

Introduktion til

Bæredygtigt Byggeri

*Håndværk, miljø
& materialer*

BÆREDYGTIGTBYGGERI.DK

Indhold

Byg klogt	3
Klima og byggeri	6
Certificeringer	8
5-fingerreglen	12
Produktion	14
Levetid	18
Affald	22
Indeklima	26
Designproces	30
Bygningsreglement	34
Byggeriets materialepyramide	38
Materialeliste	40
Ordforklaringer	42
Læs mere	47



Papirisolering

Byg klogt

Kommende kollegaer, I skriver jer ind i en lang historie af håndværk, hvor de nuværende byggeteknikker – og materialer, der bruges i husene – kun har været aktuelle i ganske kort tid.

Vi, der står bag dette materiale, en flok nyligt udlærte håndværkere, vil her gerne give jer noget, som vi selv savnede: Læren om materialers egenskaber og byggeriets forhold til miljø og klima. Det er en fornøjelse hermed at give et bud på dette til håndværkere under oplæring.

Principperne for bæredygtigt byggeri er på ingen måde en moderne opfindelse. Det at bygge **diffusionsåbent**, **økologisk** og komposterbart har været *the way to go* de første mange tusinde år af menneskets anstrengelser

for at skaffe sig tag over hovedet. Men de sidste 150 år er udviklingen gået stærkt i en anden retning. Industrialiseringen i midten af 1800-tallet var begyndelsen på en helt anden måde at producere byggematerialer på – fra håndkraft til maskinel stordrift. Jernbanerne betød, at man kunne transportere materialer hurtigere og over større afstande, og to europæiske verdenskrige satte skub i både beton- og stålindustrien.

”

Vi er som håndværkere langt vigtigere for samfundets udvikling, end vi bliver gjort til i den offentlige debat. For vi har kloge hænder og kloge hoveder.

Med 1960'ernes bølge af typehusbyggerier kom der for alvor gang i udbuddet af nye materialer. Før verdenskrigene byggede man primært af lokale, velkendte materialer. Derudover var det kendetegnende for denne tid at arbejdskraften var billig og materialerne dyre. I dag er det omvendt. Ligesom man som håndværker i dag kan vælge mellem flere tusinde forskellige materialer. Ofte ved vi hverken, hvor disse er produceret, eller hvad de indeholder.

Hørisolering.



Isolering af husene kom også først for alvor i gang i 1960'erne. Kombinationen af nye byggematerialer og store mængder isolering gav problematikker med fugt, man ikke havde skullet håndtere før i byggeriets lange historie. Og vupti, dampspærren blev indført, men uden man kendte konsekvenserne.

Året skriver 2020. Bæredygtigt byggeri, her forstået som byggeri med omtanke for miljø, klima og klodens fremtid, er mere relevant end nogensinde. Vi er som håndværkere langt vigtigere for samfund-



FOTO: MARTIN VOLLMER

ets udvikling, end vi bliver gjort til i den offentlige debat. Vi er som håndværkere mennesker med kloge hænder og kloge hoveder. Vi kan mure, hamre, snedkere og male. Men vi kan også tænke, træffe beslutninger, bygge huse, forme samfund. Og alt det ønsker vi at gøre efter de allermost moderne, klima- og miljøbevidste opskrifter. Vi håber, I som kommende håndværkere vil være med.

Hold jer nysgerrige på jeres fag og jeres omverden!

Lasse K. Nielsen,
murer og udvikler af ler som byggemateriale

Leo Harhorn,
tømrer og landbruger

Line G. Aagaard,
murer med fokus på ler og restaurering

Bodil S. Wedele,
bygningssnedker og aktiv i 3F BJMF

Vibrering af lergulv

Klima og byggeri



Med samfundets samlede brug af materialer står byggeriet for 40 %. I 2020 anvendes der store mængder beton, mineraluld, kemiske fugemasser og plastbaserede malinger.

Sådanne materialer lægger beslag på store mængder energi i fremstilling, tærer på ressourcer, som ikke er **fornybare**, og kan give problemer med sundhedsskadelig afgasning i indeklimaet. Tilmed står byggeriet for 30 % af alt det affald, der produceres.

Bæredygtigt byggeri handler om at udvikle og anvende gode alternativer. Alternativer, der tager vidtgående hensyn til miljø, natur og klima, og som samtidig er rare at bo i. Bæredygtige huse er mere og andet end tykke lerhuse med tang på taget. Også simple type-træhuse eller superflotte renoveringer af gamle huse er bæredygtigt byggeri.

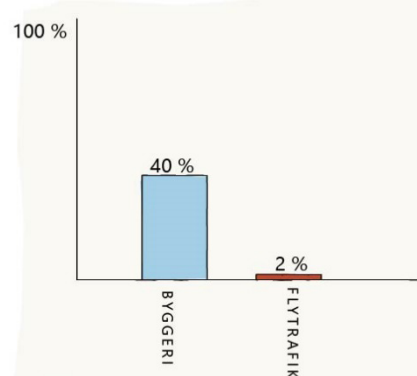
Miljøbelastningen fra byggeriet dækker alt fra cement- og stålproduktion over gravkøers brændstofforbrug, til lys og varme i de færdige bygninger. Ser man mere isoleret på for eksempel produktionen af verdens mest populære byggemateriale, beton – og herunder cement – så står cementproduktionen for 7 % af den samlede CO₂-udledning.

Prognoser spår, at man på verdensplan fremover skal „bygge London“ hver eneste uge, så hvis ikke, vi begynder at udskifte de forureningstunge materialer som beton, stål og glas, vil byggeriet kun forurene mere og mere. Branchen er altså nødt til at skifte spor og begynde at bygge på en anden måde.



FOTO: THOMAS JUUL ANDERSEN

Faxe Kalkbrud. Forbruget af råstoffer som sten, grus, sand, ler og kalk forventes at stige de kommende år som følge af de mange bygge- og anlægsopgaver.



Byggeriet står i 2020 også for godt 40 % af verdens CO₂-udledning. Til sammenligning står flytrafikken for godt 2 %. Byggeriets CO₂-udledning dækker både over den energi, der bruges på at producere materialerne, den energi der bruges, når der bygges og den energi, der bruges på at varme vores bygninger op (også kaldet drift).

Certificeringer



Modsatte side: *Det Åndbare Hus* ved Ringsted er en helt igennem diffusionsåben konstruktion bygget af bæredygtige materialer. Huset har ingen certificeringer da dette ikke har været en økonomisk prioritet i projektet.

Der findes utrolig mange mærknings- og certificeringsordninger, som siger noget om bæredygtigt byggeri. Det kan være svært at vide, hvad de forskellige mærker dækker over.

Når et produkt eller et byggeri vurderes som bæredygtigt, kan det betyde tre ting: Socialt, økonomisk eller miljømæssigt bæredygtigt. Det er dermed ikke sikkert, at et bæredygtigt certificeret byggeri er miljømæssigt bæredygtigt.

Man er altså nødt til at undersøge, hvad det enkelte mærke dækker over, inden man tillægger det betydning. Det kan give fin mening af og til at styre efter mærkningerne, da mange har vigtige fokuspunkter i deres kriterier. Men fordi de forskellige mærker også bruges til at promovere produkter skal der altid indgå en god portion kritisk sans for hvad mærkerne reelt lover, og hvad der bare er tom snak.

