

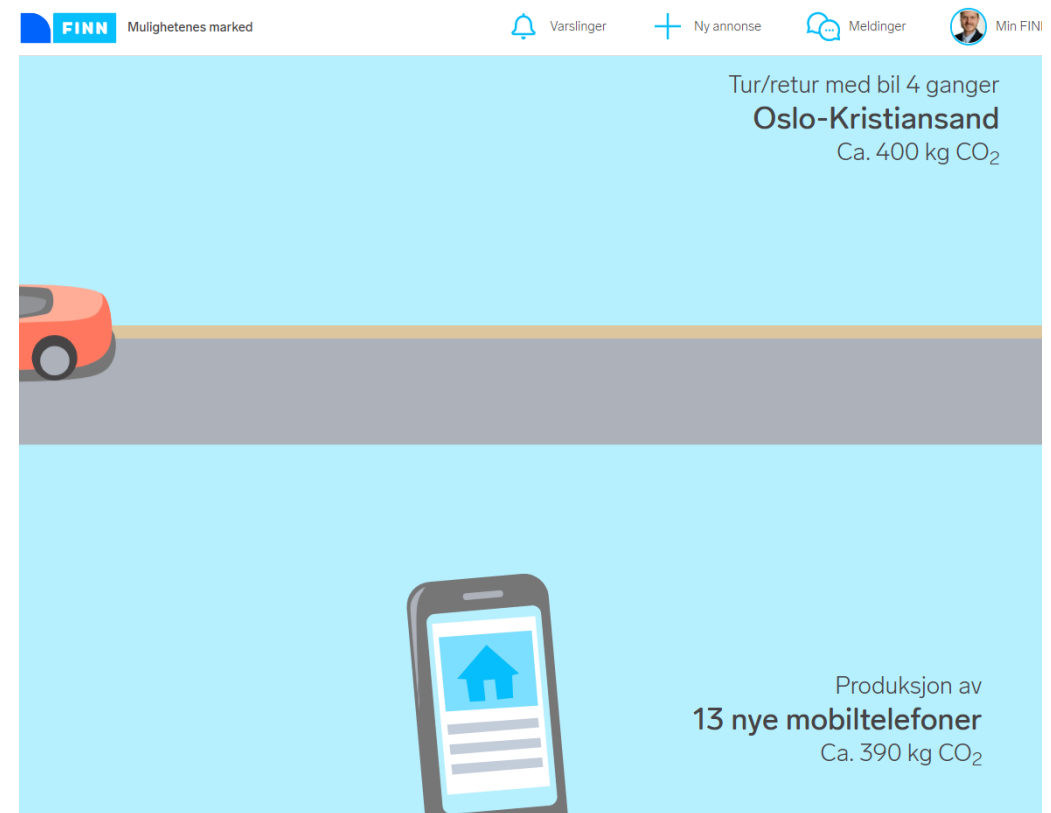
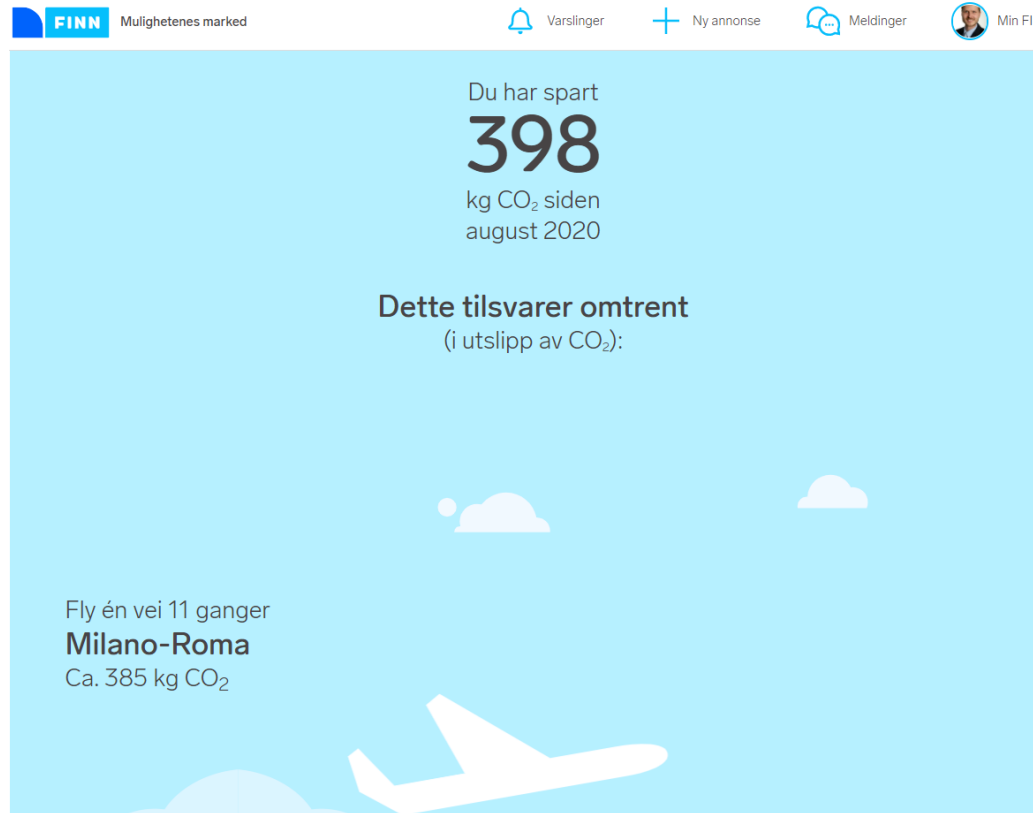


