

Inledande studie

Alternativa material för småhusgrunder

Utarbetad av

Efstathia Vlassopoulou, Johan Sidenmark

Stockholm-stad, 2021-05-05

INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING	3
2	BAKGRUND	3
3	KARTLÄGGNING AV HUSGRUNDALTERNATIVEN	4
3.1	BETONGPLATTA (BETONG- ELLER KLIMATFÖRBÄTTRAD BETONGPLATTA)	4
3.2	KRYPGRUND	4
3.3	PLINTGRUND	5
3.4	PÅLGRUND	5
3.5	TRÄGRUND	6
3.6	CELLGLASGRUND - KOLJERN-GRUND	7
3.7	SKUMGLASGRUND	7
3.8	MUSSELSKAL	8
4	FÖR -OCH NACKDELAR MED DE OLIKA GRUNDLÖSNINGAR	8
4.1	BETONGPLATTA	8
4.2	KRYPGRUND	9
4.3	TRÄGRUND	9
4.4	CELLGLASGRUND - KOLJERN	10
5	ÖVERSIKTLIG ANALYS AV CO₂-UTSLÄPP FRÅN TILLVERKNINGEN	11
5.1	BETONGPLATTA	11
5.2	KRYPGRUND	11
5.3	TRÄGRUND	11
5.4	KOLJERNGRUND	12
6	REFERENSER	13

1 Sammanfattning

Denna inledande studie har undersökt olika alternativ till husgrunder för småhus, både etablerade tekniker samt pågående utvecklingsprojekt för grundläggning har kartlagts. För de vanligaste typerna av småhusgrund har vi gjort en översiktlig jämförelse av CO₂-utsläpp från tillverkningskedet per kvadratmeter platta.

Den vanligaste grundläggningsmetoden för småhus är betongplatta på mark som isoleras på undersidan med cellplast. Cellplasten har ett lågt koldioxidutsläpp i jämförelse med cellglas, är fuktsäkert, har en hög värmeisoleringsförmåga men dess isoleringsvärde försämras över tid. Å andra sidan medför betong mycket höga utsläpp av CO₂ under tillverkningen, vilket gör att betongplattan är ett av de mest koldioxidintensiva alternativen.

En annan vanlig grundläggningsmetod är kryppgrund. Men problem med fukt har gjort att dess användning har minskat betydligt. Moderna kryppgrunder är dock välisolerade, radonsäkra och lämpliga vid kuperad terräng. Det är enkelt att utföra underhåll på installationer i krypputrymmet, och mindre betong används i jämförelse med betongplatta på mark vilket gör att koldioxidutsläpp för kryppgrund är betydligt lägre än för en betongplatta.

Trägrund är en metod där det i dagsläget pågår mycket forskning. Tre olika metoder av grundläggning med trä beskrivs i studien. Den som är mest populär att använda är korslimmat trä (KL-trä) som isoleras med cellplast. Det finns många fördelar med trägrund, som till exempel låga koldioxidutsläpp vid tillverkning, kolinlagring, låga kostnader, möjlighet till volymbyggnad m.m. Men det finns också flera områden där mer forskning behövs, till exempel kring bärighet och fukt. Den forskning och de studier som finns antyder att det inte finns några större risker med trägrund för småhus.

En annan metod som nyligen har utvecklats är husgrund med cellglas, och den mest populära är Koljern-grund. En cellglasplatta består till största delen av återvunnet material. Denna typ av grund kan återbrukas, är fuktsäker och radonsäker och den behöver ingen torktid. Cellglasgrund har högre koldioxidutsläpp vid tillverkningen än en betongplatta och är dyrare än betongplattan i dagsläget. Den utgörs av flera bärande byggelement som kopplas ihop till en stor platta, vilket medför att de enskilda byggelementen i grunden kan återanvändas när byggnaden rivs. Det hållbara materialet och möjlighet för återbruk av grundplattan gör att jämförelsen av koldioxidutsläpp förändras betydligt om man räknar på hela livscykeln (inkl. hantering av materialet i slutskede och återanvändning) för en grund gjord av cellglas.

Slutligen har även några andra metoder beskrivits – plintgrund, pålgrund med skruvpålar, skumglasgrund och musselskal. Plintgrund används inte så ofta idag, skruvpålar brukade inte användas för husgrunden men de verkar ha många fördelar och skumglasgrund används ofta i kombination med cellglasgrund.

2 Bakgrund

Koldioxidutsläpp från bygg- och fastighetssektorn svarade 2018 för 21 procent av Sveriges totala koldioxidutsläpp. (Boverket, 2021). En ny lag om klimatdeklaration för nya byggnader kommer att träda i kraft i början av 2022 med syfte att minska klimatpåverkan från byggsektorn. Under en byggnads livscykel står produktions- och driftskedet för de största koldioxidutsläppen. Boverkets byggregler (BBR) medför långtgående krav för byggnaders energianvändning vid drift, men utsläpp från byggskedet begränsas inte av BBR (Boverket, 2021). Den kommande lagstiftningen kan därför bidra till en minskning av koldioxidutsläpp under hela byggnadens livscykel främst genom att minska

utsläpp i samband med nyproduktion. Vilka material som väljs och var de tillverkas kommer att styra hur stora CO₂-e utsläppen blir per byggd kvadratmeter, vilket kommer att framgå av klimatdeklarationen.