Sidst, men ikke mindst, så er det ofte en dyr proces at blive certificeret, og det er lettere at få rådgivning til, hvis det er et stort byggeri eller et stort firma, der står bag byggeriet. Der kan altså være 100 % bæredygtige produkter derude, som ikke har nogen certificeringer, og som man går glip af, hvis der kun holdes udgik efter certificeringer.



Grønne tage, der bidrager med lidt mere natur i byen, ses efterhånden mange steder, her ved Ny Ellebjerg Station i København. Det gør dog ikke nødvendigvis et byggeri "grønt" eller bæredygtigt.

Der er mange malingsprodukter, der indeholder uønskede stoffer. Selvom malingen er svanemærket, kan den stadig indeholde f.eks. det allergifremkaldende konserveringsmiddel MI.





FN bygningen på Marmormolen i København er Platinum LEED certificeret.

”

Det er en dyr proces at blive certificeret, og det er lettere at få rådgivning til, hvis det er et stort byggeri eller et stort firma, der står bag byggeriet.

EKSEMPLER

× DGNB er i skrivende stund den mest brugte certificering ved nybyggeri. DGNB har fokus på bæredygtighed og totaløkonomi. Opmærksomhed på miljøforhold vægter lavt i forhold til den samlede score, mens økonomi vægter højt. Sagt på en anden måde, så kan det at byggeriet er billigt få det til at fremstå mere bæredygtigt ifølge DGNB's skala.

× Huse isoleret med Rockwool kan sagtens blive bæredygtigheds-certificeret. Dette på trods af at Rockwool producerer mineraluld ved at smelte mineralsk materiale, fx sten, om til uld. Det koster masser af energi, og der er mange andre isoleringsmaterialer, der ikke er så energi-krævende at producere. Og selvom man nemt kunne bygge det langt mere bæredygtigt ved at skifte til andet isoleringsmateriale.

✘ FSC er en international mærkningsordning til træ og papir, der kommer fra bæredygtigt drevne skove. Flere af FSC's producenter i Brasilien har imidlertid fået store bøder og fængselsstraffe for dokumentfalskneri og ulovlige arbejdsforhold. Den norske organisation Regnskogsfondet anbefaler at man helt undgår tømmer fra regnskovslande.



Hej kan godt stå en smule mere
som byline. Her kan g

5-fingerreglen

Der er meget at holde styr på, når der skal bygges bæredygtigt. Det sker ofte, at man kommer til at fokusere al sin energi på et område, men så glemmer andre områder, fx går man meget op i at genbruge materialer, men glemmer indeklimaet.

For at bygge bæredygtigt, er det vigtigt at komme hele vejen rundt – og ikke bare at kunne fremhæve ét bæredygtigt aspekt ved sit byggeri.

5-fingerreglen gør det let at huske de fem områder, der er vigtige at forholde sig til, når man ønsker at bygge bæredygtigt. Den kan også bruges som tjekliste, når man skal vurdere, om et byggeri kan betragtes som bæredygtigt. Der vil dog altid være kompromiser: Produkter man ikke kan få, uden at de er produceret langt væk, lovgivning, der kun kan overholdes på bestemte måder eller alt muligt andet. Dit byggeri vil derfor altid blive en afvejning af forskellige argumenter, men 5-fingerreglen hjælper til at komme hele vejen rundt.

1

Skånsom PRODUKTION

af materialer er afgørende for byggeriets miljøpåvirkning. Her skal fokus være på skånsom råstofudvinding og minimering af svært tilgængelige råstoffer som metaller, sand eller kritiske mineraler. Brug **fornybare materialer**, der produceres så lokalt så muligt med mindst mulig forurening, energi og ressourceforbrug.

2 *Lang* LEVETID

på en bygning er rigtig godt. Bygningens holdbarhed garanteres blandt andet med godt udført håndværk. Herunder mulighed for udskiftning og reovering af enkelte bygningsdele, fx vinduer, bundrem m.m. En **konstruktiv beskyttelse** af bygningen er også vigtig for at sikre lang levetid på materialer og konstruktion.

3 *Intet* AFFALD

er målet for vores byggeri. For at nå det mål, skal det tænkes ind i alle faser. Indkøb af materialer skal planlægges, så der ikke er spild. Byggeriet skal udføres, så de forskellige dele en dag kan blive skilt ad igen og genbrugt. Og når man håndterer affald, skal det sorteres, så det kan blive genanvendt.

4 *Et godt* INDEKLIMA

fører til, at byggeriet ikke kun er skånsomt ved naturen, men også ved de mennesker, der bruger det. Undgå derfor skadelig kemi. Byg **diffusionsåbent**. Sørg for nødvendig ventilation og tilpas luftfugtighed.

5 *Klog* DESIGNPROCES

er den sidste afgørende faktor. Et bæredygtig design tager højde for bygningens placering i forhold til vind og vejr, og bruger **cirkulære** løsninger, så man bruger så få ressourcer som muligt og undgår spild.

Skånsom
PRODUKTION



Modsatte side: Halm er de strå som bliver tilbage når kornakserne er høstet. Det er både et restprodukt og en fornybar ressource, som ofte er lokal tilgængelig.

Kort fortalt

- ✓ Skånsom råstofudvinding
- ✓ Fornybare materialer
- ✓ Mindst muligt forurening, energi- og ressourceforbrug

*I dag kommer mange af de anvendte materialer i byggeriet fra **ikke-fornybare** ressourcer. Dvs. metaller, olie, sand m.m. Disse er mineralske råstoffer, der ikke kan genskabes, fordi de dannes ved langsomme, geologiske processer.*

Udvindingen sker ved minedrift eller på jordens overflade. Og fordi der udvindes så store mængder, har det store miljømæssige konsekvenser for de områder, det foregår i.

Det er en mere skånsom råstofudvinding, når man udvinder **fornybare materialer**. Det er plantebaserede materialer, der på relativt kort tid kan reproduceres i naturen. Eksempelvis træ, plantefibre i form af halm, tang, hamp m.m. Plantebaserede materialer har det tilfælles, at de lagrer CO₂, så længe huset står.

VINDUER AF KERNETRÆ

Modsat andre byggematerialer, der er forbundet med stor CO₂-udledning, så lagrer træ CO₂ mens det gror, og når det fældes, skal der en meget lille grad af forarbejdning til, før træet er brugbart som byggemateriale.





SAND

Vi står overfor en global sandkrise, Verden løber tør for sand!

Beton har i mange år udgjort størstedelen af det moderne byggeri, og hovedparten af beton består af bakkesand. Hvis ikke betonbyggeriet begrænses, vil efterspørgslen for bakkesand stige med mere end 50% mod 2040. I Danmark ser det værst ud for Region Hovedstaden. Men problemet findes i alle danske regioner, og man afvejer i disse år den yderligere miljøpåvirkning ved udvinding af sand i grusgravene imod import af sand fra andre lande. Ingen af delene er positive, set med bæredygtighedsbriller, derfor er det essentielt at benytte alternative materialer.

