

# BÆREDYGTIGE MATERIALER

---





# INDHOLDSFORTEGNELSE

INTRODUKTION .....	5
Hvorfor overveje nye materialevalg og vaner? .....	5
Forbehold og ansvarsfraskrivelse .....	6
Disse materialekategorier er betragtet .....	6
KONSTRUKTIONSMATERIALER .....	7
Fundamenter og terrændæk (konstruktioner i terræn) .....	7
Stålfundamenter .....	7
Beton .....	9
Terrændæk .....	10
Selvbærende trækonstruktion .....	12
Lerdæk .....	13
Vægge, etagedæk og tagkonstruktioner (over terræn) .....	14
Trækonstruktion (generelt: søjle, bjælke og spær) .....	14
CLT (Cross Laminatet Timber) .....	15
Celleblok .....	17
Genbrugt teglsten (mursten) .....	18
Nye teglsten (mursten) .....	19
Mørtel (til murstenene) .....	20
Stålkonstruktion .....	21
Ståldæk .....	22
Let stålprofil .....	23
Tagkonstruktioner .....	24
OVERFLADER / BELÆGNINGER .....	25
Ydervægsbeklædninger .....	26
Træbeklædning .....	26
Skiffer .....	28
Glas .....	29
Skærmtegl/beklædningstegl .....	30
Tagbelægninger .....	31

Teglsten .....	31
Tagpap .....	32
Gulvoverflader .....	33
Naturtræ .....	33
Bambusstave .....	34
Fliser .....	35
Stampede lergulve .....	36
Indervægsbeklædninger .....	37
Krydsfiner og spånplader .....	37
Træfiberplader (masonit) .....	40
Fibergipsplader .....	40
Lerplader .....	41
Ubrændte lersten .....	42
<b>OVERFLADEBEHANDLINGER .....</b>	<b>44</b>
Kalkpuds .....	45
Lermaling .....	46
Lerpuds .....	47
<b>ISOLERING .....</b>	<b>48</b>
Mineraluldsisoleringer .....	49
Stenuld .....	49
Glasuldsisolering .....	51
Glasskum .....	52
Oliebaserede polymer-isoleringer .....	53
Polymerisoleringer .....	53
Celluloseisoleringer .....	55
Træfiberisolering .....	55
Papiruldsisolering .....	56
Hamp-/kalk-/mineraldæk .....	58
Kalciumsilikatplader .....	59

INSTALLATIONER .....	61
Vandhaner .....	61
Recirkulationsbruseren .....	62
Rør og kabelbakker m.m. ....	63
Tungmetalsfri uPVC .....	63
PP (Polypropylen)-plastprodukter .....	63



# INTRODUKTION

I forsøget på at nedbringe klimapåvirkningerne har der været stort fokus på at nedbringe bygningernes energiforbrug (varmetab). Men alene materialeforbrugets klimabelastning har vist sig at være af væsentlig og stigende betydning for både nye og renoverede bygninger, jo tættere de kommer på de nye energiklasser. (Kilde: Concito-rapport, 2014)

For at reducere bygningernes samlede miljøpåvirkning er det vigtigt, at materialerne kan produceres med lave miljøomkostninger, da det kan være lige så vigtigt som varmetabet. Et godt materialevalg har en øjeblikkelig positiv effekt for miljøet, mens et reduceret varmetab har en effekt, som fordeler sig over hele materialets levetid. Ud over selve CO<sub>2</sub>-forbruget kan de miljøskånsomme materialer typisk genbruges, genanvendes eller komposteres, så man undgår deponi (ophobning) og sparer miljøet for andre typer miljøbelastende stoffer.

Formålet med denne materialebeskrivelse er derfor at beskrive nogle af de materialer, der udmærker sig som bæredygtige. Teksten skal helst læses i sammenhæng med afsnittet om bæredygtighed for at opnå en bredere forståelse af meningen.

Bemærk, at byggematerialers endelige og samlede miljøpåvirkning først kan bestemmes, når materialet ses i sammenhæng med den bygning, hvori de bruges.

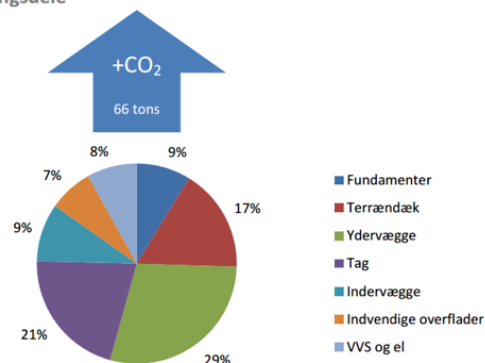
## Hvorfor overveje nye materialevalg og vaner?

Byggematerialernes andel af bygningers samlede klimapåvirkning i et livscyklusperspektiv viser, at:

- Byggematerialernes andel af klimabelastningen er stor og helt nødvendig at arbejde med i bestræbelserne på at reducere udledningen af drivhusgasser.
- Byggematerialernes andel af klimabelastningen bliver stadig større set i relation til det faldende energiforbrug i nyere huses driftsfase. Det er dog ikke ensbetydende med, at det ikke kan betale sig at reducere energiforbruget i driften, da udfordringen i lavemissionssamfundet bliver at fordele energiresourcerne anderledes end i dag, hvor bygninger lægger beslag på omkring 40 % af det samlede energiforbrug.

- Energiforbruget i driftsfasen er stadig ansvarligt for hovedparten af udledningerne fra eksisterende bygninger, men vil ikke nødvendigvis være det i forbindelse med nybyggeri eller renovering efter BR15 eller BR20.
- Det er oplagt at reducere byggematerialernes påvirkning, hvor det ikke går (for meget) ud over energiforbruget i driftsfasen, sundhed, sikkerhed, trivsel, holdbarhed og økonomi.
- Allerede udførte livscyklusanalyser giver et fingerpeg om, hvilke materialer der ud fra et klimasympunkt skal fokuseres på. Både i forhold til mere effektiv produktion og genanvendelse, men også i forhold til at minimere anvendelsen af nye materialer.

Fordelt på bygningsdele



I illustrationen er bygningsdelenes CO<sub>2</sub>-udledning fra materialeproduktion, udskiftninger og bortskaffelse for referencehusets 120-årige levetid samlet set 66 ton CO<sub>2</sub>, svarende til 413 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Læs uddrag fra Concito-rapport, 27. feb. 2014 Bygningers klimapåvirkning i et livscyklusperspektiv på: [concito.dk/sites/concito.dk/files/dokumenter/artikler/bygningers\\_klimapaavirkning\\_endelig\\_270214.pdf](http://concito.dk/sites/concito.dk/files/dokumenter/artikler/bygningers_klimapaavirkning_endelig_270214.pdf)

## Noter

Materialebeskrivelsen fokuserer på typiske bæredygtige byggematerialer, en kort beskrivelse, deres fordele og ulemper, evt. et prisleje og de bæredygtige faktorer.

Det er ikke ambitionen at lave en fuldstændig liste over alle materialer eller typer, da dette vil være for omfattende. Følgende liste er kun et udpluk til inspiration. Du bør derfor altid spørge din rådgiver om det endelige materialevalg.

Om et byggemateriale er bæredygtigt, afgøres ikke blot af ét tal eller én faktor, men mange forskellige faktorer.

Det forudsætter typisk en længere redegørelse, som skal ses i sammenhæng med anvendelsen i det aktuelle byggeri. Der kan derefter måles og regnes på både forurenings- og energiniveauer for produktion og transport (indlejret energi) og igennem materialets levetid, regnes på etablerings- og løbende omkostninger og vurderes, om det er en begrænset ressource, om det kan recirkuleres, hvad den gennemsnitlige levetid er m.m.

I denne tekst bliver disse kvaliteter kun i deres væsentlighed beskrevet kort. Du kan læse mere om, hvad bæredygtighed er i Bygningsguiden under 'Bæredygtighed'. For yderligere viden kan du søge i vidensdatabasen under EPD-certifikater, kontakte en specialiseret rådgiver eller søge i link-databasen (se næste side).

### Husk Bygningsreglementet

Når du bygger om eller udfører større energiforbedringer på din bolig, skal du altid overholde Bygningsreglementet. Hvis du genbruger materialer for at opnå større bæredygtighed, kan der være særlige forhold, der gør, at kravene ikke kan opfyldes f.eks. indhold af farlige stoffer, dokumentation af materialstyrker eller energikrav. Spørg altid en rådgiver, før du går i gang.

Det kan også være nødvendigt at spørge din kommune, som i det konkrete tilfælde må vurdere, om Bygningsreglementets krav kan overholdes, eller om der evt. kan gives dispensation.

Læs mere om Bygningsreglementets energikrav på: [spareenergi.dk/forbruger/boligen/bygningsreglementets-energikrav](http://spareenergi.dk/forbruger/boligen/bygningsreglementets-energikrav)

### Om materialevalg og gode byggedetaljer

Det gode materiale og byggedetaljer skal altid ses i forhold til det enkelte hus, og der er derfor altid en grad af unøjagtighed ved generelle beskrivelser og løsninger. Men som tommelfingerregel for den mest bæredygtige løsning skal den belaste miljøet mindst muligt, holde længe (god holdbarhed og godt indbygget), være nem at reparere og bestå af genanvendelige materialer.

### Forbehold og ansvarsfraskrivelse

Energistyrelsen og samarbejdspartnere tager ikke ansvar for rigtigheden af tekstens anbefalinger og for, at samtlige detaljer i teksten er korrekte og opdateret efter den nyeste viden. Vi anbefaler, at du altid benytter en erfaren og forsikret rådgiver, som forholder sig til materialerne i forhold til den enkelte byggesag.

Forfatter: SonnichsenArkitektur

Finansiering: Fonden for Ærø's vedvarende energipulje

### Links til materialedatabaser

- [c2ccertified.org/products/registry](http://c2ccertified.org/products/registry)
- [ecolabel.dk](http://ecolabel.dk)
- [ecoinvent.org/](http://ecoinvent.org/)
- [greenspec.co.uk/building-design/eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/index.xhtml](http://greenspec.co.uk/building-design/eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/index.xhtml)
- [www.bauteilkatalog.ch/ch/de/21.asp?lng=DE&navid=1](http://www.bauteilkatalog.ch/ch/de/21.asp?lng=DE&navid=1)
- [www.eco-bau.ch/index.cfm?Nav=27](http://www.eco-bau.ch/index.cfm?Nav=27)
- [oekobaudat.de/en/database/browse-oekobaudat.html](http://oekobaudat.de/en/database/browse-oekobaudat.html)

### Viden om genbrug og genanvendelse af byggematerialer:

- [hfb.dk/baeredygtighed/genbrug-og-genanvendelse-af-materialer](http://hfb.dk/baeredygtighed/genbrug-og-genanvendelse-af-materialer)

### Byggematerialer til sundt indeklima:

- [teknologisk.dk/ydelser/indeklima/indeklimaundersogelser/22655](http://teknologisk.dk/ydelser/indeklima/indeklimaundersogelser/22655)
- [ecolabel.dk](http://ecolabel.dk)

### Find mere viden på Miljøstyrelsen hjemmeside:

- [mst.dk/groenne-tips/](http://mst.dk/groenne-tips/)

### Om vores miljøpåvirkning generelt:

- [concito.dk/files/dokumenter/artikler/rapport-forbrugerens\\_klimapaavirkning\\_udgivelseser\\_21\\_3706498019.pdf](http://concito.dk/files/dokumenter/artikler/rapport-forbrugerens_klimapaavirkning_udgivelseser_21_3706498019.pdf)
- [ecoinvent.org/](http://ecoinvent.org/)

### Disse materialekategorier er betragtet

- Konstruktioner: F.eks. fundamenter, terrændæk og vægge
- Ikke-bærende materialer: F.eks. plader, blokke, tekstiler og fliser
- Overfladebehandlinger: F.eks. puds, maling, lak og lign.
- Isoleringer: F.eks. terrænisolering, faste plader og indblæsning
- Installationer: F.eks. vandhaner og solpaneler

# KONSTRUKTIONSMATERIALER

Denne kategori er inddelt efter, om konstruktionerne er i terræn eller over terræn. Den indeholder følgende konstruktionstyper:

## Fundamenter og terrændæk (i terræn)

- Skruerpæle
- Beton (randfundament/pælefundering)
- 'Flydende' trægulv på isolering (uden betondæk)
- En hævet trækonstruktion

## Vægge, etagedæk og tagkonstruktioner (over terræn)

- Trækonstruktion (generelt)
- Limtræ
- CLT (Cross Laminated Timber)
- Celleblok
- Genbrugte mursten
- Mørtel
- Stålkonstruktion og let stålprofil

## Fundamenter og terrændæk (konstruktioner i terræn)

- Stålfundamenter
- Beton (randfundament/pælefundering)
- 'Flydende' trægulv på isolering (uden betondæk)
- En selvbærende trækonstruktion
- Lerdæk

De forskellige tilgængelige materialer på markedet har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et materiale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

## Stålfundamenter

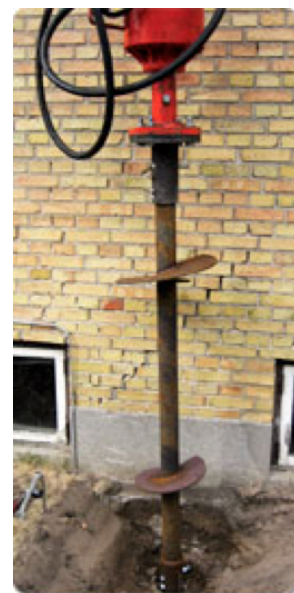
Stålfundamenter, skruerpæle/skruefundamenter er ved at blive et udbredt alternativ til pælefundamenter. Pælene er galvaniseret jern med en holdbarhed på omkring 60-120 år. Bemærk dog, at der også findes forskellige produkter på markedet, som f.eks. stålpæle, skruerpæle og fundamentskrue. Sidstnævnte har mindre bærel- og trækegenskaber end stålpæle og skruerpæle, men er også nemmere at skrue i jorden. Derfor egner fundamentskrue sig bedre til carporte og skure end egentlige huse, hvor de andre kan bruges i almindelige huse.

### Fordele:

- De er både hurtige at etablere og fjerne.
- Jern belaster miljøet betydeligt mindre under produktionen end beton, og det kan smeltes om efter endt brug.
- Skruerpæle har både stor tryk- og trækstyrke, hvilket gør dem egnede til specialopgaver som høje elmaster, motorvejsskilte, broer m.m.
- Ved renoveringer, hvor der er sætningsrevner, er skruerpæle en meget god og hurtig løsning til at løfte husets konstruktion tilbage til den oprindelige position.
- Fundamentet er hævet over terræn og mindre udsat ved skybrud eller andet, der giver høj vandstand på grunden.

### Ulemper:

- Fundamentets kvaliteter egner sig bedst til lettere konstruktionstyper som træ og stålhuse.
- Skruerpæle begynder på et tidspunkt at ruste. Hvornår afhænger af godstykkelsen, terrænnets sammensætning og fugtindhold. De kan dog leveres med betydeligt længere holdbarhed ved tilkøb af materialetykkelse og offeranoder (zink eller lign. udsætter tæringen af jernet).





Skruepæle har ikke den samme bæreevne som et traditionelt betonfundament og egner sig derfor ikke til et fuldmuret hus i to etager. Men den er tilstrækkelig til lave huse eller lettere konstruktioner i træ.

- På den typiske konstruktion med stålfundamenter lægges en bjælkekonstruktion oven på fundamentpælene. Det kan give en højere gulvkonstruktion end ved almindelige nedgravede fundamenter. Denne høje kote for gulvet kan være et problem pga. reglen for facadehøjder på maks. 1,4 x afstand til skel i meter. Men denne ulempe kan i nogle tilfælde opvejes af den øgede sikkerhed mod oversvømmelse ved skybrud.

*Pris:*

Prisen ligger lidt højere (5-10 %) end almindelig pælefundering.

*Bæredygtighed:*

Hvis huset ikke forventes at stå mere end 100 år, er det et meget bæredygtigt fundament. Det er skånsomt både under produktion og på byggegrunden, fordi der ikke skal graves store mængder jord væk. Til sidst, efter endt brug, kan det skrues op og omsmeltes til nye produkter.

*Note:*

Det Kongelige Teater har stået på egetræspæle siden 1748. Så træpæle (og stålpæle) kan stå i rigtig mange år – bare der ikke kommer ilt til pælene.

*Kilder:*

Uretek, Krinnereskruen og Groundplug (leverandører) Det har ikke været muligt at finde uvildige kilder til beskrivelse af produkttypen.

Værdi	Stålfundamenter - kvalitet
↑	Kan produceres af genbrugsjern
↑	Kan etableres (monteres) meget hurtigt
↑	Reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Lidt dyrere end betonfundamenter
↓	Produktionen er energikrævende, dog mindre end beton
↓	Det holder kortere tid end betonfundamenter

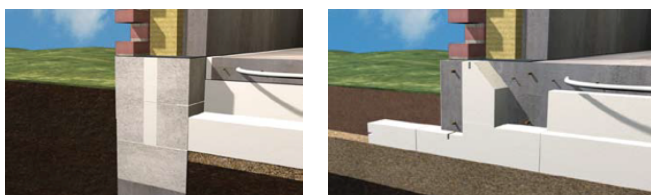


Fotos: Uretek, Nemt Fundament og Groundplug

## Beton

Beton er et meget udbredt bygningsmateriale i alle typer konstruktioner. I parcelhuse bruges det typisk i randfundamenter og terrændæk. Betonen kan både støbes på stedet eller præfabrikeres i store elementer, som monteres med en stor kran.

Bemærk, at der er stor forskel på, hvor meget beton der bruges i de forskellige funderingsdetaljer, hvor godt de isolerer, og hvad de kan bære af konstruktion. Disse parametre er meget afgørende for, hvor bæredygtig den pågældende løsning er. Hvis du vælger at bruge beton, så spørg din rådgiver om, hvilken detalje der passer bedst til dit hus.



Traditionel og lavenergi-fundering. Illustrationer: Sundolitt

### Fordele:

- Beton kan holde meget længe, hvis overfladen ikke får for meget fugt og frost.
- Den er meget stærkt og tåler vand, hvilket gør den egnet til bygningsdele under terræn. Især som fundament under store bygninger er beton næsten den eneste rentable og langtidsholdbare løsning.
- Beton kan knuses og bruges til vejfyld. Hvis man kender oprindelsen af den kasserede beton og derved kan bestemme betonens komposition, kan man også afgøre, om den har styrke som tilslag (fyld) i en bærende bygningsdel.

### Ulemper:

- Der bruges store mængder energi på at producere cement og dermed beton. På byggepladser bruges der ligeledes meget energi til at tørre betonen efterfølgende, hvilket kan være både dyrt og miljøbelastende (dog ikke ved fundamenter).
- Det tager nogle dage for betonen at tørre, hvilket samlet set kan give en lang byggetid, når der skal foretages mere end én støbning. Beton påvirkes også af kolde temperaturer, så vinterstøbning forudsætter, at man tilsætter hjælpestoffer i betonen.

- Efter hærdetiden fortsætter betonen med at afgive fugt. Så man skal være påpasselig med ikke at indlede byggeriet med fugtskader.
- Beton kan ikke direkte genbruges som ny beton, men den kan knuses og bruges som vejfyld eller grus (støbemiks) i ny beton. Anvendelsen som støbemiks sker dog sjældent, da betonen skal være knust til ret små dele og være renvasket, hvilket koster mere end almindeligt grus.
- Disse ulemper modsvarer den lange holdbarhed og gør samlet set materialet mindre bæredygtigt. En samlet bæredygtighedsvurdering skal dog ske i forhold til det enkelte hus, da beton nogle gange kan være det eneste egnede materiale – uanset størrelsen af energiforbruget og derfor graden af bæredygtighed.

### Pris:

Beton er næsten det eneste materiale, der benyttes til randfundamenter, så der er ikke sammenlignelige priser på andre materialer. Dog kan de forskellige udformninger sammenlignes på pris, men det er ikke formålet her.

### Alternativer:

- Ved fundamenter kan man i nogle tilfælde bruge de beskrevne skruepæle.
- Ved terrændæk kan et 'flydende' trægulv eller en hævet trækonstruktion i nogle tilfælde benyttes.
- Genanvendelige punktfundamenter i beton kan være en mulighed, hvis de kan løftes op og genbruges uden at skulle knuses først og derefter genstøbes.



Foto: Selvbyggeren Mads Windfeldt

### Bæredygtighed:

Den lange holdbarhed er en bæredygtig kvalitet. Så hvis huset kommer til at stå længe, kan det i nogle tilfælde retfærdiggøres i fundamentet. Men der bruges store mængder energi til at producere beton, som belaster miljøet, allerede inden bygningen er opført.

### Kilder:

- Concito: [concito.dk/sites/concito.dk/files/dokumenter/artikler/bygningers\\_klimapaavirkning\\_endelig\\_270214.pdf](https://concito.dk/sites/concito.dk/files/dokumenter/artikler/bygningers_klimapaavirkning_endelig_270214.pdf)
- [greenspec.co.uk/building-design/environmental-impacts-of-concrete/](https://greenspec.co.uk/building-design/environmental-impacts-of-concrete/)

Værdi	Betons kvaliteter
↑	Lang holdbarhed
↑	Stor styrke
↑	Lidt billigere end stålfundamenter
↓	Lang arbejdstid og tørretid i forhold til stålfundamenter
↓	Produktionen er meget energikrævende (beton står for 4-5 % af verdens samlede CO <sub>2</sub> -udledning)
↓	Kan kun genbruges, hvis det knuses og bruges som vejfyld

### Terrændæk

'Flydende' trægulv på polystyren (eller svømmende trægulv) er et trægulv, som ligger direkte på et underlag af trykfast overflade af f.eks. polystyrenisolering, (husk damp- og radonspærre). Det kaldes et svømmende trægulv, fordi træet kan bevæge sig efter fugtindholdet og temperaturen. Dog etableres der typisk et tyndt filt- eller gummilag, som skal reducere trinlyden. En isolering er typisk en polystyrenisolering, da den ikke påvirkes af eventuel fugt, og fordi den er meget trykfast.