Samtidigt som styrmedel införs för att begränsa klimatutsläppen från byggsektorn så är bostadsmarknaden stark och byggtakten fortsatt hög. Enligt Boverkets prognos (Boverket, 2020) påbörjas år 2021 nybyggnation av ca 50 000 nya bostäder. Inkluderat i denna prognos är 11 200 nya småhus, vilket innebär att byggtakten för småhus är fortsatt hög och ökar med 7 procent jämfört med år 2020. Det gör det extra angeläget att snabbt minska byggsektorns CO₂-utsläpp.

Denna inledande studie har undersökt alternativa material för grundläggning för småhus med syfte att kartlägga de vanligaste husgrundsalternativen, identifiera fördelar och nackdelar samt göra en översiktlig analys av alternativens CO₂-e utsläpp.

3 Kartläggning av husgrundalternativen

3.1 Betongplatta (betong- eller klimatförbättrad betongplatta)

Den vanligaste grundläggningsmetoden för småhus är betongplatta på mark som isoleras på undersidan med cellplast. För att bygga en platta på mark jämnas först ytan av med grus och sen placeras kantelement ut. Sedan görs rördragningar och armering och sist gjuts en platta av betong. Torktid för betongen är normalt cirka fyra veckor. (Westergren, 2017). Det är viktigt med kantisolering och ibland isoleras även marken runt plattan.

Cellplast är ett material vars prestanda försämras under tiden på grund av fukt då finns det risk för sättningsskador när plasten förlorat sin hållfasthet. (Ekobyggportalen). Dessutom har det visats att cellplast angrips lätt av skadeinsekter och särskilt myror. (Ekobyggportalen). ”Cellplast har utmärkta fuktegenskaper men är däremot inte resistent mot brand. Det göra att cellplast ofta används som isolering under betong i bottenplattor där brandrisken inte är en faktor som behöver tas hänsyn till” (Olsson & Rydin, 2019)

3.2 Krypgrund

Krypgrunden byggs vanligen med tre till fyra bärande linjer och grunden brukar byggas med grundbalkar på plintar eller grundmurar på längsgående sulor. Grundsulor, plintar och grundbalkar är gjorda av armerad betong. När grundläggningen utförs är det viktigt att det översta marklagret schaktas bort för att undvika dålig lukt i kryputrymmet som uppkommer från till exempel träd eller andra organiska rester. Makadam eller singel på minst 150 mm bör läggas ut på marken.

För att förhindra fuktproblem läggs en ångspärr (åldersbeständig plastfilm) ut på hela markytan i kryputrymmet. (Svenskt trä, 2020). Vid undersidan av golvbjälklaget ska ett fukttåligt material användas som cellglasskivor eller träullscement.

Det finns även inneluftsventilerade krypgrunder – den ventileras med inomhusluft istället för utomhusluft, men från statisk synpunkt är den byggd på samma sätt som en uteluftsventilerad krypgrund. Här bör bottenbjälklaget vara oisolerat och inneluften bör ledas ner i kryputrymmet och värma detta, eftersom skillnaden mellan temperaturen i kryputrymmet och i utrymmen ovanför

bjälklaget ska vara högst 3°C (Svenskt trä, 2020). Krypgrunder kan användas vid såväl jämn som kuperad terräng (Svenskt trä, 2020).

3.3 Plintgrund

Plintar av armerad betong gjuts på byggarbetsplatsen – de ska överföra laster från byggnaden och de kan stå direkt på berg, eller på pålar. Bärlinor – utförda av konstruktionsvirke eller limträ – läggs på plintarna och ovanpå bärlinor läggs bjälklaget. Det är viktigt att marken i en öppen plintgrund ligger på högre nivå än omgivande mark och att dräneringsåtgärder tas för markytan under huset och för takavvattning. Lufttätet på bottenbjälklaget och ytterväggars anslutning mot detta är viktiga detaljer för att undvika energiförlusterna och särskild omsorg bör tas för dem (Svenskt trä, 2020).

Eftersom det finns fritt rum under huset minskas radonrisken och risken för fuktskador (Ekobyggportalen). Dessutom innebär en plintgrund små ingrepp i naturen och den kan med fördel användas med i kuperad terräng. Dock finns det en stor risk med energiförlusterna och det är viktigt med bra isolering av golvbjälklaget (Ekobyggportalen). En nackdel som har framförts är att plintgrunden inte har en bra utseende rent estetiskt (Sharif, 2013).