Efter udvinding af råstoffer skal disse forarbejdes til brugbare byggematerialer. Her skal der tages højde for energiforbruget ved produktion – det som også kaldes **indlejet energi**. Mursten, cement, metal og glas har generelt et meget højt energiforbrug ved produktion. Som tidligere nævnt står cementproduktionen for 7 % af verdens samlede CO₂-udledning. På den måde fylder cement mere i klimaregnskabet end udledningen af CO₂ fra private biler.

Når der tales om, og certificeres for, bæredygtigt byggeri, kan der være en tendens til kun at fokusere på energiforbruget i bygningens drift, fx til opvarmning og ventilation. Det er dog vigtigt at holde sig den indlejede energi for øje, nemlig den energi, der er blevet brugt på at producere, transportere og vedligeholde de forskellige byggematerialer. Det er ligeledes vigtigt at bruge produkter, der har mindst mulig forurening forbundet med produktionen.

Det betyder at undgå eller minimere brugen af tryk-



Ubrændte lersten

impregneret træ, hvor impregneringsprocessen er meget giftig. Det samme med 2-komponentlim, som udleder skadelige gasser og plastmaling, som ifølge miljøstyrelsen er blandt hovedkilderne til udledning af mikroplast i naturen.

For at minimere energiforbruget forbundet med transport af materialer, må man gå efter varer, som bliver produceret i nærheden, her forstået som Danmark og nabolandene.

”

Det er vigtigt at holde sig den indlejrede energi for øje, nemlig den energi, der er blevet brugt på at producere, transportere og vedligeholde de forskellige byggematerialer.

Lang
LEVETID



En bygnings levetid har stor betydning for, hvor bæredygtig den er. Lang levetid reducerer udvinding af ressourcer og produktion af nye byggematerialer.

Derudover mindskes affaldsmængderne, hvis huset kan blive stående og ikke bliver revet ned.

For at en bygning kan stå i mange år kræver det, at materialevalgene er af høj kvalitet. Det nytter ikke at et spær kan holde i flere hundrede år, mens skruerne forgår efter 50. Eller at et vindue af kernetræ, som har meget lang holdbarhed, males med plastikmaling, som gør at træet ikke kan komme af med fugten, og får træet til at rådne indenunder.

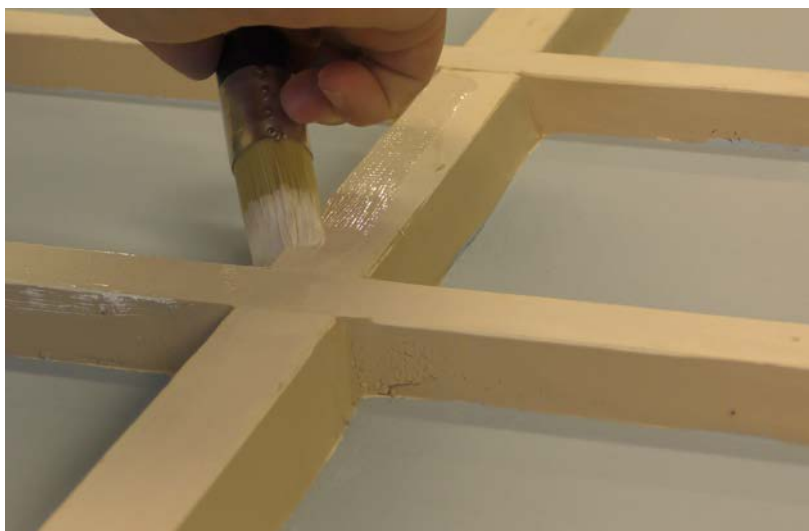


Kort fortalt

- ✓ Godt håndværk
- ✓ Høj kvalitet i materialevalg
- ✓ Vedligeholdelse
- ✓ Mulighed for udskiftning og reovering
- ✓ Konstruktiv beskyttelse af facader

For at et vindue har en lang levetid, kræver det at man vælger godt træ, dvs kernetræ, der har vokset langsomt. For at vinduet ikke går hurtigt i stykker, skal det være monteret korrekt. Vinduer udsættes for sol og regn, og det er med til at nedbryde materialerne. Konstruktiv beskyttelse i form af drypnæser og stort tagudhæng forlænger derfor levetiden markant.

Derudover er det vigtigt at vedligeholde vinduerne, fx male med linolie hvert 5. år. Samtidig kan det være svært at undgå en skade i glasset og det er derfor vigtigt at dette kan erstattes. Hvis der tages højde for disse ting kan et vindue holde i over 100 år.



” Hvis vand kan trænge ind bare et enkelt sted, kan det nedsætte hele bygningens levetid markant.

Det er uhyre vigtigt, at udførelsen baseres på grundigt og godt håndværk. Hvis vand kan trænge ind bare et enkelt sted, kan det nedsætte hele bygningens levetid markant. Vedligeholdelse er derfor afgørende og er ofte også med til at sikre bygningen, både udvendigt og indvendigt. Ved valg af produkter er det derfor også vigtigt at gå efter det, der kan repareres.



Reparationer forlænger et produkts levetid. Det lyder simpelt, men det sker ofte, at man i stedet for at renovere, skifter hele døren, vinduet el.lign. Når man bygger, er det derfor vigtigt at bygge på en måde, så det er muligt senere at afmontere og skifte enkelte dele, eksempelvis vinduer eller den nederste del af facaden, som altid er mest udsat for fugt.

Konstruktiv beskyttelse af bygninger betyder, at man designer huset på en måde, så facader, vinduer m.m. udsættes for mindst mulig regn og undgår vandindtrængning. Vand er en af udfordringerne for at få en lang levetid, men gennem byggeriets lange historie har man udviklet metoder, der kan afhjælpe problemerne. Tagudhæng, gesimser, sålbænke under vinduer, drypnæser i karme, tagrender og meget mere er afgørende for husets levetid.



Konstruktiv beskyttelse af døren. Stort udhæng over døren beskytter mod vejr og vind og forlænger dens levetid.



Intet
AFFALD

Papirisolering er et godt eksempel på upcycling. Gamle aviser laves til granulat og pustes ind i husene til isolering i stedet for at blive bortskaffet ved afbrænding.

Byggebranchen i Danmark producerer årligt mange millioner tons affald. Det svarer til omkring 30 % af den samlede affaldsmængde i Danmark.

Byggeaffald består af mange forskellige kategorier: mursten, beton, metal, gips, mineraluld, jord, asfalt, glas, træ og mange forskellige slags kemi.

Ved genbrug af forskellige materialer er det muligt at springe råstofudvinding og produktion over.

Direkte genanvendelse vil sige, at materialet ikke skal igennem en ny industriel proces. Nogle materialer kan genanvendes direkte, men i en ny, evt. degraderet funktion, fx skillevægge af gamle vinduer eller let rustne ståltagplader over et udendørs halvtag. Flere og flere genbrugspladser begynder at handle med genbrugs-materialer. Andre materialer kan genbruges, men hvor det er nødvendigt at behandle materialer, som fx stål, glas og gips, der alle kan støbes om til nye produkter. Det kaldes **up-** eller **downcycling**.

