



Carbon footprint analyse af udvalgte byggematerialer.

Handicapbyggeri

Seden Syd, Odense Kommune

5. november 2009

Rapport

Allerød 4810 4200
Århus 8732 3232
Aalborg 9630 6400
Odense 6312 1581

www.niras.dk

NIRAS
-råd du kan regne med

Denne carbon footprint analyse er udført af NIRAS A/S på vegne af Odense Kommune.

Denne rapport er udgivet 5. november 2009

Involverede aktører:

Henrik Max: Ældre- og Handicapforvaltningen, Odense Kommune

Martin Thomsen: Odense Kommune, Natur, Miljø og Trafik

Frantz Leitner, TKT Arkitekter, Odense

Lars Holm, Miljøforum Fyn, Odense

Involverede leverandører:

Gamle Mursten, leverandør af genbrugsmursten ved Claus Juul Nielsen

Hotpaper, leverandør af papirisolering, ved Peter Hansen

Carbon footprint analytiker

Det rådgivende ingeniørfirma NIRAS har stået for udførelsen af Carbon Footprint analysen. Arbejdet er udført af konsulenterne Lui Vium og Louise Laumann Kjær, i samarbejde med Klimachef Torben Chrintz.

Resume.

Carbon footprint analysen af udvalgte byggematerialer, der indgår i handicapbyggeriet i Seden Syd, er udført med henblik på at vise, at det er muligt at opføre et mere klimavenligt byggeri, i forhold til hvis der var valgt traditionelle byggematerialer.

Byggeriet adskiller sig fra den traditionelle byggeform ved at der er valgt:

- Genbrugsmursten frem for nye mursten
- Papirisolering til loftisolering frem for mineraluld
- Linoleum som gulvbelægning frem for vinyl

Denne undersøgelse viser, at brugen af de valgte byggematerialer i alt har sparet atmosfæren for udledningen af 64 tons CO₂, i forhold til hvis der var valgt traditionelle byggematerialer til opførelsen af byggeriet.

Indholdsfortegnelse

1	BAGGRUND FOR CARBON FOOTPRINT ANALYSEN.	1
2	FACADER	2
2.1	MURSTEN, NYE VS GENBRUGTE.....	2
2.2	CO ₂ -BESPARELSE VED GENBRUGSSTEN:	3
3	LOFTI SOLERING	5
3.1	ROCKWOOL VS PAPIRSOLERING => MINERALSKE VS CELLULOSE MATERIALER	5
4	GULVBELÆGNING.....	6
4.1	GULVBELÆGNING, VINYL VS LINOLEUM	6
4.2	GULVBELÆGNING, VINYL VS KLINKER	6
5	CO ₂ -BESPARELSEN RELATERET TIL DET DANSKE SAMFUND	7
5.1	KØRSEL.....	7
5.2	ELFORBRUG.....	7
6	REFERENCER	8

1 Baggrund for carbon footprint analysen.

Siden 2005 har Odense Kommune ønsket at bygge med fokus på blandt andet energieffektivisering og minimering af brugen af uønskede kemikalier i byggeriet. Da Odense kommunes Ældre- og Handicapforvaltning gik i gang med at planlægge et nyt byggeri af 40 nye boliger til unge handicappede i Seden Syd, blev der derfor nedsat en miljøstyregruppe i samarbejde med MiljøForum Fyn – Byggeri. Gruppen fik til opgave at koordinere miljøindsatsen i hele planlægnings- og udførelsesfasen, således at byggeriet af den nye institution lever op til kommunens politik om miljørigtigt byggeri. Byggeriets miljøprogram lå derfor klar fra starten og indgik i udbudsmaterialet. Derved fik alle de bydende firmaer kendskab til bygherrens ønsker til miljø- og energihensyn.

Boligerne i Seden Syd er et lavenergiklasse-2 byggeri - det vil sige en energiklasse bedre, end loven kræver, hvilket bl.a. andet er opnået ved at isolerer mere end standart og brug at solvarme.

Ved opførelsen af bebyggelsen er der udført følgende tiltag:

- Genbrugsmursten i facademurerne.
- Papirisolering som loftsisolering.
- Linoleum på gulvene.
- Kemikaliestyling - byggematerialerne vurderes for uønskede kemikalier, inden de anvendes i byggeriet. Der anvendes fx PVC-fri kloakrør
- Solvarmeanlæg til varmt brugsvand.
- Genvex på ventilationsanlæg
- LED-belysning af de belysningstunge steder i bygningerne.