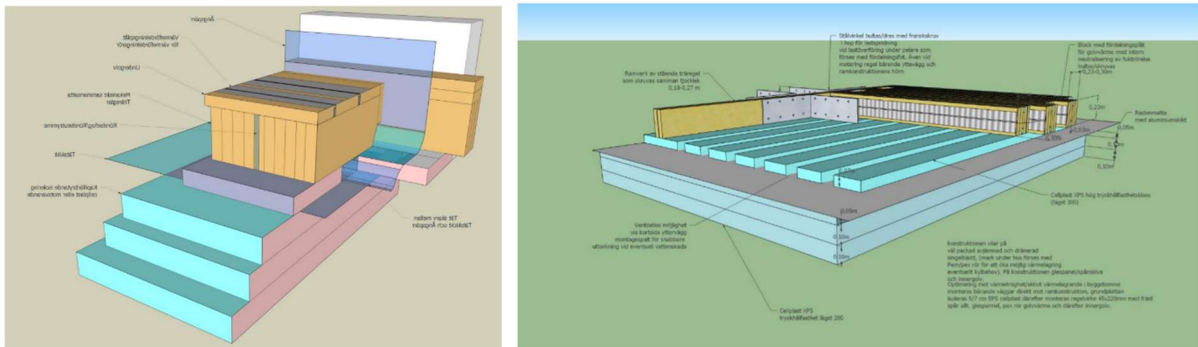
3.4 Pålgrund

Pålar för grundläggning kan tillverkas av stål, betong, eller virke (Svenskt trä, 2003). Stålpålar som skruvas ned i marken (skruvpålar) kan vara ett enkelt, snabbt och ett klimatvänligare alternativ till plintgrund eller till traditionell pålning. Skruvpålar har hög belastningsförmåga, kan skruvas till frostfritt djup, de behöver ingen utgrävning och frostskydd, samt de kan återanvändas. (Alfabryggan). De används normalt till att bygga bryggor, bullerplank, altaner, carport, hus mm. (Alfabryggan). ”Skruvpålen används av mindre entreprenadföretag och större byggbolag som NCC, PEAB, Skanska med flera. Även kommunala byggbolag använder skruvpåle i konstruktioner runt om i landet.” (Alfabryggan). I Danmark har ”världens första biologiska hus” byggts och den står på skruvpålar så att det enkelt kan demonteras och återuppföras ”utan att lämna spår efter sig” (Hållbart byggande, 2018), se Figur 1 nedan.



Figur 1: Grundläggning med skruvpålar. Konstruktionsprocess från Alfabryggan (vänster) och det biologiska huset i Danmark (Kebony, 2018) (höger)

3.5 Trägrund



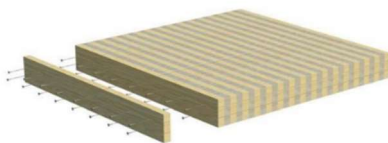
Figur 2: Husgrund i trä. Källa: (Gustafsson, 2019)

Husgrund i trä har hittills inte använts i Sverige eftersom kontakt mellan trä och mark oftast är en dålig kombination (Gustafsson, 2019). Det finns många fördelar med användning av trä även för grundläggning, och den största är den lägre miljöpåverkan jämfört mot en betongplatta. Andra fördelar beskrivs i kapitel 3. Studien *Trägrund* (Gustafsson, 2019) har undersökt olika tekniska hinder för att använda trä som material i en husgrund och presenterar olika tillverkningsmetoderna av trähusgrund som medför att grund av trä kan användas för småhus.

Organisationen Svensk Trägrundläggning har förslagit en metod där träreglar med höjden 180-270 mm läggs ovanpå stora bärande isoleringsplattor, se Figur 2. Plattorna kan med fördel vara prefabricerade. (Gustafsson, 2019). Tre av de tillverkningsmetoderna som presenteras i studien är Spikade plattor, plattor sammansatta av trädymlingar och korslimmade skivor.

Enligt ett antal teoretiska studier som har genomförts tidigare kan ett traditionellt betonghus sänka energianvändningen med 18 procent jämfört med en lätt regelstomme. Även ett trätungt stomalternativ kan leda till en minskning med 14 procent. ”Det innebär att Trägrund bör ge en positiv inverkan på energianvändningen” (Gustafsson, 2019).

3.5.1 Spikade plattor



Figur 3: Spikade plattor. Bild från presentation: Mass Timber Building Systems understanding the Options, Gafner 2016. Källa: (Gustafsson, 2019)

För spikade plattor används brädor eller plank av limträ eller virke (tjocklek 22 – 70 mm) som sammanfogas med spik. Spikarnas längd måste motsvara minst tjockleken av 2,5 brädor (Gustafsson, 2019).