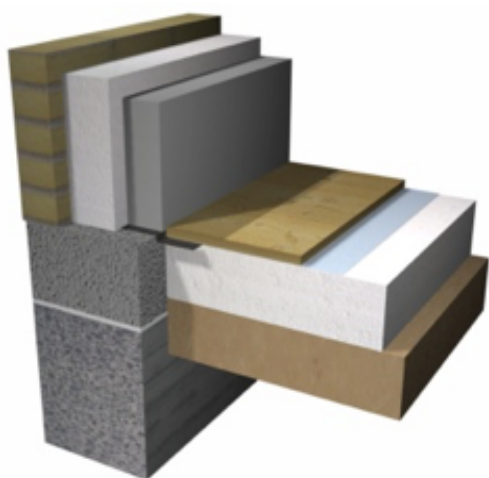


Illustration: Sundolitt.dk

Opbygning: Trægulv, Membran, Polystyren-isolering, Sand/kapillarbrydende lag

### Anvendelse:

Konstruktionsformen bliver brugt som alternativ til det traditionelle terrændæk, hvor der støbes en 10 cm tyk betonplade ud i hele husets udstrækning. Dette er i mange tilfælde både dyrt, miljøbelastende og unødvendigt, da en simpel konstruktion i mange tilfælde kan opfylde de samme behov.

### Fordele:

- Den er hurtig, billig og ikke særlig skadelig for miljøet.

### Ulemper:

- Konstruktionsformen med bærende underlag af isolering er ikke særlig trykstærk. Den egner sig til almindelige huse, men ikke hvis der skal etableres særligt tunge reoler eller lign. Kontakt altid leverandøren for at få oplyst trykstyrken, hvis der er tvivl om denne.
- Konstruktionen forudsætter en trykstærk isolering, der typisk er en skumisolering (polystyren), som ikke er særlig miljøvenlig. Læs mere under afsnittet om isolering. Isoleringen kan dog også være celleglasp-lader/glasskum. Den forudsætter blot mere materialetykkelse for samme isoleringsevne.

### Alternativer:

- I nogle tilfælde kan man bruge en hævet trækon-



struktion og celleglasplader/glasskum i stedet for polystyrenisolering. Det er dog endnu et dyrt materiale, og der skal bruges et tykkere lag for at opnå den samme isoleringsevne. Så samlet set er det meget dyrere. Læs mere om foamglass under afsnittet om isolering.

- Hvis du ønsker, at gulvhøjden i forhold til terræn er som et almindeligt betongulv, men det samtidig skal være ekstra bæredygtigt, kan du vælge et lergulv. Dit flydende trægulv kan lægges på et lerdæk med et mellemlag af tyndt filt eller gummi for trinlyden. Læs mere under emnet Lerdæk.

*Pris:*

Det er typisk en billig løsning.

*Bæredygtighed:*

Det mest bæredygtige ved denne konstruktion er, at den ikke indeholder beton. Trægulvet kan vælges fra

en leverandør, som ikke belaster miljøet. Men polystyrenisoleringen er i sig selv et kunstmateriale, som ikke er direkte miljøvenligt. Alternativt kan du bruge celleglasplader/glasskum.

*Kilder:*

Gulvtyper:

- [bolius.dk/gulvtyper-og-gulvopbygninger-17311/](http://bolius.dk/gulvtyper-og-gulvopbygninger-17311/)

Polystyren:

- [sundolitt.dk/sundolitt/teknik/udforelseteknik/gulv-uden-beton/konstruktionseksempler](http://sundolitt.dk/sundolitt/teknik/udforelseteknik/gulv-uden-beton/konstruktionseksempler)

Celleglasplader/glasskum:

[greenspec.co.uk/building-design/insulation-mineral/#glass](http://greenspec.co.uk/building-design/insulation-mineral/#glass)

[celleglasplader.dk/](http://celleglasplader.dk/)

[technopor.dk/referencer/](http://technopor.dk/referencer/)

Værdi	Det 'flydende' trægulv på polystyren – kvaliteter
↑	Træet er en fornybar ressource
↑	Træet er et billigt materiale
↑	Hurtigt at bygge
↑	Træet har begrænset energiforbrug og fungerer som CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid
↓	Kan brændes – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Polystyrenisoleringen udleder miljøskadelige stoffer ved produktion
↓	Råmaterialet til produktionen af polystyrenisolering kommer fra fossile olier
↓	Begrænset styrke. Tåler almindelig belastning i boliger, ikke industriel

## Selvbærende trækonstruktion

En selvbærende trækonstruktion er en gammel og meget afprøvet metode. I sin enkelthed går den ud på, at stuegulvet er hævet over terræn og udstyres med en overfladebeklædning mod terræn. Der er derfor et udluftet hulrum mellem terræn og terrændækket. Derved afbrydes kontakten til terræn og risikoen for fugtoptrængning.

Den har igennem tiden også være meget benyttet i Danmark, men er blevet fortrængt af gulve uden ventileret hulrum, da de giver en lavere byggehøjde og derfor bl.a. kan isoleres bedre. Du skal også passe på, at det udluftede hulrum ikke bliver for smalt, da det kan give fugt og råd i konstruktionen.

### Fordele:

- Den er rimelig enkel og billig og kan benyttes i alle typer terræn som f.eks. klippegrund. Det gør den meget populær i ældre bygninger i Norge og Sverige. En stor del af alle byggeskader opstår netop ved opstigende fugt i konstruktionen. Denne konstruktionsform reducerer markant risikoen for, at det sker.

### Ulemper:

- Hvis du ønsker en god loftshøjde i huset, kan det

være et problem, at gulvet hæves højere op end normalt. Problemet forstærkes yderligere, hvis du ønsker et lavenergihus, da isoleringsbehovet øges og dermed konstruktionstykkelsen og merprisen.

### Pris:

Hvis bygningsdelen er præfabrikeret, kan det være en billigere løsning end et betonstøbt terrændæk. Dette er dog meget forskelligt fra projekt til projekt.

### Bæredygtighed:

Denne løsning egner sig godt i kombination med skruerpæle, hvilket gør den samlede konstruktion meget skånsom over for miljøet både i materialeproduktionen, opførelse, drift og nedtagning. Løsningen er derfor meget bæredygtig, hvis den er udført rigtigt. Det kan dog trække noget ned på det bæredygtige regnskab, hvis løsningen ikke har en lang holdbarhed grundet skruerpælens mulige kortere holdbarhed, så det er vigtigt at have styr på detaljerne. Læs mere om skruerpæle under afsnittet om fundamenter.

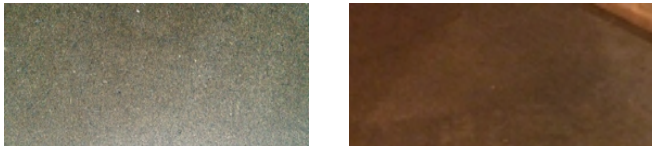
### Kilder:

[www.greenspec.co.uk/building-design/fsc-certified-timber](http://www.greenspec.co.uk/building-design/fsc-certified-timber)

Værdi	Den selvbærende trækonstruktions kvaliteter
↑	Træet er en fornybar ressource
↑	Billigt materiale
↑	Hurtigt at bygge
↑	Begrænset energiforbrug og fungerer som CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid.
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Kan brændes – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Begrænset styrke. Tåler almindelig belastning i boliger, men ikke industriel
↓	Den er typisk hævet over terræn og øger derfor husets samlede højde med 30-60 cm

## Lerdæk

Lerdæk kaldes også et stampet lergulv. Konstruktionen er nok den ældste, vi kender, selvom den er blevet forfinet med tiden. I dag lægges leret på et kapillar-brydende og isolerende lag, som kan være blåmuslingeskaller, skumglasgranulat, polystyren, eller hvad der nu passer ideologien. Nederst i lerlaget etableres desuden en radonspærre (dug).



Fotos: SonnichsenArkitektur

### Fordele:

- Varmeabsorberende.
- Kræver meget lidt vedligehold. Det kan vaskes som et linoleumsgulv og skal ca. hvert 10. år efterbehandles med linolie.
- Føles blødt at gå på.
- Materialet er en tilgængelig ressource med minimal CO<sub>2</sub>-udledning.
- Arbejdsgangen er forholdsvis ukompliceret.

### Ulemper:

- Afdamper linoliedampe i op til 3-4 måneder efter opførelsen. Lugten kan genere slimhinderne, men er sandsynligvis uskadelig.
- Kan ikke etableres i meget lyse farver, da leret som udgangspunkt er brunt. Der kan måske bruges lys ler, men der kendes ikke til udførte eksempler. Derfor er løsningen som udgangspunkt en visuelt tung

løsning, der giver et mørkt hus, med mindre der kompenseres på anden vis.

- Trykstyrken er mindre end et betongulv, men stadigvæk meget stærk.
- Der kan forekomme smalle revner fra tørringen.
- Efterbehandlingen af den endelige oliebehandlede overflade er tidskrævende.

### Pris:

Selve materialet er ikke så dyrt, men det kræver meget forarbejdning, og den samlede løsning med isolering kan godt blive dyrere end et almindeligt betongulv. Typisk vil den blive dyrere, hvis det er første gang, du og entreprenøren skal lave den. Vælg derfor din løsning, og beregn materialeforbrug og pris inden igangsættelse.

### Alternativer:

Lerdækket kan også bruges som bærende lag under et svømmende trægulv. Læs mere under emnet Svømmende trægulv. Ved denne løsning kan der selvfølgelig vælges et lyst overgulv, så huset ikke forekommer mørkt. På samme måde kan linolien undlades, så der heller ikke forekommer lugtgener i de første måneder.

### Bæredygtighed:

Løsningen er en af de mest skånsomme over for miljøet og må derfor betegnes som meget bæredygtig

### Videnspersoner:

- Lars Jørgensen, [Egen Vinding & Datter](#) og [Det Åndbare Hus](#)
- Flemming Abrahamsen, [Forny et Energi](#)
- Steen Østergård, [Vindrosen i Sorø](#)

Værdi	Lerdækkets kvaliteter
↑	Det er en fornybar ressource
↑	Billigt materiale
↑	Hurtigt at bygge
↑	Begrænset energiforbrug
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Kan genbruges – og reducerer derved ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Begrænset styrke. Tåler almindelig belastning i boliger, men ikke tungere industriel brug
↓	Der bruges ca. ½ liter linolie pr. m <sup>2</sup> , som skal afgasse i nogle måneder, inden huset er lugtfrit



## Vægge, etagedæk og tagkonstruktioner (over terræn)

- Trækonstruktion (generelt)
- CLT (Cross Laminated Timber)
- Limtræ
- Celleblok
- Genbrugte mursten
- Mursten (nye)
- Mørtel
- Stålkonstruktion og let stålprofil

De forskellige tilgængelige materialer på markedet har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et materiale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden materialet bruges på – i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed – er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

### Trækonstruktion (generelt: søjle, bjælke og spær)

#### Anvendelse:

Trækonstruktioner har i århundreder været brugt som både søjle-bjælke-, spær-konstruktioner (f.eks. skelet i bindingsværk) og bjælkehuse (f.eks. fjeldhytter). Træ er fortsat en meget populær konstruktionsform.



Kilde: Sumika Pavilion af Toyo Ito

Trækonstruktioner kan benyttes til alle typer byggerier og i alle bygningsdele – med undtagelse af fundamentet. Det kan bruges som erstatning for en indvendig murblokvæg, hvilket både er et sundt, hurtigt opført og bæredygtigt alternativ.

#### Fordele:

- Hele bygningsdele kan præfabrikeres, og huset kan derfor opføres på ganske få uger, når først fundamentet er etableret.
- En trækonstruktion kan opføres betydeligt slankere end en murstenvæg, hvilket giver mere plads til isolering eller bare et større indvendigt gulvareal i forhold til bebyggelsesprocenten.
- Konstruktionsformen er lettere end beton eller tegl, hvilket giver mulighed for lettere og billigere fundamenter, som skåner miljøet yderligere. En løsning med træ har ikke kun en lav miljøbelastning. Den fungerer også som et CO<sub>2</sub>-lager og har derfor samlet en omvendt (positiv) indvirkning på miljøet i forhold til tegl, stål og beton.
- En synlig tag- eller vægkonstruktion i træ kan være meget flot.

#### Ulemper:

- Konstruktionsmæssigt er væggene ikke så stærke som murede vægge, men der er ikke nogen mærkbar forskel, med mindre huset udsættes for ekstreme forhold.

#### Pris:

- Træhuse er typisk både billigere i materialeindkøb og hurtigere at opføre end f.eks. murstenshuse, hvilket gør at de også typisk er billigere. Ifølge Bolius ligger anlægsprisen typisk 5-10 % lavere.
- Bemærk dog, at udgiften til vedligehold af en yderbeklædningen i træ typisk er højere end for en teglvæg.
- Typisk kan der isoleres lidt mere i et træhus i forhold til bebyggelsesprocenten (og muligvis det samlede budget), så den årlige varmeudgift derfor typisk bliver lavere.
- Væggen er ligeledes slankere, hvilket også gør den samlede bebyggelse nogle procent mindre. Det giver lidt mindre ejendomsskat.
- Hvis man betragter budgettet i hele byggeriets levetid, er træhuset også billigere at nedrive og evt. genanvende/bortskaffe.

### Bæredygtighed:

Træ er i sin enkelthed et meget bæredygtigt materiale, så længe det kommer fra FSC-certificerede leverandører. Dog bør du undgå træ, som er imprægneret med toksiske (giftige) materialer. Heldigvis er der over de seneste år kommet et hav af træprodukter, som ikke

er giftige, men alligevel er meget robuste og resistente mod længerevarende fugtpåvirkninger og vejrlig.

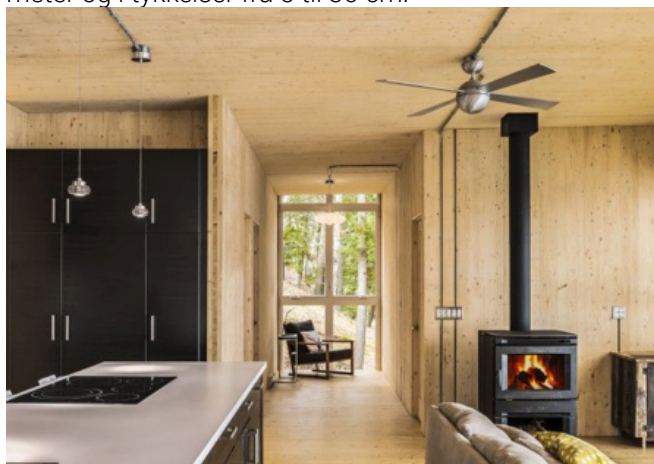
Kilder:

[bolius.dk/murstenshus-eller-traehus-hvad-er-bedst-17014/](https://bolius.dk/murstenshus-eller-traehus-hvad-er-bedst-17014/)

Værdi	Trækonstruktionens kvaliteter
↑	Træet er en fornybar ressource
↑	Billigt materiale
↑	Hurtigt at bygge
↑	Begrænset energiforbrug ved produktion og fungerer som CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid.
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Kan brændes – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Kan ikke etableres helt ned til jorden. Mindst 30 cm over terræn
↓	Kvaliteten ved genanvendelse som konstruktionstræ kan ikke garanteres (mindre problem)

### CLT (Cross Laminatet Timber)

Inden for de sidste årtier er CLT kommet meget frem i byggebranchen som massive dækplader og vægplader, der med fordel kan erstatte betonplader. CLT er en type limtræ, hvor træet limes sammen med en vinkel på 90°. CLT kan produceres i plader på op til 13,5 x 2,95 meter og i tykkelser fra 5 til 30 cm.



Kilde: CLT-hus af Kariouk Associates – den rå CLT-konstruktion.

### Anvendelse:

CLT bruges til at opføre både parcelhuse og højhuse på op til 10 etager (beregninger viser, at man kan bygge op til 20 etager). Typisk vil det være bedst egnet til etagebyggeri som alternativ til beton. CLT kan benyttes i både gulv, vægge og lofter/tage.

### Fordele:

- Konstruktionen er meget stærk og kan benyttes til højhuse på op til 10 etager.
- CLT er hurtigt at opføre, da elementerne er præfabrikerede og hurtigt kan monteres med en kran og en skruemaskine. Der er ingen tørretid, som f.eks. med beton, så byggetiden er ca. det halve af beton, og der er ikke efterfølgende udtrængning af fugt i de indvendige beklædningsplader.
- CLT kan udføres med høj præcision og bevæger sig kun lidt i forhold til temperatur/fugt.
- CLT er et let materiale, ca. 30 % lettere end beton. Derfor forudsætter det ikke så stærke konstruktioner og fundament og kan reduceres med 5-10 %, hvilket sparer på konstruktionstykkelsen og giver slankere og mere elegante konstruktioner. Det er derfor nemmere at lave udhæng i CLT end i stål og beton.
- CLT er miljøvenligt, da det lagrer CO<sub>2</sub> i materialets levetid, kun kræver lidt energi til forarbejdning og er enkelt at genanvende. Der er kun lidt byggeaffald.
- Trinlyd kan absorberes med en gummimåtte under gulvbelægningen.

#### Ulemper:

- Det koster omkring 10-25 % ekstra for konstruktionen i forhold til beton.
- CLT egner sig ikke til at bygge i terræn (fundament), da træet kan rådne i fugtig jord. Her kan skruefundamenter i jern muligvis være et alternativ, hvis man ikke vil bruge beton.

#### Pris:

Konstruktionstypen er omkring 10-25 % dyrere end andre traditionelle metoder i mursten, beton og tilsvarende. Men til gengæld er konstruktionstiden hurtigere, konstruktionen er lettere, og fundamentet er derfor billigere. Flere europæiske entreprenører er begyndt at vælge CLT i stedet for beton på større byggerier, alene fordi det totalt set er en god forretning. Erfaringerne med mindre byggerier er endnu så beskedne og varierende i udformning, at man ikke kan sige noget bestemt om det samlede økonomiske billede.

#### Bæredygtighed:

- Materialet består af træ og lim. Limen udgør ikke nogen nævneværdig miljøbelastning, og trædelen er

skånsom for miljøet, da den fungerer som et CO<sub>2</sub>-lager.

- Produktionsprocessen kræver kun lidt energi i sammenligning med beton eller mursten.
- Træet kan recirkuleres.
- Hvis træet kommer fra FSC-certificerede producenter, er det sikret, at der også i fremtiden er træ til nyt CLT. Der kan dog være mindre producenter, som opfylder betingelserne for en FSC-certificering, men ikke har råd til at opnå certifikatet grundet størrelse. Dette kan undersøges individuelt. Disse kan også benyttes.
- Samlet set er CLT en meget bæredygtige løsning.

#### Kilder:

- [rethinkwood.com/masstimber/cross-laminated-timber-clt](http://rethinkwood.com/masstimber/cross-laminated-timber-clt)
- [clt.info/en/](http://clt.info/en/)
- [clt.info/en/media-downloads/approvals-documents/technical-applications/](http://clt.info/en/media-downloads/approvals-documents/technical-applications/)



Limtræ er det samme som CLT, blot som søjle- og bjælkekonstruktion. CLT er blot hele plader til væg, gulv og tag. Foto: Flexwood-bjælke til Hellerup Gymnasium.

Værdi	CLT's kvaliteter
↑	Træet er en fornybar ressource
↑	Holdbarhed (ved korrekt anvendelse – vejrligt beskyttet)
↑	Begrænset energiforbrug til produktion og fungerer som CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid.
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Kan ikke anvendes i fundamenter med kontakt til fugtig jord.



## Celleblok

Celleblok er store 'mursten' (ca. 25 x 25 x 40-50 cm). De er lavet i tegl ligesom mursten. De bruges til at mure vægge og kan erstatte mursten i etplanshuse. Bemærk dog, at de ikke kan stå som blankt murværk som ydervæg, men forudsætter et pudslag eller en anden ydre beskyttelse. De skal også pudses indvendig for at gøre væggen lufttæt. Nogle celleblokke på markedet isolerer tilstrækkeligt til, at de kan opfylde isoleringskravene uden yderligere isolering.

### Fordele:

- De har høj trykstyrke, er isolerende og kan nøjes med 1 mm mørtelfuge. Almindelige murede vægge består af ca. 24 % mørtel, hvor disse er under 0,5 %.
- Du kan også bruge murblokke af gasbeton. De har samme kvalitet som celleblokke. Der findes murblokke på markedet, som er Cradle2Cradle-certificerede. De fås i mange størrelser. Ønskes endnu bedre isoleringsevne, bør man isolere udvendigt og afslutte med fiberarmeret puds eller opbygge en lettere trækonstruktion med skiffer eller brædder.