I denne rapport vil der være fokus på de 3 førstnævnte tiltag, og der vil blive redegjort for forskellen i CO₂-udledningen fra de pågældende byggematerialer.

Til analysen benyttes beregningsprogrammet SimaPro 7.1, der henter data fra forskellige internationale klimadatabaser. For at sikre at dataene er de korrekte at bruge i det konkrete tilfælde er dokumentationen herfor i form af LCA-studier (livscyklus vurderinger), gennemlæst og medtaget i referencerne.

Sidstnævnte tiltag vil blive beskrevet i en særskilt rapport, hvor der redegøres for driftsfordelene mht. energibesparelse og den deraf reducerede CO₂-udledning.

2 Facader

Genbrugsmurstenene til facaden på byggeriet i Seden Syd, er leveret af firmaet Gamle Mursten. Murstenene stammer fra nedrevne bygninger på Fyn med meget forskellig alder, hvoraf de ældste er fra 1600-tallet. Stenene bliver håndnedtaget - sten for sten - fra bygninger, der nedrives.

Firmaet har specialiseret sig i at afrense brugte mursten for mørtel med en patenteret rensemetode. Afrensningen foregår maskinelt og kapaciteten er 5-6.000 mursten i timen. Der kan både leveres mursten og tagsten.



Figur 1: Afrensede mursten klar til opmuring

2.1 Mursten, nye vs genbrugte

Ved produktion af teglmursten, er det brændingen af teglet, der står for langt størstedelen af udledningen af CO₂. Det er fortrinsvis naturgas, der forsyner teglværkerne med energien, men blandt teglværkerne imellem kan der være forskellige brændingsteknikker, hvor brændingen på enkelte værker blandt andet suppleres med kul for at give murstenen en rustik overflade.

Dernæst er der forskel på hvor "hårdt" teglet brændes, afhængigt af om der er tale om mursten til indervægge eller facade, og deraf stor forskel i udledningen af CO₂.

Udledningens størrelse er direkte sammenhængende med hvor hårdt murstenene brændes. Denne undersøgelse har vist at den europæiske murstensproduktion udleder mellem 0,180 til 0,520 kg CO₂/kg mursten.

Miljøstyrelsens rapport fra 2000 viser at gennemsnitsudledning fra de danske teglværker udgør (MST, 2000):

MST:	Kg CO ₂ /m ² muret væg	Kg CO ₂ /kg mursten	Kg CO₂/ Mursten
Gule mursten udleder totalt:	41	0,310	0,651
Røde mursten udleder totalt:	31	0,234	0,492

Tabel 1: Til omregningen fra kg CO₂/m² muret væg til kg CO₂/mursten er det antaget at der går 63 mursten pr m² mur og at 1 mursten vejer 2,1 kg.

I MST rapporten er der ikke redegjort for forskellen i CO₂-udledning fra henholdsvis letbrændte bagsten og hårdtbrændte facadesten, og CO₂-udledningstallet antages derfor at være en gennemsnitsudledning for hele produktionen. CO₂-udledningen for den danske gennemsnitsmurstensproduktion falder dermed lige i midten af intervallet for den europæiske produktion, så der er god overensstemmelse med undersøgelsesresultatet fra MST.

2.2 CO₂-besparelse ved genbrugssten:

Ved benyttelse af genbrugssten frem for nyproducerede mursten, kan der ses bort fra den meget energitunge teglproduktion. Tilbage er der energien, der benyttes til nedrivningen og afrensningen.

Ifølge miljøstyrelsens rapport fra 2000, så udgør CO₂-udledningen for nedrivning ca. 3 kg CO₂/m² mursten, svarende til henholdsvis 0,048 kg CO₂/kg mursten og 0,023 kg CO₂/mursten.

