



Trägrundläggning - Förstudie för fossilsnålt byggande

Slutrapport av förstudie



Innehåll

Sammanfattning.....	3
1 Bakgrund	4
1.1 Introduktion	4
1.2 Planerade aktiviteter:	4
1.3 Metodik	5
1.4 Deltagare	6
2 Viktigaste resultat	7
2.1 Omvärldsanalys	7
2.2 Tekniken i korthet.....	8
2.3 Konstruktion	9
2.4 Klimatpåverkan	11
2.5 Tekniska/Fysiska egenskaper.....	13
2.6 Prefabricerat byggsätt.....	16
2.7 Användningsområde	17
2.8 Ekonomi	18
3 Fortsatt arbete	19
4 Sammanfattning.....	20
5 Referenser	21
SMART HOUSING SMÅLAND	22
- INNOVATIONSARENA FÖR LIVSMILJÖER I GLAS OCH TRÄ.....	22

Sammanfattning

Det finns stor potential att minska CO₂ utsläpp, uppnå högre användning av biobaserade och hållbara material genom ändring av grundläggning med "traditionell" betongplatta på mark. Ett alternativ är grundläggning där man använder träbaserade material i stället för betong och armering. Beroende på konstruktion och materialval kan man även uppnå högre grad av återbrukbarhet och användning av cirkulära material.

Idag finns det några konstruktionslösningar på trägrundläggningar på marknaden som erbjuds av olika företag. Ingen större användning av de lösningarna implementeras i dagsläget främst på grund av att tekniken är relativt okänd för allmänheten, samt oro för eventuella fuktskador hos byggherrar. Lösningar kan variera i konstruktion och detaljer, samt vilka material som används. Det gemensamma är att man ersätter betongplatta med träbaserade material till exempel KL-träelement, träbjälklag eller hybridlösningar av olika material. Exempel på isolering är cellglasisolering, cellplast eller annan isolering som har likvärdiga egenskaper eller bedöms relevant att användas för att uppnå byggtekniska krav med bibehållen låg miljöpåverkan.

Inom träbyggindustri finns det en stor nyfikenhet och engagemang både hos träbyggföretag och grundleverantörer att testa bygga med trägrunder och/eller skala upp produktion. Samtidigt finns det lite kunskap om trägrunder hos både byggare och beställare samt oro för hur tekniken presterar. Framför allt gällande fukt och biologisk nedbrytning. Det visade sig att trägrundläggningar, som är kända idag i Sverige, i de fysiskt byggda husen, presterar likvärdigt betongplatta på mark och uppfyller samtliga byggnormer. I vissa fall finns sådana krav/egenskaper där trägrundläggningen visar fördelar gällande CO₂ emission, isoleringsförmåga, inomhusmiljö, tid på byggplats och cirkularitet. Vid ökad efterfrågan från marknaden och med kommande krav från stat/EU att bygga med lägre CO₂ avtryck kommer denna typ av grund ha en potential av att ta större marknadsandel främst bland lättare/lägre byggnader.

1 Bakgrund

1.1 Introduktion

För att möta de miljö och klimatutmaningar som vi står inför idag har många organisationer och länder tagit fram färdplaner och rekommendationer som ska verkställas under närmaste tiden. På internationell nivå har FN tagit fram handlingsplanen "Agenda 2030" med globala mål som ska uppnås till 2030 (Globala målen, 2019) och på riksnivå har svenska regeringen bland annat uppmuntrat och betonat vikten av arbete för att minska utsläppsmängderna av koldioxid.

De relevanta globala målen från "Agenda 2030" i denna förstudie är:

- 12 Hållbar konsumtion och produktion
- 13 Bekämpa klimatförändringarna

Byggbranschen står för 18 procent av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser. I livscykelanalyser av träbyggnader bidrar isoleringen, gipsskivor och grunden till en stor del byggnadens totala klimatpåverkan. Idag är den vanligaste grundläggningen betongplatta på mark med stålarmering, två material som alla har relativt stora klimatavtryck (Erlandsson, 2018).

Förutsättningar, utmaningar och begränsningar för ett systemskifte inom byggandet med en utfasning av betonggrunder är därför viktiga att strukturera och analysera. Potentialen att spara in mycket CO2 utsläpp genom byte av material/konstruktion bedöms som hög.

Syftet med denna förstudie har varit att samla information om trägrundläggningar, titta på konstruktioner, fördelar och utmaningar, samt förutsättningar för att öka användning av trägrundläggningar och på sätt minska miljöpåverkan.

1.2 Planerade aktiviteter:

- Kartlägga de olika alternativ till Betong/cellplast som finns och de studier som redan gjorts.
- Utreda alternativet med KL trä och cellglas.
- Identifiera de största utmaningarna vid en övergång till träglasgrunder.
- Utvärdera träglasgrundens potentiella användningsområde utöver villgrund.
- Föreslå lämpliga konstruktioner av träglasgrund som kan jämföras mot betonggrund i kommande större finansiering.
- Om möjligt, tillverka en portabel demonstrator som åskådliggör en träglasgrund.
- Söka finansiering för vidareutveckling av träglasgrunder baserat på resultaten i denna förstudie.

Under projektens gång har några prioriteringar och aktiviteter ändrats. Genom att göra intervjuer och litteraturstudier kom man fram till att det idag finns genomtänkta och beprövade konstruktionslösningar och företag som bygger trägrunder med olika isolerings alternativ inklusive cellglas. Dock ser det ut att det fortfarande finns begränsad forskning och information om trägrundläggning som bidrar till att trägrunder inte har fått något större genomslag. Därför har denna studie även fokuserat på anledningar till varför trägrundlösningar inte har fått större användning samt vilken potential finns det för att öka användningen och eventuellt systemskiftet. Det tillkom nya deltagare i projektet framför allt under andra steget där det söktes fortsatt finansiering hos VINNOVA. Det har även påbörjats två byggprojekt med trägrundläggningar, dock ingen med cellglasisolering. Det är Klaragrund och Gretagrund som levererar trägrundläggningar till Derome och Gretahus.