Byggeriet skal planlægges, så det er let at genbruge materialer, når bygningen skal bygges om eller i værste fald

Kort fortalt

- ✓ Minimer affald
- ✓ Bedst mulig genanvendelse
- ✓ Upcycling
- ✓ Sortering af affald!

”

Byggeriet skal planlægges, så det er let at genbruge materialer, når bygningen skal bygges om eller i værste fald rives ned. Det kaldes affaldsforebyggelse.

Affaldshierarkiet

Affaldsforebyggelse

Direkte genanvendelse

Upcycling

Downcycling

Bortskaffelse





rives ned. Det kaldes affaldsforebyggelse. Man kan bruge nok så gode materialer, men ét dårligt materiale kan forurene de øvrige. Et eksempel er **PCB**, der blev brugt som fugemateriale i 60'erne. De flygtige stoffer i materialet kan simpelthen sprede sig ud i de omgivende materialer, fx vindueskarme eller beton. Den beton, der nedrives må så ikke bruges til fx vejfyld, men skal deponeres. Men det gælder fx også plastmaling på på puds, hvor plastmalingen ødelægger muligheden for genanvendelse.

Under affaldsforebyggelse hører naturligvis også at passe på materialerne, bestille rigtigt og planlægge, hvordan man opbevarer overskudsmaterialer så de kan bruges senere.

En meget stor del af den danske energisektor er afhængig af afbrænding af affald. Dette kan skabe dilemmaer i forhold til genbrug og genanvendelse af materialer på et højere niveau i affaldstrekanten. Danmark importerer i dag affald fra andre lande for at have nok til at udnytte kapaciteten i forbrændingsanlæggene fuldt ud.

Gamle mursten kan med fordel genanvendes når de er muret med kalkmørtel. Der findes i dag maskinelle processer for at rense mørtlen af stenen. Dette sparer den meget energikrævende process det er at brænde nye mursten.

Godt
INDEKLIMA



Modsatte side: Køkkenet i *Det Åndbare hus* ved Ringsted. Termisk masse i den diffusionsåbne konstruktion, lerpuds på væggene, varme i det stampede lergulv samt naturlig ventilation skaber et godt indeklima.

Kort fortalt

- ✓ Passende luftfugtighed
- ✓ Diffusionsåbne materialer
- ✓ At undgå træk og støj
- ✓ At undgå uønsket kemi

Et godt indeklima sikres ved at begrænse afgangning af uønskede stoffer fra de bygninger, vi opholder os i.

Der sker typisk afgangning fra maling, fra en række spartel- og fugemasser, fra overfladebelægninger og fra produkter, der indeholder lim. Der forekommer også afgangning fra naturlige produkter som linolie og træ. Når man vælger maling, gulv, møbler og alt andet inventar, er det vigtigt at vælge noget uden skadelig kemi.

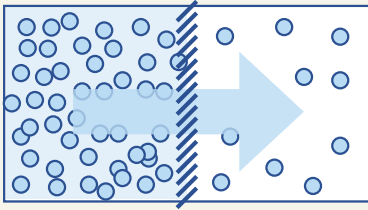
Nye huse indeholder afgangning af **MI**, som er et stærkt allergifremkaldende konserveringsmiddel. Det er forbudt at bruge i cremer, men findes stadig i stort set al vægmaling. Det står i arbejdsmiljøloven, at byggematerialer ikke må afgasse med skadelige stoffer, men der er stadig mange stoffer, der slipper gennem kontrollerne.

Fugt er en anden vigtig ting at forholde sig til. Når vi mennesker bader, laver mad, tørrer tøj og trækker vejret producerer vi en masse fugt. Godt hver 5. bolig har problemer med for meget fugt,

MALING UDEN KEMI

Linolieemulsionsmaling af typen Naturmaling indeholder: Vand, linolie, marmorpulver (eller kridt), titanhvidt og methyl-cellulose. Malingen er fuld-deklareret på bøtterne og alle indholdsstoffer er miljøvenlige og godkendt til brug i madvarer. Derudover findes der lermaling, kalk- og silikatmaling som andre miljø- og indeklimavenlige malingstyper.





DIFFUSION

Vanddampdiffusionsmodstand er en materialeegenskab der beskriver et materiales gennemtrængelighed overfor vanddamp. Betegnes også som Z-værdi.

Skimmelsvamp under tapet med plastikmaling, som resultat af materialernes manglende evne til at diffundere fugt.

og hver 8. husstand har problemer med skimmelsvamp, som kan føre til astma og allergi. En relativ luftfugtighed på 40-60 % er passende. Men derudover kan for lav luftfugtighed i fx betonbyggeri, give problemer med tørre slimhinder, hovedpine, træthed m.m. At skabe et godt indeklima handler i høj grad om livskvalitet.

Det er vigtigt at bygge lufttæt, for ikke at tabe varme, men lufttæt er ikke lig fugttæt. Et „åndbart“ eller **diffusions-åbent** hus er et hus, hvor konstruktionen er bygget op, så fugt kan bevæge sig gennem væg- og tagkonstruktionen. Fugten kan sprede sig ud gennem konstruktionen, fra et materiale til det næste og til sidst „slippe ud“ af huset.



FOTO: BOLIUS

Hvis man bygger af materialer, der ikke kan håndtere fugt, fx mineraluld, så er man nødt til at bruge en dampspærre. På den måde sikrer man, at der ikke går svamp i konstruktionen, men man holder samtidig al fugten inde i huset. Det betyder, at man er nødt til at installere ventilationssystemer, som bruger mange ressourcer i form af materialer, plads og energi. Samtidig er dampspærren en meget sårbar konstruktion, fordi der nemt både ved montering og gennem tiden går hul i „plastikposen“. Når det sker, koncentrerer al fugt ud i konstruktionen et enkelt sted, og risikoen for skimmelsvamp bliver meget stor. Det er samtidig ofte svært at opdage og lokalisere skaden, som så kan nå at brede sig meget.

Den diffusionsåbne konstruktion er uden dampspærre. Behovet for at fjerne fugt ved hjælp af ventilation er mindre, når noget af fugten selv kan vandre ud gennem væggen, og man behøver derfor ofte ikke at have eldrevet ventilation, men kan nøjes med **naturlig ventilation**. Materialer med gode fugtregulerende egenskaber, som eksempelvis ler, kan derudover fungere som buffer, der optager og afgiver fugt til rummet. Det hjælper til at sikre et godt indeklima.

”

Et „åndbart“ eller diffusionsåbent hus er et hus, hvor konstruktionen er bygget op, så fugt kan bevæge sig gennem væg- og tagkonstruktionen.

Det er attraktivt at se på muligheder for naturlig ventilation, da der er en række problemer ved mekanisk ventilation: Den kan give tør luft samt støj og træk, god varme bliver smidt ud af huset, der er omkostninger forbundet med strøm, og der bruges ekstra ressourcer til selve anlægget.

Ventilationsskorsten som udlufter ved hjælp af vind





Klog
DESIGNPROCES

Mange ressourcer kan spares ved at designe byggeriet klogt. Danmark er et af de lande i verden, hvor vi bor på flest kvadratmeter per person.