3.5.2 Plattor sammansatta av trädymlingar

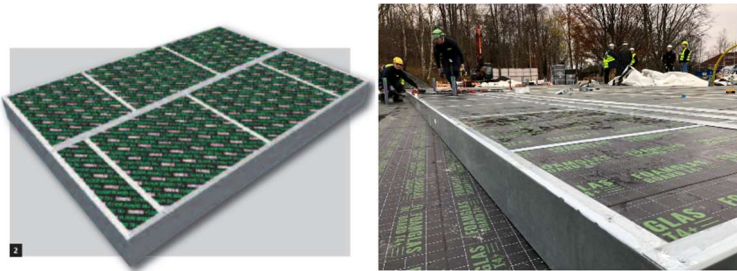
Spikade plattor har oftast ersätts med dymlade plattor för att möjliggöra att hela konstruktion utgörs med trä – helt utan lim och spik. Sidobrädor (tjocklek 22 – 34 mm) med förborrade hål sammanfogas

med dymlingar, och det anses att konstruktionen har förbättrad böjstyvhet och bättre kvalitet än spikade plattor. Det brukar användas virke med ca 10 procent fuktkvot (Gustafsson, 2019)

3.5.3 Korslimmade skivor

”Korslimmat trä, KL-trä, är en byggkomponent som består av minst tre skikt med hoplimmade brädor eller plankor gjorda av barrträ eller lövträ, där vartannat skikt ligger i 90 graders riktning i förhållande till intilliggande skikt.” (Gustafsson, 2019). Skivan i KL-trä kan limmas och bearbetas till nästa alla möjliga form och storlek. Det behövs en ytbehandling och den kan användas till många olika konstruktioner. (Gustafsson, 2019).

3.6 Cellglasgrund - Koljern-grund



Figur 4: Koljerngrund. Källa: (Koljernnordic)

Koljern är ett byggsystem som baseras på isoleringsmaterialet cellglas och kan helt ersätta både betong och cellplast från den traditionella ”platta på mark” (Koljernnordic). Koljern byggelementen har både mycket bra bärighet och isoleringsförmåga (Hällgren, 2017). Cellglaset som Koljern använder är Foamglas som består av 60 procent återvunnet glas samt sand, kol och en del andra råmaterial. Foamglas kombineras med stålplåttbjälkar (med en tjocklek på 1,5 – 3 mm) och därmed kan kompletta prefabricerade byggelement skapas (Koljernnordic), se Figur 4.

För grundläggningen med Koljern teknik jämnas ytan först av med grus, sen ett isolerande lager och till sist läggs de färdigbyggda cellglaselementen ut. Förbindningspunkterna skruvas vilket betyder att elementen kan återvinnas. (Westergren, 2017). Produkten är cirkulär då den del består av en stor del återvunnet material och dels för att den går att återanvända eller materialåtervinna. ”Grunden är standardiserad och ETA-godkänd och beprövad som husgrund sedan många år nu” (Ekobyggportalen).

Livslängd: Enligt Foamglas är det garanterat att de isolerade egenskaper håller i minst 50 år utan försämring (Koljernnordic).

3.7 Skumglasgrund

Skumglasgrunden tillverkas av en kantbalk av foamglas eller natursten och utrymmet fylls med skumglasgrus, se Figur 5. Ibland kan kantbalken gjutas av betong. Sedan läggs golvbjälkarna direkt på skumglaset eller med ”en tätande och utjämnande lerkaka emellan” (Ekobyggportalen). Den mest kända fabriken är Hasopor. Skumglasgrunden isolerar bra, mögla inte och är obrännbar. För sin låga densitet ger den en hög hållfasthet (Ekobyggportalen).

Skumglas kan användas i kombination med cellglasgrund. Skumglas används som en alternativ till lättklinker eller cellplast, ovanpå den läggs det singel, sen radonduk och sedan cellglasplattorna som ska utgöra husets golv monteras (Min klockaregård, 2015).



Figur 5: Markplatta av cellglas som ligger i en bädd av återvunnet foamglas. Källa: (Circuitus)

3.8 Musselskal

Musselskal är en restprodukt från musselodlingarna som kan användas som lättfyllnadsmaterial i grunder. Det behövs cirka tre gånger tjockare lager än cellplast på grund av det höga lambdavärdet. Skumglasgrund och lättklinker isolerar bättre men är cirka tre gånger dyrare och kräver mer energi vid tillverkningen. En nackdel som lyfts fram med musselskal är lukten.

Tabell 1 nedan visar Lambdavärden som en jämförelse mellan olika isoleringsmaterial för småhusgrunder.

Tabell 1: Lambdavärden för isoleringsmaterial

Isoleringsmaterial	Lambdavärden λ (W/mK)	Källa
Cellplast	0,04	(Ekobyggportalen)
Foamglas	0,041	(Foamglas, 2019)
Skumglas	0,097 – 0,11	(Ekobyggportalen)
Musselskal	0,11 – 0,12	(Ekobyggportalen)

4 För -och nackdelar med de olika grundlösningar

4.1 Betongplatta

4.1.1 Fördelar

- Är en standardmetod
- Välisolerad grund om dräneringen och isoleringen utförs noggrant
- Kan möjliggöra källarbyggnad
- Ekonomisk metod
- Behöver inget underhåll efter ett färdigt arbete i motsats till krypgrund (Sharif, 2013)

4.1.2 Nackdelar

- Högt koldioxidutsläpp vid tillverkningen av cement
- Fuktproblem om slarv och fel uppstår (Husplaner)
- Förberedelse av mark i form av sprängning kan behövas för att marken ska bli horisontell (krav för betongplatta) (Husplaner)

- Begränsad flexibilitet angående installationernas underhåll (Sharif, 2013)
- Risk för sättningsskador när cellplasten förlorat sin hållfasthet. (cellplastens prestanda försämras under tiden) (Ekobyggportalen).