Initial bedömning är att det finns intresse och tekniska förutsättningar för ökad kommersiell användning av trägrunder med olika isoleringar inklusive cellglasisolering.

1.3 Metodik

Metoden innefattar en omvärldsanalys med följande aktiviteter:

- **Litteraturstudier** av publikationer, forskning och generell information som finns om trägrundläggning. Kartlägga olika trägrundläggningar och företag som jobbar med trägrundläggningar.
- **Intervjuer** med leverantörer, byggherrar, trähustillverkare och forskare. Intervjuer skede främst via digitala videosamtal. Förutbestämt frågeformulär skickades i förväg och omfattade en rad frågor om bland annat materialegenskaper, tekniken, fördelar, utmaningar, nuvarande läge och potential.
- **Fysiska träffar** vid några tillfällen med bland annat Derome, Klara Byggsystem, Hasopor.
- **Ansökan för fortsatt finansiering** upprättades av RISE. Ansökan till Vinnova inom ramen för utlysning "Accelererad substitution" där man vill bidra till ökad användning av mer miljövänliga husgrunder vid uppförande av nya hus med trästomme. Under ansökningsprocessen har några **digitala workshops** med näringslivet genomfördes där flertal företagare och forskare har bland annat fått möjlighet att träffas och aktivt diskutera både konstruktion, utmaningar med trägrundläggningar och framtida utveckling.
- Resultatet från omvärldsanalysen analyserades och sammanställdes i en **rapport**.

1.4 Deltagare

Trägrundleverantörer med sina systemlösningar:

Klara Byggsystem, Erik Goverde, Lars Guttorp

Trellicell, Åke Mård

Svensk Trägundläggning (Trägrund AB), Klas Wickman

Hustillverkare/byggare med sitt byggsystem / arbetssätt:

Fiskarhedenvillan, Jonas Nilsson Teknisk chef, CTO

Derome, Anders Carlsson, Hållbarhetschef

OBOS, Carl-Johan Sigfridsson, Teknisk Chef, FoU

Moelven, Henrik Ödeen, Teknisk chef

BoKlok, Jerker Lessing, FoU-chef

Gretahus, Jarle Mosshäll

Materialleverantörer:

Hasopor, Stefan Nordahl, Teknisk support och produktansvarig

Cellglas, Måns Björklund, VD / försäljning Sverige

RISE: Irina Martynyuk, projektledare och forskningsingenjör, författare rapport

Viktor Norbäck, forskningsingenjör, medförfattare

Göran Berggren, forskningsingenjör, medförfattare

Magnus U Falk

Mikael Ludvigsson

Anders Gustafsson

Lina Grund

Thorbjörn Gustafsson

2 Viktigaste resultat

2.1 Omvärldsanalys

I denna förstudie har trägrundläggningar från några svenska leverantörer undersökts. Största fokus låg på Klara Byggsystem och Trelicell. Samtal med byggare som Fiskarhedenvillan, Derome och Gretahus, samt cellglas leverantörer som Hasopor och Cellglas genomfördes både via digitala intervjuer och fysiska möten.

I förstudien har man tittat på grundläggningslösningar och inte tagit hänsyn till markförhållanden eller markarbete, då de antas vara likvärdiga oavsett grundläggningstypen. Dock är det en intressant framtida underökning att utreda huruvida markarbete och markförhållande kan påverka val av trägrundläggning. Förstudien genomfördes i form av litteraturstudier (se lista i referenser) och intervjuer med företag (se deltagare).

Trots att det finns några företag som levererar och utvecklar trägrundläggningar finns det för närvarande begränsat med information, stöd i byggstandard och forskning kring trägrundläggningar. Även om själva användningen av trä som grundläggning är en gammal teknik (Torpgrund/grundmur, plintgrund, mullbänk) är det inte en vanlig grundläggningstyp idag och det gamla byggsättet passar inte till den moderna industriella hustillverkningen. En av de vanligaste grundläggningstyper som husbyggarna föredrar idag är betongplatta på mark med armering och cellplast som uppfyller myndighets- och kundkrav som ställs och de flesta hustyper passar med. Stor fördel med platta på mark är byggnadshöjden som blir lägre i jämförelse med plintgrunder samt att betong är ett oorganiskt material som är mindre känsligt för fukt och biologisk nedbrytning. Denna typ av grundläggning, beroende på konstruktion och husets utformning, står för ungefär 30% av CO2 utsläpp vid uppförande av ett nytt hus, (Erlandsson, 2018). En "traditionell" platta på mark är svår att återbruka/återanvända, den rivs oftast och deponeras när huset ska rivas.

Enligt studier som finns idag, utvärdering av byggda hus och dialog med både trägrundleverantörer samt byggherrar finns det en tro att trägrundläggningar kan ersätta betongplatta på mark. För vissa användningsområden med bibehållen och i vissa fall bättre kvalitet och prissättning. Viktigt att anmärka att rätt konstruerade trägrundläggningar uppfyller samtliga funktionskrav som ställs på grundläggning:

- Bärförmåga
- Isoleringsförmåga
- Fuktsäkerhet, biologiskbeständighet
- Byggnadshöjd
- Formstabilitet

2.2 Tekniken i korthet

Förutom att trägrundläggning svarar gällande byggnormer finns det dessutom en rad fördelar med att använda trä generellt och i synnerhet inom bygg och anläggning då det ofta innefattar produkter med lång livslängd och förutsägbara egenskaper. Trägrundläggning har förhållandevis låg miljöpåverkan, då trä är förnyelsebart och utgör en koldioxidsänka genom att binda koldioxid under sin livscykel fram till förbränning/förmultning.

Man kan kombinera träplatta med olika typer av isolering och genom att välja rätt isolering till exempel återvunnet eps/cellglas bidra till lägre klimatpåverkan. Materialen som används är dessutom lätta och trägrundläggning kommer till byggsplats i färdiga element, vilket leder till både enklare transporter och montage. Jämn förutsägbar kvalitet är nästa betydande fördel, då trägrundläggningselement byggs i kontrollerad och skyddad miljö på fabrik. För husleverantörerna innebär en substitution från betong till trä förutom förbättrad miljöpåverkan även produktionsfördelar genom ett snabbare och mer rationellt byggande (inga torktider, låg vikt, hög prefabriceringsgrad och hög flexibilitet).