- Som beskrevet under materialet Genbrugte mursten kan der være problemer forbundet med at renovere et murstensbyggeri. Her kan en murblok (celleblok eller isoleret gasbetonblok) være et muligt alternativ, hvis du ikke skal mure op ad en eksisterende teglvæg. Fordelen ved celleblokken er, at det er muligt at lave en væg med tilstrækkelig isoleringsevne udelukkende ved at bruge celleblokken med pudslag inde og ude.

### Ulemper:

- Da blokkene er skrøbelige og derfor vil gå i stykker, hvis man forsøger at skille dem ad, kan de ikke genanvendes, men kun knuses og bruges som f.eks. vejfyld, fyldstof i andre teglsten eller mørtel.

### Kilder:

- [juwoe.de/en/verarbeitung-planung/le-systeme-plan-gee.php](http://juwoe.de/en/verarbeitung-planung/le-systeme-plan-gee.php)
- [scanoton.dk/pdf/scanoton.pdf](http://scanoton.dk/pdf/scanoton.pdf)

Værdi	Celleblokkenes kvaliteter
↑	Holdbarhed
↑	Høj trykstyrke – lodret (ikke vandret)
↑	Nogle celleblok-produkter isolerer tilstrækkeligt til at opfylde isoleringskravene fra 2015. Du kan derfor undlade almindelig isolering
↑	Miljøvenlige – nogle celleblokke på markedet er Credle2Credle-certificerede.
↓	Genbrug – blokkene klæbes hårdt sammen og er derfor svære at skille ad, uden at de går i stykker. De kan derfor kun knuses og genanvendes som fyldstof evt. i andre teglsten eller mørtel
↓	Kan ikke stå som ydre overflade. De forudsætter puds eller anden overflade. Skal pudses indvendig for at være lufttæt
↓	Miljø – der bruges meget varme til at producere stenene

## Genbrugt teglsten (mursten)

Der er efterhånden ved at være rentable teknikker til at nedtage og rense teglsten i eksisterende vægge. Genbrugte mursten kan typisk ikke benyttes som bærende materiale. Til gengæld er brugte mursten mere slidte og derfor rustikke, hvilket kan give byggeriet et flot udtryk. Dette udtryk kan passe godt til ældre bygninger, som typisk har lidt patina. Bemærk, at denne beskrivelse ikke er for nye mursten, men kun brugte mursten (tegl).



Foto: Gamlemursten.dk

### Fordele:

- Genbrugte mursten har som udgangspunkt et meget lavt energiforbrug til produktion. Dette gælder dog ikke for mørtlen, som udgør ca. 24 % af muren.
- Teglsten er meget holdbare og skal nærmest ikke vedligeholdes. Dog skal fugen tilses.
- Indvendigt murværk hjælper til at balancere rumtemperaturen.
- Som konstruktion har mursten en meget høj bæreevne. Der er dog udfordringer ved at opfylde Bygningsreglementets krav om styrke og især dokumentation herfor. Se mere under Ulemper.
- Mursten er brandsikre og tåler langvarig fugtpåvirkning.
- Murstenen kan genanvendes, hvis den er muret op med en blød mørtel som f.eks. kalkmørtel.

### Ulemper:

- Selvom teglstenene kan genbruges, er ca. 24 % af muren stadigvæk mørtel, som ikke kan genbruges. Ligeledes er en stor del af de nuværende huse opført med systemmørtler (cementmørtel), der er så hårde, at det er meget svært at fræse murstene fri til genbrug uden at ødelægge dem.
- Ved genbrugte mursten kan det være svært at få en kvalitetsgaranti, for at stenene kan bruges i en bærende væg. Der eksisterer i dag ingen etableret godkendelsesordning eller metode til dette. Det er altid kommunen, som i det konkrete tilfælde må vurdere, om Bygningsreglementets krav kan overholdes, eller om der evt. kan gives dispensation.

### Bæredygtighed:

Med den rette mørtel (kalkmørtel / 'vådmørtel') og genanvendte teglsten kan murværk være en udmærket bæredygtig løsning. Der er en besparelse i CO<sub>2</sub>-forbruget på op til 55 gange forbruget ved en ny mursten. Dette varierer efter producent og produkt. Derudover skal også medregnes miljøbelastningen ved at grave ny ler op – plus transporten, hvis den ikke er udgravet nær teglfabrikken. Der er dog også et energiforbrug ved at rense de brugte sten.

### Kilder:

- Miljøstyrelsen: [www2.mst.dk/udgiv/publikationer/1999/87-7909-444-9/pdf/87-7909-470-8.pdf](http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/1999/87-7909-444-9/pdf/87-7909-470-8.pdf)
- Greenspec: [greenspec.co.uk/building-design/bricks/](http://greenspec.co.uk/building-design/bricks/)
- Producent: [gamlemursten.dk/](http://gamlemursten.dk/)

Værdi	Genbrugt teglstens kvaliteter
↑	Genbrugt og genbrugeligt
↑	Holdbarhed
↑	Begrænset energiforbrug ved sten fra nærområdet
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Kvaliteten ved genanvendelse kan ikke garanteres

### Nye teglsten (mursten).

Mursten er et meget anvendt byggemateriale til ydervægge. Det er dog forbundet med et stort energiforbrug af producere nye mursten og der er derfor meget indlejret energi i dem. Grundlæggende set er murstenen som produkt ens og der knytter sig derfor mange af de samme fordele og ulemper til nye som genbrugte mursten.

*Alternativer:*

Ubrændte lersten:

- [greenspec.co.uk/building-design/unfired-clay-bricks/](https://greenspec.co.uk/building-design/unfired-clay-bricks/)
- [greenspec.co.uk/building-design/unfired-clay-and-structure/](https://greenspec.co.uk/building-design/unfired-clay-and-structure/)

(Teksten er fra det engelske: the Brick Development Association – brick.org.uk)

*Videnspersoner vedr. lersten:*

- Lars Jørgensen, Egen Vinding & Datter ([egenvinding.dk/project/detaandbarehus/](https://egenvinding.dk/project/detaandbarehus/)) og Det Åndbare Hus ([detaandbarehus.dk/](https://detaandbarehus.dk/))
- Flemming Abrahamsen, Fornyet Energi ([fornyetenergi.dk](https://fornyetenergi.dk))
- Steen Østergård, Vindrosen ([vindrosen.dk](https://vindrosen.dk)) i Sorø

## Mørtel (til murstenene)

I dag bruges mest blandingsmørtler, som indeholder cement, fordi de er meget stærke. Tidligere brugte man kalkmørtler. I dag anvendes ren vådkalkmørtel mest til reparation og vedligeholdelse af ældre muret byggeri og historiske bygværker.

På byggepladsen skal der ifølge normerne altid tilsættes cement eller hydraulisk kalk, hvis kalkmørtlen skal bruges til bærende murværk. Det har haft betydning for andre anvendelser af kalkmørtel, så der tilsættes cement, også hvor det ikke er nødvendigt. Derfor bør ren kalkmørtel ('vådmørtel') af god kvalitet i fremtiden bruges i skalmure og i indvendige arbejder, hvor der stilles moderate krav til styrken.

Kvaliteterne ved kalkmørtlerne er følgende:

### Arbejdsæssigt:

De hærder ikke under opbevaring, murværket bliver mere ensartet, revnedannelser kan presses sammen, og nedbrydning/ændringer kræver ikke slaghammer. En ulempe er, at kalkmørtel ikke egner sig til arbejder i de koldeste vintermåneder (under 5 °C).

### Det færdige murværk:

Små bevægelser i bygningen fra sætninger eller varmepåvirkninger optages i fugerne, uden at murstenene revner. Herved reduceres eller elimineres behovet for dilatationsfuger på lange murflader.

Eventuelle reparationsarbejder lettes, fordi man ikke behøver at udskifte stenene. Mørtlen er garanteret diffusionsåben, dvs. at materialet kan 'ånde'. Materialet afgiver vand hurtigere end cementholdige mørtler, og

den er ikke vandopløselig. Den indeholder ikke gips eller andre salte, som afsættes på murfladen (saltaftægninger på ydre murværk). Mindre revner vil lukkes på grund af selvheling. Århundreders erfaringer har vist, at mørtlen er holdbar – takket være den vandafvisende effekt.



Foto: Bygningsbevaring.dk

### Miljømæssige fordele:

Genbrug af mursten lettes, da kalkmørtel er nemmere at rense af end cementmørtel. Øget brug af ren kalkmørtel kan reducere brugen af cement og dermed CO<sub>2</sub>-udslip.

### Kilder:

- Tidsskriftet TEGL, 2013 af Anders Nielsen
- [dr.dk/tips-fra-dr/tips-og-raad/Friland/saadan-murer-du-med-kalkmoertel.htm](http://dr.dk/tips-fra-dr/tips-og-raad/Friland/saadan-murer-du-med-kalkmoertel.htm)
- [kalk.dk](http://kalk.dk)
- [svendborgkulekalk.dk/files/svendborg\\_kulekalk\\_ask\\_askholm.pdf](http://svendborgkulekalk.dk/files/svendborg_kulekalk_ask_askholm.pdf)

### Ved fugeskader læs:

- [bolius.dk/reparation-af-moertelfuger-i-murede-facader-17374/](http://bolius.dk/reparation-af-moertelfuger-i-murede-facader-17374/)

Værdi	Kalkmørtelens kvaliteter
↑	Kalkmørtel tillader fugt og damp at slippe ud af murværket, hvilket giver en sundere mur og et bedre indendørs klima.
↑	Mørtlen kan, modsat cementmørtel, skilles fra murstenen og derved tillade murstenen at blive genbrugt
↑	Produktionen af kalkmørtel udleder op til 30 % mindre CO <sub>2</sub> end cementmørtel
↑	Kalkmørtel er mere elastisk end cementmørtel, og murstenene er derfor mindre tilbøjelige til at knække, og der er mindre brug for dilatationsfuger
↑	Kemi – kalkmørtel/funktionsmørtel indeholder ikke andet end kalk og sand og er fri for skadelige tilsætningsstoffer
↓	Den er mindre stærk end cementmørtel og kan derfor fravælges, hvor belastningen er meget stor (spørg producent)



## Stålkonstruktion

Stål er jern, hvor der er tilført kulstof. Jern er det fjerde mest hyppige materiale i jordens overflade. 51 % af alt stål benyttes i bygeindustrien. 6,5 % af jordens samlede CO<sub>2</sub>-emissioner kommer fra jern- og stålproduktion (IEA 2010).



Foto: SBI

### Fordele:

- Jern og stål er de mest genbrugte materialer i verden og iblandt de nemmeste at genbruge, da man magnetisk kan separere de sammensmeltede materialer. De kan derfor opgraderes til højere kvalitet end det materiale, de genbruges fra. En stålbygning er derfor en materialebank og ikke bare en endestation for stålet.
- En stålkonstruktion kan samles, så den nemt kan skilles ad igen. Dette kan gøres endnu nemmere ved, at samlingerne er boltede og ikke svejsede. Brug standardbolte, størrelser og hulafstande.
- Læs mere her [www.steelconstruction.info/Sustainability](http://www.steelconstruction.info/Sustainability)

### Ulemper:

- Der bruges meget energi på at producere jern og stål. Derfor skal fremtidig genbrug indtænkes i produktionen nu, da det giver bygningen en værdi som materialebank. Bemærk dog, at kun stål, som er pro-

duceret efter 2014, og har en EN1090-1-certificering, må bruges i konstruktioner til bolig. Dette kan være et svært krav at opfylde for ældre stålkonstruktioner, som derfor skal smeltes og svejses om. Tal med din rådgiver for at finde ud af, hvad der kan lade sig gøre.

- Der bruges meget energi på at smelte jern/stål om til nye produkter.
- Stålkonstruktioner skal typisk beskyttes mod brand i 30-60 min. Graden afhænger af, om bygningen er i én eller flere etager, og om der er brandventilation m.m. Dette kan ske ved brandmaling eller beklædning af f.eks. gips el. lign.

### Pris:

Typisk er det en dyr konstruktionsform. Men det afhænger af bygningstypen, da f.eks. store kostalde i stål er ret billige pr. m<sup>2</sup>.

### Bæredygtighed:

Stål lægger sig lidt på den forkerte side af gennemsnittet, når det kommer til en samlet bæredygtighedsvurdering, da det kræver meget energi at producere. Til gengæld bruges der typisk ikke så meget stål i forhold til den samlede konstruktion, og det kan genbruges. Men det afhænger igen meget af den enkelte løsning.

### Kilder:

- [greenspec.co.uk/building-design/steel-products-and-environmental-impact/](http://greenspec.co.uk/building-design/steel-products-and-environmental-impact/)
- [www.steelconstruction.info/Sustainability](http://www.steelconstruction.info/Sustainability)
- [steelinfo.dk/dsi.php](http://steelinfo.dk/dsi.php)

Værdi	Stålkonstruktionens kvaliteter
↑	Kan genbruges og er typisk (90 %) produceret af genbrugt jern
↑	Kan etableres (monteres) hurtigt
↑	Reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Produktionen er energikrævende, dog mindre end beton
↓	Skal beskyttes imod brand

## Ståldæk

Ståldæk er typisk trapez-plader, som bæres af et bjælkelag. Det hele er i stål. Nogle gange er selve dækpladen i beton, da den er mere brandsikker og lyddæmpende. Tit støbes der afslutningsvist beton oven på trapez-pladen. Kombinationerne er mange. Løsningerne kan bruges i alle skalaer.



Foto: CompositeProfiles

### Fordele:

- Ståldæk (med eller uden beton) er typisk stærkere og derfor mindre og lettere og i stand til at spænde langt i forhold til konstruktionshøjden. I kombination med beton er ståldækket en af de bedste løsninger til vådrumsdæk med fliser, da den både er stabil og rimelig vandresistent.

### Ulemper:

- De skal brandsikres, men det sker normalt alligevel, når der etableres loft på undersiden af etagedækket. Men inden for den enkelte boligenhed er brandadskillelse ikke et krav. Derfor kan der i de fleste tilfælde lige så godt bruges et trædæk, som også er billigere og mere bæredygtigt.

### Pris:

Omtrent som betondæk. Afhænger dog meget af opgaven, specielt ved reovering.

### Bæredygtighed:

Løsningerne med beton er betydeligt mindre bæredygtige pga. det høje energibehov i produktionen og de ringe muligheder for genanvendelse. Stålet bruger mindre energi under produktionen, og det kan omsmeltes til senere genanvendelse. Så i sig selv er stål ikke en dårlig løsning til bæredygtighed. Men en trækonstruktion er typisk billigere og mere miljøvenlig. Typisk er træ også nemmere at arbejde i.

### Kilder:

- [greenspec.co.uk/building-design/metals/](https://greenspec.co.uk/building-design/metals/)
- [knaufdanogips.dk/Gipsbyggesystemer/Etaged%C3%A6k/MK-godkendte-etaged%C3%A6k.aspx](https://knaufdanogips.dk/Gipsbyggesystemer/Etaged%C3%A6k/MK-godkendte-etaged%C3%A6k.aspx)
- Læs også under Stålkonstruktion

Værdi	Ståldækkets kvaliteter
↑	Kan genanvendes og er typisk produceret af genbrugt jern
↑	Kan etableres (monteres) hurtigt
↑	Reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Produktionen er energikrævende, dog mindre end beton
↓	Skal beskyttes imod brand

## Let stålprofil

Let stålprofil rigel (regle), der monteres lodret i stil med traditionelle gipsvægge, kan være en nem og billig måde at reducere forbruget af tegl, mørtel og beton, som kræver større energi til produktion og er svære at bortskaffe. Derfor er en konstruktion med stålrigler mere bæredygtig end tegl, mørtel og beton. Metoden er i sin enkelthed ikke anderledes end opbygningen af et træskelet (rigler og lægter), hvilket i sidste ende er den mest bæredygtige løsning.



Foto: Valby Kino - SonnichsenArkitektur

### Fordele:

- Det er billigt og præcist, da stålprofiler ikke vrider sig ligesom naturtræ (limtræ vrider sig ikke), og så er det hurtigt at opføre.
- Den rådner ikke (men rustner).

### Ulemper:

- Konstruktionen kan demonteres, men materialet kan ikke genbruges direkte, da reglerne let vrides skæve. De skal derfor typisk smeltes om til nye jernprodukter, hvilket er energikrævende.
- Der bruges mere energi på produktionen end f.eks. trærigler.
- Tåler ikke fugt (rust).

### Pris:

Denne vægtype er i den billige ende.

### Bæredygtighed:

I sammenligning med en tilsvarende trækonstruktion er der mere forarbejdning af stålprofilerne, som både belastet miljøet under produktion og bruger mere energi. Det samme gælder ved en eventuel genbrug af stålet. Men de er lette at arbejde med, resultatet bliver lige og pænt, og de er billigere, hvilket samlet set gør, at de er en foretrukket løsning blandt mange entreprenører.

### Kilder:

- [knaufdanogips.dk/Gipsbyggesystemer/Etaged%C3%A6k/MK-godkendte-etaged%C3%A6k.aspx](https://knaufdanogips.dk/Gipsbyggesystemer/Etaged%C3%A6k/MK-godkendte-etaged%C3%A6k.aspx)

## Tagkonstruktioner

De forskellige tilgængelige materialer på markedet har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et materiale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

Limtræ og CLT (Cross Laminated Timber): Se mere i afsnit 'Konstruktioner – CLT'

Almindelig spærkonstruktion i træ er Danmarks foretrukne tagkonstruktion og med god grund. Læs nedenstående.



Foto: Byggeplads.dk

### Fordele:

- Det er en hurtig og billig løsning, som er meget afprøvet.

### Ulemper:

- Konstruktionen forudsætter, at man som minimum kan bygge en trekant, for at geometrien er stabil. Typisk sadeltage. Derfor kan der ikke bygges flade tage med spær. Dertil skal der bruges bjælker, som primært udføres i limtræ. Spærerne er typisk præfabrikerede, hvilket gør dem både præcise og forkorter byggetiden.

### Pris:

Typisk den billigste løsning til tagkonstruktioner, da der bruges få materialer i tyndere dimensioner pga. den stabilitet, som større konstruktionshøjde giver.

### Bæredygtighed:

Materialet er ikke imprægneret og er typisk almindeligt konstruktionstræ. Det kan ikke blive meget mere bæredygtigt – blot træleverancen er FSC-certificeret.

Værdi	Almindelige spærkonstruktioners kvaliteter
↑	Træet er en fornybar ressource
↑	Billigt materiale
↑	Hurtigt at bygge
↑	Begrænset energiforbrug og fungerer som CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid.
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Kan brændes – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Kvaliteten ved genanvendelse som konstruktionstræ kan ikke garanteres (mindre problem)



# OVERFLADER / BELÆGNINGER

---

Denne kategori indeholder følgende:

## Ydervægsbeklædning (ude):

- Træbeklædning
- Skifer
- Glas
- Skærmtegl

## Tagbelægninger (ude):

- Teglsten (inkl. fals- og betontagsten)
- Skiffer (se beskrivelse under ydervægge)
- Stålbladetag
- Tagpap
- Glastag (hærdet)

## Gulvoverflader (inde):

- Naturtræ
- Bambus
- Fliser
- Stampet ler

## Indervægsbeklædninger (inde):

- Brædder (træ)
- Limfrie finerplader
- Lerplader
- Lerpuds

## Loftsbeklædninger (inde):

- Træspån i beton (Troldekt)

## Ydervægsbeklædninger

- Træbeklædning
- Skifer
- Glas
- Skærmtegl

De forskellige tilgængelige materialer på markedet har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et materiale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

### Træbeklædning

Træbeklædning er især i Sverige en meget traditionel facadebeklædning. Det er en af de blødere og varmere overflader i forhold til beton, tegl og puds. Der findes imprægnerede træprodukter, som holder forholdsvis lang tid (over 30 år).



Foto: Mac-interactive Architects

#### Fordele:

- Det er en let tilgængelig ressource, som typisk kommer fra Danmark eller vores nabolande. Imens træet gror, absorberer det store mængder CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, som derefter lagres i træet. Ved et certificeret skovbrug bliver der plantet lige så meget træ, som der fældes, hvilket er med til at bevare naturens absorption af CO<sub>2</sub> og generelt rense luften. Træ er et varmt og stofligt materiale. Som vist på billedet kan man vælge en forkullet overflade på træbeklædningen, der er mere resistent end ubrændt træ. Bemærk dog, at det kun er overfladen og ikke hele træet, som er forkullet.

#### Ulemper:

- Træ, som ikke er behandlet eller imprægneret, holder typisk kun 10-20 år i det danske klima. Dette kan dog variere meget, efter hvordan træet er indbygget (beskyttet) i facaden. Årsagen er, at det danske klima både er forholdsvis fugtigt, og at vi har mange dage om foråret og efteråret, hvor temperaturen om dagen ligger lige over frysepunktet og om natten lige under. Dette giver frostsprængninger. Det sker i højere grad i Danmark end i vores nabolande. Derfor er træ ikke nødvendigvis den foretrukne overflade på bygningsdele, som er meget udsatte for regn og sol, og især ikke hvis bygningen står i et kystnært, vindblæst miljø.



Foto: Will Bruder Architects

#### Alternativer:

På ovennævnte udsatte bygningsdele kan du i stedet benytte skiffer, hærdede glasplader eller beklædnings-tegl.

#### Pris:

Det miljøvenligt imprægnerede træ er noget dyrere end ubehandlet træ. Men over en tidshorisont på 30 år vil det sandsynligvis være den billigste løsning. Det er også muligt, at det er en billigere løsning på lang sigt end ovenstående alternativer. Men det afhænger meget af byggedetaljen.