Bærekraft i MG

Lars-Fredrik Forberg
Direktør Boligutvikling, ansvarlig direktør
bærekraft, Miljøfyrrtårnansvarlig MG

Hvor mye er et tonn CO₂?

20.10.2021





Villa Lilla 2

97.7 m² | 3 soverom | Flat tomt

MODERNE

CO2-utslipp: 19,5t

Pris: 2.907.000 CO2-avgift: 39.080



Livlig

101.5 m² | 3 soverom | Flat tomt

KLASSISK MODERNE

CO2-utslipp: 20,3t

Pris: 2.899.000 CO2-avgift: 40.600



Auriga

103.8 m² | 2 soverom | Flat tomt

TRADISJONELL

CO2-utslipp: 20,8t

Pris: 3.052.000 CO2-avgift: 41.520



Komplet

119.0 m² | 3 soverom | Flat tomt

MODERNE

CO2-utslipp: 23,8t

Pris: 3.238.000 CO2-avgift: 47.600



Link

119.4 m² | 3 soverom | Flat tomt

MODERNE

CO2-utslipp: 23,9t

Pris: 3.207.000 CO2-avgift: 47.760



Arcturus

122.7 m² | 3 soverom | Flat tomt

TRADISJONELL

CO2-utslipp: 24,5t

Pris: 3.332.000 CO2-avgift: 49.080



Bias

126.6 m² | 3 soverom | Flat tomt

KLASSISK MODERNE

CO2-utslipp: 25,3t

Pris: 3.458.000 CO2-avgift: 50.640



Astro

127.7 m² | 3 soverom | Skrå tomt

KLASSISK MODERNE

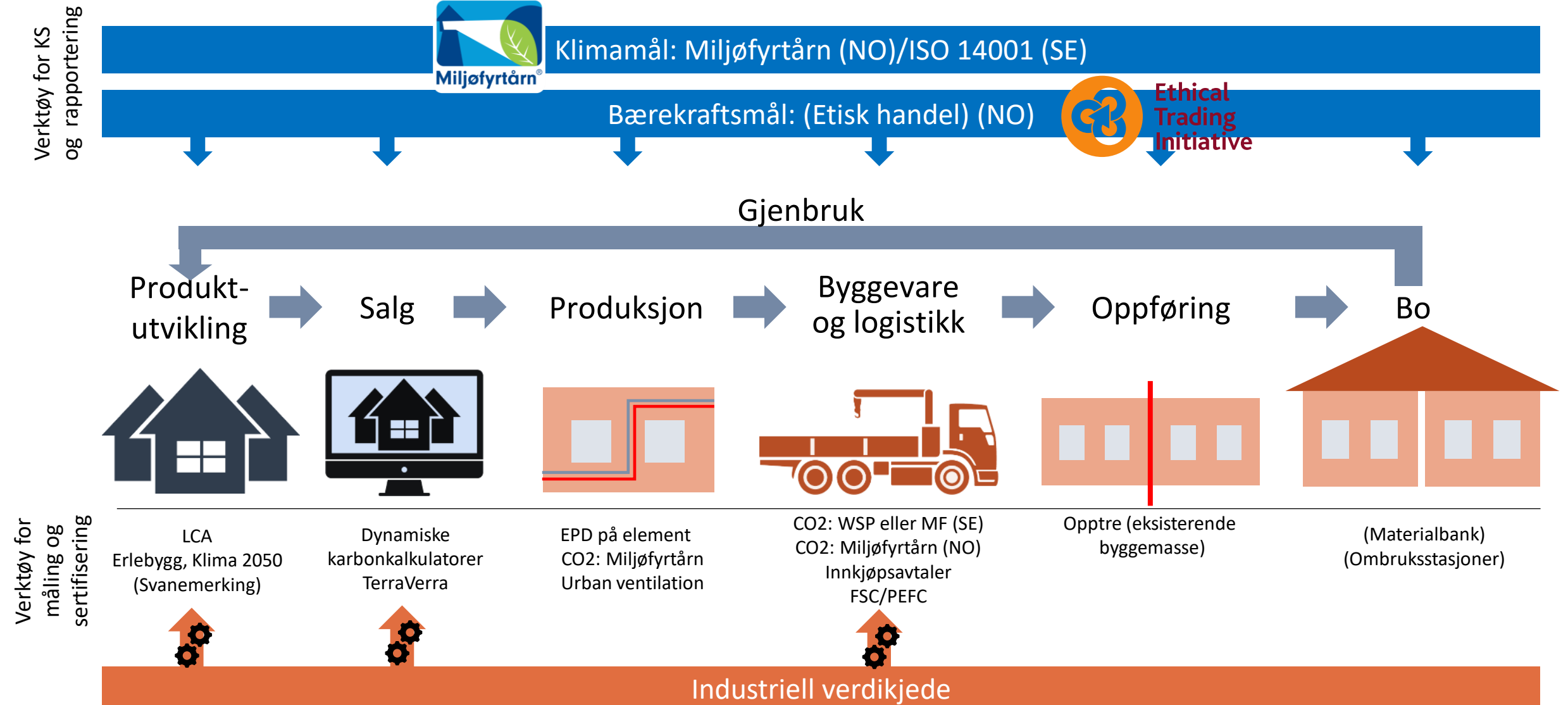
CO2-utslipp: 25,5t

Pris: 3.688.000 CO2-avgift: 51.080

Bærekraft



Plan for bærekraftsmålinger og – rapportering (forslag) 20.10.2021



Bærekraftsarbeidet krever verktøy for styring, måling og rapportering. For å dekke et minimum av rapporteringskrav må vi ha minst to systemer: et for klima og et for sosial bærekraft. Systemene gir oss et verktøy for rapportering, men målingene må vi gjøre selv. IVK vil i fremtiden gjøre mange av målingene automatiske

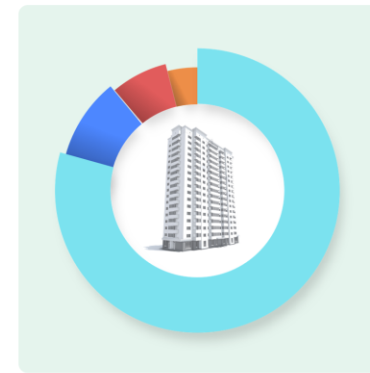
Mestergruppen er miljøfyrtårn fra 7.9.2021

Klimaregnskap for Mestergruppen, hovedkontoret



Klimagassberegninger kan gjøres i OneClick LCA

- En programvare for å gjøre LCA, LCC og klimagassberegninger
- Beregningene følger NS 3720 og tilgjengelige EPD-er (environmental product declarations)
- Standard i Statsbygg
- I Revit i fremtiden?
<https://redshift.autodesk.com/embodyed-carbon-calculator/>
- Importerer IFC-filer fra Revit og får materialister fra kalkulatør
- Materialister må være på 3-sifret bygningsdelnivå for å kunne skille på hvilke materialer som inngår i himling, i etasjeskillere eller tak
- Forslag: regn på hele livssyklusen, A1-A3/B4-B5 og A1-A3/B4-B5 TEK