Figur 1. Montering av trägrundläggning, Fiskarhedenvillan Villa ZERO, 2022

2.3 Konstruktion

Den vanligaste kommersiella typen av trägrundläggningar idag är KL-träplatta eller trägrundbjälklag, någon form av fuktskydd och isolering (se figur 2, 3 och 4). Det finns vissa detaljskillnader mellan olika trägrundläggningskonstruktioner, men grundprincipen är enligt nedanstående:

Träplattan eller trägrundbjälklag måste klara av att ta emot tyngden från överbyggnaden och fördela lasterna mot underliggande grund. Den binder även ihop byggnaden och bidrar till dess totalstabilitet genom att agera som motvikt när byggnaden utsätts för vindlast. Enligt A Gustafsson, 2019, är de vanligast förekommande trägrundläggningslösningarna:

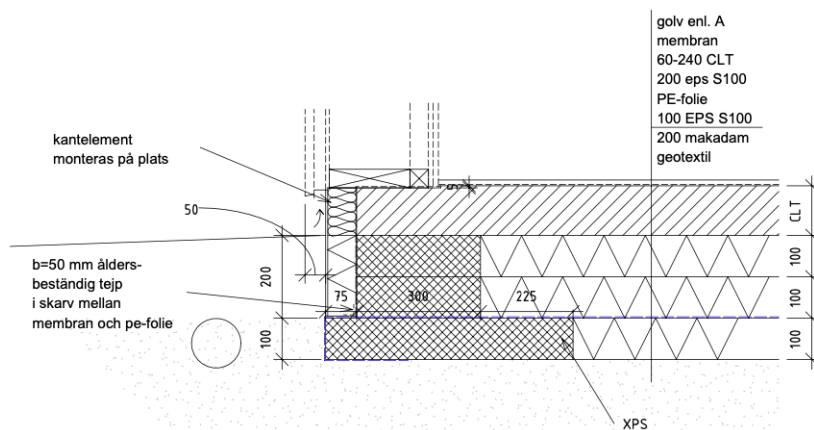
- KL-träplattor, Korslimmade skivor
- Uppreglad trägrundbjälklag med konstruktionsvirke alternativt lättbalk
- Spikade plattor
- Plattor sammansatta av trädymlingar
- Förspända plattelement

Fuktskydd. De flesta trägrundläggningar använder någon form av fuktskydd. Det kan antingen vara impregnering, radonduk, fuktskyddsmembran av typ wetguard, semipermeabelt membran, eller en kombination av lösningarna. Fuktskydd är avgörande för att få en långsiktigt och trygg konstruktionslösning som ska minst klara avsedd byggtkniska livslängd på ett hus, som enligt dagens norm är 50 år.

Isolering. En viktig del av existerande trägrunder idag är att isoleringen som förutom god isoleringsförmåga kräver vissa konstruktionstekniska egenskaper, rätt styvhet, tryckhållfasthet samt bärighet för att ta emot lasterna från överbyggnad och samtidigt kunna fördela laster och jämna ut underliggande ojämnheter i marken. Oftast används cellplast eller cellglas. De uppfyller likvärdiga krav och det finns olika fördelar och nackdelar beroende på vilket material som används. Denna förstudie fokuserade främst på KL-trägrundläggningar med cellglasisolering, då cellglas ofta framställs av återvunnet material och på så sätt stimulerar cirkulära materialflöden. För att skydda och värmeisolera plattans kanter kan med fördel ett kantelement, bestående av till exempel en cellplast/cellglas skiva och/eller fibercementskiva, monteras.

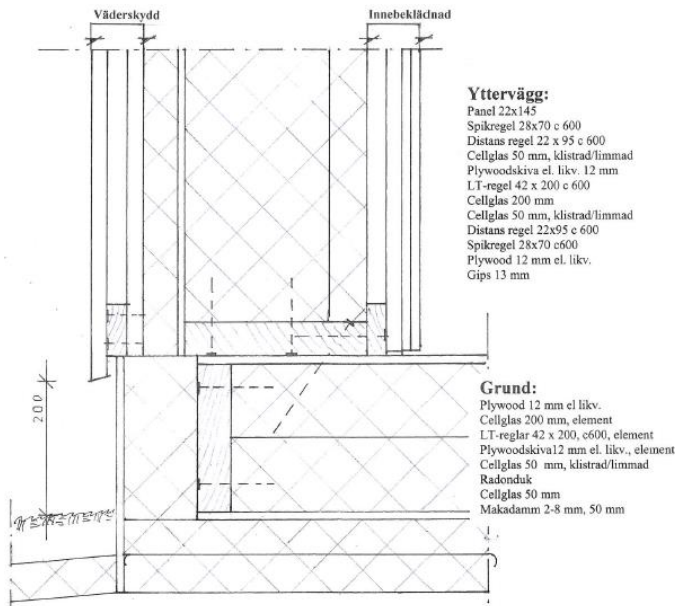
Dränerande skikt och Tjälisolering. Likt betongplatta på mark monteras trägrundläggnings element på ett kapillärbrytande, dränerande skikt. Detta för att leda bort vatten i marken, hålla jämnare marktemperatur och förhindra rörelser i marken när till exempel marken fryser på vintern. Material som kan användas i detta fall är makadam eller skumglasgranulat från exempelvis Hasopor ([Fördelar med skumglas - Hasopor](#)) och granulat från Cellglas/Glapor ([Glapor Granulat - Cellglas](#)). Cellglasisolering i detta fall agerar som både dränerande och isolerande skikt på grund av sina egenskaper.

Tättskikt mot mark. Plattan i en trägrundläggning behöver skyddas mot både fukt, luft och radon från marken. Detta löses oftast med en eller flera tättskikt mot mark, så som Fiberduk, PE-folie, Radonduk eller dyligt.