#### Bæredygtighed:

Træet skal helst være PEFC-, FSC- eller EUTR-certificeret og ikke være imprægneret med store mængder giftige kemikalier. Der findes dansk produceret træ (brædder m.m.), som er meget skånsomme over for miljøet både i forarbejdning og anvendelse. Disse betegnes ofte som bæredygtige imprægneringer. Hvis

du har valgt et af disse produkter, vil den efterfølgende bortskaffelse af træet ikke være til skade for miljøet. Bemærk dog, at der også findes træbeskyttelser, som indeholder forholdsvis store mængder kemi, hvilket ikke er en bæredygtig løsning, da de belaster miljøet både ved kemiproduktionen, i drift og ved bortskaffelse. Ydermere holder de ikke særlig længe og skal derfor udskiftes tit, hvilket fordobler forureningsniveauet. Vælg derfor nøje, hvilket træprodukt og malingsprodukt du benytter.

Kilde:

- [TRÆinfo.dk](http://TRÆinfo.dk)

Værdi	Træets kvaliteter
↑	Træet er en fornybar ressource
↑	Billigt materiale (afhænger af specifikt produktvalg)
↑	Hurtigt at bygge
↑	Begrænset energiforbrug og fungerer som CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid.
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Kan brændes – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↓	Kan ikke etableres helt ned til jorden. Mindst 30 cm over terræn
↓	Skal typisk vedligeholdes med 5-10 års mellemrum. Afhænger meget af produkttypen

## Skiffer

Skiffer har været et anvendt produkt til facadeklædning og tagbelægning igennem århundreder. Det kræver ikke en varmebehandling under produktionen, hvilket gør det mere miljøvenligt. Dog skal det hentes op fra et stenbrud, skæres til og efterfølgende flækkes i hånden, som også kræver ressourcer – men ikke så mange som f.eks. brændt tegl.



Foto: Kongebro-skiffer

### Fordele:

- Den typiske anvendelse af skiffer er ved en mekanisk montering, hvilket vil sige, at den skrues eller klemmes fast. Der bruges derfor ikke mørtel eller anden lim. Derfor kan skifferen demonteres efter brug og genbruges. Skiffer er oprindeligt sammenpresset ler (+100 mio. år gammelt), men i den form, vi bruger det, er det ikke biologisk nedbrydeligt.

### Ulemper:

- Skiffer er en udtømmelig ressource, som skal brydes ud af jorden. Typisk skal den transporteres fra vores nabolande eller fra Sydeuropa, hvilket udleder CO<sub>2</sub>. Når en skifferplade er beskadiget og kasseres, kan den knuses og genanvendes som fyldstof, men ikke komposteres eller smeltes om.

### Pris:

Typisk er det ikke det billigste materiale, men pris i forhold til holdbarhed er ret god. Skiffer er ikke dyrere, end at mange boligforeninger vælger at benytte det som facadebeklædning på renoveringer, fordi det er det mest rentable.

### Bæredygtighed:

Skiffer har typisk en lang transporttid, og der graves store huller i landskabet. Begge dele trækker ned i regnskabet. Men der bruges ikke energi til at smelte produkter. Stenen skæres først i blokke, og derefter flækkes den manuelt og pakkes i kasser. Den holder meget længe. Samlet set er skiffer altså et godt, bæredygtigt produkt.

### Kilder:

- [greenbooklive.com/index.jsp](http://greenbooklive.com/index.jsp)
- [kongebro.com/dk/naturskiffer-paa-facaden.aspx](http://kongebro.com/dk/naturskiffer-paa-facaden.aspx)

Værdi	Skiffers kvaliteter
↑	Det holder i +100 år uden vedligehold
↑	Hurtigt at montere
↑	Begrænset energiforbrug ved produktion
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Kan genanvendes – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↑	Kan monteres alle steder. Tåler fugt
↑	Prisen for materialet behøver ikke være mere end 350-400 kr. /m <sup>2</sup> + moms. Dertil kommer montageprisen, men den er heldigvis ret lille. Så pris i forhold til holdbarhed er meget god.
↓	Lang transporttid til Danmark koster energi og penge
↓	Udvidningen laver store huller i landskabet (f.eks. i Spanien)



## Glas

Glas bruges i mange former. Det kan være en gennemsigtig klimaskærm i vinduer, det kan koges op og skummes til et isoleringsmateriale, og det kan bruges alene som overfladebeklædning.



Foto: Mini-CO<sub>2</sub>-husene

### Fordele:

- Det er en let tilgængelig ressource. Det er hårdt og derfor godt som tynde plader på ned til 3-4 mm. Der er ikke mange alternativer til glas. Plexiglas er en mulighed, men det ridses meget nemmere.

### Ulemper:

- Det er relativt dyrt pga. den mere krævende produktionsform. Det kan splintres ved spidsbelastninger. Der bruges meget varme til produktionen, hvilket belaster miljøet. Heldigvis bruges der ikke store mængder glas til et almindeligt byggeri.

### Pris:

Forholdsvis dyrt i forhold til andre pladematerialer. Men det er jo også gennemsigtigt. Montagen kan dog være forholdsvis billig, hvilket kan opveje materialeprisen.

### Bæredygtighed:

Selvom det holder længe, er glas ikke et bæredygtigt produkt set med CO<sub>2</sub>-briller, da der bruges forholdsvis meget energi på produktionen. Men det trækker op, at det både holder længe, ikke kræver vedligehold, og at det kan genbruges direkte eller smeltes om.

Værdi	Glassets kvaliteter
↑	Det holder i +100 år uden vedligehold
↑	Hurtigt at montere ved bøjlesystem (afhængig af system)
↑	Kan genbruges direkte eller omsmeltes – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↑	Kan monteres alle steder. Tåler fugt
↓	Højt energiforbrug ved produktion
↓	Prisen er lidt høj

## Skærmtegl/beklædningstegl

Skærmtegl/beklædningstegl er en tynd tegl monteret på facader i et skinnesystem. Den er blevet mere brugt i de senere år pga. flere tydelige fordele i forhold til den traditionelle teglvæg. Beklædningstegl kan også bruges på tage, men er ikke så tæt, så den skal have en indvendig, vandafvisende beklædning (f.eks. tagpap). Der er forskelle på ovennævnte tegltyper, men i denne forklaring samles disse i en generel beskrivelse. Vægten er ca. 50-60 kg pr. m<sup>2</sup>.



Foto: Sorø Kunstmuseum af Lundgaard & Trandberg

### Fordele:

- Det har holdbarhed som en teglvæg, men da det ikke er mørtlet sammen, men klipset på bagvedliggende lægter, kan det både monteres hurtigere og demonteres hurtigt og genbruges. Konstruktionen er lettere og kan derfor bruges på steder og i omfang, som ikke er muligt med traditionelle tegl. Konstruktionen er også smallere og tillader derfor en større mængde isolering på samme konstruktionsdybde. Alternativt kan du få et større nettoareal, hvis isoleringsmængden er uforandret, når du vælger skærmtegl i stedet for en traditionel teglmur.
- En fordel i forhold til lettere facadebeklædninger er, at teglklinker har en større lyd-dæmpningsevne. Jo tungere og mere porøst materialet er, jo mere absorbering.
- Til sidst skal den æstetiske kvalitet af materialet

fremhæves, da det både læner sig op ad traditionel danske byggeskik og er et stofligt materiale med varme og tyngde, som udmærket kan bruges i moderne byggerier.

### Ulemper:

- Teglklinker er tyndere og løsere monteret end traditionel teglsten (mursten), som indstøbes i mørtel og derved beskyttes mod mekaniske påvirkninger (slag og stød). Den er derfor ikke så anvendelig på meget udsatte steder med hårdere aktivitet. Overfladen må betragtes som en af de mere skrøbelige over for slag og stød, men dog ikke vejrlige påvirkninger. Med den danske ler kan det være svært at opnå den nødvendige tolerance (præcision). Skifferler fra f.eks. Tyskland er bedre.

### Alternativer:

På steder med meget aktivitet kan der med fordel bruges en mere robust beklædning som f.eks. almindelig mursten eller en robust træbeklædning.

### Pris:

Teglen med skinnesystem koster omkring 600-1.000 kr./m<sup>2</sup> + moms.

### Bæredygtighed:

Materialet tegl er i sig selv ikke direkte genanvendeligt, men kan i nogle tilfælde genanvendes som ikke bærende materiale (læs afsnittet Genbrugte teglsten). Det forudsætter bl.a. et større energiforbrug end f.eks. brædebeklædning. Det er til gengæld meget holdbart. Produktet placerer sig derfor et sted i midten af skalaen for bæredygtighed.

### Kilde:

- BYG DTU, Wienerberger, Iverson, C2elements og Petersen Tegl

Værdi	Skærmteglens kvaliteter
↑	Det holder i +100 år uden vedligehold
↑	Hurtigt at montere ved bøjlesystem (afhængig af system)
↓	Kan ikke genbruges, men genanvendes som forarbejdet eller ringere produkt
↓	Højt energiforbrug ved produktion
↓	Prisen er lidt høj

## Tagbelægninger

- Teglsten (inkl. fals- og betontagsten)
- Skiffer (se beskrivelse under Ydervægge)
- Stålpladetag (Beskrivelse følger i næste version)
- Tagpap
- Glastag (Se under "glas som facadebeklædning")

Der findes mange forskellige tagbelægninger, som tjener hvert deres formål, og som passer til forskellige bygningstyper. Derfor kan det være svært at sammenligne dem direkte. I denne tekst vil der være fokus på bæredygtige materialer, som lægger vægt på holdbarhed/vedligehold, pris og miljøbelastning.

Produkternes forskellige kvaliteter gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et materiale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden, materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

### Teglsten

Teglsten (inkl. fals- og betontagsten) er nok det mest udbredte tagmateriale i Danmark og med god grund. Tegltage er meget afprøvede og holdbare. De er dog ikke altid arkitektens favoritvalg, da de forudsætter en skrå tagflade. Da tagfladen samtidig ikke fremstår så enkel og modernistisk, er den i de sidste 50 år ofte blevet fravalgt til fordel for den mindre holdbare tagpap.

#### Fordele:

- Tegltage holder meget længe, hvilket er økonomisk sundt og samtidig en bæredygtig kvalitet.
- De er nemme at reparere, fordi de består af enkeltelementer, som rimelig nemt kan udskiftes enkeltvis.
- Et hus med tegltag fremstår solidt og i god kvalitet,

hvilket påvirker prisen positivt.

#### Ulemper:

- Løsningen forudsætter løbende vedligehold, da der kan gro mos mellem tagstenene, og de med tiden kan knække og derfor skal udskiftes.
- Tegltage er i kategorien tunge tage, som derfor forudsætter en stærk tagkonstruktion, som er dyrere at opføre end et let tagpaptag.
- Forudsætter en taghældning på mindst 15-20 ° afhængig af produkttypen.

#### Pris:

Prisen kan variere, men ligger typisk fra 'rimelig' til 'dyr'. Dog er betontagsten mere i den 'rimelige' ende. Til alle disse materialer forudsættes udgiften til en tagkonstruktion, der kan bære den tunge belægning, og at der skal etableres undertag, hvilket er med til at holde en rimelig høj pris på den samlede løsning.

#### Alternativer:

Hvis man vil bevare den lange holdbarhed, kan der etableres et glastag, som både er hurtigere at etablere, lettere og derfor ikke kræver en lige så stærk tagkonstruktion. Prisen er endnu uafprøvet i stort omfang, men den er samlet set lavere end et tegltag. Bemærk dog, at glasset og monteringsmetoden kan have stor betydning for løsningens pris og holdbarhed.

#### Bæredygtighed:

Den lange holdbarhed trækker op, men det trækker ned, at der bruges meget energi på at producere de brændte tegl. Det trækker også ned, at der skal bruges kræfter på vedligehold, og at en forsømmelse af dette vil medføre store omkostninger. Så samlet set er tagsten ikke en særlig bæredygtig løsning.

Læs evt. mere om tagvalg på [bolius.dk/tagbelaegningers-fordele-og-ulemper-17733/](https://bolius.dk/tagbelaegningers-fordele-og-ulemper-17733/)

Værdi	Skærmteglens kvaliteter
↑	Det holder i +100 år uden vedligehold
↑	Hurtigt at montere ved bøjlesystem (afhængig af system)
↑ ↓	Kan ikke genbruges, hvis de er ødelagte, da materialet ikke kan forarbejdes. Men de kan genanvendes, hvis de er i god stand
↓	Højt energiforbrug ved produktion
↓	Prisen er lidt høj

## Tagpap

Tagpap er et af de mest udbredte tagbelægninger og den eneste, der bruges til flade tage. Dette materiale har i sammenligning med f.eks. tagsten gennemgået en stor udvikling, siden det først kom på markedet. I dag har det intet med pap at gøre, men er nærmere en gummifiberduk. Der er heller ikke meget tjære tilbage i produktet.

Kvaliteten og holdbarheden er også steget markant. Hvor tagpaptage tidligere smeltede i sommervarmen og knækkede i frosten, er de i dag både meget tætte og holder i mange årtier.

Det nyeste i udviklingen er, at en producent har lavet en version, som udelukkende er produceret af ikke-fossile olier eller bitumen. Det produkt er [Cradle2Cradle-certificeret](#). Et produkt kan fås med hvid overflade, som reflekterer solens stråler og derved reducerer opvarmningen af taget og luften om sommeren. Der er flere producenter, som forsøger sig, så se dig omkring, inden du vælger din løsning.

### Fordele:

- Det er en billig og hurtig løsning.
- Det er meget tæt og kan derfor lægges på flade tage som det eneste tagprodukt. Det giver derfor en formæssig frihed, som mange arkitekter har sat pris på gennem årene.
- Det er et let produkt og forudsætter derfor ikke en stærk tagkonstruktion.
- Det kan genanvendes ved omsmelting til ny tagpap. Der tilføres dog nye råstoffer i produktionen af det nye materiale.

### Ulemper:

- I sammenligning med de hårdere og tungere tagtyp-

er som f.eks. tegl eller skiffer holder tagpap ikke helt så længe. Men nyere produkter har i sammenligning med tidligere produkter, som blot er 20 år gamle, fået en noget længere levetid.

- Selvom der i dag findes tagpapmaterialer, som ikke indeholder fossile olier, er det stadig et kemisk produkt, som belaster miljøet. Der er dog forskel på miljøbelastningen mellem de forskellige producenter.

### Pris:

Tagpap ligger i den billige ende, da det både er et billigt materiale, hurtigt at etablere og kun forudsætter en let tagkonstruktion med et fast underlag.

### Alternativer:

Der er ikke alternativer til tagpap, når du bygger et fladt tag. Men hvis tagkonstruktionen har lidt hældning, kan du i stedet lægge et skiffertag, som er et naturprodukt, der ikke bruger store mængder energi til produktion, og som samtidig ikke belaster miljøet ved deponi, da det blot er en natursten (lerart).

### Bæredygtighed:

Der er stor forskel på de forskellige producenter og deres produkter. Det gør det svært at sige noget retvisende om produkterne som helhed. Fælles for produkterne er, at de er i den billige ende af produktskalaen, og at de typisk kan genbruges.

Holdbarheden er ikke særlig lang, og de indeholder kemi, som ellers kan undgås, hvis man har lidt taghældning og derved kan lægge f.eks. et skiffertag. De bedste af produkterne kan dog betegnes som bæredygtige, da de ikke er produceret af fossile olier. Enkelte er desuden Cradle2Cradle-certificerede. Hvor tagpap ligger på skalaen af bæredygtighed, må derfor afgøres ud fra det specifikke produkt.

Værdi	Tagpappets kvaliteter
↑	Det er det eneste produkt, som kan lægges på et fladt tag
↑	Hurtigt at etablere og forudsætter kun en let tagkonstruktion
↑	Kan genbruges 100 % (i nogle tilfælde)
↓	Middel holdbarhed
↓	Tagpap er kemisk fremstillede plastprodukter og kan ikke naturligt forgå, men skal enten genbruges eller destrueres



## Gulvoverflader

- Naturtræ
- Bambusstave
- Fliser
- Stampede lergulve

De forskellige tilgængelige materialer på markedet har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et materiale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden, materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

*Øvrige materialer, som kan overvejes:*

Gummigulve – Indeholder ikke klorforbindelser (reduceret afgasning ved brand) ergonomiske, rengøringsvenlige – egner sig godt til køkkener (kan ikke klassificeres til vådrum pga. revner ved bukning op ad væggen.

Desværre er vinyl ikke godt, da det indeholder klorforbindelser, men det er godt til at bukke op ad væggen og derfor godkendt til vådrum.)

### Naturtræ

Naturtræ i form af plankegulv (gulvbrædder) på strøer er det mest naturlige valg i mange sammenhænge, da det kun består af naturmaterialer og er en velkendt løsning. Løsningen egner sig især i opholdsrum som stuer og værelser.

*Fordele:*

- Naturtræ er behageligt at gå på – både fordi det har en let fjedrende effekt, og fordi træ har en mindre varmeledningsevne. Derfor føles overfladetemperaturen mere behagelige end f.eks. fliser. Mange trægulve tåler gulvvarme, men få det altid bekræftet af leverandøren.

*Ulemper:*

- Naturtræ er ikke velegnet i vådrum (badeværelse og bryggers), og det akkumulerer ikke varme i løbet af dagen på samme måde som et tungt flisegulv.

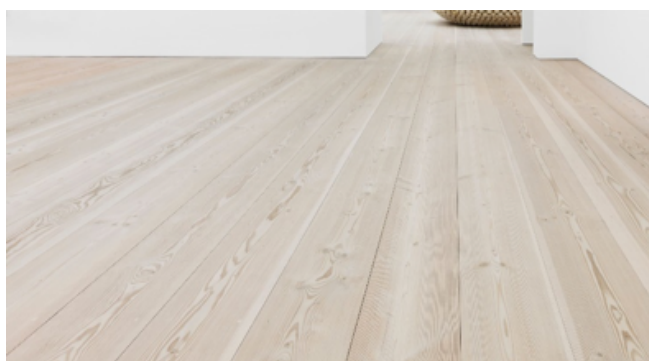


Foto: Dinesen gulv, Gulvabc

*Pris:*

Lidt over middel.

*Bæredygtighed:*

Da løsningen langt overvejende består af upræparerede naturmaterialer, belaster den ikke miljøet så meget som plastiske eller brændte materialer.

Værdi	Plankegulvets kvaliteter
↑	Det er helt igennem et naturmateriale, ingen kemi
↑	Grundet overfladens mindre varmeledningsevne føles det mere behageligt at gå på
↑	Kan genbruges 100 % eller komposteres
↑	God holdbarhed
↓	Det er typisk lidt dyrere end de billigste parketgulve
↓	Det er ikke egnet til vådrum

## Bambusstave

Bambusstave som parketgulv er et eksempel på et bæredygtigt parketgulv, da bambussen gror meget hurtigt og derved hurtig optager store mængder CO<sub>2</sub>. Bambus frigiver også 35 % mere ilt end almindelige træer, mens det gror.



Foto: Holst og Wibroe

### Fordele:

- Bambusgulvet er mere end dobbelt så hårdt som fyr, eg og bøg og derfor meget slidstærkt. Bambusgulve fås både som plank, parket, til svømmende lægning og på strøer, og de tåler gulvvarme.

### Ulemper:

- Bambussen skal typisk transporteres fra Østen, hvilket trækker ned på miljøregnskabet. Nogle af bambusløsningerne på markedet indeholder en underside i krydsfiner, hvilket indeholder lim. Det kan undgås.

### Pris:

Prisen ligger på niveau med almindelige trægulve pr. m<sup>2</sup>, så i forhold til holdbarhed kan det være billigere i længden.

### Bæredygtighed:

Bambus har de store fordele, at det vokser hurtigt, optager meget CO<sub>2</sub>, frigiver meget ilt og i sidste ende holder længe. Det er stærke fordele. Det indeholder dog lim med formaldehyd, men det er i små mængder. Ligeledes skal det fragtes fra Asien (mest Kina), hvilket belaster miljøet. Vær opmærksom på, at den største afdampning kommer fra overfladebehandlingen i form af olie eller lak. Læs mere om disse under afsnittet om overfladebehandlinger.

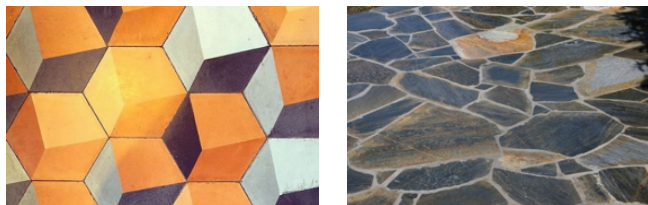
### Andre parketgulve:

Et almindeligt parketgulv indeholder typisk større mængder lim og har et tyndere slidlag. Det gør, at gulvet ikke holder så længe som et plankegulv.

Værdi	Bambusgulvets kvaliteter
↑	Det er helt igennem et naturmateriale, ingen kemi
↑	Grundet overfladens mindre varmeledningsevne føles det mere behageligt at gå på
↑	Kan genbruges 100 % eller komposteres
↑	Meget god holdbarhed
↓	Det er typisk lidt dyrere end de billigste parketgulve
↓	Det er ikke egnet til vådrum

## Fliser

Fliser er som trægulve et gammelt og meget afprøvet byggemateriale. De er typisk lavet af brændt ler, men kan f.eks. til udendørs brug også være lavet af cement/beton. De kan bruges, hvor trægulvet ikke egner sig – i f.eks. vådrum eller andre steder med hård belastning. Gulv- og vægfliser er et af de overfladematerialer, som kan variere mest i udtryk.