Ifølge leverandøren af genbrugsmursten, virksomheden Gamle Mursten, så er det elektriske forbrug til rensningen af 1 million mursten målt til 17.000 kWh. Hvis der regnes med at den gennemsnitlige udledning fra det danske elforbrug udgør 0,500 kg CO₂/kWh, så svarer det til henholdsvis 0,008 kg CO₂/kg mursten og 0,004 kg CO₂/mursten. Samlet bidrager nedrivning og rensning med 0,027 kg CO₂/kg mursten.

I en carbon footprint analyse bør transporten normalt også indgå, men da både genbrugsmursten og nyproducerede mursten begge kan afhentes på Fyn, så vil udledningen fra transporten stort set være ens, og derfor antages det rimeligt at se bort fra transportbidraget i denne sammenligning.

Ifølge leverandøren så spares atmosfæren for udledningen af 1.000 kg CO₂ ved at benytte 2.000 genbrugssten frem for nyproducerede sten. Det svarer til 0,238 kg CO₂/kg mursten eller 0,500 kg CO₂/mursten.

For byggeriet i Seden Huse var alternativet at benyttet klassiske gule mursten, som ifølge MST rapporten udleder 0,310 kg CO₂/kg mursten. For at finde CO₂-besparelsen ved at bruge genbrugsmursten, skal forskellen mellem de 2 alternativer beregnes:

CO₂-udledningen fra nedrivning og rensning af de brugte mursten, fratrækkes fra de gule sten, bliver: (0,310 – 0,027) = 0,283 CO₂/kg mursten.

Leverandøren hævder at besparelsen udgør 0,500 kg CO₂/mursten eller 0,238 kg CO₂/kg mursten, og det vurderes at være en rimelig opgørelse, da den ligger under det beregnede besparelspotentiale på 0,283 CO₂/kg mursten.

Bemærk at besparelsen kan være større endnu, da der er tale om facadesten, men energiforbruget til brænding af facadesten er ikke opgjort i MST-rapporten. En præcisering af besparelsen kræver altså et detaljeret LCA-studie, med fokus alene på teglværkernes facadesten. Til denne analyse vurderes leverandørens udledningsdata pr mursten derfor at være præcise nok til beregningen af den samlede udledning fra byggeriet i Seden Syd.

For byggeriet i Seden Syd er CO₂-besparelsen alene ved brug af genbrugssten:

76.000 mursten * 0,500 kg CO₂/kg mursten = 38.000 kg CO₂



Figur 2: Genbrugssten i facademuren.

3 Loftisolering

Udledningen fra papirisoleringen stammer primært fra den mekaniske bearbejdning af de aviser, som er basismaterialet for papirisoleringen. Dertil kommer så udledningen af produktionen af de hjælpestoffer, som benyttes til give papirisoleringen de rette egenskaber. Hjælpestoffet udgøres af borsalte og aluminiumhydroxid, der giver papirisoleringen beskyttelse mod brand og skadedyr.

For mineraluldens vedkommende er det primært opsmeltningen af bjergarterne ved brug af koks i smelteovne, som står for den største del af udledningen. Sekundært kommer udledningen fra minedriften.

3.1 Rockwool vs Papirisolering => mineralske vs cellulose materialer

Papirisolering er produceret af firmaet Thermofloc, beliggende i Østrig. Til byggeriet i Seden Syd har firmaet Hotpaper stået for leverance og udlægningen.

På loftet er der udlagt 470 mm papirisolering, og der er regnes med en sætning af papirfibrene på 55 mm, hvilket giver en resulterende isoleringstykkelse på 415 mm. Til sammenligningen er det antaget at samme isoleringsbehov kan løses med 415 mm rockwool bats.

Resultat af undersøgelsen viser at papirisoleringen har den laveste CO₂-udledning/kg isoleringsmateriale.

	Loftareal i m ²	Materiale forbrug kg/m ²	CO ₂ -udledning per kg materiale	Total CO ₂ -udledning i kg
Papirisolering	1897	13,284*	0,325**	8.193
Mineraluld	1897	13,280***	1,223	30.810
Besparelse				22.616

Tabel 2:

*Forbruget af papirisolering er oplyst af leverandør til 1.800 sække af 14 kg.

**Til produktionen af papirisolering er der tillagt transport fra Østrig til Odense.

***Bats tykkelse 415 mm. Til beregningen af vægten af rockwool bats er der benyttet en densitet på 32 kg/m³, som benyttes i det LCA-studie hvor dataene stammer fra.