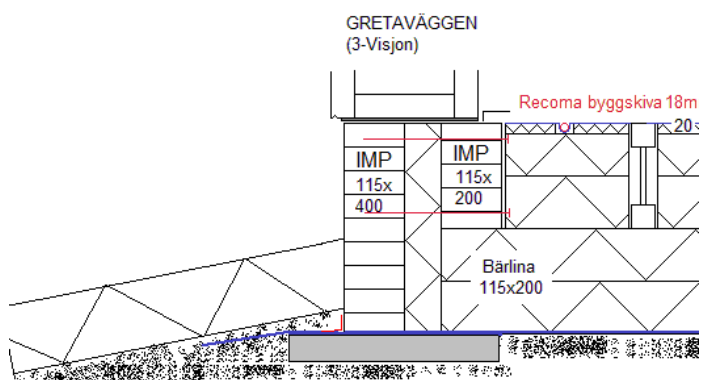


Figur 1. Principskiss, trägrundläggning KL-trä och EPS. Klara Byggsystem, 2022

Standard detalj Grund – Yttervägg 1 : 5



Figur 2. Principskiss, trägrundläggning lättbalk och cellglas, Trelicell, 2022



Figur 3. Principskiss, trägrundläggning limträ och lättbalk, Gretaväggen, 2022

2.4 Klimatpåverkan

Trä är en biobaserad, förnyelsebar råvara som lagrar koldioxid i motsats till cement och stål som ger upphov till stora nettoutsläpp ((<https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/miljo-och-hallbarhet/koldioxidutslapp>)). "För varje kubikmeter byggprodukt av trä som ersätter motsvarande produkter av betong eller stål i normalt byggande lagras kol motsvarande 0,9 ton koldioxid under byggnadens livslängd. Utsläpp från tillverkning och återvinning minskar också med 1-1,5 ton". (<https://www.traguiden.se/om-tra/miljo/miljoeffekter/miljoeffekter/traprodukter-lagrar-kol/>)

Träplattor kan kombineras med olika typer av isolering. Denna förstudie har fokuserat på cellglas som kan framställas av återvunnet glas och har bra fuktskyddsegenskaper, beständighet och lång livslängd. Samtidigt finns det vissa LCA analyser och företag som menar att cellplastisolering framtagen av återvunnen cellplast är ett bättre alternativ för att minska CO2 utsläpp. (Se figur 5) ([Villazero \(fiskarhedenvillan.se\)](http://Villazero(fiskarhedenvillan.se))). Detta främst för att tillverkning av cellglas är energikrävande och beroende på tillgång på resurser kan behöva långa transporter framför allt om jungfrulig råvara används. Det finns en oro över huruvida det finns tillgång till stor mängd återvunnet glas eller om man kommer behöva komplettera med jungfrulig råvara för att möta efterfrågan.

Förutsättningar: Jämförelsen är gjord på 1 m2 golv. Ingen hänsyn har tagits för kantbalkar och ev. plintar vid plintgrunder. Vid plintar förväntas klimatbelastningen öka med ca 10 KgCO2/m2. Jämförelsen gäller stadie A1-A3

Grund	Uvärde	Kg/CO2/m2	Kommentar
Massivträgrund EPS	0,074	19,06	Låg CO2-belastning
Massivträgrund EPS+ISODRÄN	0,074	20,93	Något fuktsäkrare men högre CO2-belastning
Massivträgrund Cellglas	0,074	36,21	Bra variant av grund tekniskt sett. Sällas dock bort pga högre CO2-belastning. Finns fördelar som skulle kunna ge utslag med andra ramar för LCA-beräkningen, som långvarig hållbarhet. Samt att den inte består av oljeprodukter. Ökar problematik gällande fukt vid badrum.
Lättbjälklag 1	0,08	20,81	Sällas bort då bygghöjden blir hög och kan orsaka problem med tillgänglighet samtidigt som den inte ger något LCA-vinst när betongplintar räknas in.
Lättbjälklag 2	0,078	18,85	Sällas bort då bygghöjden blir hög och kan orsaka problem med tillgänglighet samtidigt som den inte ger något LCA-vinst när betongplintar räknas in.
Betongplatta	0,078	36,56	Hög CO2-belastning, ej intressant för projektet.

Figur 5 Jämförelse olika grundlösningar, Fiskarhedenvillan Villa ZERO, 2022

Den industriella prefabricerade tillverkningen möjliggör mer resurseffektiv materialanvändning i jämförelse med när grunden tillverkas på byggarbetsplatsen. Det finns förslag på att optimera användning av trä genom att övergå från KL-trä patta till golv/grund träbjälklag som är uppbyggt med konstruktionsvirke eller lättbalk. Båda alternativ har sina fördelar, nackdelar och användningsområden.

Trägrundläggning, när byggt med rätt fuktskydd och kvalitetssäkring, uppfyller gällande byggnorm beträffande hållbarhet och livslängd och är jämförbar med betongplatta på mark.

Trägrundläggning är prefabricerad och kommer i färdiga element med bärverk och isolering. Med enkla åtgärder kan elementen snabbt nedmonteras och återanvändas i sin helhet. Även delar av konstruktionen och ingående material som cellglasisolering och lättbalk/KL-trä har stor återbrukspotential.

En till viktig aspekt är att trägrundläggningar som finns på svenska marknaden idag inte släpper ifrån sig farliga kemiska emissioner och anses vara miljö- och hälsovänliga. Det kan uppstå liten förhöjd halt av terpenier vid användning av stora mängder trä, men detta har ingen påverkan på miljö eller hälsa (A. Gustafsson, 2019).

Så beskriver trägrundläggnings tillverkare miljöprestanda av sina trägrundläggningar:

"I jämförelse med dagens lösningar ger Klaragrunden en besparing i koldioxidutsläpp med c:a 70 % i en strikt LCA-kalkyl för hela produkten. Under produktens nyttjande handlar det ju i praktiken om en inlagring av koldioxid. Massivträlagret i sig ger en koldioxidbesparing med c:a 93 % i jämförelse med betonglagret i en gjuten platta på mark". (Bygg med Klaragrunden – Klara Byggsystem)*

"Trellicell® ger inget klimatavtryck. Göteborgs stadsförvaltning säger att en cellglasgrund med plåtlättbalkar sänker CO2-halten med 50%. jämfört med en betonggrund. Trellicell® binder CO2-halten i sin träskiva och sänker klimatpåverkan på hela vårt klimat." (Produkter | Trellicell.se)

2.5 Tekniska/Fysiska egenskaper

Trägrundläggning består av en kombination av formstabil, styv träkonstruktion och mjukare underliggande isolering, som agerar både isolerande, men har även under statisk belastning godkänd bärighet, fördelar laster och jämnar ut underliggande ojämnheter i marken.