4.2 Krypgrund

4.2.1 *Fördelar*

- Enkel att reparera och att flytta t. ex. rör eller andra installationer i kryputrymmet (Sharif, 2013)
- Är lämplig vid både jämn och kuperad terräng (Svenskt trä, 2020)
- Mindre betonganvändning än platta på mark
- Radonsäkert eftersom den ventileras. Om det ändå uppkommer radonproblem är det enklare att åtgärder görs i krypgrunden (Bygga hus Stockholm, 2020)
- Vatten kan pumpas bort vid översvämningar – huset byggs en bit över mark och kryputrymmet kan enkelt nås för att pumpa bort vattnet (Bygga hus Stockholm, 2020)

4.2.2 *Nackdelar*

- Risk att drabbas av fuktproblem, främst under sommaren när luftfuktigheten är hög och grunden är kallare än omgivningen. Men idag finns det bra isolerande krypgrunder och lösningar för fuktproblem (Bygga hus Stockholm, 2020).

4.3 Trägrund

4.3.1 *Fördelar*

- Minskat koldioxidutsläpp vid tillverkningen: En trägrund kan ha många miljömässiga fördelar i jämförelse med en betonggrund. Enligt (Gustafsson, 2019) svarar en traditionell betongplatta för ca 50 – 100 kg CO_{2-e}/m²_{platta} medan en träplatta svarar för 5 – 10 kg CO_{2-e}/m²_{platta}. (se kapitel 4)
- Kolinlagring: Om trägrund byggs med så rent och homogent materialet som möjligt kan det utgöra en kolsänka i framtiden genom att den kan omvandlas till biokol när byggnaden rivs (Gustafsson, 2019).¹
- Fraktkostnader: Träelementen har låg vikt därigenom blir fraktkostnader lägre.
- Lyft och montage: Träelementen levereras oftast i volymer och det behövs ingen torktid. Då finns det både tidsmässiga och kostnadsmässiga fördelar i jämförelse med betonggrunden.
- Volymelement: Trähusindustri kan integrera trägrunden i sina volymelement. Därigenom skapas det ett högre kvalitet och hustillverkare har en bättre kontroll (Gustafsson, 2019).
- Vinterbygge: Trägrund som metod kan användas vid låga utomhustemperaturer.
- Rivnings kostnader: Träprodukter kan oftast deponeras kostnadsfritt på kommunala deponier men det även tas hänsyn till möjligheter för återbruk av stora träplattor.

¹ Biokol: den produkt som kommer ur den process där organiskt material, biomassa, bränns under syrefattiga förhållanden och som kallas pyrolys (Östergren, 2019)

Kostnaden för deponering av betongrester och blandat skrot i Sverige kan vara mycket hög.

4.3.2 Nackdelar/ytterligare forskning

- Bärighet: De krafter som överförs till grunden är både vertikala och horisontella. Väggarnas last tas ned direkt på grunden och fördelas i ca 30 graders vinkel. Det innebär att trägrundskanterna sannolikt tar höga lastkoncentrationer eftersom i dagsläget plattorna planeras utan kantförstärkningar vilket kan leda till krypning i cellplasten. (Gustafsson, 2019) Systemet är känsligt för stora punktlaster nära kanten på plattan. (Byggindustrin, 2020)
- Risk för fukt underifrån: Trägrunden är torrare och varmare än undergrunden tack vare isoleringen på undersidan. Dessutom bidrar värmeslingor till en varmare platta. Det finns en risk att fuktvandrar upp om värmen stängs av- Det innebär att isoleringsskikt och folier underifrån måste följa strikta krav för hur de installeras. Dessutom är det viktigt med god lutning på det dränerande materialet under cellplasten. Enligt genomförda studier finns det ingen risk för fuktproblem om grunden är rätt utformad (Gustafsson, 2019).

4.3.3 Jämförelse mellan olika trägrunder:

Spikade skivor är den billigaste metoden men det är svårt med maskinella lösningar. Samma gäller dymlade plattor. KL-trä är den enklaste lösningen och den mest kända. Dessutom kräver den inte stora investeringar i inledningsfasen och har lägre koldioxidutsläpp. (Gustafsson, 2019)

4.4 Cellglasgrund - Koljerna

4.4.1 Fördelar

- Behöver inte torktid – efter installation kan huset byggas direkt på Koljerna-elementet. Sparar både tid och resurser och minskar fuktproblem och andra risker kopplat till våt betong
- Helt cirkulär – tillverkat till stor del av återvunnet glas och är demonterbar
- 90 procent lägre vikt – miljövänligare transport
- Cellglasisolering möglar inte och angrips inte av skadedjur
- Ingen risk för radon
- Högt isolerings värde, minskade köldbryggor och 50 års funktionsgaranti²
- Bygghöjd minskas – enklare tillgänglighet
- Glas är hållbart - åldras inte och transporteras inte fukt (Koljerna)
- Cellglasisolering drar inte till sig fukt – snabb uttorkning vid vattenskada (Koljerna)