Figur 3: Papirisolering udlagt på loft.

4 Gulvbelægning

Vinyl- og linoleumsgulve har en meget forskellig fremstillingsform og materiale-sammensætning.

Vinyl er et PVC produkt, der produceres i den kemiske industri af mineralske olieprodukter. Linoleum er derimod et naturprodukt, der fremstilles af linolie, kork, træ, jutevæv og forskellige organiske hjælpemidler.

4.1 Gulvbelægning, vinyl vs linoleum

I sammenligningen er det antaget at begge produkter importeres fra udlandet med lige stor transportafstand, og derfor er sammenligningen kun udført på produktionsniveau.

	Gulvareal	CO ₂ -udledning kg/m ² materiale	Total CO ₂ - udledning i kg
Linoleum	1497	1,600	2.395
Vinyl (PVC)	1497	4,140	6.198
Besparelse			3.802

Tabel 3: Data er hentet i LCA-undersøgelsen Å. Jönsson et al. 1997

4.2 Gulvbelægning, vinyl vs klinker

Badeværelserne er lavet traditionelt med keramiske gulvklinter på gulvet. Alternativt kunne der, som efter klassisk svensk model, udføres gulvbelægning med vinyl i stedet.

Sammenligningen er kun udført på overfladematerialet. For de enkelte gulvtyper er der en vidt forskellig opbygning af underlaget afhængigt af design, og det vil være for omfattende at medtage her. De meste udbredte gulvklinter i Danmark er typisk keramiske klinter. Produktionsformen minder om den for mursten, men udledningen fra produktionen er væsentlig højere.

	Gulvareal	CO ₂ -udledning kg/m ² materiale	Total CO ₂ - udledning i kg
Klinker	259,6	20,560	5.337
Vinyl (PVC)	259,6	4,140	1.074
Forskel			4.754

Tabel 4: Data for vinyl er hentet i LCA-undersøgelsen Å. Jönsson et al. 1997 og data for klinter er hentet i D. Kellenberger, 2007 (econinvent).

Der er altså en væsentlig forskel i udledningen, men som nævnt i ovenstående, så bør hele byggeprocessen undersøges for et retvisende billede.

5 CO₂-besparelsen relateret til det danske samfund

For byggeriet i Seden Syd udgør den samlede besparelse i CO₂ godt 64 tons.

Byggemateriale	CO ₂ -besparelse
Mursten vs Genbrugsmursten	38.000 kg
Rockwool vs Papirisolering	22.616 kg
Vinyl vs Linoleum	3.802 kg
	64.419 kg

Og hvad svarer det så til, sammenlignet med dagligdags eksempler?

5.1 Kørsel

En moderne økonomisk bil udleder mindre end 120 g CO₂/km, og som eksempel kan nævnes de meget solgte søskendebilmodeller Citroen C1, Peugeot 107 og Toyota Aygo, der udleder 106 CO₂/km. En sådan bil vil have kørt 602.047 km før end den har udledt 64 tons CO₂. Hvis en dansker kører ca. 16.000 km årligt, så svarer den sparede CO₂-mængde altså til udledningen fra godt 38 biler i 1 år.

5.2 Elforbrug

Udledningen fra det danske elforbrug udgør 0,500 kg CO₂/kWh. De sparede 64 tons CO₂, svarer således til en elproduktion på 128.838 kWh.

I Danmark bruger en gennemsnitsbolig uden elvarme 1.000 kWh/år til belysning og husholdningsinstallationer, hvilket betyder at den sparede CO₂-udledning altså svarer til det årlige elforbrug fra knapt 129 gennemsnitsboliger.

6 Referencer

Å. Jönsson et al. 1997: "LCA of Flooring Materials: Case Study". Building and Environment, vol 32. No. 3 pp 245-255.

D. Kellenberger et al. 2007: Ecoinvent report No. 7. "Life Cycle Inventories of Building Products".

Miljøstyrelsen (MST), "Renere teknologi i tegl- og mørtelbranchen". Miljøprojekt nr. 499, 2000.

A. C. Schmidt et al. 2004: "A comparative Life Cycle Assessment of Building Insulation Products of Stone Wool, Paper Wool and Flax". International Journal of LCA 9 (1) p53-66 & (2) p122-129