Trä är dessutom ett lättviktsmaterial i förhållande till stål och betong som resulterar i att hela trägrundläggningen blir en lättviktskonstruktion med bara en femtedel av en betonggrunds vikt. Detta bidrar till förenklade transporter och ett smidigare montage av prefabricerade konstruktioner.

Bärighet och totalstabilitet. På grund av trägrundläggningens låga vikt kan totalstabilitet av huset (främst höga hus) vara en utmaning där lämpliga lösningar måste konstrueras för att kompensera för detta. I denna förstudie har konstruktörer, leverantörer och byggherrar intervjuats med olika uppfattningar över hur högt kan man bygga med trägrundläggning. De flesta menar att man rakt av kan byta betongplatta på mark mot trägrundläggning för hus upp till 2 våningar. Enligt A. Gustafsson, 2019, kan trägrundläggning användas utan större modifiering till byggnader upp till 3-4 våningar. Enligt J. Boketun, E. Strandberg, 2022, kan det behövas förstärkningar och stabilisering av grunden vid sådana fall. Främst förankring av grund och horisontella laster är viktiga att övervaka. Idag finns det vedertagna beräkningsmetoder för höga trähus, dock finns inga exempel på höga trähus med trägrundläggning. I många fall är teoretiska beräkningar tillräckliga för bedömning av byggnadens höjd och konstruktionslösningar, samtidigt vill man praktiskt utvärdera trägrundläggningar i höga trähus för att bekräfta konstruktionen och dennes prestanda.

Isoleringsförmåga. Trä har låg värmekonduktivitet i jämförelse med stål och betong (se figur 6). Träkonstruktion i kombination med isolering bidrar till välisolerad grundläggning och det går att utan stora åtgärder undvika helt eller drastisk minimera köldbryggor, i jämförelse med "traditionell" betongplatta på mark. (<https://www.traguiden.se/konstruktion/kl-trakonstruktioner/kl-tra-och-varme-och-fukt/9.3-kl-tra-och-varmeisolering/kl-tra-och-varmeisolering/>)

Material, isolering	Värmekonduktivitet, λ (W/m°C)
KL-trä	0,04
Trä	0,13
Gipsskiva	0,24
Betong	1,7
Cellglasskivor	0,040–0,055
Skumglas (lösfyllning)	0,097–0,11
Cellplastskivor /EPS	0,035–0,041
Perlit (lösfyllning)	0,045–0,060

Figur 6 Värmekonduktivitet för några olika material.

Täthet. Byggt på rätt sätt är trägrundläggning radonsäker, luft-, lukt-, ång- och fuktät.

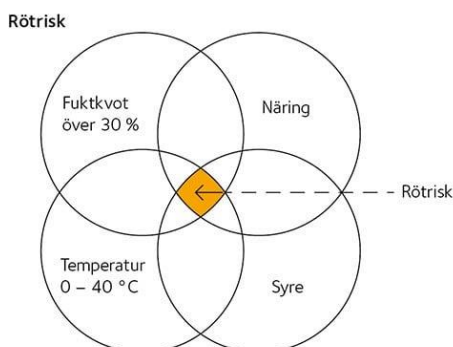
Täthet underifrån kan uppnås med duk/folie och väl utförda isoleringsskikt som i vissa fall även agerar som fuktskydd (till exempel cellglasisolering limmad med rätt typ av lim under träplattan). Ett kapillärbrytande skikt separerar trägrundläggningen från marken och hindrar kapillärt vatten från marken att nå grundkonstruktionen. Dräneringslager under grundplattan bör planeras så att god lutning erhålls mot dräneringsrör för att säkerställa avrinning från ytan under plattan.

Beroende på typ av duk man använder kan även luft och radontäthet uppnås. För att förhindra illaluktande luft och radon att tränga in från marken kan exempelvis en radonduk komplettera grunden.

KL-träplatta tillsammans med fukt/ångmembran agerar som mekanisk barriär för fukt och gaser. För att undvika fuktdiffusion används vanligtvis någon form av ångspärr eller -broms. KL-träskivor utförda med minst fem brädsnitt och skivtjocklekar större än 70 mm kan i många fall fungera som ångbroms och innebära att ytterligare skikt inte behövs för att förhindra diffusion genom konstruktionen. ([KL-trä och värmelagring och fuktbuffering - TräGuiden \(traguiden.se\)](#)) I fall en konstruktion med träbjälklag används eller man vill uppnå högre fuktskydd för träkonstruktion och förhindra helt fuktdiffusion omsluts ofta hela grundelementen med en eller två lager ångtäta dukar/membraner för att hindra vattenånga från att nå träplattan både utifrån och inifrån. (se konstruktionsritningar, figur 2, 3, 4).

Fukt och biologiskbeständighet är viktiga aspekter som man måste ta i beaktning när man bygger med trägrundläggning och är en av anledningarna till att trägrundläggningar väcker tvivel och osäkerhet hos beställare och byggare enligt de intervjuer som man har genomfört.

Fuktkvoten i trämaterialet bör inte överstiga 18 % vid inbyggnad för att förhindra mögelpåväxt och inte överstiga 30% för röta. Både rötsvamp och mögel behöver vatten, näring, värme och syre att växa. Vatten/fukt är det parameter som är lättast att kontrollera genom konstruktivt träskydd där träkonstruktion skyddas från långvarig kontakt med fukt. (<https://www.svenskttra.se/trafakta/allmant-om-tra/tra-och-fukt/mikroorganismer/>).



När olika faktorer sammanfaller uppstår risk för röta.

Figur 7 Faktorer för rötrisk. Svensk trä 2022.