TOTAL
2031
ton CO₂e

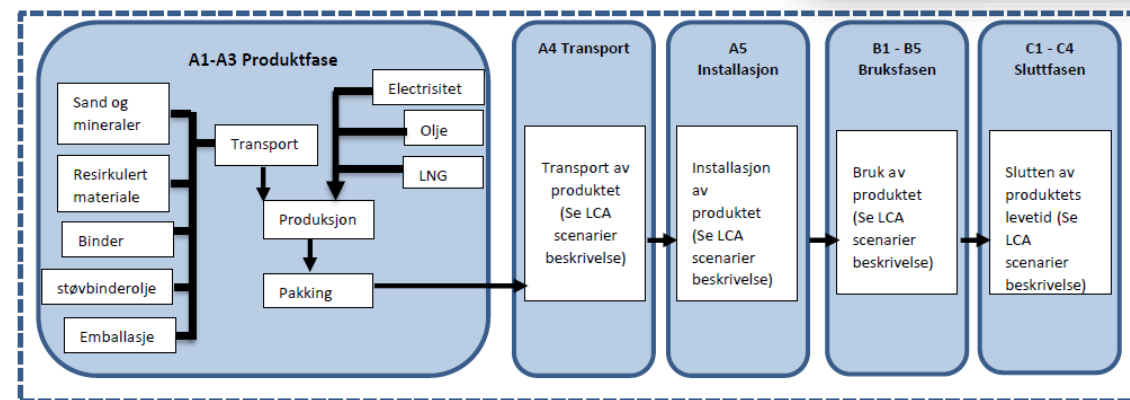
ENVIRONMENTAL IMPACT INDICATORS

Global warming	2,03E6 kg CO ₂ e
Acidification	6,85E3 kg SO ₂ e
Eutrophication	1,39E3 kg PO ₄ e
Ozone depletion potential	9,82E-2 kg CFC11e
Formation of ozone of lower atmosphere	1,18E3 kg Ethenee
Non hazardous waste disposed	3,97E5 kg
Biogenic carbon storage	6,79E4 kg CO ₂ e bio

Beregningene baserer seg på Environmental Product Declaration (EPD)

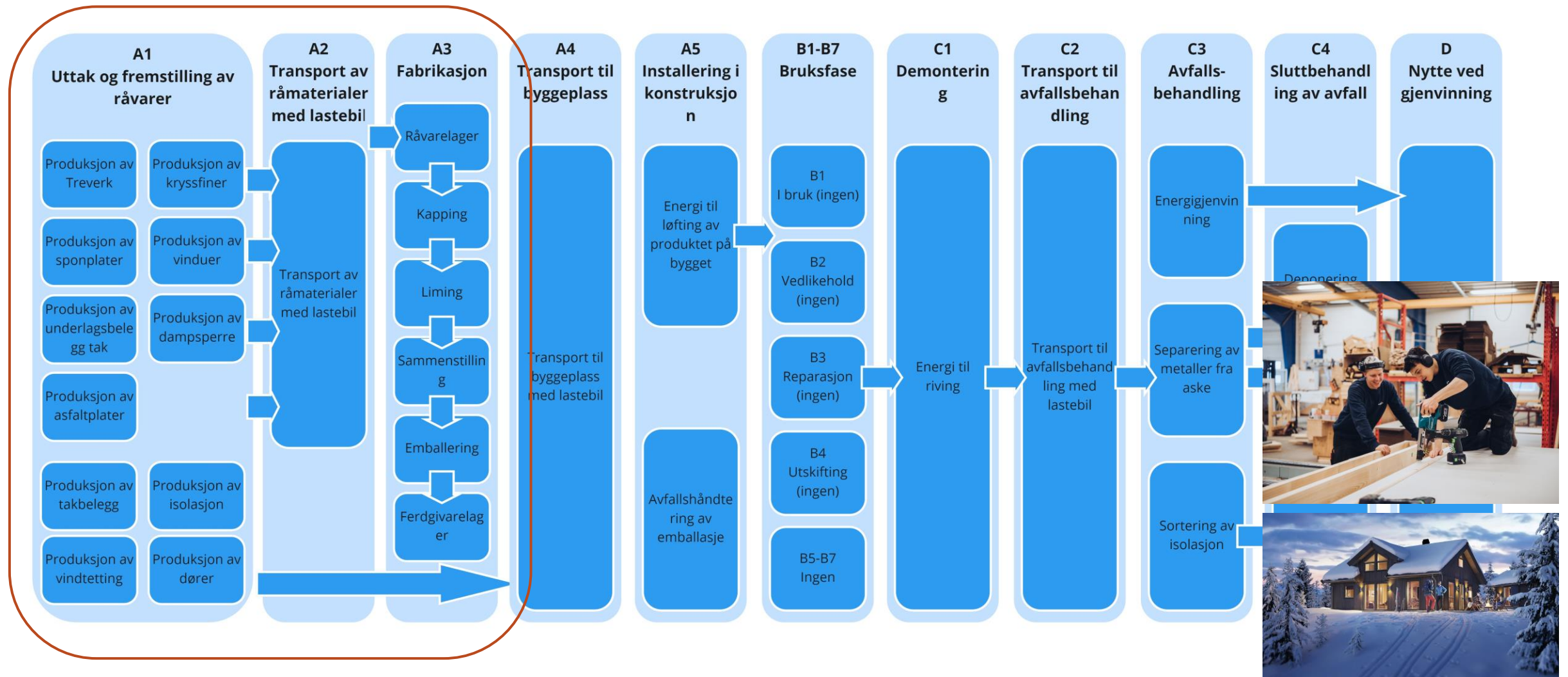
- Miljødeklarasjon – type 3 egenvurdering av miljøavtrykk. EPD-Norge godkjenner og publiserer. Dataene er tilgjengelig stort sett som pdf og ikke digitalisert
- Styres av Product Category Rules (PCR)
- Ligger på nobb.no og epd-norge.no
- Vi er nå oppe på 66% EPD-er
- EPD beskriver systemgrensene og hvilke moduler som er medtatt
- Farlige stoffer er deklarerert