Fotos: Brændte fliser og naturfliser (foto af naturfliser fra Abelona)

### Fordele:

- De er slidstærke og holder i mange år.
- De tåler alle forhold: inde, ude, vådt og tørt.
- De er typisk produceret af naturlige råmaterialer, hvilket som udgangspunkt ikke er unødigt miljøbelastende. Der kan dog være forskellige glaseringer, som kan variere i grad af miljøbelastning.
- De har typisk ingen afgasning til omgivelserne

### Ulemper:

- Fliser bør lægges på et støbt underlag som beton,

så de kræver et tungt terrændæk. De kan dog også lægges på krydsfiner, men den løsning kræver, at der er meget styr på detaljerne, da den er mere skrøbelig. Løsningen er hård, hvilket gør den holdbar, men det gør den også mindre behagelig at gå på.

- Der bruges noget mere energi på produktionen end til et trægulv, hvilket trækker ned på miljøregnskabet.
- De kan typisk ikke genbruges.

### Alternativer:

For et nogenlunde tilsvarende alternativ kan man bruge natursten (brudsten). Disse kan dog være lidt mere ujævne og til tider dyrere end brændte fliser både i indkøb og at få lagt.

### Bæredygtighed:

Da fliser typisk kræver et støbt terrændæk, og da et betongulv typisk ikke hører til det mest bæredygtige materiale, trækker det samlet set ned i CO<sub>2</sub>-regnskabet. Til gengæld skulle løsningen gerne holde i mere end 100 år. Så hvis det opfyldes, kan der argumenteres for, at belastningen spredes over rigtig mange år. De kan desværre ikke genbruges. Til gengæld er de typisk produceret af forholdsvis naturlige råstoffer, og der er heller ingen afgasning af skadelige stoffer i boligen. Der findes producenter af fliser og klinker, som er Cradle2Cradle-certificerede.

Værdi	Flisegulvets kvaliteter
↑	Typisk produceret af naturlige råmaterialer
↑	Egnet til vådrum
↑	Meget god holdbarhed
↓	Kan ikke genbruges
↓	Prisen er i den høje ende

## Stampede lergulve

Stampede lergulve er, som navnet beskriver, udført i ler.

### Anvendelse:

Stampede lergulve kan i visse tilfælde bruges i stedet for betongulve. De er ikke specielt trykstærke, men med det rette underlag kan de udmærket bære de tryk, som et almindeligt parcelhusgulv udsættes for.

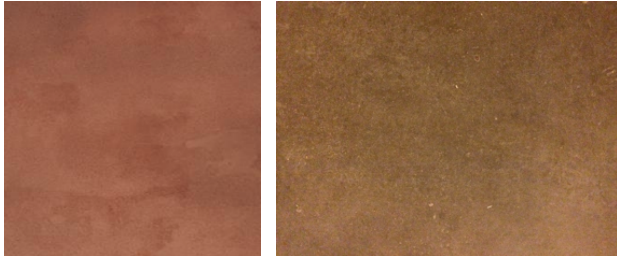


Foto: SonnichsenArkitektur

### Fordele:

- Stampede lergulve har både gode egenskaber inden for varmeakkumulering og fugtbalance, der bruges meget lidt energi til produktion, og materialet er genanvendeligt.
- De er ret nemme at reparere, da man blot stamper nyt materiale fast.
- De er 'bløde' at gå på, er meget miljøvenlige og kan genanvendes 100 %.
- Lergulve kan have mere struktur og spil i farvnuancerne end betongulve. Farverne er selv sagt lertfarvede i mørkere varme og brune nuancer. De kan endnu ikke leveres i lyse nuancer. Alternativt kan en betongulv indfarves og leveres i meget lysere nuancer end et lergulv.

### Ulemper:

- Det er ikke i sig selv en konstruktiv plade, der spænder fra fundamentkant til fundamentkant, men blot et fyldstof inden for randfundamentet.
- Det er desuden forbundet med en stemning, som hovedsagelig tilhører halmhuse og lignende byggerier. Så der kan for nogle husejere være en mental barriere.
- Der bruges ca. ½ liter linolie pr. m<sup>2</sup> ved etablering. Det kan give lugtgener. Efterfølgende skal gulvet vedligeholdes hvert 5.-10. år, hvilket vil gentage lugtgenerne. Det er dog sandsynligvis uskadeligt.

### Bæredygtighed:

Da lermaterialet er et 100 % naturprodukt, kan det ikke blive meget mere bæredygtigt. Dog kan der være lugtgener forbundet med linolien i op til et års tid efter etablering, hvilket trækker ned på den samlede oplevelse. Afgasningen af de forskellige kemiske stoffer fra linolien er dog langt under de skadelige grænseværdier og er derfor sandsynligvis uskadelig. Samlet set er lergulve et af de mest bæredygtige gulve, hvis man kan leve med lugten af linolie det første år.

### Om linolie:

Bemærk, at bare fordi det hedder linolie, behøver det ikke være uden skadelige tilsætningsstoffer. Så læs efter, og vælg de produkter, som kun har almindelige konserveringsmidler – altså ikke fungicider m.m.

[forbrugerkemi.dk/kemi-i-din-hverdag/hjemmet/gor-det-selv/malerarbejde/linoliemaling/fakta-om-linolie](http://forbrugerkemi.dk/kemi-i-din-hverdag/hjemmet/gor-det-selv/malerarbejde/linoliemaling/fakta-om-linolie)

Værdi	Lergulvets kvaliteter
↑	Typisk produceret af naturlige råmaterialer
↑	Egnet til vådrum
↑	God holdbarhed
↑	Kan genbruges
↑ ↓	Billig materialepris, men høj etableringspris
↓	Der kan være lugtgener op til et år efter etablering
↓	Det skal vedligeholdes efter 5-10 år

## Indervægsbeklædninger

- Krydsfiner og spånplader
- Gipsplader
- Fibergipsplader
- Lerplader
- Brædder
- Ubrændte lersten

De forskellige tilgængelige materialer på markedet har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et materiale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden, materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

### Krydsfiner og spånplader

Krydsfiner og spånplader er begge forarbejdet træflis/spån i forskellige størrelser, som er tilsat ca. 10 % lim (spånplade) eller mere for krydsfiner. I grove træk kan begge pladetyper kategoriseres på samme niveau af bæredygtighed. Det består hovedsagelig af træ, og den lim, de er produceret med, er ikke sundhedsskadelig eller miljøskadelig, hvis den har en CE-mærkning og er PEFC- eller FSC-godkendt. Hold dog øje med produkter fra bl.a. østen.



Foto: Norman Millar Architects

Som anvendelse er begge pladetyper begyndt at vinde indpas som indvendig overfladebeklædning, hvilket tidligere har været forbeholdt gipsplader med spartel, filt og maling. Trenden er kommet af, at arkitekter søger en overflade, som ikke er for sammensat, men i stedet kan

repareres eller kan udskiftes forholdsvis nemt. Derved minimeres materialeforbrug og miljøbelastning betydeligt.

Krydsfiner er et almindeligt materiale i tage, vægge og gulve. Typisk er det anvendt bag gipsplader, hvis en væg skal kunne tåle, at der monteres skabe, eller som den afstivning på flade tage lige under tagpappen.

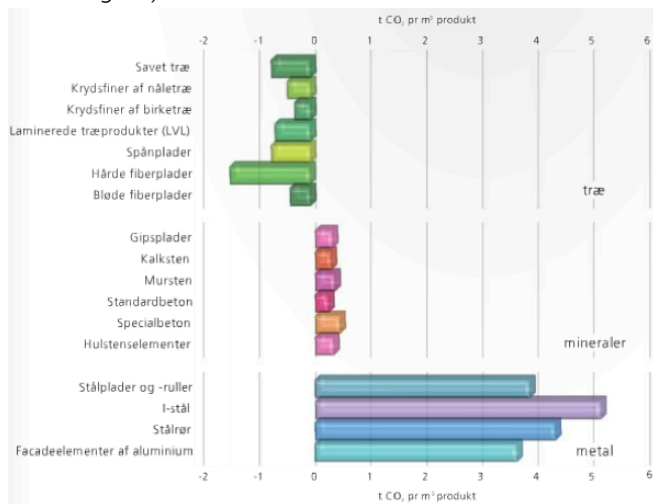
Spånplader som byggemateriale bruges mest i gulve, hvor de lægges under en gulvoverflade som vinyl eller lignende. Men det kan bruges i miljøer, hvor der er tørt (tjek med din rådgiver). Spånplader har desuden den fordel, at de er betydeligt billigere end krydsfiner og fås i større formater. Spånplader bruges især i køkkener eller andre møbelkonstruktioner.

#### Fordele:

- Krydsfiner har i mange tilfælde afløst bræddebeklædningen, da de giver en stivere overflade, er hurtigere at lægge og derfor totalt set billigere end brædder. Forholdet mellem styrke, vægt og pris gør, at krydsfiner og spånplader er de mest rentable produkter på markedet inden for disse kvaliteter.
- Spånpladen kan indeholde store dele genbrugstræ. Krydsfineren produceres af virgint (nyt) træ.
- Både spånplader og krydsfiner kan under de rette betingelser holde i over 100 år.
- Begge plader kan deponeres/komposteres og kan genanvendes til bl.a. produktion af nye spånplader – dog ikke som krydsfinerplader. Ved tilstrækkeligt høje temperaturer frigiver limen ikke andre gasser end dem, der kommer ved at brænde rent træ. Ved genbrug indgår limen i nye limbindinger.
- WBP-limet krydsfiner kan bruges i Klimaklasse 3 (vådt miljø), modsat spånplader der kun kan klare Klimaklasse 1 og 2 (tørt miljø). Husk at spørge din rådgiver.
- Træ som materiale, herunder spånplader, er det byggemateriale, hvor der ved fremstilling bruges mindst energi og sker mindst CO<sub>2</sub>-udledning i forhold til andre byggematerialer – se figuren nedenfor. Bemærk dog, at stål er meget stærkt, og at der derfor benyttes forholdsvis meget mindre mængder stål i byggeriet end der benyttes af beton og træ. Så i sidste ende er det betonen, der står for den største



samlede mængde forbrugte energi. Kilde: [concito.dk/sites/concito.dk/files/dokumenter/artikler/bygningers\\_klimapaavirkning\\_endelig\\_270214.pdf](https://concito.dk/sites/concito.dk/files/dokumenter/artikler/bygningers_klimapaavirkning_endelig_270214.pdf). Citat: (... Beton [red: er] et af de mest klimabelastende materialer i byggeri og anlæg, og der bruges rigtig meget af den. Det gør den også til en af de største materialestrømme i bygge- og anlægsaffaldet, hvor beton udgør omkring 25 % af de samlede affaldsmængder).



Kilde:

- [trae.dk/artikel/folder-trae-er-genialt/](https://trae.dk/artikel/folder-trae-er-genialt/)
- [issuu.com/traermiljoe/docs/trae-er-genialt?e=2890955/5970475](https://issuu.com/traermiljoe/docs/trae-er-genialt?e=2890955/5970475)

Ulemper:

- Krydsfiner og spånplader (dog mindre) er de mest energiforbrugende af træprodukterne, da der bruges energi på at findele og tørre træspånet. Dette er ikke tilfældet med brædder eller tømmer, som dog ikke er pladeprodukter og derfor ikke kan bruges på samme måde. Alt træ er dog pr. definition CO<sub>2</sub>-besparende, da der lagres CO<sub>2</sub> i materialet, mens det er i brug. Ligeledes er denne type CO<sub>2</sub>-neutral i forhold til klimabalancen, fordi CO<sub>2</sub>'en ikke stammer fra fossile olier og derfor ikke bidrager negativt til jordens CO<sub>2</sub>-balance.

Pris:

Umiddelbart er finer- og spånplader billige, men der er heller ikke mange alternativer. Dog kan nævnes fiberbetonplader, lerplader og gips. Disse andre pladers kvaliteter er dog noget anderledes og kan ikke direkte sammenlignes. Træpladerne er ikke så billige som gips, men til gengæld stærkere.

Bæredygtighed:

Især spånplader kan i dag produceres med store mængder genbrugstræ. Mange plader i dag produceres efter myndighedernes krav om 8 mg formaldehyd (i limen og naturligt forekommende i træet) pr. 100 g tørstof (E1), men en stor del af producenterne følger IKEAs krav om 4 mg (½ E1), som er CARP fase 2-reglerne fra Californien.

Årsagen er, at det er nemmere for leverandørerne at sælge til producenterne. På dette niveau af formaldehyd er man så langt nede, at det er svært at måle afgangningen, og det er ikke sundhedsskadeligt. Bemærk dog, at der bl.a. findes plader fra østen, som overskrider grænseværdierne til formaldehyd og derfor kun koster det halve.

Plader, der bruges i byggeri, er ikke automatisk CARB- eller Svanemærkede, men skal kun overholde kravet til E1 på 8 mg formaldehyd pr. 100 g tørstof. Det anbefales, at du vælger produkter med bl.a. CARB- eller Svanemærket.

Der findes formaldehydfrie spånplader (F0 = 0 formaldehyd), som er limet med phenollim (isocyanater – polyurethanplast). Isocyanater er meget bestandige over for miljøpåvirkninger, men er samtidig næst efter asbest den gruppe af stoffer, der er kilde til flest luftvejssygdomme. Læs mere her: [leksikon.org/art.php?n=3600](https://leksikon.org/art.php?n=3600). Dokumenterede skader ved eksponering opstår mest under produktionen og ved afbrænding (+ 200oC).

Som udgangspunkt er træpladerne begge i den gode ende af bæredygtighedsskalaen, da deres grundbestanddel er træ, og træet ikke er sundhedsskadeligt eller belastende for miljøet.

Kilder:

Certificeringer:

- [pefc.dk/bliv-certificeret/mulighederne/fordele](http://pefc.dk/bliv-certificeret/mulighederne/fordele)
- [dk.fsc.org/](http://dk.fsc.org/)
- [ecolabel.dk/da/](http://ecolabel.dk/da/)

Viden om krydsfiner og spånplader:

- [issuu.com/cinark/docs/cinark\\_trae\\_enkeltsidet\\_print](http://issuu.com/cinark/docs/cinark_trae_enkeltsidet_print)
- [www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?](http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?)
- <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2000/87-7944-252-8/html/kap04.htm>

Værdi	Krydsfinerens og spånpladens kvaliteter
↑	Består hovedsagelig af træ
↑	Krydsfiner er en stærk plade, som kan bruges til at montere/hænge tungere elementer i. Den er meget anvendt i både tage, vægge og gulve
↑	Krydsfinerplader kan deponeres uden at skade miljøet, da de forgår uden at belaste miljøet
↑	Alle træprodukter – og derfor også krydsfiner – fungerer som et CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid
↓	Tåler ikke fugt, med mindre det er en specialplade, som derfor indeholder en grad af tilsætningsstoffer

Værdi	Spånpladens kvaliteter
↑	Spånplader indeholde store dele genbrugstræ
↑	Spånplader kan deponeres uden at skade miljøet, da de forgår uden at belaste miljøet
↑	Alle træprodukter – og derfor også spånplader – fungerer som et CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid
↑	Spånplader er blandt de billigste træplader og derfor et meget rentabelt produkt
↓	Tåler ikke fugt, med mindre det er en specialplade, som derfor indeholder en grad af giftstoffer

## Træfiberplader (masonit)

### Fordele:

- Kan samles ved, at man trykker pladen hårdt sammen, hvilket frigiver et naturligt bindemiddel, der hedder lignin. Disse plader er derfor limfrie.

### Ulemper:

- Kan kun leveres i op til 7 mm tykkelse.
- Processen kræver en masse vand og er derfor ikke særlig miljøvenlig.

## Fibergipsplader

Fibergipsplader kan bruges på udsatte steder, hvor der er høj fugtighed, stort slid og behov for brandsikring. Spørg dog leverandøren for nærmere beskrivelse.

### Fordele:

- Kan ikke brænde
- Tåler fugt (vådtrum)
- Har gode styrkeegenskaber
- Udleder ingen giftige gasser. Indeholder ikke lim eller formaldehyder
- Lang holdbarhed
- De er dyrere end almindelige gipsplader, men det opvejes af, at en 12,5 mm plade (15 mm i vådrum)

kan erstatte en krydsfinerplade (12,5 mm) og en gipsplade (12,5 mm) (eller to lag gips). Den samlede løsning er derfor tyndere og lige så stærk.

### Ulemper:

- Mere energikrævende i fremstillingen end træfiberplader. Ca. på niveau med gips
- Kan ikke genbruges
- Balancerer ikke rummets luftfugtighed
- Pladerne er tunge, og forarbejdningen støver mere end andre plader

### Pris:

Lidt dyrere end krydsfiner og gipsplader, men er til gengæld både brandsikkert og har gode styrkeegenskaber.

### Bæredygtighed:

Materialet lander et sted i midten af bæredygtighedsskalaen, da det ikke kan genbruges, men til gengæld ikke indeholder lim og kan opfylde nogle behov i forhold til styrke, brand og fugt, som ingen andre plader formår.

### Kilder:

- Fermacell (producent)
- Hunton (producent)

Værdi	Fibergipspladens kvaliteter
↑	Tåler brand
↑	Tåler fugt (vådtrum)
↑	Gode styrkeegenskaber
↑	Indeholder ikke bindemidler eller formaldehyder
↑	Lang holdbarhed
↓	Energikrævende fremstillingsproces
↓	Kan ikke genbruges

## Lerplader

Lerplader bruges som alternativ til gipsplader uden på skeletkonstruktioner som træ eller stål. Lerplader består af ler blandet med materialer som træspån, halm og hør- eller kokosfibre (til armering). Der kan også forekomme et tyndt jernnet. De fås i tykkelser mellem 14 og 25 mm. Pladerne kan monteres i to forskudte lag som almindelige gipsplader, men det er ikke nødvendigt. De tykke plader på 25 mm kan tillige monteres direkte på reglerne uden forskallingsbrædder-



Foto: Claytec-lervæg

### Anvendelse:

Lerpladen kan bruges samme steder som almindelige gipsplader. Spørg dog leverandøren for nærmere beskrivelse.

### Fordele:

- Lerpladen giver et behageligt indeklima (god komfort), da den med sin termiske masse er god til at balancere rumtemperaturen og åbne overflader er god til at balancere luftfugtigheden
- Reducerer grobund for skimmelsvamp, fordi fugtbalancen reducerer forekomsten af kondens ved kuldebroer. Spørg dog altid leverandør om detaljer.
- Der er ingen usunde afgasninger – ingen kemikalier.

- Meget skånsom over for miljøet – 100 % genbrug og ingen kemikalier.

### Ulemper:

- Lerplader er dyrere end gipsplader og er derfor foretrukket til projekter med særligt fokus på komfort.

### Pris:

Dyrere en almindelig gips.



Foto: Ecotec-lerplader

### Bemærkning:

Pga. lerets sammensætning og evt. jernnettet kan produkterne forringe dækningen til mobiltelefoner.

### Bæredygtighed:

Lerplader er indbegrebet af bæredygtighed, da de består af uskadelige naturmaterialer, der forekommer i store mængder, er 100 % genbrugelige, og da der bruges meget lidt energi til produktion og bortskaffelse. Ligeledes er pladerne med til at forbedre indeklimaet ved at balancere fugt og temperatur.

### Kilder:

- [greenspec.co.uk/building-design/plaster-render-mortar-board/](https://greenspec.co.uk/building-design/plaster-render-mortar-board/)
- [claytec.de/produkte/baustoffe.html](https://claytec.de/produkte/baustoffe.html)
- [cleboo.com/dk\\_3-500.html](https://cleboo.com/dk_3-500.html)

Værdi	Lerpladens kvaliteter
↑	Kan genbruges
↑	Høj komfort med balanceret fugt og temperatur
↑	Reducerer lugtgener
↑	Kan reducere forekomsten af skimmelsvamp ved reovering af eksisterende bygninger med kuldebroer (spørg leverandør om detaljer)
↑	100 % genbrug – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↑	Meget lille energiforbrug i produktion
↓	Koster mere end en almindelig gipsplade

## Ubrændte lersten

Ubrændte lersten kan være et alternativ til den indvendige tunge teglvæg. Disse skal dog opbygges i et træskelet (bindingsværk), da de ikke har tilstrækkelig bæreevne. Typisk murer man vægstykkerne op med kalkmørtel, da det bedre matcher lerstenens elasticitet og bæreevne.



Foto: Hallingelille.dk

Fordelene er, at de både balancerer varmen og fugten i huset, og at de er meget lydæmpende. Dette er også grunden til, at der i ældre etagebyggerier tit er lerindskud i etageadskillelserne. Når det fjernes, kan man mærke, at netop indeklimaet og lydæmpningen gennem etageadskillelsen ikke er som før. Det skal man generelt være opmærksom på, da det også har en brandhæmmende effekt.

### Anvendelse:

Da det ikke er et konstruktivt bærende materiale, kan det f.eks. bruges som fyldmateriale i en trækonstruktion. Spørg dog leverandøren for nærmere beskrivelse.