För att garantera relativt stabil och låg fuktkvot och förhindra mikrobiell påväxt och fuktskador i trädelar ställer man höga krav på utförande av fuktskydd. Det finns idag olika sätt att hantera fukten i trägrundläggningar. I vissa fall skyddar man trägrundläggningselement med fuktskydd i form av duk/membran, i andra låter man trädelar "andas" och reglerar fuktkvoten på ett naturligt sätt och/eller använder olika varianter av impregnering/ytbehandling (se konstruktionsritningar, figur 2, 3, 4). Vid användning av fuktskyddande duk/membran är det viktigt att det inte ska penetreras eller skadas vid transport och montering för att behålla tätheten och förhindra fuktansamling under duken och direkt långvarig kontakt av fukt med träkonstruktion. Om fuktskydd är utförd på bristfälligt sätt eller skadas kan trägrundläggningens fuktillstånd ändras och tillsammans med värme och tillgång till syre medföra mögel och annan mikrobiell påväxt som kan vara skadligt för både boende och konstruktion.

Grundplattan utsätts för en temperaturdifferens mellan inneklimate och uteklimate. Klimatvariationer innebär att fuktillståndet i trädelar kommer att variera och det kan även uppstå risken för kondens inne i konstruktionerna. Trä är biobaserat material med låg värmekonduktivitet och hög värmelagringsförmåga i kombination med tilläggsisoleringens höga värmeisolerande egenskaper ökar risken för detta fenomen genom att ge större temperaturskillnader på olika sidor av träplattan. En konstruktion kan anses uppfylla kraven om kondens inte inträffar eller kan föras bort. Alternativt att mängden kondenserad fukt är så små i förhållande till materialets förmåga att lagra kondenserad fukt tills fukten kan avdunsta, att inga skador kan väntas uppstå.

(<https://www.traguiden.se/konstruktion/kl-trakonstruktioner/kl-tra-och-varme-och-fukt/9.1-kl-tra-och-varmelagring-och-fuktbuffering/kl-tra-och-varmelagring-och-fuktbuffering/>).

Skadedjursangrepp enligt tillverkarna är ovanliga på grund av oorganiskt isoleringsmaterial och att biobaserade material som trä skyddas ofta med exempelvis duk och/eller täckbrädor. Denna förstudie fokuserade mest på KL-trägrunder med cellglasisolering. Enligt tillverkarna är livslängden på cellglas relativt lång och den är inte känslig för fukt, biologisk nedbrytning och skadedjursangrepp (<https://cellglas.com/cellglasgrunden/>). Cellplastisolering i sin tur kan under vissa förhållande påverkas av fukt och är känslig för myror (Svensk Rental, 2013).

2.6 Prefabricerat byggsätt och montering

Tillverkning av trägrundläggningselement har hög prefabriceringsgrad. Det betyder att delar av eller hela grunden tillverkas på fabrik i en skyddad och kontrollerad miljö. Detta medför oftast snabb tillverkning och sätter höga krav på projektörer och konstruktörer, men sparar tid på byggsplats och minimerar eventuella fel. Hög projekteringsgrad hjälper till att optimera materialåtgång, ökar precision och hjälper till att upptäcka eventuella kollisioner och fel och på så sätt minskar materialsvinnet tack vare bättre kontroll över processer och materialflöde på fabriken. Arbetsmiljön på fabrik är säkrare och upplevs trevligare och renare i jämförelse med arbete med platsgjuten betong.

Färdiga och lätta trägrundläggningselement sparar tid på byggsplats. Mycket tack vare smidigt montage och att det inte finns behov av torkningstider i jämförelse med traditionell grundläggning med betong. Till exempel grundläggning med KL-träplatta har en potential att spara in åtminstone fem dygn i arbetstid under montageskedet i jämförelse med en betongplatta, (K. Gustafsson, 2020). Vissa leverantörer och forskare menar att, beroende på konstruktion, kan trägrunder monteras oberoende av väder. Detta påstående behöver utvärderas på byggsplats på hus byggda med trägrundläggning.

Trägrundläggning är relativt lätt att montera då grunden kommer i platta färdiga element och kräver ingen speciell utrustning för montering. Grundläggningselement har låg vikt och innebär enklare transport och att inga stora kranar behövs på byggsplats. Arbetet kan utföras av byggare/snickare och kräver inte specialistkunskaper eller fysisk styrka från montörer. Grundläggningselement är lätta att bearbeta och att göra infästningar i. Installationer och genomdragningar i platta kan vara en utmaning och det ska säkerhetsställas att fuktäthet runt installationsöppningar utförs på ett noggrant sätt. Under transport och montage är det viktigt att inte penetrera fuktskyddet, om sådant finns. Detta kan orsaka ansamling av vatten under fuktskyddet och leda till eventuella fuktskador på sikt.

2.7 Användningsområde

En fördel med betongplatta på mark är konstruktionshöjden. Med de flesta andra grundläggningstyper höjs huset från marken, något som är inte alltid möjligt på grund av till exempel bygglov eller tillgänglighetskrav. Där höjdbesparing, tillgänglighetskrav och krav på byggnadshöjd är viktiga kan man med fördel använda trägrundläggning, som klarar dessa krav lika bra som betongplatta på mark.

Idag används trägrundläggning huvudsakligen i nyproducerade små trähus. I byggnader upp till två våningar kan man ersätta betongplatta på mark mot trägrundläggning utan större förändringar i byggprocessen. Det finns även potential att bygga högre hus med eventuell förstärkning av trägrundläggningen. Trägrundläggning utöver villasegmentet är även aktuell i mindre hus så som sommarstugor eller Attefalls hus och vid tillfällen där snabbt montage är prioriterat eller tillgång till betongbil är omöjlig.

Ett till användningsområde av trägrundläggningar är hus/konstruktioner som planeras att flyttas. Hela trägrundläggningskonstruktionen bestående av lätta prefabricerade komponenter kan nedmonteras och flyttas tillsammans med huset med hjälp av samma utrustning och nedmonteringsprocess som används vid nedmontering av huset.