Det gennemsnitlige boligareal pr. person var i 2018 52,3 m² i Danmark – mod fx 42 m² i Storbritannien. Med god arkitektur og et hus, hvor kvadratmeterne er godt udnyttet, kan behovet for plads reduceres. Eksempelvis har alle dele af en bygning ikke brug for lige meget opvarmning. På den måde spares både penge og ressourcer.

Man kan også komme langt med at bygge mindre nyt og i stedet renovere eksisterende bygningsmasse mere og bedre. Det er godt at undgå spild og tænke ting sammen, eksempelvis med rækkehuse, hvor man mindsker varmetab. Eller ved at lægge vådrum op ad vådrum og spare mange meter rør, ligesom det varme vand ikke mister temperatur ved at løbe i et rør gennem hele huset.



FOTO: JØRGEN KAARUP

Kort fortalt

- ✓ Renovere i stedet for at bygge nyt
- ✓ Brug termisk masse til at holde på varmen
- ✓ Udnytte regnvand
- ✓ Tilpasning efter de klimatiske forhold – udnyt solen, skærm for vinden

Stråtag er på mange parametre det mest bæredygtige tag. Det anvendes i stigende omfang især i Holland i ny arkitektur.

Haus Rauch er ligesom en stribe andre huse Schweiz og Østrig bygget af stampet lerjord.



FOTO: MARTIN RAUCH

I bygningsreglementet er der i dag meget skrappe krav til isolering og tæthed for at undgå varmetab. Men man kan også bruge **termisk masse** til at holde på varmen uden at bruge energi. Hvis vi placerer materialer med stor massefylde, der hvor solen falder ind, eller i nærheden af varmekilder, fordeles varmen bedre i bygningen og over døgnet. Især mursten holder godt på varmen (eller kulden), da de har en ringe evne til at lede varme.

Der er et stort energiforbrug på at rense spildevand i vores samfund. Derfor er løsninger som komposttoiletter og lokale rensningsanlæg, der baserer sig på, at planter bruger næringen i spildevandet til at vokse, meget fornuftige og værd at overveje, især i det åbne land. Dertil kommer muligheden for at udnytte regnvand til havevanding, tøjvask og toiletskyl, så vandforbruget kan mindskes. Løsninger til dette findes allerede, og kunne med fordel blive en del af designet i et moderne byggeri.

Desuden kan man tage højde for landskabet og de lokale klimatiske forhold. Solindfald i de rum, man bruger mest, giver mere lys og kan sænke varmeforbruget. Alt efter hvor man bygger, kan det være adgang til forskellige vedvarende energikilder. Undersøg også om det er muligt at bruge vindenergi, jordvarme, solceller eller lignende.



I et separationstoilet adskilles og opsamles urin forrest i toiletskålen.

Langt de fleste næringsstoffer fra mennesker udskilles via urin, og denne er derfor et værdifuldt gødningsprodukt.

Passiv solvarme er billigt, praktisk og ofte meget smukt.

Det går ud på, at man benytter store glaspartier til at optage og lagre varmen fra solen – og dernæst bruger den til opvarmning af husets rum. Det er vigtigt at benytte glas med en lav U-værdi, som fx energivinduer, ellers vil rummet ikke kunne optage og holde på varmen, som så bare vil gå til spilde.

Ved nybyg kan det indtænkes i designet af selve bygningen, eller det kan tage form at et rum eller en udestue med store glaspartier, der fører varme videre til resten af huset. Dog skal man være opmærksom på, at disse tilbygninger kan blive meget varme, når solen står direkte ind, så afskærmning og udluftning kan være påkrævet, hvis det er et rum, man benytter meget.



Bygnings- reglementet



Modsatte side: Ålegræs er brugt gennem mange hundrede år på læsø som tagbelægning. Ålegræsset var et tilgængeligt materiale på en ø som havde begrænset ler og træ. Taget isolere, beskytter mod vejr og vind og er naturligt imprægneret mod brand af salt fra havet.

Bygningsreglementet konkretiserer bygge-lovens krav. Bygningsreglement skal sikre at et byggeri udføres, så det er i god kvalitet og tilfredsstillende i forhold til brand, sikkerhed og sundhed.

Det gælder for nybyggeri, tilbygninger og større renoveringssager. I skrivende stund er den nyeste udgave fra 2018, også kaldet BR18. Nye krav og ændringer tilføjes dog løbende.

Men nogle af bygningsreglementets krav er uhensigtsmæssige i forhold til at sikre bæredygtighed i byggeriet, og der er også nogle myter, vi gerne vil sætte fokus på her:

Dampspærre

Det er en udbredt myte, at der er krav om dampspærre i bygningsreglementet. I BR står der under afsnittet fugt og vådrum § 335 : „Bygninger skal sikres mod skadelig akkumulering af fugt som følge af fugttransport fra inde-luften.“ Statens Byggeforsknings Institut (SBI) udarbejder anvisninger, der kan betragtes som vejledninger til, hvordan BR kan overholdes, og de skriver, at man kan bruge dampspærre for at overholde kravet.

Det er derfor blevet normen at bruge dampspærre for at imødekomme dette krav. Men dampspærren er ikke et krav i sig selv. Hvis man isolerer med mineraluld, er der heller ikke så meget andet man kan gøre, end at bruge

”

Der er ikke brug for dampspærre i huset hvis der er anvendt isoleringsmaterialer, som fx papiruld eller træfiberisolering, der har gode hygroskopiske egenskaber, og altså kan håndtere fugten.

en dampspærre. Men bruger man isoleringsmaterialer, som fx papiruld eller træfiberisolering, der har gode **hygroroskopiske** egenskaber, og altså kan håndtere fugten, behøver man ingen dampspærre.

Ventilation

Nogle af bygningsreglementets krav, er i dag uhensigtsmæssige, når der er tale om diffusionsåbne konstruktioner uden mekanisk ventilation. Kravet til ventilation i BR18 er, at nybyggede boliger skal ventileres, så der sikres et luftskifte på 0,3 liter pr. sekund pr. opvarmet etagekvadratmeter. Det er svært at gøre uden mekanisk ventilation. Kravet om det høje luftskifte er sat for at sikre, at luftfugtigheden ikke bliver for høj og at der ikke kommer for høje niveauer af CO₂.



FOTO HELENE HØYER

Det moderne tanghus har ålegræs som isolering og facadebeklædning.

Man kunne derfor i stedet sætte grænser for maksimalt indhold af CO₂, uønskede stoffer og luftfugtigheden i luften. Så kunne man løse det enten med naturlig ventilation eller med mekaniske ventilation. Sidst med ikke mindst, så giver et højt luftskifte mange steder problemer med for lav luftfugtighed især i de kolde vintermåneder. Ved at

sætte krav om en relativ luftfugtighed på 40-60 %, kunne man også komme ud over det problem.

Tæthed

Bygningsreglementet sætter krav om tætheden af et hus. For BR18 hedder kravet 1 liter/sekund, og denne tæthed kan godt opnås uden brug af dampspærre. Det Åndbare Hus, der er bygget **diffusionsåbent** og uden brug af dampspærre og fugemasser, er målt til at være 0,8 l/s (ved Blowerdoor test). Det er altså muligt at opfylde kravet på 1 l/s og sandsynligvis også at opfylde kravet på 0,7 l/s (for særlige energiklasser), mens det ikke er givet, om et fremtidigt tæthedskrav på 0,5 l/s vil være muligt at opfylde med en diffusionsåben klimaskærm.