### Fordele:

- Typisk billige, men prisen svinger meget afhængig af leverandøren.
- Meget skånsomme over for natur og mennesker. Den indeholdte (grå) energi i ubrændte lersten er kun ca. 14 % af en brændt mursten og kun 25 % af en betonsten. I Tyskland har nogle teglværker ændret deres produktion til udelukkende at levere ubrændte sten.
- Meget gode egenskaber til at balancere både varme og fugt i huset.
- Meget lydæmpende.
- Hele produktet kan genanvendes ved at blive knust, blandet med lidt vand og presset om til nye lersten. De kan også genbruges 1:1, da de ikke benyttes som bærende element og derfor ikke skal garantere en vis kvalitet.

### Ulemper:

- Kan kun bruges som bærende materiale, hvis man kender byggemetoden. Derfor benyttes de ofte sammen med en trækonstruktion.
- Man kan ikke hænge noget tungt op som f.eks. en håndvask, skab eller en knagerække.
- Hvis de ubrændte lersten ikke behandles med vandafvisende puds, hvor de er udsat for vand (evt. udendørs), kan de på kort tid vaskes væk.
- Det kræver noget specialviden at arbejde med lersten, da traditionen har været på tilbagetur i mange år. Bl.a. må man ikke blande cement i den puds, man smører på lerstenen, da den nemt kan falde af igen. Læs mere her om, hvordan man gør: [byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/8-ANVISN\\_Lersten.pdf](https://byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/8-ANVISN_Lersten.pdf)
- Udvendige ubrændte lersten med puds kræver mere vedligehold end brændte sten (dette afsnit er dog om indvendige overflader).

### Pris:

Ubrændte lersten burde være et billigt materiale, men er paradoksalt nok tit dyrere end tilsvarende brændte lersten, da de stadig er en sjælden efterspurgt vare. Find derfor en leverandør, der hovedsagelig leverer ubrændte sten.

### Bæredygtighed:

Selvom materialet kræver noget vedligeholdelse, er det et meget miljøvenligt materiale, da det både skåner naturen, menneskene og kun indeholder en meget lille del energi til produktion. Det skal retfærdigvis siges, at materialet egner sig bedre til nogle løsninger end andre.

### Kilder:

- [greenspec.co.uk/building-design/unfired-clay-bricks/](https://greenspec.co.uk/building-design/unfired-clay-bricks/)
- [byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/8-ANVISN\\_Lersten.pdf](https://byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/8-ANVISN_Lersten.pdf)



Værdi	Lerstenens kvaliteter
↑	Billigt materiale
↑	Gode egenskaber for indeklimaet (fugt og varme)
↑	Meget lydæmpende
↑	100 % genbrugeligt og kan fremstilles af genbrugt ler
↑	Minimalt energiforbrug i produktion
↑	Indvendigt forudsætter det ikke meget vedligehold
↓	Dårlige bærende/statiske egenskaber
↓	Forarbejdningen er typisk manuelt arbejde, hvilket ikke er en effektiv metode og derfor dyr i arbejdstimer
↓	I ubehandlet form tåler det ikke vand
↓	Udvendigt anvendelse forudsætter en del vedligehold
↓	Praktiske udfordringer ved at hænge noget på vægge

#### Andre produkter:

Kalk-silikatplader er en plade, der kan bruges til af-dækning. Den bruges meget som indvendig efter-isolering og er lydæmpende, fugtgennemtrængelig og anti-svamp (pH-basisk). Den kan bl.a. bruges til efterisolering af kælder. Pga. denne anvendelse er det nærliggende at betegne kalk-silikatplader som et isoleringsmateriale. Læs derfor mere under kapitlet om isoleringer.

#### Kilder og produktinformation:

- [ask-askholm.dk/?skamol-plader,9](http://ask-askholm.dk/?skamol-plader,9)
- [keim.dk/produktprogram/farvesystemer\\_indo-ers/iporr/](http://keim.dk/produktprogram/farvesystemer_indo-ers/iporr/)
- [multi-climate-board.dk/](http://multi-climate-board.dk/)
- [partnerdkaps.dk/indvendig%20klima/Indvendig%20Klima.html](http://partnerdkaps.dk/indvendig%20klima/Indvendig%20Klima.html)

Skiffer – se beskrivelse under afsnittet om ydervægge.

Brædder – se beskrivelsen af træbeklædning under afsnittet om ydervægge.

# OVERFLADEBEHANDLINGER

Denne kategori indeholder følgende:

- Kalkpuds
- Lermaling
- Lerpuds
- Øvrige overfladeprodukter

De forskellige tilgængelige materialer på markedet har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares nogle af de mest miljøvenlige. Det er ikke entydigt, at et ma-

teriale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden, materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

Inden du beslutter dig, kan følgende link være en hjælp til at afgøre, hvilken løsning der passer godt til dit hus: [byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/7-AN-VISN\\_spm\\_og\\_svar-om\\_facader.pdf](https://byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/7-AN-VISN_spm_og_svar-om_facader.pdf)

Læs også i de links, der henvises til i slutningen af afsnittet om overfladebehandlinger.

## Kalkpuds

Kalkpuds er en af de ældste pudsløsninger sammen med lerpuds. Det er et efterprøvet produkt, som næsten har været ved at blive glemt til fordel for nyere cement-baserede pudsprodukter. I dag bruges kalkpuds mest på ældre bygninger, som skal vedligeholdes. Men det ses også i enkelte nyere bæredygtige byggerier, da det både er skånsomt over for murværket og giver det mulighed for bedre at afgive sin fugt.

### Anvendelse:

Kalkpuds kan bruges både ude og inde. Benyt altid den stærkeste mørtel og den største kornstørrelse inderst. Hvis man pudser op yderst/reparerer med en cementmørtel oven på en kalkmørtel vil puds/reparationen af sig selv falde af, evt. inkl. det underliggende pudslag.

Opbygningen af kornstørrelser har til hensigt at forstærke det kapillære sug (skabe fugtdiode-effekten, hvor fugten har nemmere ved at forlade murværket, end fugten har ved at trænge ind). Puds og mørtel med cement og teglstenene lagt i disse produkter er mere udsat for frostsprængning pga. den manglende evne til at komme af med fugten. Det er derfor fornuftigt ikke at bruge en puds, som indeholder cement, når du skal pudsreparere på en ældre væg. Det er blevet mere normalt at benytte cementbaserede pudslag. Disse udmærker sig ved at være stærke. Men de kræver en større mængde energi at producere end f.eks. luftkalkmørtler.

### Fordele:

- Meget egnet til pudsreparationer på flere typer ældre vægge.
- Det kræver mindre energi at producere.
- Kalkmørtlerne kan lettere genanvendes eller granuleres uden at være til skade for naturen. Såvel som med mørtlen er de samme fordele og ulemper gældende for facadepudsen. Se 'Mørtel' for yderligere kvaliteter – materialerne er overvejende ens.

- Kalkpuds er meget blidere mod din ydervæg end en cementmørtel, fordi kalken er blødere og mere elastisk. En cementpuds kan ødelægge et vægmateriale, hvis de indvendige er blødere end pudsen. Det vil ikke ske med en kalkpuds.
- Kalkpuds er bedre til at lade eventuel fugt slippe ud af din mur end f.eks. cementpuds. Dette reducerer risikoen for frostsprængninger.

### Ulemper:

- Cementbaserede pudsprodukter kan bedre forarbejdes og smøres på ved kolde temperaturer. Kalkpudsen kræver, at der ikke er frost.
- Kalkpudsen er ikke så stærk som cementpuds, så på meget udsatte steder og med et hårdt underlag kan cementpudsen være bedre egnet. Spørg dog altid en rådgiver, inden du vælger løsning.

### Pris:

Kalkpuds koster lidt mere end almindelig puds. Spørg din forhandler.

### Bæredygtighed:

Kalkpuds indeholder ikke cement og er derfor et mindre energikrævende alternativ til det oftere anvendte cementpuds, som har haft en stor udbredelse i de senere årtier. Kalkpuds kan nemmere bortskaffes, da det kan bortvaskes uden at belaste miljøet. Kalkpuds er derfor den mest bæredygtige løsning til pudsede mure.

### Kilder og yderligere generel viden:

- [bolius.dk/valg-af-overfladebehandling-til-pudsede-facader-17336/](http://bolius.dk/valg-af-overfladebehandling-til-pudsede-facader-17336/)
- [nordisknhl.dk/wp-content/uploads/2013/11/nhl-vejledning-indvendig-pudsning.pdf](http://nordisknhl.dk/wp-content/uploads/2013/11/nhl-vejledning-indvendig-pudsning.pdf)
- [weber.dk/facade-og-mur/vejledning/pudsevejledninger/facadeanalyse.html](http://weber.dk/facade-og-mur/vejledning/pudsevejledninger/facadeanalyse.html)
- [kalk.dk](http://kalk.dk)

Værdi	Kalkpudssets kvaliteter
↑	Tillader fugt at vandre ud gennem facaden, hvilket kan være med til at reducere frostsprængninger
↑	Ved ældre bygninger kan der kun bruges en elastisk puds som kalkpuds, fordi en hård puds vil ødelægge teglstenene og mørtlen, som typisk er blødere end nyere produkter
↑	Energiforbruget til produktionen af kalkpudsen er mindre end til f.eks. cementpuds
↑	Ved bortskaffelse kan kalkpudsen knuses og deponeres, hvorefter den vil opløses og forsvinde
↓	Arbejdet med kalkpuds kan ikke ske i frostgrader

## Lermaling

Lermaling er et næsten et rent lerprodukt og et alternativ til almindelige malinger. Det er et tørt produkt, som blandes med vand inden brug.



Foto: Claytec

Der er ikke så mange privatpersoner, der tænker over, at der ikke findes en almindelig maling eller lak, som ikke afgiver kemikaliedampe – heller ikke de vandbaserede. Men en lermaling afgiver ingen dampe.

### Anvendelse:

Lermaling kan bruges steder, som ikke udsættes for stor slid. Spørg dog leverandøren for nærmere beskrivelse.

### Fordele:

- Lermaling er meget miljøvenligt og er ikke sundhedsskadeligt.

- Der bruges meget lidt energi til produktionen.
- Bortskaffelse kan ske uden nogen form for forurening.
- Fugt kan vandre frit igennem lermalingen, og fugtbalancen er derfor god, hvilket kan medvirke til en god komfort.

### Ulemper:

- Overfladen er ikke så slidstærk som almindelige malinger, og det anbefales ikke på udsatte steder, hvor der ikke ønskes en grad af patina (mærker).
- Lermaling fås ikke i klare farver pga. manglende syntetisk sammensætning, men mest i jordfarver fra helt mørk og op til hvid.

### Alternativer:

Almindelig maling – men det er typisk en sundhedsmæssigt ringere løsning.

### Bæredygtighed:

I det sundhedsmæssige perspektiv er lermaling noget af det bedste, du kan finde.

### Kilder:

- [mst.dk/groenne-tips/hjemmet/maling-og-lak/](http://mst.dk/groenne-tips/hjemmet/maling-og-lak/)
- [dgnb.de/dgnb-ev/de/verein/mitglieder/detail/?we\\_objectID=18700](http://dgnb.de/dgnb-ev/de/verein/mitglieder/detail/?we_objectID=18700)

Værdi	Lermalingens kvaliteter
↑	Meget miljøvenlig – også ved bortskaffelse
↑	Meget lille energiforbrug i produktionen
↑	Tillader fugtbalancering mellem luften og vægoverfladen. Det forudsætter dog, at der også er et indvendigt pudslag, som kan optage fugten (evt. lerpuds)
↑	Komfortabel og sund overflade uden formaldehyd og lign.
↑	Basismaterialerne er billige. Den endelige pris kan variere efter leverandøren
↓	Overfladen er ikke så slidstærk
↓	Grundet manglende syntetisk sammensætning kan produktet ikke købes i så mange farver som almindelig maling

## Lerpuds

Lerpuds har stort set de samme kvaliteter som lermaling, blot som tykkere lag.

### Fordele:

- Lerpuds er meget miljøvenligt og er ikke sundhedsskadeligt
- Der bruges meget lidt energi til produktionen
- Bortskaffelse kan ske uden nogen form for forurening.
- Fugt kan vandre frit gennem lermalingen, og fugtbalancen er derfor god, hvilket kan medvirke til en god komfort.
- Lerpudsen kan med sin vægt lagre rummets varme og afgive det gradvist over tid, hvilket er med til at balancere rummets temperatur.

### Ulemper:

- Lerpudsen skal have en efterbehandling i form af

maling eller tilsvarende for at være beskyttet mod en eventuel afvaskning, hvis den bruges i et vådt miljø. Dette er især i baderum eller udenfor.

### Pris:

Lidt dyrere end almindelig puds.

### Bæredygtighed:

Lerpuds er et meget skånsomt materiale, som ikke forudsætter nogen form for varmebehandling. Derfor er der næsten ikke noget energiforbrug forbundet med produktionen af produktet. Det kan blot deponeres i naturen, hvorefter det vil blive vasket bort uden nogen form for forurening af miljøet. Derfor er lerpuds en af de mest bæredygtige pudsløsninger, der findes.

### Kilder:

- [dr.dk/tips-fra-dr/tips-og-raad/Friland/hvad-du-boer-vid-om-lerhuse.htm](http://dr.dk/tips-fra-dr/tips-og-raad/Friland/hvad-du-boer-vid-om-lerhuse.htm)
- [fornyenergi.dk/vi-tilbyder/ler-gulve-puds-og-cob/amerikansk-ler.aspx](http://fornyenergi.dk/vi-tilbyder/ler-gulve-puds-og-cob/amerikansk-ler.aspx)

Værdi	Lerpudsets kvaliteter
↑	Meget miljøvenlig også ved bortskaffelse
↑	Meget lille energiforbrug i produktionen
↑	Lerpuds kan optage luftfugten og sørger for en god fugtbalancering. Forudsætter dog, at der er en åben overflade i form af kalk-, lermaling el. lign.
↑	Basismaterialerne er billige. Den endelige pris kan variere efter leverandøren

## Øvrige overfladeprodukter

### Generelt:

- [byggningsbevaring.dk/overfladebehandling](http://byggningsbevaring.dk/overfladebehandling)

### Linoliemaling:

- [byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/14-ANVISN\\_Linoliemaling\\_trae.pdf](http://byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/14-ANVISN_Linoliemaling_trae.pdf)
- [bolius.dk/er-linolie-den-bedste-maling-til-trae-2634/](http://bolius.dk/er-linolie-den-bedste-maling-til-trae-2634/)
- [wolfs.dk/nyheder/pressemd\\_linolie\\_bedst\\_i\\_test\\_15-04-2009.html](http://wolfs.dk/nyheder/pressemd_linolie_bedst_i_test_15-04-2009.html)

### Trætjære:

- [wolfs.dk/nyheder/doc/folder\\_traetjaere.pdf](http://wolfs.dk/nyheder/doc/folder_traetjaere.pdf)
- [byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/7-ANVISN\\_kalkning.pdf](http://byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/7-ANVISN_kalkning.pdf)

### Limfarver:

- [byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/14-ANVISN\\_Limfarve\\_indvendig.pdf](http://byggningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/14-ANVISN_Limfarve_indvendig.pdf)



# ISOLERING

De forskellige tilgængelige isoleringsmaterialer har forskellige kvaliteter, hvilket gør, at de har forskellige anvendelsesmuligheder. I det følgende forklares de mest almindelige. Det er ikke entydigt, at et isoleringsmateriale altid er en bæredygtig løsning, blot fordi det er nævnt her, da måden, materialet bruges på, i byggedetaljen og i forhold til huset som helhed, er afgørende for, om materialet i sidste ende er bæredygtigt.

Denne kategori indeholder følgende:

## Mineraluldsisoleringer:

- Stenuld (mineraluld)
- Glasuld (mineraluld)
- Celleglasplader / glasskum (faste blokke eller granulat)

## Oliebaserede polymer-isoleringer:

- PIR/PUR
- Flamingo (EPS)
- XPS
- Fenolskum

## Cellulose-isoleringer

- Træfiber (cellulose)
- Papiruld (cellulose)
- Hamp
- Hamp-kalk-isoleringsblanding
- Korkisolering
- Muslingeskaller

## Øvrige:

- Kalk-silikatplader

## Mineraluldisoleringer

- Stenuld (mineraluld)
- Glasuld (mineraluld)
- Celleglasplader / glasskum (faste blokke eller granulat)

### Stenuld

Stenuld er det mest udbredte isoleringsmateriale i Danmark og var med til at åbne danskernes øjne for betydningen af isolering for økonomien og komforten i huset. Stenuldisolering fås både som batts (måtter) og som indblæsning (granulat).

#### Fordele:

- Isolerer godt.
- Kan indeholde op til 50 % genbrugsmaterialer.
- Kan genanvendes. Processen er dog fortsat energikrævende – på niveau med ny stenuld.
- Meget resistent over for brand – brandklasse A1 (over 1.000 °C). Over den temperatur smelter det til flydende sten/glas.
- Der er nye produkter på vej på markedet, som ikke indeholder fenol (formaldehyd) – de findes dog ikke endnu. Fenol er ikke giftigt, når det først er bundet i isoleringsulden. I fri form er det giftigt.
- Stenuld og generelle mineralisoleringer er ikke så hygroskopiske (ordforklaring i slutning af afsnittet) som celluloseisoleringer og egner sig derfor bedre til hulmursisoleringer, da de ikke fordeler fugten og derved øger risikoen for fugtskade i væggen.
- Modsat de fleste andre uldisoleringer kan den benyttes i terrændæk, fordi de også produceres med fibre vendt på højkant. Spørg dog producenten, inden du går i gang.

#### Ulemper:

- Der bruges mere energi på produktionen end til f.eks. celluloseisoleringer. Den samlede energiberegning skal dog altid ses i sammenhæng med byggedetaljen, da stenuld bl.a. ikke behøver en brandhæmmende beklædning.
- Mineralisoleringer er ikke så hygroskopiske som celluloseisoleringer og er derfor ikke så egnede

til efterisolering af lofter i bygninger, hvor der kan være utætheder i dampspærren, som giver risiko for kondens (fugt), der skal ledes bort. Det er derfor vigtigt med en helt tæt dampspærre.

- De fleste produkter på markedet indeholder formaldehyd og fenol, hvoraf nogle er på EU's materialeliste over problematiske stoffer. Undersøg derfor det produkt, du overvejer, om det har certificeringer som f.eks. Svanemærket. Produkter fra EU skal dog overholde de grænseværdier, som EU foreskriver.
- Arbejde med mineraluld kan irritere huden, men er ikke skadeligt.
- Modsat celluloseisoleringer lagrer mineralske isoleringer ikke CO<sub>2</sub>.
- Mineralisolering er ikke biologisk nedbrydeligt og vil ikke forgå, hvis det deponeres (losseplads). Det skal derfor returneres til genanvendelse.

#### Pris:

Rimelig billig.

#### Bæredygtighed:

- Grundet det store energiforbrug under produktionen er det i sammenligning med celluloseisoleringer umiddelbart mindre bæredygtigt set i lyset af, at isoleringsgraderne nogenlunde er de samme. Det er dog en lidt for simpel betragtning. Der er steder i byggeriet, hvor bl.a. celluloseisolering ikke er egnet, hvor stenuld er bedre, bl.a. efterisolering af hulmur.
- Stenuld har ligeledes den fordel, at det er ubrændbart, hvilket kan reducere behovet for brandbeklædning, som derved reducerer materialeforbruget.
- Der tilføres ikke brandhæmmende kemikalier, hvilket der gøres i alle celluloseisoleringer (de fleste af disse kemikalier er dog uskadelige og ligeledes EU-godkendte).
- Når stenuldens samlede miljøbelastning betragtes i samspil med den samlede bygningsløsning, vil der være mange tilfælde, hvor det samlede regnskab udlignes.
- Stenuld kan ligeledes genanvendes, dog med samme energiforbrug som til nyt materiale, men det vil ikke forgå i naturen, så i en livscyklus skal det medregnes, at materiale skal returneres efter endt brug.

Varmeledningsevne ( $\lambda$ ) = 0,032 – 0,042 W/mK afhængig af produkt og producent.

Indeholdt energi: Afhænger meget af producent. Fra 15,7 til 22,4 MJ/kg. Dette tal varierer meget efter, om beregningen kun er for produktionen eller også for bortskaffelse.

Kilder:

- [rockwool.com](http://rockwool.com)
- [greenspec.co.uk/building-design/insulation-mineral/#rock](http://greenspec.co.uk/building-design/insulation-mineral/#rock)

Ordforklaring:

Hygroskopi: Der er to begreber, som vedrører vand og damp i isolering. Det ene er hygroskopi (fugttransport), og det andet er diffusionsåbenhed (damptransport). Læs mere under afsnittet om 'Celluloseisoleringer, Træfiberisolering, Fugt'.

Værdi	Mineraluldens kvaliteter
↑	Kan genbruges
↑	Meget resistent over for brand, hvilket kan reducere behovet for anden brandhæmmende beklædning
↑	Begrænsede hygroskopiske egenskaber reducerer, modsat celluloseisoleringerne, risikoen for fugtoptrængning fra sokkel ved efterisolering af hulmur
↑	Indeholder ikke, modsat celluloseisoleringer, tilsætningsstoffer som f.eks. borsalte eller ammoniumpolyfosfat, som er hhv. en sundhedsskadelig fugtbeskyttelse og en brandhæmmer
↓	Genanvendelse af materialet er stadig meget energikrævende
↓	Lagrer ikke CO <sub>2</sub> ligesom celluloseisoleringer
↓	Er ikke biologisk nedbrydeligt
↓	Indeholder fenol, som er et giftigt materiale. Dog er det ikke giftigt, når det er bundet i isoleringsulden (EU-godkendt)

## Glasuldsisolering

Glasuldsisolering er et meget brugt produkt i Danmark. Produktionen minder meget om produktionen af stenuld, men den bruger mindre energi, da glas smelter tidligere end sten. Råmaterialerne er sand (silika), genbrugsglas, sandsten og soda-aske.