Kommunala och statliga verksamheter som till exempel förskolor, skolor, särskilda boende, sjukhusbyggnader i upp till 2 våningar kan också vara ett potentiellt användningsområde, då det ofta sätts höga miljökrav och krav på tillgänglighet, samt snabb montering kan vara avgörande.

Trägrundläggning skulle kunna användas i prefabricerad husmodulstillverkning. Det som möjliggör denna typ av konstruktion är att färdiga grundelementen kan anpassas till modernt trämodulbyggande.

Färdiga husmoduler kan tillverkas inne i fabriksmiljö med kombinerade golvbjälklag och grund i ett element. Moduler med denna typ av grund/golvbjälklag kan ställas på byggplats utan omfattande grundläggningsarbete som är både ekonomiskt fördelaktigt och ger tidsbesparingar.

Nästa fördel är att denna typ av grund/golvbjälklag är en lättviktskonstruktion, som inte gör modulerna tyngre än de brukar vara och ändrar således inte arbetssätt, produktionsflöde, transporter eller montering av moduler.

2.8 Ekonomi

Den vanligaste kommentaren från byggherrar och beställare förutom fuktsäkerhet är prissättning. De menar att grundläggning med träelement är dyrare än traditionell gjuten platta på mark och kostnaden är en av huvudanledningarna till att trägrundläggning inte slagit igenom storskaligt. Husbyggare och beställare väljer bort detta alternativ även om leverantörer garanterar uppfyllande av samtliga funktionskrav. Själva elementet kan vara dyrt i inköp, men det är viktigt att beakta hela husbyggprocessen där högre initiala kostnaden för kvadratmeter trägrundläggning kompenseras med förkortad byggprocess för hela byggnaden då man förkortar montage av grundläggning som kan gå på bara några timmar och undviker torkningstid i jämförelse med betongplatta. Inga speciella utrustningar eller utbildning för montering krävs. Arbete med trägrundläggning ger säkrare och trevligare arbetsmiljö. Passar till prefabricerad husproduktion och även för moduler.

A. Gustafsson, 2019, redovisar kostnader för trägrundläggning och betongplatta på mark inklusive utrustning, material och montage. Kostnaden för en träplatta med tjockleken 140 mm blir cirka 1400:-/m² (2019). Kostnaden för en "normalstor" betongplatta blir cirka 1300:-/m² (2019). Kostnader kan variera och respektive leverantörer har sina egna kalkyler och redovisade siffror är en uppskattning. Pris enligt internetofferter från några betonggrundleverantörer ligger för höst 2022 mellan 1500-1850kr/m² inklusive projektering, med ROT avdrag, utan grävkostnader, detta bekräftas även av Markarbeten.se och Byggstart.se. Enligt J. Boketun, E. Strandberg, 2022, ligger snittpriset (vår 2022) för produktion av en betonggrund på 1 500kr/m² utan grävkostnader (Byggstart, 2022) och Klara-grunden har ett pris på ca 2 000 kr/m² (Klara Byggsystem, 2022). Observera att priserna varierar kraftigt och är väldigt beroende av markförutsättningar, ekonomiska läget, bygg och miljökrav, tillgång och pris på material och arbetskraft.

Utförliga kalkyler, egenkontroller, uppfyllda kravspecifikationer och LCC analyser kan vara av hjälp för att se helheten och flytta fokus till fördelar med trägrundläggning och inte bara koncentrera på enskilda delar i kostnadskalkyler så som enskilda grundläggningselement kostnad. Egen ambition från byggherrar och beställare och skarpare bygg och miljökrav från myndigheten kan också motivera miljövinst i produktion och tidsvinst under montage och väga till fördel för trägrundläggning.

3 Fortsatt arbete

Under intervjuerna och omvärldsanalysen kom det upp några frågeställningar som är aktuella att bemöta och upplysa om för att tekniken ska få större spridning och ge trygghet för både byggherrar och beställare. Intervjuade är ofta medvetna om att trägrundläggning byggt på rätt sätt uppfyller samtliga gällande byggnormer och klarar sig minst lika bra som betongplatta på mark. Nedan finns samlade kommentarer från intervjuade som kan påverka framtida forskning och kunskapsspridning om trägrundläggningar:

- Hur säkerhetsställer man kvalitét och prestanda på slutprodukt under produktion, transport och montage på byggplats så att man undviker eventuella fuktskador och mögelpåväxt.
- Vilka risker finns det under brukstid och hur hanterar man dem. Till exempel om det uppstår en fuktskada, behov av att bygga om huset eller utföra reparationer.
- Hur lämplig är i praktiken trägrundläggningskonstruktion för att bygga höga hus eller prefabricerade modulhus, kan man säkerhetsställa sådana aspekter som förankring mot mark, antal våningar och vilka markförhållande är mest lämpliga.
- Totala kostnaden för trägrundläggning i förhållande till "traditionell" grund ska vara konkurrenskraftig. Det finns behov av oberoende LCC analyser och kalkyler man kan redovisa för att se fördelar med trägrundläggningar.
- Hur ser det ut idag och kan utvecklas i framtiden utvecklas med hänsyn till klimatpåverkan, möjlighet till återbruk och tillgång på material.
- Finns det behov av ändringar av projektering och byggprocess samt tillverkningsflöde vid introduktion i storskalig husmodultillverkning. Eventuella investeringar för att förändra produktionsprocessen.
- Det finns stort intresse hos en del av trähusbyggare, men samtidigt uttalas det stort behov av att öka medvetande om trägrunder. Bryta tankesättet att trägrund är en osäker konstruktion.

Framtida arbete kan delas upp i två kategorier:

1. Informationsspridning. Kunskap och erfarenhetsdelning.
2. Praktisk opartisk verifiering av trägrundläggningens egenskaper.

Med kommande forskning önskar man bland annat bevisa att trägrundläggningar är konkurrenskraftiga och säkra lösningar för uppförande av nya trähus där man vill minska klimatpåverkan och övergå till mer miljövänliga grunder.

4 Sammanfattning

Efter genomförd omvärldsanalys och intervjuer med näringslivet har man fått bekräftat att det finns stor potential i att använda trägrundläggningar och att spara in mycket CO2 utsläpp genom byte av material/konstruktion från betongplatta på mark till trägrundläggning.