Når man bygger diffusionsåbne konstruktioner kan man sikre bygningens vindtæthed med forskudte gipsplader eller træfiberplader, og sikre tætheden ved gennem-brydninger ved at anvende tætte stikkontakter og manchetter mv.

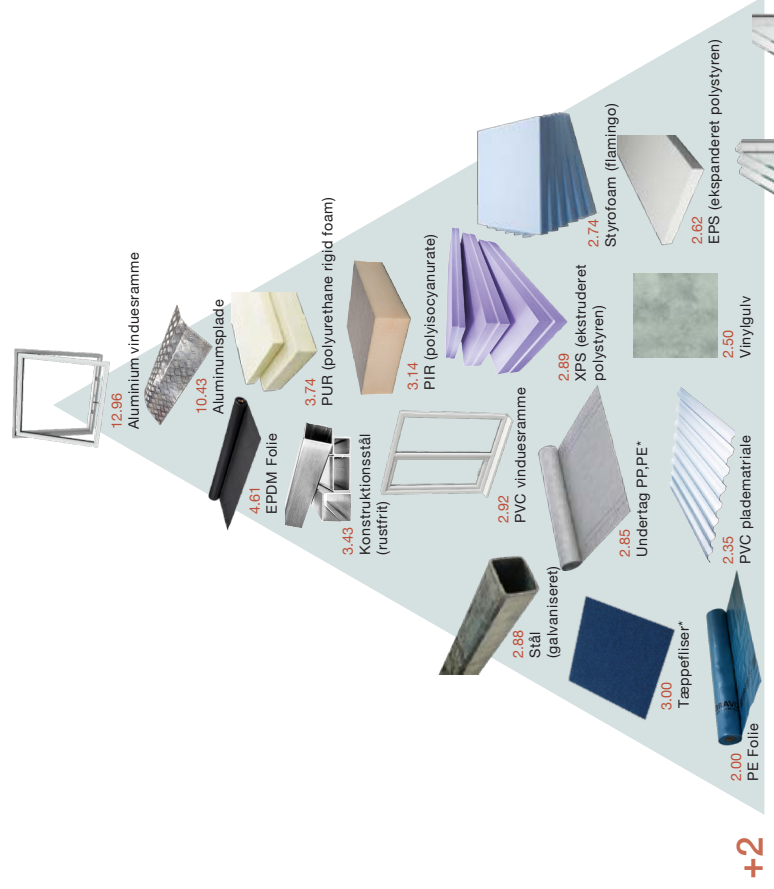
Afgasning fra byggematerialer

I § 329 i BR18 står der „Forureninger fra byggematerialer må ikke påvirke bygningers indeklimate, så der opstår risiko for personers sundhed eller komfortmæssige gener.“ Dette bliver ikke opfyldt, når man ser på nybyggede huse. Der sker typisk afgasning fra maling, fra en række spartel- og fugemasser, fra overfladebelægninger og fra produkter, der indeholder lim. Der forekommer også afgasning fra naturlige produkter som linolie og træ.

”

Afgasning sker typisk fra maling, fra en række spartel- og fugemasser, fra overfladebelægninger og fra produkter, der indeholder lim.

Byggeriets materialepyramide





Enheden er kg CO2 EQ/kg. materiale

Tal er baseret på EPD (ISO 14025 / EN 15804) fase A1-A3 fra primært fra Ökobaudat og subsidiært fra Institut Bauen und Umwelt (IBU), EPD-Norge og EPD-Danmark 2019.

* Tal er baseret på interpolering mellem flere EPD'er.

** Tal er baseret på LCA analyse ved CINARK/KADK.



Det Kongelige Danske Kunstakademis Skoler
for Arkitektur, Design og Konservering

CINARK
center for industriel arkitektur

Materialer

en liste over bæredygtige alternativer

Type	Materiale	Hvad er der i?	Hvor produceres det?	Hvordan genbruges/sorteres det?	Hvad er det alternativ til?	Opmærksom på
TRÆSORTER	Krydslamineret træ	Fyrretræ, lim	Primært Østrig, lille dansk produktion	Nemt at genanvende, sorteres som træ	Beton	Dampdiffusionsmodstand
	Lærketræ		Bl.a. Danmark	Nemt at genanvende, sorteres som træ. OBS gammel maling	Trykimprægneret træ	Malet med plastikmaling holder det dårligere
	Douglasgran					
	Egetræ					
	Kernetræ	Kernetræ er det inderste træ i stammen. Langsomtgroet er stærkest				
Formaldehydfri osb-plader	Træspåner og PU-lim	Bl.a. Tyskland	Nemt at genanvende, sorteres som træ	Spunplader, krydsfinér, osb-plader m. formaldehydafgasning		
MINERALSKE MATERIALER	Presset lersten	Moræneler: 10-20% ler samt sand, grus og sten. Mest almindelige jordart i Danmark	Bl.a. Danmark	Nemt at genanvende fx til lerpuds. Eller tilbage i jorden.	Brændte mursten	Tåler ikke direkte vandpåvirkning
	Lerpuds	Ler og sand – dvs mørtel hvor ler er bindemiddel		Nemt at genanvende. Eller tilbage i jorden.	Kalk eller cement som bindemidler	
	Hydraulisk kalk	Brændt og knust kalksten med lerindhold min 6%		Knuses til vejfyld e.l.	Cement	Arbejds miljø: basisk materiale
	Luftkalk	Knust, brændt kalksten og vand		Mursten kan genbruges hvis de er muret med kalkmørtel		
	Gipsplade	Naturligt forekommende hvidt mineral eller biprodukt fra kulfyrede kraftværker		Brugte gipsplader kan bruges til at lave nye gipsplader	Som beklædning af indervægge er det et alternativ til f.eks. pudsede vægge	