• Kilder: https://www.youtube.com/watch?v=g8egvshD_Sc



Figur 1: Systemgrense

MG lager nå forenklet EPD for elementer fra egne fabrikker



Og vi forsøker å lage en klimakalkulator for garasjer



Garage

kr199,048.00

9.567 kg CO2e

Taktype:

Saltak lavt, 22°



Saltak høyt uten
loft, 36°



Saltak høyt med
loft, 36°



Pulttak, venstre
fall, lavt, 6°



Pulttak, høyre
fall, lavt 6°



Pulttak, venstre,
høyt, 12°



Pulttak, høyre,
høyt, 12°

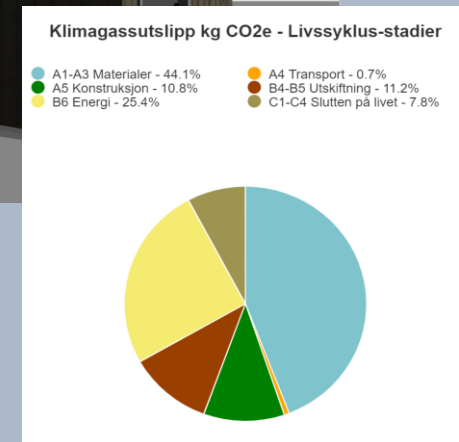


Flatt tak



Systemhus Oslo - Norges første kataloghus med klimagassberegning

- Mestergruppen har regnet på Oslo, en enebolig med takterrasse og sportbod i Systemhus-kjeden, 181 m² BTA, 110 m² BRA
- Over hele livsløpet slipper bygget ut 35,8 tonn CO₂e, 198 kg pr BTA, 3 kg/m²/år
- Dette er FØR utslippsoptimalisering
- Fase A1-A3 utgjør de største utslippene (44%) og sammen B4-B5 slipper de ut 19,8 tonn
- Energikilden er elektrokjel som står for 25% av utslippene
- Vinduer og dører (også pga utskifting), yttervegger, gulv på grunn og takkonstruksjonen står for de største utslippene
- Bygget binder 30 t CO₂ i treverket



Kilde: Mestergruppen klimagassberegning. Utført av AFRY

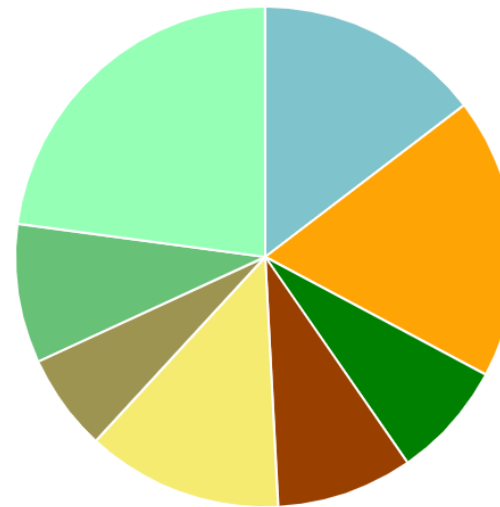
- Hvilke varer må med for å ivareta kravet til begrenset klimaregnskap?
- Hvilke varer bør det være mulig å trekke ut av varelistene pga. små bidrag
- Hvor stor er dekningen av klimagassdata/EPD har vi for typiske byggevarer?
- Hva er størrelsesordenen for klimagasstallet for hustypene?