Användningsområden för trägrundläggningen kan vara flera. Överallt där byggnadens höjd, snabbt montage, hög prefabriceringsgrad, lättviktskonstruktion och låg miljöpåverkan är aktuella kan man med fördel använda trägrundläggning.

Förstudien visade att det redan finns etablerade företag inom byggbranschen i Sverige som tillverkar och bygger med olika konstruktionslösningar för trägrundläggning. Det finns även möjlighet att skala upp användning av trägrunder från några enstaka hus till ca 5-10% av marknaden för nybyggda småhus. Det finns både material och produktionskapacitet för det. För att uppnå detta behövs det att allmänheten känner till tekniken och att trägrundläggning, är konkurrenskraftig och säker. Det finns ökat intresse hos byggherrar och beställarna för att testa bygga med trägrundläggningar under förutsättning att tekniken uppfyller gällande byggtekniska krav.

Det finns hus som är byggda med trägrundläggningar och tekniken är således testad i en relevant miljö. Dock har inte tekniken fått större spridning bland annat på grund av oro för fukt och mikrobiell påväxt. Modern forskning har bred kunskap om fukt i trä och hur man skyddar trä från fukt och mikrobiell påväxt. En uppföljning av befintliga eller kommande hus med trägrundläggningar för att göra en opartisk praktisk utvärdering av tekniken/konstruktionen i sin helhet är därför relevant och kommer ge trygghet för beställaren och tillverkaren.

De företag som arbetar med trägrundläggningar idag har stort engagemang och intresse för hållbara lösningar. Fördelar med trägrundläggningar är flera, de mest aktuella är att trä lagrar koldioxid, trädelen i grundläggningselement byggs av förnybart material, grunden är snabb att tillverka och montera, går att återbruka vid demontering av hus. Enligt tillverkarna uppfyller även trägrundläggningar samtliga byggtekniska krav som ställs på grundläggningen. Opartiska LCC och LCA analyser för att bekräfta miljövinster och ekonomisk potential vid övergång till trägrunder kan vara ett argument för slutkunden och byggherren att välja trägrundläggningen framför andra grundlösningar som har mycket högre miljöpåverkan.

Ett viktigt moment för att öka trägrundläggningsanvändning är således att sprida vidare kunskap till byggare och konsumenter, samt validera att tekniken uppfyller gällande byggnorm, är säker och konkurrenskraftig, med stora miljöfördelar och flexibelt användningsområde.

5 Referenser

- 1) Anders Gustafsson, Trägrund, RISE Rapport 2019:107, Skellefteå 2019
- 2) Jon Boketun & Emanuel Strandberg, Alternativ till betong inom grundläggning, Examensarbete, Halmstad 2022-05-13
- 3) Gustafsson, K., 2020. KL-träplatta på mark – En fallstudie avseende fuktegenskaper och projekteringsmöjligheter för en grundplatta på mark av KL-trä.
- 4) Anders Gustafsson, Sjukhusbyggnader i trä, Vad vet vi idag och vad är gjort? Skellefteå 2019
- 5) Martin Erlandsson, Minskad klimatpåverkan från nybyggda flerbostadshus - LCA av fem byggsystem. Underlagsrapport, Stockholm 2018

- 6) Fiskarhedenvillan, Villa zero, [Villazero \(fiskarhedenvillan.se\)](http://Villazero(fiskarhedenvillan.se))
- 7) Klara Byggsystem, [Bygg med Klaragrunden – Klara Byggsystem](#)
- 8) Trelicell, [Produkter | Trelicell.se](#)
- 9) Koljern Nordic, [Husgrund | Koljern Nordic](#)

- 10) Cellglas, <https://cellglas.com/?cn-reloaded=1#Materialegenskaper>
- 11) Håll Sverige rent, "Sammanfattning av ungefärliga nedbrytningstider för olika material och skräpföremål". Microsoft Word - Nedbrytningstider 2017_BL.DOC (cellglas.com)
- 12) Hasopor, [Skumglas från Hasopor - ett lättfyllnadsmaterial med hållbarhet i fokus](#)
- 13) Siga, Wetguard 200, https://www.siga.swiss/se_sv/produkter/wetguard/wetguard-200-sa
- 14) Byggstart, <https://www.byggstart.se/pris/gjuta-platta> ,
- 15) Markarbeten, <https://markarbeten.net/betongplatta-pa-mark-kostnad-och-tips/#:~:text=Kostnad%20f%C3%B6r%20betongplatta&text=Varje%20jobb%20%C3%A4r%20unik%20men,%20storst%C3%A4der%20%C3%A4n%20p%C3%A5%20landsort.>
- 16) Byggnadsvårsföreningen, <https://byggnadsvard.se/isoleringsmaterial-fran-a-till-w/>

- 17) Regeringskansliet, Sveriges genomförande av Agenda 2030 för hållbar utveckling
- 18) Boverket
- 19) IVL
- 20) Träguiden
- 21) WWF
- 22) Naturskyddsförening

SMART HOUSING SMÅLAND

– INNOVATIONSARENA FÖR LIVSMILJÖER I GLAS OCH TRÄ

Genomförandeorganisationerna RISE, Linnéuniversitet, Jönköping University och Träcentrum i Nässjö i Smålandsregionen. I samverkan ingår förutom finansierarna representanter från näringslivet genom OBOS, Tenbom, CBBT- Centrum för byggande och boende med trä, TMF – Trä och möbelföretagen, Sveriges Träbyggnadskansli, Glasbranschföreningen, Glasforskningsföreningen Glafo och dessutom de tre länens Länsstyrelser. Utöver detta sker samverkan med andra universitet, innovationsplattformar och samverkanskluster både nationellt och internationellt.

Finansieras av:

VINNOVA



Koordineras av:

RI
SE

SMART HOUSING SMÅLAND

Vejdes plats 3
352 52 VÄXJÖ
TEL 010-516 50 00
E-MAIL INFO@SMARTHOUSING.NU
SMARTHOUSING.NU