4.4.2 Nackdelar

En cellglasgrund är betydligt dyrare än en betongplatta. (Pettersson, 2013)

² I examensarbetet *Passivhus, detaljutformning och dess köldbryggor* (Pettersson, 2013) har det visats att ”köldbryggan är nästan 10 gånger större för den traditionella grunden jämfört med koljerna-grunden”

5 Översiktlig analys av CO₂-utsläpp från tillverkningen³

5.1 Betongplatta

För betongplattan med traditionell och klimatförbättrad betong användes mängden material per m² för grundläggningen av TRANAN småhus (tillverkat av Fiskarhedenvillan) och en radhuslägenhet byggd av OBOS. Ett genomsnittresultat för koldioxidutsläpp per m² platta blir 50 kg CO_{2-e}/m² platta för traditionell betong och 45 kg CO_{2-e}/m² platta för klimatförbättrad betong.

I beräkningen ingår betongplatta på mark (100 mm tjocklek), armeringsjärn, cellplast EPS (300 mm tjocklek), kantbalk, armeringsnät och kantbalksisolering EPS.

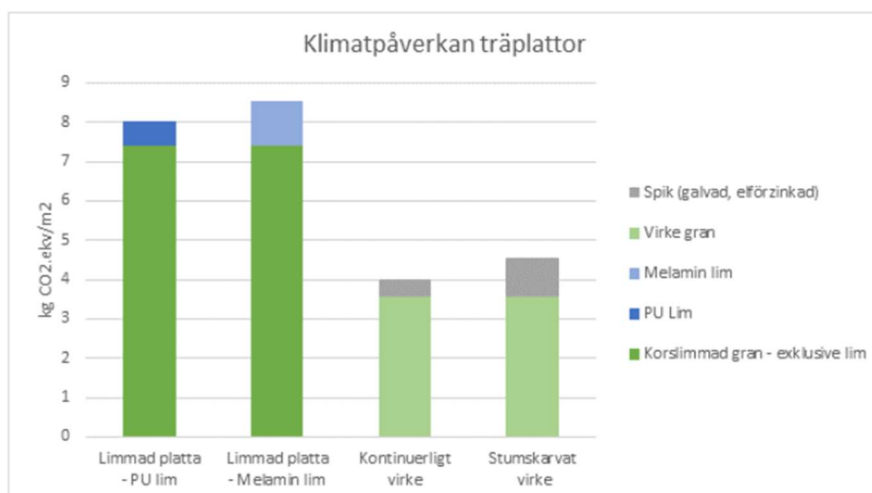
5.2 Krypgrund

För krypgrunden användes Linnea småhus tillverkat av Älvsbyhus för mängden materialet som används för deras krypgrund. De använder grundbalkar, grundpelare och grundplattor av betong, armeringsjärn, plastrulle och rasskydd av glasfiberskiva. Koldioxidutsläpp per kvadratmeter husgrund mot mark beräknades till 26 kg CO_{2-e}/m² grund mot mark.

5.3 Trägrund

En trägrund kan ha många miljömässiga fördelar i jämförelse med en betonggrund. Enligt (Gustafsson, 2019) svarar en traditionell betongplatta för ca 50 – 100 kg CO_{2-e}/m² platta medan en träplatta svarar för 5 – 10 kg CO_{2-e}/m² platta.

Ett stort antal parametrar kan dock påverka resultatet. I Figur 6 presenteras klimatpåverkan från olika typ av träplattor. Det är uppenbart att platta av KL-trä orsaker högre koldioxidutsläpp än plattor av virke. Det beror på att KL-trä har en utsläppsfaktor på 0,14 kg CO_{2-e}/kg medan utsläppsfaktorn för virke av gran är 0,055 kg CO_{2-e}/kg. (Gustafsson, 2019). Denna skillnad beror på att torkningen av virket till de korslimmade elementen kräver mer energi samt på att bruttovolymen trä är större i de KL-elementen (Byggindustrin, 2020).



Figur 6: Klimatpåverkan från olika typ av träplattor. Källa: *Trägrund* (Gustafsson, 2019)

³ Makadam/singel/grus räknas inte med i de koldioxidutsläppen

5.4 Koljerngrund

Koljern grund tillverkas i Varberg. Foamglas T3+ kommer från Belgien och stålet tillverkas av Lindab och kommer från Förslöv. Via mejlkontakt⁴ har underlag fått för mängd råvaror som används och EPD:er. Koljernelementet i en miljöoptimerad konstruktion hålls till 150 mm och mängd stål som används är ca 7 kg per m² grundplatta. Under elementet finns det 150 mm foamglas.

Slutresultatet för en platta på 100 m² blir då 59 kg CO_{2-e}/m²platta.