Utslipp pr bygningsdel – Systemhus Oslo

20.10.2021

Klimagassutslipp kg CO2e - Klassifikasjoner

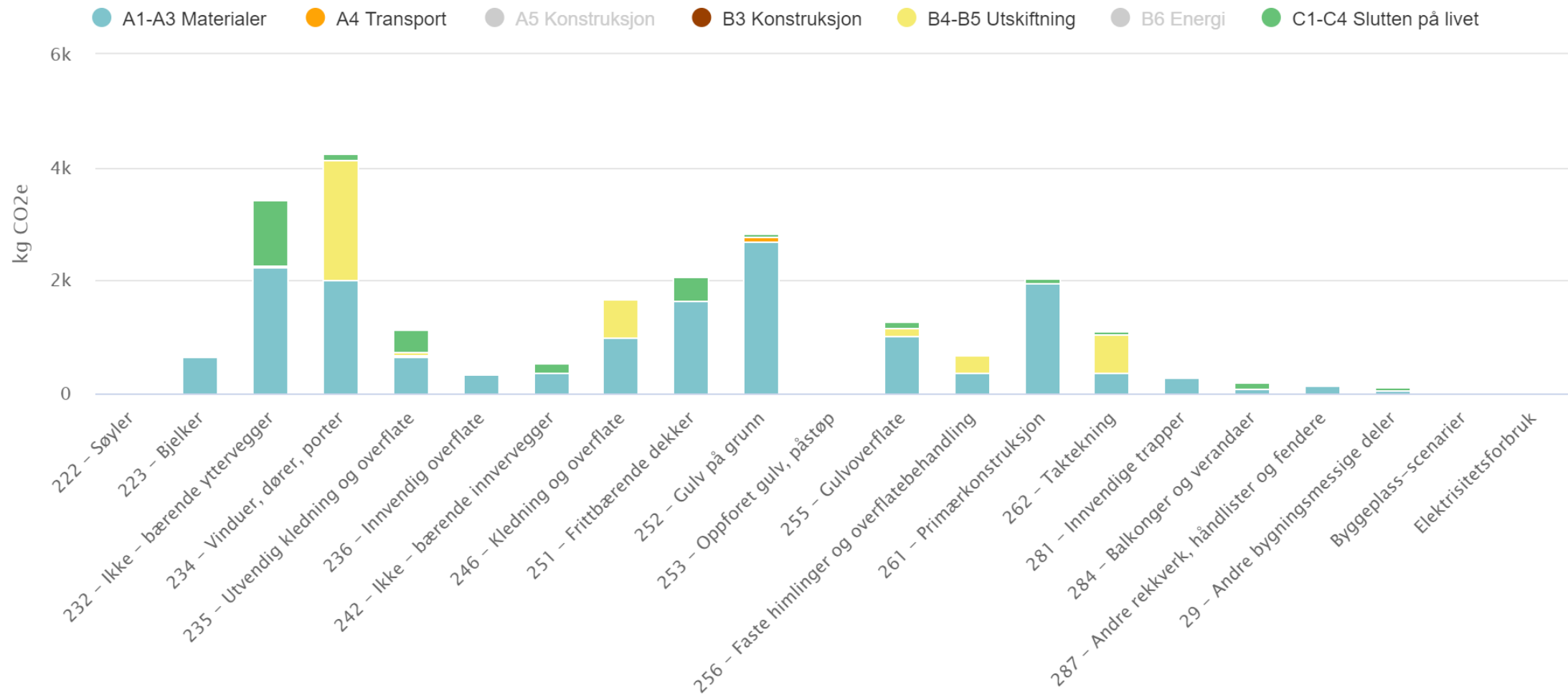
- 232 - Ikke - bærende yttervegger - 14.6%
- 234 - Vinduer, dører, porter - 18.2%
- 246 - Kledning og overflate - 7.5%
- 251 - Frittbærende dekker - 8.8%
- 252 - Gulv på grunn - 12.7%
- 255 - Gulvoverflate - 6.3%
- 261 - Primærkonstruksjon - 9.0%
- Elektrisitetsforbruk
- Byggeplass-scenarier
- Uklassifiserte/andre - 22.9%