Type	Materiale	Hvad er der i?	Hvor produceres det?	Hvordan genbruges/sorteres det?	Hvad er det alternativ til?	Opmærksom på	
MALING M.M.	Linoliemaling	Linolie, der udvindes fra hørfrø. Der kan være tilsat pigmenter og andre stoffer, f.eks. silikone	Bl.a. Danmark	Træ malet med linolie kan genanvendes	Plastikmaling, dvs maling med akrylbinder	Afgasser i 2-3 dage	
	Naturmaling	Vand, linolie, marmorpulver og evt. andre stoffer		Træ malet med naturmaling kan genanvendes			
	Linolie	Presset hørfrø, findes rå, kogt, mv.		Træ malet med linolie kan genanvendes	Lak	Afgasser i 2-3 dage. Afgiver uskadelige lugte i længere tid	
	Silikatmaling	Vandglas, mineralske pigmenter		Uproblematisk ved bortskaffelse	Bl.a. Facademaling til murværk med akrylbinder	Der findes mange producenter og forskelligartede produkter	
	Lermaling	Lerpulver, kasein, kridt, marmorpulver, soda	Bl.a. Tyskland				Plastikmaling, dvs maling med akrylbinder, tyndpuds
	Kalkmaling	Kalk, evt. andre stoffer	Bl.a. Danmark				Spartelmasse med akrylbinder
		Linoliebaseret spartelmasse	Vand, linolie, marmorpulver og evt. andre stoffer				
ISOLERING	Korkplade	Bark fra kork-egen	Bl.a. Portugal	Afbrænding, kompostering eller genanvendelse	Hårde mineraluldsplader		
	Træfiberplade	Resttræ, kan laves med og uden lim	Bl.a. Norge		Hårde mineraluldsplader, undertagsprodukter		
	Papirgranulat	Granuleret genbrugspapir, typisk tilsat brandhæmmer f.eks. borsyre eller aluminiumhydroxid	Bl.a. i Danmark	Direkte genbrug, brændes eller komposteres	Mineraluld	Skæres med vinkelsliber eller specialværktøj	
	Hørbat	Hørfibre og akrylbinder	Bl.a. Tyskland	Genbruges eller brændes			
	Hampebat	Hampefibre og akrylbinder		Direkte genbrug, brændes eller komposteres			
	Papirbat	Papir og akrylbinder					
	Træfiberbat	Træfiber og plastbindefiber					
	Halm – evt. presset	Halm	Bl.a. Danmark				
	Ålegræs						
	Værk – til døre/vinduer	Hør, trætjære	Bl.a. Tyskland		Fugemasse	Kan have tilsat trætjære	
Celleglas granulat til terrænisolering	Opskummet affaldsglas	Tyskland og Norge	Knuses til vejfyld e.l.	EPS- /polystyren plader			
Hempcrete	Kalk, vand og hampe-skærver	Bl.a. Danmark	Komposteres eller bruges som jordforbedring	Hårde mineraluldsplader	Arbejds miljø: basisk materiale		

Ordforklaringer

Her følger nogle af de ord som man ofte støder på når man arbejder med bæredygtigt byggeri.

cirkulær økonomi Når produktion og forbrug indgår i et kredsløb med fokus på genbrug og genanvendelse. I cirkulær økonomi er der ingen ressourcer, der går tabt, og materialerne bevarer deres værdi. Genbrug og genanvendelse er en væsentlig del af cirkulær økonomi. Modsat lineær økonomi, hvor man udvinder råstoffer, fremstiller produkter, forbruger og smider ud.

deponi Et deponi er et sted, hvor man henlægger affald, som ikke kan genbruges eller brænde. Enten fordi der kommer giftig røg, når det brænder, eller fordi man ikke ved, hvordan man skal genbruge det.

Affald, som typisk går til deponi, er asbest, **pvc**-plastik, byggeaffald med et indhold af miljøgiften **pcb**, forurenede jord og opføj fra gader. Affald på deponier gør ingen gavn, men optager plads og bidrager ikke til nye produkter via genbrug. Derfor vil man helst undgå at lægge affald på deponi.

diffusionsåbent Den evne, at materialet kan flytte vand. Diffusionsåbne konstruktioner består altså af **hygroscopiske** materialer, der kan optage og afgive fugt, og som derfor kan håndtere fugt og kondens i et hus.

Mineraluld, dampspærre, plastikmaling, glas, stål og visse træplader herunder CLT,

samt flere andre byggematerialer er ikke diffusionsåbne.

downcycling At et materiale genanvendes, men på et lavere niveau i værdikæden. Fx beton, mursten og lignende, der nedbrydes til vejfyld. Eller byggetræ, der afbrændes for at udnytte energien til varme.

dugpunkt Når indholdet af vanddamp i luften fortættes til flydende vand. Det sker ved en given temperatur, under afkøling og ved konstant tryk. Dugpunktet benævnes ofte som det sted i en konstruktion, hvor temperaturen er så lav, at vanddampen bliver fortættet til vand. Bygges huset af hygroskopiske materialer, kan vandmolekylerne fordele sig, når vandet er fortættet i en sådan grad, at det lægger sig på en overflade.

energimærke Indikerer, hvor meget energi, der bruges til at opvarme huset, opvarme vand, ventilere, samt køle i boligen. Klasserne er fra A-G, hvor A er den bedste energiklasse.

fornybare materialer Materialer, der på kortere tid kan reproducere i naturen, og dermed ikke er begrænsede ressourcer. Eksempelvis træ, plantefibre m.m.



Halm er et restprodukt og en fornybar ressource som ofte er lokalt tilgængelig. Her blandet med ler udgør halmen isolering i 30cm tykkelse.

ikke fornybare materialer Materialer, der udvides i naturen, men som det har taget naturen flere 1.000 år at generere. Det gælder fx alle metaller, olie og sand. Der bruges massivt af disse stoffer i byggeriet i dag, og det gør, at mange af dem er ved at løbe tør. Derudover ødelægges store områder for at stofferne kan udvindes.

indlejret energi Vedrører den energi, som bruges på alle processer, som et byggemateriale er i forbindelse med: udvinding, produktion, transport, installation, vedligeholdelse, samt udskiftninger og behandling af materialerne efter endt **levetid**. Indlejret energi betegner alt hvad der ikke tilskrives driftsenergiforbruget og vandforbruget. Indlejret CO₂ er det samme som indlejret energi, blot udelukkende med fokus på CO₂-udslippet.

lagring af CO₂ Når træer og andre planter vokser, optager de CO₂, der lagres som kulstof både i skovene og i produkter lavet af træ. Herved reduceres CO₂ indholdet i atmosfæren. Der bindes ca. 1 ton CO₂ pr. m³ træ. Ved at anvende træ og andre plantebaserede byggematerialer i varige konstruktioner, kan man lagre CO₂ i bygningerne. Derved reduceres eller forsinkes drivhuseffekten og klimaproblemerne.

hygrokognitive egenskaber Et materiales evne til at optage og fordele fugt. Den hygrokognitive effekt bevirker, at fugt vil fordele sig ud i hele materialet, eksempelvis hørisolering, hvorfra den nemt kan afgives igen.

konstruktiv beskyttelse De bygningsfysiske foranstaltninger, som medfører, at facader



Konstruktiv beskyttelse med stort tagudhæng.

udsættes mindst muligt for klimatiske påvirkninger. Det være sig opfugtning fra regn eller undergrund, sol eller ved kysterne påvirkning fra salt og sand. Foranstaltninger, der leder vand væk er eksempelvis tagudhæng, tagrender, gesimser, sålbænke, fugtspærre i form af murerpap m.m.

lambda-værdi (λ) Er et udtryk for et materiales varmeledningsevne. Jo højere λ -værdi, jo bedre er materialet til at lede varme. Og omvendt: Jo lavere λ -værdi, jo bedre isolerer materialet.

LCA / livscyklusvurdering Life Cycle Assessment er en standardiseret metode til at vurdere produktsystemers miljøbelastning. Fra udvinding af råmaterialer, fremstilling og transport af produktet, brugen af det, inklusive vedligeholdelse og reparation, til bortskaffelse eller genbrug.

levetid Teknisk levetid indikerer, hvor længe et produkt eller en bygning kan holde og afhænger bl.a. af materialekvaliteten, den håndværksmæssige udførelse og om produktet kan repareres.

Funktionel levetid handler om at behovet og brugen af vores bygninger ændres som følge af bl.a. teknologisk udvikling og samfundsforandringer, fx høj- og lavkonjunktur. Det har indflydelse på om en bygning får lov at blive stående.