I studien *En jämförelse av koldioxidutsläpp i en byggnads klimatskal beroende på val av isoleringsmaterial* (Olsson & Rydin, 2019) har det räknats U-värdet på cellglasplatta och betongplatta för ett specifikt hus, nämligen Prio 143 från Eksjöhus. U-värdet på cellglasplatta är 0,13 W/m²K medan respektive betongplatta har motsvarande värde på 0,143 W/m²K.

Tabell 2: kg CO_{2-e}/m²grund mot mark för tillverkningskedje (steg A1-A3)

Typisk betongplatta	Klimatförbättrad betongplatta	Krypgrund	KL-trägrund	Koljerngrund	kg CO _{2-e} /m ² grund mot mark
50	45	26	8	59	

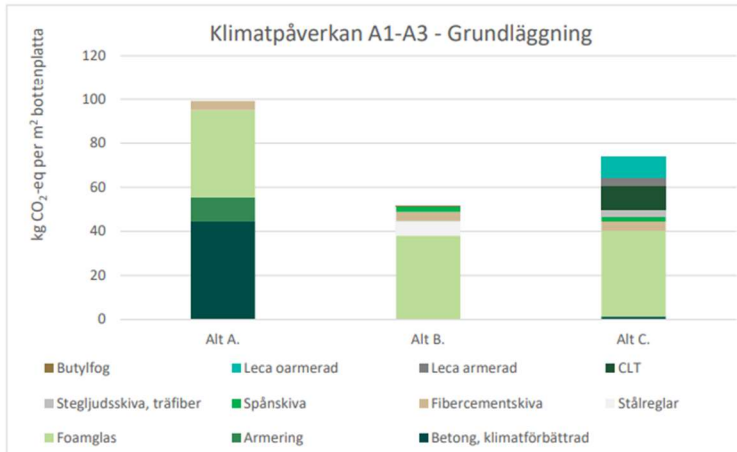
Det bör noteras att för ett större projekt i Göteborg - *Hoppet förskolan* (Ågren & Calderon, 2021) har det visats att klimatpåverkan med användning av Koljern-element är betydligt lägre än denna med användning av plattan på mark. Dock, isoleringsmaterial som används i betonggrunden i Figur 7 är foamglas. I beräkningar i sektion 4.1 för CO₂-utsläpp för betongplattan används det cellplast, därför skiljer sig CO₂-utsläpp per kvadratmeter åt mellan olika projekt, det beror på förutsättningar och val av isoleringsmaterial.

Vidare är det viktigt att notera att det finns olika typer av betonggrunder som består av olika typmaterial och mängdmaterial vilket medför att betonggrund kan medföra betydligt högre utsläpp från tillverkningskedjet än i tabellen ovan.

Slutligen är det avgörande att hela livscykelns utsläpp beräknas för att nå en representativ jämförelse av olika material. Hur materialet presterar över tid, hur det tillverkas, hur det hanteras efter användning och om det kan återanvändas kan spela en stor roll för materialens hela livscykelns utsläpp. I detta fall skulle förmodligen Koljerngrund som enkelt kan återanvändas och som består till högst del av återvunna material ha en mycket mer positiv prestanda i denna jämförelse mellan olika grundtyp. Samma gäller trägrunden med möjligheten att binda CO₂ och med det faktum att det är ett förnyelsebart material.

⁴ Niklas Holmquist, 2021. Mejl 19 april

- Alt A. Platta på mark
- Alt B. Koljerngrund
- Alt C. Varmgrund



Figur 7: Jämförelse mellan olika grundläggnings alternativen för Hoppet förskolan. Källa: (Ågren & Calderon, 2021)

Tabell 3: Kvalitativt jämförelse av de husgrundalternativen utifrån 9 olika kategorier. "+" symboliserar bra egenskaper medan "-" symboliserar risk för dåliga egenskaper. Antal "+" eller "-" visar hur högre eller lägre prestanda som grunder bedöms ha i jämförelse med varandra.

Husgrund	Risk för fukt & mögel	Isoleringsförmåga	CO ₂ -e vid tillverkning	Möjlighet till återbruk	Möjlighet till återvinning	Hållfasthet	Ekonomi	Vikt	Tid
Betongplatta	+	++	--	-	+	+	++	--	--
Krypgrund	-	+	+	-	+	+	+++	-	-
Trägrund	--	+	+++	?	+++	-	+	+++	+++
Cellglasgrund	++	++	--	++	++	++	--	++	++
Plintgrund	-	-	+	-	+	?	+++	-	-
Pålgrund	-	-	++	+	++	+	++	++	++

- + God prestanda
- Sämre prestanda
- ? Underlag saknas/Data behövs

6 Referenser

Ågren, A. R., & Calderon, R. (2021). *Klimatarbete Hoppet - Delrapportering systemskede*. Hämtat från https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fd40a939-15db-4e3a-b249-0427c4d87a13/Klimatarbete+i+Hoppet+-+Delrapportering+systemskede.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=RO_OTWORKSPACE-fd40a939-15db-4e3a-b249-0427c4d87a13-nwqVSv-