Utslipp pr bygningsdel – Systemhus Oslo

20.10.2021

Klimagassutslipp (GWP) gruppert etter Bygningsdel Detaljoversikt



Mengder – Systemhus Oslo

20.10.2021

Avsnitt	Ressurs	Brukerin ngang	Enhet	Masse kg	Kommentar	Bygningsdel	Datakilde	Vektprosent per materiale av byggningsdel på 3-sifret nivå	Vektprose nt per materiale av byggningsd el på 2- sifret nivå
A1-A3	Standard limtrebjelke, 470 kg/m3, GL30c strength class (Moelven Limtre)				GRAN 115X115 LIMTRE MOELVEN GL 30C	222 - Søyler	EPD Standard limtrebjelke	100 %	7 %
A1-A3				47		222 - Søyler		100 %	
A1-A3	Standard limtrebjelke, 470 kg/m3, Moir. 12%, 45 mm, Standard glued beam (Moelven Limtre)				FURU 90X300 TMF IMP LIMTRE MOELVEN	223 - Bjelker	Glued, laminated, wooden beams, NEPD- 336-222-NO, Moelven Limtre	11 %	10 %
			0,14m3	65,8					
A1-A3	Bjelker og Formstål, 7850 kg/m3 (Norsk Stål)				Mengde beregnet om fra m til kg Ståldrager HE140B	223 - Bjelker	EPD Bjelker og Formstål Norsk Stål AS	10 %	9 %
			58,48kg	58,48					
A1-A3	Bjelker og Formstål, 7850 kg/m3 (Norsk Stål)				Mengde beregnet om fra m til kg, Ståldrager HE200B	223 - Bjelker	EPD Bjelker og Formstål Norsk Stål AS	79 %	73 %
			475kg	475					
A1-A3				599,28		223 - Bjelker		100 %	100 %
A1-A3				646,28		22 Bæresystemer			

