energi i marken
eller har värmedistributionssystemet i el-
ler utanför klimatskärmen som till exem-
pel varmggrund eller luftvärme.

Grunden till ett hus ska ha;

- dräneringsledning belägen minst 300 mm under plattans respektive grundsulans undersida
- dagvattenledning som stuprören är anslutna till
- kryprum som är fritt från byggavfall et-cetera och har plastfolie som täcker marken
- isolering på marken och grundmurars insida (i energisnåla nya småhus)
- oorganiskt material.

Marken runt och under huset måste ge-
nerellt vara väl-dränerad. Dränerings- och
dagvattenledningar måste kunna inspek-
teras och vid behov spolas.

Slutsatser

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

Referenser

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

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

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

Harrysson, C (1986). *Varmgrunder – Systemlösningar och erfarenheter.* Väg-

och vattenbyggaren nr 10, 1986, Stockholm.

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

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

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

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

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

Harrysson, C (2006b). *Husdoktorn går ronden. En bok om sjuka hus och drabbade människor.* Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg, ISBN 91-631-9272-1.

Klittervall, T (2008). Personlig kommunikation.