Alfabryggan. (u.d.). *Skruvpåle - Sluta gräv!* Hämtat från <https://www.alfabryggan.se/skruvpaale/manuellt-monterbara.html>

Boverket. (den 17 december 2020). *Hög byggtakt för hyresrätter på oväntat stark bostadsmarknad*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsmarknad/bostadsmarknaden/indikatorer/>

- Boverket. (den 24 februari 2021). *Ny lag om klimatdeklaration för byggnader på gång*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/lag/>
- Boverket. (februari 2021). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>
- Bygga hus Stockholm. (2020). *Nybygge med krypgrund - fördelar och nackdelar*. Hämtat från <https://www.byggahusstockholm.org/nybygge-med-krypgrund-fordelar-och-nackdelar>
- Byggindustrin. (mars 2020). *Stort intresse för grundläggning med trä*. Hämtat från <https://www.byggindustrin.se/innovation/teknik/stort-intresse-for-grundlaggning-med-tra/>
- Circuitus. (u.d.). *Det runda passivhuset*. Hämtat från <https://circuitus.se/det-runda-passivhuset/>
- Eklund, S. (2015). *Självständigt arbete på grundnivå - Utveckling av hållbara och energieffektiva attefallshus*. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:820125/FULLTEXT01.pdf>
- Ekobyggportalen. (u.d.). *Grund*. Hämtat från ekobyggportalen: <https://ekobyggportalen.se/husetsdelar/grund/>
- Foamglas. (2019). *Foamglas board T4+*. Hämtat från <https://www.foamglas.com/sv-se/produkter/fgbt4boards#>
- Gustafsson, A. (2019). *Trägrund*. Hämtat från <https://www.bioinnovation.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2018/11/19-11-14-trgrund-teknik-egenskaper-produktion.pdf>
- Hållbart byggande. (mars 2018). *Här testas komposterbara byggmaterial*. Hämtat från <https://hallbartbyggande.com/har-testas-komposterbara-byggmaterial/>
- Hällgren, A. (2017). *HUR LOKALPRODUCERAT GÅR DET ATT BYGGA I SKELLEFTEÅ*. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1111249/FULLTEXT01.pdf>
- Husplaner. (u.d.). *Grundläggning – platta på mark*. Hämtat från <https://husplaner.se/grundlaggning-platta-pa-mark/>
- Kebony. (2018). *Kebony-beklädnad fullbordar världens första biologiska hus*. Hämtat från <https://kebono.com/sv/node/4826/printable/print>
- Koljern. (u.d.). *Återvunnet glas blir grund till fossilfri förskola*. Hämtat från <https://www.mynewsdesk.com/se/koljern/pressreleases/aatervunnet-glas-blir-grund-till-fossilfri-foerskola-2994641>
- Koljernnordic. (u.d.). *Byggelement med Koljern®-tekniken*. Hämtat från <https://www.koljernnordic.se/Produkter.php>
- Min klockaregård. (2015). *Betongfri platta på mark – Villa Circuitus*. Hämtat från <https://www.minklockaregard.se/arkitektur/platta/>

- Olsson, S., & Rydin, S. (2019). *En jämförelse av koldioxidutsläpp i en byggnads klimatskal beroende på val av isoleringsmaterial*. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1341725/FULLTEXT01.pdf>
- Östergren, S. (2019). *Användningspotential av biokol i urban miljö*. Hämtat från https://stud.epsilon.slu.se/15320/7/ostergren_s_200206.pdf
- Pettersson, V. (2013). *Passivhus, detaljutformning och dess köldbryggor*. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:631730/FULLTEXT01.pdf>
- Sharif, H. A. (2013). *GRUNDLÄGGNINGSMETODER - VAL AV GRUNDLÄGGNINGSMETOD FÖR SMÅHUS I ÖREBRO LÄN*. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:651755/FULLTEXT01>
- Svensk byggtjänst. (2012). *Skruvpålar ger snabb grund*. Hämtat från <https://byggkatalogen.byggtjanst.se/nyheter/skruvpalar-ger-snabb-grund/1218>
- Svenskt trä. (2003). *Grundläggning och anslutning mellan skärm och mark*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/bullerskarmar/bullerskarmar/grundlaggning-och-anslutning-mellan-skarm-och-mark/>
- Svenskt trä. (2020). *Inneluftsventilerad kryppgrund*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/grundlaggning/grundlaggning/inneluftsventilerad-kryppgrund/>
- Svenskt trä. (2020). *Öppen plintgrund*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/grundlaggning/grundlaggning/oppen-plintgrund/?previousState=1>
- Svenskt trä. (2020). *Uteluftsventilerad kryppgrund*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/konstruktion/konstruktiv-utformning/grundlaggning/grundlaggning/uteluftsventilerad-kryppgrund/?previousState=1>
- Westergren, E. B. (2017). *Grund av cellglas jämfört med traditionell platta på mark*. Hämtat från <https://www.byggahus.se/bygga/grund-cellglas-jamfort-traditionell-platta-mark>