25 Dekker

Ressurs	Brukerinn gang	Enhet	Masse kg	Kommentar	Bygningsdel	Datakilde	Vektprosent per materiale av bygningsdel på 3-sifret nivå	Vektprosent per materiale av bygningsdel på 2-sifret nivå
Ferdigbetong B30M60 8-UN53AB200 Vestby, C30/37 (B30 M60), B30M60 UN53AB000 (Unicon AS (Vestby))	0,4736	m3	1136,64	Betong gulv på grunn sportsbod	252 - Gulv på grunn	EPD B30M60 UN53AB000 Sjursøya	9 %	6 %
Ferdigbetong B30M60 8-UN53AB200 Vestby, C30/37 (B30 M60), B30M60 UN53AB000 (Unicon AS (Vestby))	4,40448	m3	10570,75	Betong gulv på grunn Boligbygg	252 - Gulv på grunn	EPD B30M60 UN53AB000 Sjursøya	82 %	55 %
Isolasjon, EPS 80 (EPS Gruppen)	5,92	m2	22,2	Isolasjon under gulv på grunn sportsbod	252 - Gulv på grunn	NEPD-322-185-NO EPS-isolasjon trykkfasthet-80 rev-June-2015 GK	0 %	0 %
Stålarmering, nett, 7850kg/m3, scrap - 100%, Wire Mesh Reinforcement Steel (Norsk Stal)	47,36	kg	47,36	Gulv på grunn sportsbod	252 - Gulv på grunn	Wire Mesh Reinforcement Steel, NEPD-348-237-EN, Norsk Stal	0 %	0 %
Isolasjon, EPS 80 (EPS Gruppen)	55,056	m2	206,46	Isolasjon under gulv på grunn boligbygg	252 - Gulv på grunn	NEPD-322-185-NO EPS-isolasjon trykkfasthet-80 rev-June-2015 GK	2 %	1 %
Radon- og fuktmembran for byggeplass, PP, 1.2 mm (Icopal)	55,056	m2	60,56	Gulv på grunn boligbygg	252 - Gulv på grunn	Icopal RMA 1200 radonmembran, NEPD 00208N	0 %	0 %
Avrettingsmasse, 5-60 mm, 8.5 kg/m2 for 5 mm thickness, weberfloor 140 Nova (Saint-Gobain)	55,056	m2	467,98	Gulv på grunn boligbygg	252 - Gulv på grunn	EPD weberfloor 140 nova Saint-Gobain Sweden AB, Weber floor	4 %	2 %
Stålarmering, nett, 7850kg/m3, scrap - 100%, Wire Mesh Reinforcement Steel (Norsk Stal)	440,448	kg	440,45	Gulv på grunn boligbygg	252 - Gulv på grunn	Wire Mesh Reinforcement Steel, NEPD-348-237-EN, Norsk Stal	3 %	2 %
			12952,4		252 - Gulv på grunn		100 %	
Avrettingsmasse, 5-60 mm, 8.5 kg/m2 for 5 mm thickness, weberfloor 140 Nova (Saint-Gobain)	7	m2	59,5	Valgt samme EPD som for N=1. AVRETTINGSM FLOOR 140 NOVA 20KG WEBER.FLOOR 140 NOVA	253 - Oppforet gulv, påstøp	EPD weberfloor 140 nova Saint-Gobain Sweden AB, Weber floor	100 %	0 %
			59,5		253 - Oppforet gulv, påstøp		100 %	
Waterproof, protective, flexible coating, 1.5 kg/l, Lastogum (PCI Augsburg)	7	m2	10,5		255 - Gulvoverflate	Oekobau.dat 2017-I, EPD Wasserdichte, flexible Schutzschicht PCI Lastogum unter Keramikbelägen in Dusche und Bad PCI Augsburg GmbH	1 %	0 %