### Anvendelse:

Glasuld kan bruges over terræn på de samme steder som f.eks. mineralsk isolering. Det er mindre udbredt i Danmark end stenuld.

### Fordele:

- Glasuld er billigt.
- Det isolerer godt (typisk  $\lambda = 0,032-0,042$  W/mK).
- Det har en væsentligt lavere CO<sub>2</sub>-udledning end f.eks. stenuld.
- Det har udmærkede brandhæmmende egenskaber.
- Det kan genbruges.
- Der benyttes store mængder genbrugsglas i produktionen (typisk +80 %).

### Ulemper:

- Glasuld kræver forholdsvis meget energi til produktion.
- Der bruges sundhedsskadelige stoffer i produktionen, bl.a. formaldehyd – dog inden for de grænseværdier, som er tilladte i EU.
- Det transporterer fugt dårligt, hvilket kan give problemer, hvis dampspærren er dårlig/utæt.
- Genbrug er en energikrævende proces.

### Bæredygtighed:

Glasuldsisolering er et middelklasse-produkt inden for bæredygtighed. Der bruges ret meget energi på produktion, og produktion og destruktion belaster miljøet. Det kan dog genbruges, men det er meget varierende, hvor tit det sker. Dog performer produkttypen rimelig godt på bæredygtighedsskalaen, når man betragter både pris, energiforbrug, forurening og isoleringsegenskaber.

### Varmeledningsevne:

Svinger fra 0,031 til 0,040 W/mK afhængig af produkt og producent.

Indeholdt energi: Ca. 14 MJ/kg for glasuld (bemærk, at det typisk er lavere end stenuld).

### Kilder:

- Ecoinvent, 2007 supplied by Dr. Andrew Norton, Renewables
- 'Life Cycle Assessments of Natural Fibre Insulation Materials'; Murphy & Norton, 2008
- 'Insulation for Sustainability - A Guide', XCO2 Conisbee, 2003 (an industry-sponsored report)
- BRE Environmental Profile
- ETH-ESU, Zurich, Switzerland
- 'The Ecology of Building Materials', Bjorn Berge, 1992 & 2000
- Aspen Aerogels
- En uvildig sammenligning af isoleringsmaterialer: [ai.dk/blog/posts/2014/baeredygtig-isolering/](http://ai.dk/blog/posts/2014/baeredygtig-isolering/)

Værdi	Glasuldens kvaliteter
↑	Den er billig
↑	God isoleringsevne
↑	Udmærkede brandhæmmende egenskaber
↑	Kan genbruges
↑	Mindre energiforbrug i produktion end f.eks. stenuld
↓	Større energiforbrug ved produktion end celluloseisoleringerne
↓	Genbrug er energikrævende
↓	Transporterer fugt dårligere end celluloseisoleringer (afhænger af producenterne)

## Glasskum

Glasskum-granulat er et isoleringsmateriale, som er produceret ved at opskumme flydende glas, som derefter størkner i skumform. Glasskum kan leveres både som faste plader og granulat. Det er et nyere produkt på markedet, og det er i hastig vækst. Glasskum som granulat har mange umiddelbare fordele, som gør, at det kan bruges næsten alle steder. Det er både trykfast, let, et meget stabilt underlag, kapillarbrydende, vandresistent, angribes ikke af svamp, let at arbejde med, er fremstillet hovedsageligt af genbrugsglas og kan genanvendes m.m. Desværre er produktet dyrere end grus eller skumisoleringer, og der bruges meget energi på produktionen.

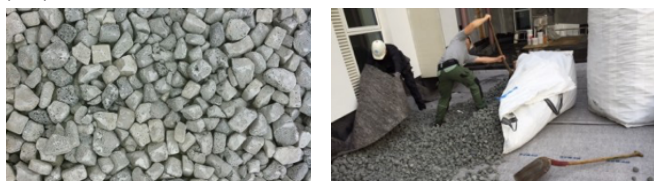


Foto: Technopor

### Anvendelse:

Kapillarbrydende isolering i terrændæk.

### Fordele:

- Isolerer godt som materiale i fundamenter.
- Det kan tåle både tryk og vand.
- Det indeholder ikke skadelige kemikalier.

- Det er ubrændbart, men kan dog smelte.
- Det består typisk af 60 % genbrugsglas og kan genanvendes.

### Ulemper:

- Det er et dyrt materiale og vil umiddelbart derfor ikke blive benyttet, hvor der kan bruges almindelige isoleringsmaterialer.
- Der bruges meget energi på produktionen.

### Bæredygtighed:

Der bruges forholdsvis meget energi på produktion, men til gengæld kan materialet genanvendes i ny produktion. Bemærk dog, at der tit benyttes bitumen til samlinger, hvilket er mere problematisk at adskille fra glasskummet og bortskaffe. Den største fordel er, at det i fundamenterne kan afløse de oliebaseerede polymerisoleringer (PIR/PUR skum), som ikke placerer sig så godt på bæredygtighedsskalaen.

Varmeledningsevne: 0,037 – 0,048 W/mK afhængig af produkt og producent.

Indeholdt energi: 26 MJ/kg

### Kilder:

- [celleglasplader.dk](http://celleglasplader.dk)
- [technopor.dk/produktet/](http://technopor.dk/produktet/)

Værdi	Glasskum-granulatets kvaliteter
↑	Består typisk af ca. 60 % genbrugt glas, men det kan være næsten hele produktet
↑	Kan genanvendes (omsmeltes)
↑	Fugt og vand: 100 % vandtæt og angribes ikke af råd eller svamp
↑	Formstabilt ved temperatursvingninger
↑	Tåler et stort tryk som f.eks. fra en parkeret bil
↑	Brand: Meget modstandsdygtig over for brand (+1.000 °C)
↑	Modstår angreb fra både skadedyr og syre
↑	Produktet har en lille smule termisk masse
↓	Der er et højt energiforbrug i produktion
↓	Tit bruges Bitumen til samling og montage af glasskumpladerne. Det gør fremtidig genanvendelse eller bortskaffelse kompliceret
↓	Produktet er forholdsvis dyrt



## Oliebaserede polymer-isoleringer

- PIR/PUR
- Flamingo (EPS)
- XPS
- Fenolskum

### Polymerisoleringer

Polymerisoleringer spænder over en bred vifte af produkttyper, men de har dog det fællestræk, at de alle er baseret på fossile olier. Der er dog enkelte undtagelser baseret på planteolier på vej ind på markedet. En opdatering vil følge, når de er tilgængelige. Isoleringstyperne er bl.a. flamingo/EPS, XPS, PUR/PIR og fenolskum/sprayskum.

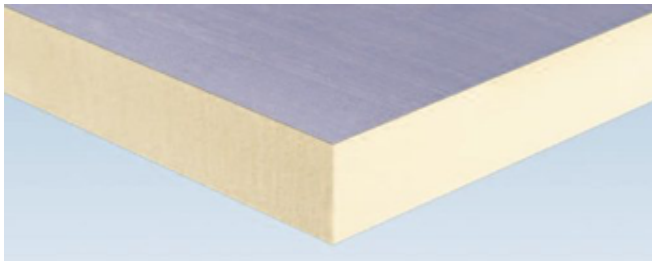


Foto: Kingspan

#### Anvendelse:

Disse isoleringstyper kan typisk alle bruges både over og under terræn. Men de må kun bruges uden på bygningen og ikke over 2. sal pga. røgdudvikling ved brand (se Bygningsreglement).

#### Fordele:

- De mest isolerende polymerisoleringer som f.eks. PIR/PUR har næsten en dobbelt så høj isoleringsevne som f.eks. mineraluld- eller træfiberisoleringer. Der skal derfor kun bruges den halve tykkelse. Du kan f.eks. nøjes med at bruge ca. 150-200 mm PIR-isolering i stedet for 300-400 mm stenuld/træfiber.
- Det giver mulighed for at opnå et højere nettoareal (egentlig gulvareal) i forhold til bruttoarealet (bygningens aftryk i terræn, som benyttes til beregning af bebyggelsesprocenten). Dette er en fordel, hvis man ønsker at bygge til grænsen (30 %) af det tilladte på sin grund for at få så mange m<sup>2</sup> gulvareal som muligt.
- Isoleringen er vandfast og tåler højere tryk end træfiber-, sten- og glasuld. Derfor egner den sig bedre i terrændækket og randfundamentet end de andre.

Visse stenuldsprodukter kan dog også benyttes i terræn.

- Der arbejdes på at producere en skumisolering, som udelukkende er produceret af ikke-fossile olier. Det vil være et stort spring mod at reducere den fossile CO<sub>2</sub>-udledning.

#### Ulemper:

- Polymerisoleringer er baseret på fossil olie og belaster derfor miljøet ved bortskaffelse.
- Der er ikke nogen skumisolering, som kan genbruges på en god, bæredygtig måde.
- De er typisk lavet af fossile olier, og produktion belaster dermed miljøet.
- De belaster miljøet ved forbrænding og forgår ikke, hvis de deponeres. Derfor er de ikke bæredygtige på den måde.

#### Brand:

Kun PIR-isolering har en høj brandmodstandsevne. Men hvis bygningen omkring PIR-isoleringen alligevel brænder, kan PIR-isoleringen også brænde og udvikle meget røg. Røgen kan være meget skadelig.

PIR skal ikke forveksles med PUR- eller EPS-isolering, som er helt andre produkter. De udleder 10 gange så meget CO<sub>2</sub> som PIR og er af den grund mindre anbefalede.

#### Varmeledningsevne:

Svinger fra 0,021 til 0,04 W/mK afhængig af produkt og producent.

#### Indeholdt energi:

108 MJ/kg for EPS ved gennemsnit fra to Schweiziske fabrikker (Ecoinvent, 2007 supplied by Dr. Andrew Norton, Renuables.)

#### Bæredygtighed:

Polymer-isoleringer kan retfærdiggøres i situationer, hvor isoleringen udsættes for tryk (terrændæk og fundamenter), og hvor der er begrænset plads til isolering. Men som udgangspunkt er den typisk produceret af fossile olier og indeholder flere forskellige kemikalier. Den kan kun delvist genanvendes, men bliver typisk sendt til forbrænding. Den er derfor ikke særlig bæredygtig på trods af den gode isoleringsevne.

Kilder:

- [greenspec.co.uk/building-design/insulation-oil-derived/](https://greenspec.co.uk/building-design/insulation-oil-derived/)
- Om PU-isoleringer med isocyanater: [leksikon.org/art.php?n=3600](https://leksikon.org/art.php?n=3600)
- [plast.dk/Fakta/Det-lille-plastleksikon/Det-lille-plastleksikon-indhold/](https://plast.dk/Fakta/Det-lille-plastleksikon/Det-lille-plastleksikon-indhold/)

Værdi	Polymerisoleringens kvaliteter (varierer mellem produkterne)
↑	PIR/PUR har høje isoleringsværdier og kan derfor spare på vægtykkelsen og derfor også bruttoarealet
↑	Kan recirkuleres, hvis det knuses, og genbruges, hvis det er i rimelig stand
↑	Holdbarhed (det er ikke biologisk nedbrydeligt). Kan også betragtes som en ulempe, hvis det deponeres i naturen
↑	Vandfast (rådner ikke)
↑	Trykfast
↓	Miljøskadelige udledninger ved produktion og for nogle af produkterne også ved afbrænding
↓	Kan afgasse skadelige stoffer under brug (monteret i bygning)
↓	Baseret på fossile olier
↓	Den indeholdte energi er meget høj = belastning af miljøet

## Celluloseisoleringer

- Træfiber (Cellulose)
- Papiruld (Cellulose)
- Hamp
- Hamp-kalk-isoleringsblanding
- Korkisolering

### Træfiberisolering

Træfiberisolering kan bruges over terræn på næsten de samme steder som f.eks. mineralsk isolering. Det kan dog ikke bruges i fundamenter eller ved efterisolering af hulmur (ikke anbefalet). De leveres både som måtter og som granulat til indblæsning.

#### Fordele:

- Hovedbestanddelen af træfiberisolering er træ
- Materialet kan genbruges 100 %
- Materialet kan deponeres, hvor det langsomt vil kompostere.
- Der bruges meget mindre energi på at producere celluloseisoleringer end mineralske isoleringer. Også i genbrugsfasen.
- Fugt: De cellulose-baserede isoleringstyper (træfiber og papiruld) har en stor evne til fugttransport (hygroscopi – at suge og fordele væske i hele materialet), hvilket gør dem egnede til konstruktioner, hvor dampspærren måske ikke er helt tæt. Denne evne gør dog også, at materialet er uegnet i konstruktioner, hvor der er udefrakommende fugt, som f.eks. i efterisolering i hulmure og fundamenter, da de vil suge vandet ind i huset og skabe fugtproblemer (se: Ulemper).
- Denne hygroskopiske evne kan dog vendes til en fordel, hvis man sørger for at udføre byggedetaljen korrekt. I nybyggeri er de derfor mere egnede, da konstruktionsopbygningen kan tilpasses denne isoleringstype.
- Hygroscopi er ikke det samme som diffusionsåbenhed, som betyder, at et materiale tillader vanddamp at passere igennem (i dampform). Der forskes i, om hygroscopi kan være med til at reducere længerevarende fugtophobning i isoleringsmaterialer, hvilket derved kan reducere dannelsen af svamp. Der er ikke

endelig dokumentation for teorien.

- Det er derfor kun vigtigt at sikre en lufttæt konstruktion, da fugten i teorien kan vandre igennem en celluloseisolering. Spørg dog altid en rådgiver, inden du vælger din byggedetalje.
- Færre gener af øjne og lunger ved indblæsning af celluloseisoleringer i forhold til mineraluldsisoleringer.

#### Ulemper:

- Visse celluloseisoleringer indeholder brandhæmmere (7-15 %), som ikke er sunde for mennesker. De er heller ikke uproblematisk at indbygge i konstruktioner med meget fugt, da de er meget hygroskopiske og derfor fordeler fugten i hele isoleringsmassen, hvilket kan trække fugt ind i konstruktionen og give svampeskader m.m. Mindre mængder fugt er cellulosen derimod meget god til at lede væk, hvis den samlede konstruktionsopbygning tillader, at fugten vandrer helt ud til overfladerne og derfra fordampes.
- Celluloseisoleringer er kun brandklasse B og skal derfor beklædes med et brandbeskyttende materiale.
- Kan ikke benyttes til efterisolering af hulmur, fordi de hygroskopiske egenskaber giver risiko for fugtoptrængning i konstruktionen.

#### Bæredygtighed:

Fordelene ved disse produkter er, at de skåner miljøet. Det skyldes dels, at der bruges ret lidt energi til deres produktion, dels at de kan genbruges eller komposteres efter endt brug. De belaster med andre ord miljøet mindre end traditionelle isoleringer.

F.eks. har træfiberisoleringen et negativt CO<sub>2</sub>-aftryk, hvilket vil sige, at materialet optager mere CO<sub>2</sub>, end det udleder. Enkelte træfiberisoleringer er Cradle2Cradle-certificerede, hvilket betyder, at de er meget miljøvenlige. Bemærk, at disse typer isoleringer alle er behandlet med brandhæmmere. Det er vigtigt kun at vælge dem, som indeholder den uskadelige ammoniumpolyfosfat og ikke de sundhedsskadelige borsalte eller lignende.

#### Isoleringsværdien:

Typisk mellem 0,036 og 0,040 W/mK.

Indeholdt energi: 7,0 – 10,8 MJ/kg 1)

Kilder:

- [greenspec.co.uk/building-design/insulation-plant-fibre/#woodwool](https://greenspec.co.uk/building-design/insulation-plant-fibre/#woodwool)
- 'Inventory of Carbon & Energy (ICE)' - 1.6a, Hammond & Jones, 2008
- [bolius.dk/generelt-om-alternativ-isolering-18611/](https://bolius.dk/generelt-om-alternativ-isolering-18611/)
- [traefiberisolering.dk/dokumentation/](https://traefiberisolering.dk/dokumentation/)

Værdi	Træfiberisoleringens kvaliteter
↑	Den er produceret af genbrugte materialer
↑	De genbrugte cellulosefibre udgør et CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid
↑	Der bruges kun lidt energi til produktionen
↑	Materialets hygroskopiske evne kan være med til at fjerne skadelig fugt. Hold øje med byggedetaljen – spørg en rådgiver
↓	Materialets hygroskopiske evne kan også tilføre utilsigtet fugt i konstruktionen ved evt. efterisolering af ydermur – spørg en rådgiver
↓	Nogle træfiberisoleringer indeholder typer af brandhæmmere, som er på EU-kandidatlisten over problematiske stoffer
↓	Træfiberisolering er kun et brandklasse B-materiale
↓	Kan indeholde polyesterbindemidler (afhængig af producent)

### Papiruldsisolering

Papiruldsisolering leveres hovedsagelig som granulat til indblæsning. Papiruld har mest været brugt til indblæsning på lofter, hvor det har nogle praktiske og miljømæssige fordele frem for det mere almindelige mineralisolering. Det har dog også nogle ulemper, så det er vigtigt at forstå begge sider, inden du beslutter dig for en løsning.

Anvendelse:

Papiruld kan benyttes over terræn, hvor der ikke er risiko for fugtindtrængning. Det kan derfor ikke bruges i fundamenter eller til efterisolering af hulmure, da der er risiko for fugtvandring. Bemærk også, at ved efterisolering på lofter ved indblæsning reduceres isoleringsværdien i forhold til isoleringsbats/-plader, da det indblæste granulat ligger mindre kompakt.

Papiruld har som udgangspunkt en isoleringsevne, som er nogenlunde gennemsnitlig for cellulose og mineraliske isoleringer.

Fordele:

- Grundmaterialet er genbrugte aviser og lignende. Altså en forlængelse af CO<sub>2</sub>-lagringen, hvorfor produktet har en positiv indvirkning på den globale CO<sub>2</sub>-balance. Dette gælder typisk for alle celluloseisoleringstyper som papiruld, træfiber, hør, hamp m.m.
- Der er et begrænset energiforbrug under produktionen, da der ikke bruges varme til at frembringe produktet.
- Materialet kan komposteres eller genbruges.
- Færre gener for øjne og lunger ved indblæsning i forhold til mineraluldsisoleringer. Uddrag fra følgende rapport: [alternativisolering.dk/resumeer/98-46bst.htm](https://alternativisolering.dk/resumeer/98-46bst.htm)
- Papiruld er især godt til indblæsning, da det er meget fint og derfor kommer langt ud i alle hjørner, hvilket er en god egenskab ved isolering.

- Fugt: Hvis materialet bruges rigtigt, kan det lede fugt væk fra kritiske steder i konstruktionen, da det har en stor evne til hygroskopi (fugtvandring). Det er derfor vigtigt at sikre en lufttæt konstruktion, da fugten i teorien kan vandre igennem en celluloseisolering. Spørg altid med en rådgiver, inden du vælger din byggedetalje.
- Hygroskopi betyder, at materialet forsøger at fordele fugtniveauet i hele materialets udstrækning.
- NB: Læs også om fugt under Træfiberisolering. Der kan måske være en fordel ved høj hygroskopi, hvis et loft skal efterisoleres, og dampspærren måske ikke er helt tæt. Her kan der opstå store problemer med kondenskoncentrationer i isoleringslaget. Hvis det anvendte isoleringsmateriale ikke har en høj grad af hygroskopi, vil der hurtigt opstå svamp og råd i taget, hvilket kan svække konstruktionen m.m.
- En celluloseisolering kan bedre end en mineralsk isolering fordele fugten og derved reducere risikoen. Det skal dog siges, at der i mange tilfælde kan være problemer forbundet med at efterisolere, uden at man forholder sig til dampspærren.

#### Ulemper:

- Fugt: Grundet den højre hygroskopi i materialet kan der opstå problemer, hvis der indblæses papiruld i ydermure med fugt i fundamentkanten. Så opstår der risiko for, at papirulden fordeler fugtniveauet fra fundamentet op igennem hele isoleringen, og at der derfor opstår fugtskade i væggen.
- Hvis papiruldisolering udsættes for fugt over længere tid, risikerer den at udvikle svamp eller råd,

da den bl.a. tit er behandlet med en brandhæmmer, der hedder ammoniumpolyfosfat, som også er en gødning. Dette kan fremme komposteringen af papirulden. Spørg derfor altid din rådgiver.

- Brand: Selvom materialet er tilført brandhæmmere, er det dog kun et brandklasse B-materiale og skal derfor beklædes med et klasse A-materiale.
- Mange papiruldisoleringer har tilsat borsalte til at beskytte mod fugt. Borsalte er på EU-kandidatlisten over problematiske stoffer.
- Afhængig af producenten kan der være nogle brandhæmmere (boraks), som er på EU-kandidatlisten over særligt problematiske stoffer. Brandhæmmerne kan udgøre fra ca. 7-15 % af produktvægten. Vælg derfor med omhu.
- Papiruld støver meget ved indblæsning, så det anbefales at lade fagfolk udføre arbejdet.

#### Bæredygtighed:

Papiruld er udviklet af genbrugte materialer og kan både genbruges og komposteres uden gener for miljøet. Det bliver produceret med et lille energiforbrug. Derfor må det betegnes som et meget bæredygtigt materiale.