MI Et konserveringsmiddel (methylisothiazolinone), der har vist sig meget problematisk i forhold til indeklimaet. Det giver reaktioner både som dårligt arbejdsmiljø, allergi og luftvejsgener. Der er en række konserveringsmidler kaldet thiazoler eller thiazolinoner, der har samme problematik ift. allergi og overfølsomhed. De anvendes bl.a. i mange både indendørs og udendørsmalinger, fugemasser mv.

naturlig ventilation Ventilation, hvor den drivende kraft er termisk opdrift (skorstenseffekt) modsat mekanisk ventilation, hvor der anvendes el. Den naturlige, termiske opdrift får varm luft til at stige opad. Ved at benytte aftrækskanaler, der er placeret højt og fx åbne de øverste vinduer, kan opdriften bidrage til et godt luftskifte. Luftsifte via åbne vinduer, udluftningsventiler, spjæld mv. er også naturlig ventilation. Andre metoder er solskorsten, vindturbiner og ventilationsvinduer.

passivhus At bygge huse uden behov for traditionelle varme- og kølesystemer. Dette er muligt med et højt niveau af isolering og lufttæthed, velvalgt placering af **termisk** masse i bygningen, og brug af mekanisk ventilation med varmegenvinding. Det er vigtigt at undgå kuldebroer, og det er lettere at opnå passivhus-standard, hvis bygningen gøres kompakt og placeres hensigtsmæssigt på grunden i forhold til solen. Den høje grad af tæthed opnås dog ofte med brug af kemiske fugemasser og man skal i det hele taget være opmærksom på materialevalget, og undgå brug af **ikke fornybare** materialer og uønsket kemi.

PVC-plast Et udbredt plastmateriale. PVC står for polyvinylklorid. Indeholder 57 % klor og udvikler ved afbrænding omkring 50 % saltsyre (HCl), der bidrager til syreregn. Derudover udvikles der ved afbrænding dioxiner, som er kræftfremkaldende. Hård PVC forekommer eksempelvis i tagrender, kloakrør,

flasker og dunke og kan genbruges. Blød PVC bruges ofte i legetøj, sko m.m. og kan ikke genbruges.

PCB står for Poly-Chlorerede Biphenyler og dækker over 209 forskellige stoffer. PCB blev fra halvtredserne og op igennem halvfjerdserne anvendt i en række byggematerialer på grund af stoffernes teknisk gode egenskaber, hvad angår holdbarhed, isoleringsevne, smøreegenskaber og lave brandbarhed. PCB er optaget på EU's liste over farlige stoffer, da det har vist sig at være skadeligt for både mennesker og miljø.

termisk masse Et materiale, der kan akkumulere varme eller kulde. Tunge materialer som sten og ler er længere tid om at blive varmet op end lette materialer, som træ og glas. Derfor vil tunge materialer bidrage til at stabilisere temperaturen i et hus.

trykprøvning Kaldes også Blowerdoor-test og kontrollerer tætheden af en nyopført

Ventilationskorsten af pressede lersten, malet med naturmaling. Den termiske masse opvarmes af solen.



bygning. Formålet er at undgå kuldeindtræk og dermed sikre husets evne til at holde på varmen. I praksis dannes der enten overtryk eller undertryk i huset, for at se hvor meget luft, der kan passere.

upcycling Når materialer, der ellers kunne betragtes som affald tilføres værdi over tid og dermed kan genanvendes.

z-værdi Et materiales Z-værdi angiver, hvor **diffusionsåbent** det er. Det er en værdi for dampdiffusionsmodstand. Jo højere Z-værdi

des højere er dampdiffusionsmodstanden, og des mindre diffusionsåbent er materialet. En lav Z-værdi i et givent materiale er derfor en god ting, hvis man ønsker at bygge diffusionsåbent.

økologisk byggeri 'Økologisk byggeri' og 'bæredygtigt byggeri' er forskellige betegnelser for byggeri, der har et mål om vidtgående hensyn til klima, miljø og sundhed. Spænder både over eksperimenterende selvbyggerhuse til industrielt byggeri med standardiserede og dokumenterede løsninger.



Plastdunke her som lysgennemsigtig skillevæg er et eksempel på upcycling.

BÆREDYGTIGT BYGGERI

Håndværk, miljø & materialer

Udgivet november 2020
Redaktion: Line G. Aagaard og
Bodil S. Wedele
Grafisk layout: Malte Lundén
Tryk: Eks-skolens Trykkeri Aps
Udgivet som led i projektet Klogt
Byggeri af Egen Vinding & Datter
i samarbejde med Envice
Distribution: www.egenvinding.dk

Tak for støtte fra: Børne- og
Undervisningsministeriets
udlodningsmidler for
undervisning, Grundejernes
Investeringsfond, 3F BJMF
Lærlingeklub, Snedkerstiftelsen
og Snedker-Tømrernes
brancheklub

ISBN 978-87-997994-3-5

Læs mere



Væg på murergrundforløb udført med ubrændte lersten.

baeredygtigbyggeri.dk • Dette projekts hjemmeside og undervisningsportal. Her kan man også finde yderligere links til, hvor man kan læse mere.

- Her kan man tjekke den formodede levetid for mange produkter.

levetider.dk • Videnscenter om muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger.

byggefilm.dk • Korte film om håndværk, der holder. Mange forskellige materialer og fag.

slks.dk/omraader/kulturarv/bygningsfredning/gode-raad-om-vedligeholdelse • Gode råd om vedligeholdelse.

bygningsreglementet.dk • Læs om den gældende lovgivning inden for byggeriet.

byg-erfa.dk • Indsamler, bearbejder og formidler byggetekniske erfaringer fra byggeriets praksis og forskning.

smartfrastart.dk • Hjælp til at vælge byggematerialer, der udleder mindst CO₂.

lob.dk • Landsforeningen Økologisk Byggeri.

bevardithus.dk • Siden er redigeret af arkitekt MAA Søren Vadstrup, mangeårig leder af Raadvad-Centeret.

Vedvarende holdbarhed – Bæredygtighed og cirkulær økonomi for bygninger • Bog af Søren Vadstrup, 2018. Download pdf gratis her: bevardithus.dk/wp-content/uploads/06-vedvarende-holdbarhed-3-2018.pdf.

Skånsom
PRODUKTION

Lang LEVETID

Intet AFFALD

Godt INDEKLIMA

Klog DESIGNPROCES

BÆREDYGTIGT BYGGERI

Håndværk, miljø & materialer

Udgivet november 2020

Redaktion: Line G. Aagaard og Bodil S. Wedele
Grafisk layout: Malte Lundén

Tryk: Eks-skolens Trykkeri Aps

Udgivet som led i projektet Klogt Byggeri af
Egen Vinding & Datter i samarbejde med Envice
Distribution: www.egenvinding.dk

Tak for støtte fra: Børne- og Undervisnings-
ministeriets udlodningsmidler for undervisning,
Grundejernes Investeringsfond, 3F BJMF
Lærlingeklub, Snedkerstiftelsen og Snedker-
Tømrernes brancheclub

ISBN 978-87-997994-3-5