Varmeledningsevne: 0,037-0,042 W/mK afhængig af produkt og producent.

Indeholdt energi: Ca. 7-10 MJ/kg

#### Kilder:

- EPD-certifikat
- [papiruld.dk](http://papiruld.dk)

Værdi	Papiruldens kvaliteter
↑	Det er produceret af genbrugte materialer
↑	De genbrugte cellulosefibre udgør et CO <sub>2</sub> -lager, fordi det har optaget CO <sub>2</sub> i sin levetid.
↑	Der bruges kun lidt energi til produktionen
↑	Materialets hygroskopiske evne kan være med til at fjerne skadelig fugt. Hold øje med byggedetaljen – spørg en rådgiver
↓	Materialets hygroskopiske evne kan være med til at tilføre skadelig fugt. Hold øje med byggedetaljen – spørg en rådgiver
↓	Nogle papiruldisoleringer indeholder typer af brandhæmmere, som er på EU-kandidatlisten over problematiske stoffer
↓	Papiruld er kun et brandklasse B-materiale

## Hamp-/kalk-/mineraldæk

Hamp-/kalk-/mineraldæk er et nyt produkt i Danmark. Det består af hamp, kalk, naturminerale og vand.

### Anvendelse:

Produktet er en blanding mellem at være delvist trykfast og delvist isolerende, samtidig med at det har gode varme- og fugtakkumulerende egenskaber. Så anvendelsen er både at isolere og at skabe et godt indeklima (balancerer fugt og varmeudsving). Isoleringsevnen er dog ca. halvdelen af de typiske isoleringstyper, og det bruges derfor mest som isoleringslag, hvor der er plads til lidt ekstra tykkelse – f.eks. på tag og i gulv.

Det kan også bruges i vægge, men forholdet mellem brutto- og nettoarealerne vil være noget forringet, da væggene vil være lidt tykke. Til gengæld kan materialet bruges, hvor der er risiko for fugtdannelse. Det kan bruges alle steder – bortset fra udvendigt under terræn, da fugten vil reducere isoleringsevnen.

Det er fugttransporterende og kan derfor bruges til indvendig isolering i f.eks. kældre. Det er ikke brandbart og indeholder ingen giftige stoffer. Det kan derfor benyttes inde som ude.



### Fordele:

- Produkterne er kun baseret på bæredygtige, naturligt nedbrydelige materialer og en bæredygtig produktionsproces med meget lavt energiforbrug til produktion.
- Det kan knuses og forgår 100 % i naturen.
- Det har gode varmeakkumulerende (termisk masse) og fugtbalancerende egenskaber, så det giver et meget komfortabelt og sundt indeklima. Produktet

er endnu kun afprøvet få steder i Danmark i 2015, så erfaringsgrundlaget er endnu begrænset.

- Det har gode lyd-dæmpende egenskaber (ved anvendelse i vægge).
- Det er brandsikkert/ubrændbart.
- Det kan ikke rådne.
- Let arbejdsgang.
- Billig byggeløsning.

### Ulemper:

- Hvis det betragtes alene som et isoleringsmateriale, er varmeledningsevnen ( $\lambda$ ) mellem 0,057 og 0,074 W/mK. En almindelig isolering er på ca. 0,036 W/mK. Så den kræver 50-80 % yderligere isoleringstykkelse i forhold til almindelige isoleringsmaterialer.
- Materialet er i sig selv ikke bærende, og bæreevnen, hvis der evt. monteres hylder, er ikke den samme som en murstens- eller trævæg.

### Pris:

Materialet og arbejdsgangen er både billig og nem at udføre.

### Bæredygtighed:

Bæredygtighed kan beskrives både som energibesparende og som skånsom over for miljøet. Dette materiale er ikke specielt isolerende (kræver ekstra isoleringstykkelse), men produktion, vedligehold og bortskaffelse er meget skånsomt over for miljøet. Så hvis bygedetaljen er afstemt efter produktets kvaliteter, er det et meget miljøvenligt materiale.

### Videnspersoner:

- Thomas Lundgren, Hemp Eco Systems

### Kilder og produktinformationer:

- [hempecosystems.dk/anvendelse.aspx](http://hempecosystems.dk/anvendelse.aspx)



Værdi	Hamp-/kalk-/mineralproduktets kvaliteter
↑	Det er en fornybar ressource
↑	Billigt materiale
↑	Hurtigt at bygge
↑	Begrænset energiforbrug til produktion. Meget miljøvenlig
↑	Ingen miljøskadelige udledninger ved produktion
↑	Kan genanvendes eller bare smides i naturen – reducerer ophobning af deponi (byggeaffald)
↑	Det har gode varmeakkumulerende og fugtbalancerende egenskaber, hvilket giver et komfortabelt indeklima
↑	Det har gode fugtledende egenskaber og egner sig derfor til indvendig efterisolering af ydermure
↓	Begrænset styrke i dækkonstruktion. Tåler almindelig belastning i boliger, men ikke industrielt
↓	Isoleringssevnen er kun det halve af traditionelle isoleringsmaterialer

### Kalciumsilikatplader

Kalciumsilikatplader (også kaldet 'kalk-silikat') bruges til indvendig efterisolering og er desuden lyddæmpende, fugtgennemtrængeligt og anti-svamp (pH-basisk). Kan bl.a. bruges til efterisolering af kældre.

#### Fordele:

- Det angribes ikke af svamp, fordi det har en høj pH-værdi, der forhindrer skimmelsporer i at formere sig.
- Det har en isoleringsværdi, der hæver temperaturen op over dugpunktet. Dermed undgår du, at der kondenserer fugt på overfladen. Løsningen rummer ingen kuldebroer, da den klædes lige på væggen og ikke er bygget op på et stål- eller træskelet.
- Det har en diffusionsåbenhed, der regulerer fugten i omgivelserne ved at optage og afgive fugt under regulerede forhold. Det forbedrer indeklimaet.
- Det har en høj kapillaritet, der kan flytte fugt fra den kolde side af en væg til den varme side, hvor den fordampes ud i rummet. Det holder derved ikke på

fugten, men lader den fordampe og er derfor særligt egnet til efterisolering af kældervægge. Den kan dog også bruges indvendigt på almindelige ydervægge uden fugtproblemer.

- Det er en formstabil og trykfast plade, så man kan hænge billeder op på det.
- De er nemme at forarbejde og montere, fordi de er meget lette (90 % luft) og kan forarbejdes med håndværktøj. De klæbes til ydervæggen og pudses efterfølgende.

#### Ulemper:

- Varmeledningsevnen ( $\lambda$ ) er mellem 0,042 og 0,062 W/mK, hvilket er lidt dårligere end almindelige isoleringsmaterialer, som typisk er omkring 0,035 - 0,040 W/mK. Men det er ikke dårligt.
- Da den skal klæbes på væggen, er den svær at fjerne igen og derfor ikke mulig at genbruge.

Husk: Du må kun male med diffusionsåbne materialer. En plastikmaling vil holde på vandet i væggen.

Kilder:

- [iig-llc.com/blog/2014/06/calcium-silicate-insulation/](http://iig-llc.com/blog/2014/06/calcium-silicate-insulation/)
- [skamol.com/media/p14.pdf](http://skamol.com/media/p14.pdf)
- [ask-askholm.dk/?skamol-plader,9](http://ask-askholm.dk/?skamol-plader,9)
- [byggros.com/da/produkter/6000-draen-fugt-lin-jeafvanding/skimmelsvamp-indeklimaplade](http://byggros.com/da/produkter/6000-draen-fugt-lin-jeafvanding/skimmelsvamp-indeklimaplade)
- [keim.dk/produktprogram/farvesystemer\\_indo-ers/iporr/](http://keim.dk/produktprogram/farvesystemer_indo-ers/iporr/)
- [multi-climate-board.dk/](http://multi-climate-board.dk/)
- [partnerdkaps.dk/indvendig%20klima/Indvendig%20Klima.html](http://partnerdkaps.dk/indvendig%20klima/Indvendig%20Klima.html)
- [byg-erfa.dk/indvendig-efterisolering-aeldre-ydermure](http://byg-erfa.dk/indvendig-efterisolering-aeldre-ydermure)

Værdi	Kalciumsilikatpladens kvaliteter
↑	Meget egnet til at opsætte, hvor der er risiko for skimmelsvamp
↑	Balancerer luftfugtigheden i rummet
↑	Fast plade, som kan holde skrue til ophængning af f.eks. billeder. Har en meget høj trykstyrke og kan bruges i gulve
↑	Nemme at forarbejde og montere. Klæbes til ydervæggen og pudses efterfølgende
↑	Materialet er ret let. Det består ca. 90 % af luft
↑	Materialet er 100 % genanvendeligt
↑	Er brandfast. Kan f.eks. bruges som foring i brændeovne
↑	Der er et mindre energiforbrug i produktion, da produktionen ikke kommer over 204 °C
↓	Mindre god isoleringsværdi, ca. 0,042-0,062 W/mK. Dog ikke direkte dårlig

**Konklusion:**

Disse alternative isoleringsprodukter koster typisk mere end de traditionelle produkter. Men når arbejdslønnen medregnes, bliver prisstigningen ikke nær så stor.

Hvis man udelukkende ser på pris i forhold til isoleringsevne, er glasuld for øjeblikket det bedste valg. Hvis optimeret ydelse kan redde bygningens æstetik, er det PIR-isolering, der kan bruges (i begrænset omfang). Hvis miljøet har stor betydning, er træfiberisolering den bedste løsning.

Bemærk dog, at det også har betydning, hvor den enkelte isolering egner sig bedst.

Mere viden om alternative / bæredygtige isoleringsmaterialer:

- [alternativisolering.dk/resumeer/98-46bst.htm](http://alternativisolering.dk/resumeer/98-46bst.htm)

Øvrig praktisk viden:

- [sbi.dk/byggeteknik/bygningsforbedringer/efterisolering-af-smahuse-byggetekniske-losninger](http://sbi.dk/byggeteknik/bygningsforbedringer/efterisolering-af-smahuse-byggetekniske-losninger)
- [sbi.dk/byggeteknik/bygningsfysik/fugt/fugt-i-bygninger](http://sbi.dk/byggeteknik/bygningsfysik/fugt/fugt-i-bygninger)
- [byg-erfa.dk/indvendig-efterisolering-aeldre-ydermure](http://byg-erfa.dk/indvendig-efterisolering-aeldre-ydermure) (kræver betaling)

# INSTALLATIONER

## Vandhaner

Installationer er typisk de vandrør, brusearmaturer og vandhaner, der fører enten drikkevand eller varmt brugsvand frem til forbrugeren fra husets indgang og frem til tapsted. Der kan ske afsmitning af sundhedsskadelige stoffer fra installationerne til drikkevandet. Det kan være bly, cadmium og nikkel og stoffer fra de plastmaterialer og elastomerer, der findes i installationerne.

De danske myndigheder har siden 1972 stillet skrappe krav til, hvor meget der må afsmittes til drikkevandet. I Danmark sikrer godkendelsesordningen for byggevarer i kontakt med drikkevand (GDV), at de GDV-godkendte installationer er sundhedsmæssigt testet, godkendt og korrekt mærket, inden de bliver markedsført og solgt.

Alle handelsled – både producenter, importører, grossister, butikker og installatører – har et selvstændigt ansvar for at sikre, at de installationer, de markedsfører og sælger, er lovlige.

En GDV-godkendt installation skal være mærket med Dråbemærket: Et brusearmatur er ikke til drikkevand og kan derfor ikke dråbemærkes.



### 4 gode råd til køb af vandhaner

Følg eventuelt disse gode råd, hvis du vil udskifte dine installationer til drikkevand. Rådene gælder uanset, om du køber på nettet eller i en fysisk butik.

#### 1. Når du står i din vvs-butik

Når du står i butikken og f.eks. skal have en vandhane til køkkenet eller toilettet, kan du være sikker på, at vandhanen er GDV-godkendt til drikkevand, hvis der er et dråbemærke på emballagen.

#### 2. Spørg i butikken

Nogle gange fremgår det ikke tydeligt af emballagen, om vandhanen er GDV-godkendt. Det kan være, at dråbemærket er indgraveret direkte på vandhanen og ikke står på emballagen, eller at det f.eks. kun fremgår af følgedokumenterne. Så må du spørge i butikken.

#### 3. Brug din smartphone

Du kan også tage din smartphone frem og på internettet søge på, om byggevaren er GDV-godkendt. Søg f.eks. på produktnavn eller produkttype.

På [godkendtevandhaner.dk](http://godkendtevandhaner.dk) kan du på en liste søge på de vandhaner, som er Dråbemærket. Du kan også søge på [godkendttildrikkevand.dk](http://godkendttildrikkevand.dk), hvor der er en liste over GDV-godkendte vandhaner m.v.

Uanset om de står på den ene eller anden liste, er de testet sundhedsmæssigt.

#### 4. Tjek din nuværende vandhane

Det kan være svært at finde ud af, om din nuværende vandhane er GDV-godkendt, hvis du ikke selv har fået den sat op. Sammenlign evt. din vandhane med billeder af forskellige mærker og typer på [godkendttildrikkevand.dk](http://godkendttildrikkevand.dk) eller [godkendtevandhaner.dk](http://godkendtevandhaner.dk). Der har været sundhedsmæssige godkendelser i Danmark siden 1972, så hvis din vandhane ikke er fra før 1972, er den sandsynligvis i orden.

*Lad vandet løbe lidt, inden du bruger det til drikkevand*

Inden du drikker vandet fra vandhanen, bør du lade det løbe i ca. 10 sekunder for at lade det stagnerede vand løbe ud, som er det, der indeholder den højeste metalkoncentration.

*Kilder:*

Trafik- og Byggestyrelsen:

- [trafikstyrelsen.dk](http://trafikstyrelsen.dk)
- [byggevareinfo.dk](http://byggevareinfo.dk)
- [godkendttildrikkevand.dk](http://godkendttildrikkevand.dk)
- [godkendtevandhaner.dk](http://godkendtevandhaner.dk)

Force Technology:

- [danskemi-online.dk/files/DAK4-2010-s24-26.pdf](http://danskemi-online.dk/files/DAK4-2010-s24-26.pdf)
- [forcetechnology.com/da/infrastruktur/cases/nikkel-ud-af-drikkevandet](http://forcetechnology.com/da/infrastruktur/cases/nikkel-ud-af-drikkevandet)
- [miljvindflydelse.dk/udgiv/publikationer/2004/87-7614-470-4/pdf/87-7614-471-2.pdf](http://miljvindflydelse.dk/udgiv/publikationer/2004/87-7614-470-4/pdf/87-7614-471-2.pdf)

## Recirkulationsbruseren

En stor del af en husstands energiforbrug – især i lavenergihuse – går til at varme brugsvandet op. Derfor har de daglige bade en forholdsvis stor betydning for både udgiften til varme og vandforbrug.

Der er kommet en ny type produkt på markedet, som kan reducere udgifterne. Princippet går ud på at rense og genbruge så meget vand i bruseren som muligt for bl.a. at reducere den varmemængde, der skal til for at bidrage til ca. 100 liter vand, som er typisk for et bad på ca. 10 min.

En recirkulationsbruser bruger kun ca. 10 liter vand uanset længden på badet. Systemet har stort potentiale i forbindelse med svømmehaller og andre sportsfaciliteter, hvor der er mange brugere hver dag. Her er tilbagebetalingstiden på investeringen ca. 3 år. Systemet er ikke nær så økonomisk i en privat bolig, men det kan stadigvæk give mening – især hvis man ikke alene ser på den økonomiske side, men også på ressourcebesparelsen.

Da vandet renses, inden det løber gennem bruseren, er det også muligt at bruge regnvand.

Produktet er endnu nyt, og erfaringer fra privat brug i Danmark afventes. Prisen ligger på 30.000 til 36.000 kroner + moms, og montageprisen kan komme oven i. Dog skal det modregnes, hvad en almindelig installation ville have kostet.



Illustration: Orbital Systems

## Rør og kabelbakker m.m.

### Tungmetalfri uPVC

Tungmetalfri uPVC (polyvinylklorid) er produktet af stramninger på PVC-holdige plastprodukter. Årsagen til, at plastprodukterne blev udkældte, var primært deres høje afsmitning af tungmetaller som bly m.m., der var tilsat som stabilisatorer (plastificering). Derfor udviklede industrien uPVC-plastikken.

De fleste PVC-rør i dag hedder typisk uPVC (uplastificerede), men betegnes blot som PVC. uPVC indeholder dog fortsat blødgørende midler, som i nogen grad belastar vandmiljøet. PVC består, modsat andre normale plastprodukter, af ca. 57 % salt og 43 % olie.

#### Fordele:

- PVC kan og skal indsamles til genbrug, hvilket er blevet nemmere med det landsdækkende non-profit selskab wuppi.dk, der indsamler og genbruger PVC.
- Holdbarheden er ca. 100 år. Nogle producenter anbefaler, at man bruger uPVC i stedet for PP ved rørtykkelser over 160 mm.

#### Ulemper:

- Grundbestanden af salt gør uPVC stift, hvorfor der efterfølgende tilsættes blødgørende upolære stoffer, ofte ftalater, som PVC'en vil 'svede'. Dette har to følger: At disse blødgørende stoffer belastar vandmiljøet, og at rørene med tiden bliver stive og skrøbelige. Ved brand i huse med PVC-interiør afgives bl.a. klorgas, som reagerer med vand og danner saltsyre. Gassen reagerer med fugten i øjne og lunger og giver syreskader. Derfor er PVC ikke tilladt at bruge til fastmonterede installationer inden døre i boliger. Ved forbrænding af større mængder i forbrændingsanlæg forøges udslippet af giftige dioxiner.

#### Genbrug:

Meget af plasten kan granuleres efter brug og genanvendes ved en opvarmningsproces. Der bliver dog tilført nyt materiale i form af plast og nye blødgørende midler.

#### Bæredygtighed:

uPVC er mindre bæredygtigt end PP (Polypropylen), men er med i denne beskrivelse for at formulere forskellen.

### PP (Polypropylen)-plastprodukter

PP (Polypropylen)-plastprodukter er almindeligt tilgængelige ved leverandører. Det er i dag muligt at købe både afløbsrør, kabelbakker og meget mere i PP (PVC-fri plast). Det bruges ikke så tit som PVC, da der generelt ikke er stort kendskab til produktet, og fordi branchen er langsom til at tage imod nye produkter. PP og PVC er begge produceret af olierestprodukter. Men PP er en mere ren/ublandet plastik end PVC.

#### Fordele:

- Holdbarheden på PP-plast er over 100 år. Det indeholder ikke blødgørende stoffer og belastar derfor ikke miljøet så meget som PVC. Ved brand udvikles der ikke klorgas, modsat PVC. PP-rør er blødere og tåler højere temperaturer og kemikalier bedre end PVC.
- Inde i bygninger må kun bruges PP, da den ikke udvikler særligt skadelige gasser. PP-rør er dog mere modtagelige over for varme, og man skal passe på, at de ikke ligger direkte over to bukke, hvor der kan forekomme en udbøjning. Ved vand ind i huse bruges PE-rør, som er trykrør.
- De koster ikke mere end almindelige plastprodukter, og muligheden for at begrænse en unødvendig udledning af PVC er meget simpel.

#### Ulemper:

- Ved udendørsarbejder som f.eks. afløbsrør kan de være mere skrøbelige ved lave arbejdstemperaturer (vinterarbejde).



Foto: PVC informationsrådet

#### *Pris:*

PP-produkterne koster måske 5 % mere end almindelige uPVC-produkter.

#### *Bæredygtighed:*

Udvaskningen af PVC'er er beviseligt skadeligt for vandmiljøet og vores grundvand. Så der er nogle lette points at hente ved at bruge PVC-frie rør.

#### *Teglør:*

Skal produktet være helt uden plastik, kan du bruge glaserede teglrør, som ikke indeholder andre plast-/gummiprodukter end selve tætningsringen. Teglør er mere skrøbelige og tungere og derfor sværere at lægge og mere tidskrævende.

De er derfor noget dyrere at få lagt, men holdbarheden er meget lang, og en fremtidig bortskaffelse er ikke

så problematisk og miljøbelastende som for plastrør (uPVC eller PP). Der forekommer ingen udvaskning fra disse rør. Teglørerne er desuden meget egnede til syreholdigt spillevand og høje varmebelastninger.

#### *Kilder:*

- [mst.dk/groenne-tips/hjemmet/pvc-i-byggematerialer/](http://mst.dk/groenne-tips/hjemmet/pvc-i-byggematerialer/)
- [forbrugerkemi.dk/kemi-i-din-hverdag/hjemmet/papir-og-plast/plast/pvc/fakta-om-pvc](http://forbrugerkemi.dk/kemi-i-din-hverdag/hjemmet/papir-og-plast/plast/pvc/fakta-om-pvc)
- [pvc.dk/t2w\\_175.asp](http://pvc.dk/t2w_175.asp)
- [ecocouncil.dk/udgivelser/artikler/kemikalier/2202-ny-e-bog-om-kemikalier-i-politik-og-hverdag](http://ecocouncil.dk/udgivelser/artikler/kemikalier/2202-ny-e-bog-om-kemikalier-i-politik-og-hverdag)
- [TEPPFA.eu](http://TEPPFA.eu)
- [da.wikipedia.org/wiki/Polyvinylchlorid](http://da.wikipedia.org/wiki/Polyvinylchlorid)