Tile adhesive, all round, for ceramics, 1-5 mm, 1400 kg/m3, Verlegemörtel (PCI Augsburg)	7	m2	9,8		255 - Gulvoverflate	Oekobau.dat 2017-I, EPD Flexibilisierter Fliesenkleber PCI Verlegemörtel für keramische Fliesen PCI Augsburg GmbH	1 %	0 %
Ceramic wall tiles, 7.5 mm, 3000 kg/m2 (Seranit Granit Keramik)	7	m2	168		255 - Gulvoverflate	EPD for For Floor Tiles in accordance with EN15804 and ISO14025	15 %	1 %
Softwood laminate, 50-300 x 70-7000 x 9-23 mm, 8.878 kg/m2 (Verband der Deutschen Parkettindustrie)	103,68	m2	920,47	Brukt samme EPD som for N=1. PARKETT EIK CASA 13MM 3ST LIVESATIN 13X215X2200MM 3ST LIVE SATIN LAKK	255 - Gulvoverflate	EPD	83 %	5 %
			1108,77		255 - Gulvoverflate		100 %	
Water-borne interior paints, 1.36 kg/L, average coverage 8-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri Sand, Paneelikkattomaali, Ranch, Superlateksi, Tapettipohjamaali, Teknospro, Tela, Timantti, Trend (Teknos)	30	kg	30	For both sides of wall, average spread rate 10.15 m2/l	256 - Faste himlinger og overflatebehandling	EPD RTS EPD, Water-borne interior paints	2 %	0 %
Water-borne interior paints, 1.36 kg/L, average coverage 8-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri Sand, Paneelikkattomaali, Ranch, Superlateksi, Tapettipohjamaali, Teknospro, Tela, Timantti, Trend (Teknos)	36	kg	36	For both sides of wall, average spread rate 10.15 m2/l	256 - Faste himlinger og overflatebehandling	EPD RTS EPD, Water-borne interior paints	3 %	0 %
Gipsplater, vanlig, generisk, 6.5-25 mm (0.25-0.98 in), 10.725 kg/m2 (2.20 lbs/ft2) (for 12.5 mm/0.49 in), 858 kg/m3 (53.6 lbs/ft3)	111	m2	0		256 - Faste himlinger og overflatebehandling	One Click LCA	0 %	0 %
Gipsplater, vanlig, generisk, 6.5-25 mm (0.25-0.98 in), 10.725 kg/m2 (2.20 lbs/ft2) (for 12.5 mm/0.49 in), 858 kg/m3 (53.6 lbs/ft3)	133	m2	0		256 - Faste himlinger og overflatebehandling	One Click LCA	0 %	0 %
Gipsplate, 12.5 mm, 9 kg/m2, Normal – Standard (Gyproc)	146,26	m2	1316,34	GIPSPL GN13 12,5X1200X2400	256 - Faste himlinger og overflatebehandling	EPD Gyproc® Normal – Standard Plasterboard Saint-Gobain Gyproc AS	95 %	7 %
16			1382,34		256 - Faste himlinger og overflatebehandling		100 %	
			19206,44		25 Dekker			100 %

Klimagassberegninger på prosjektboliger: Nordic N4_T

- N4_T – kjedet enebolig med takterrasse, 162 m² BTA, 130 m² BRA
- Levert som precut-sett, med ringmur
- Referansebygget har form som skoeske, tilsvarende areal og etasjer som det aktuelle bygget, bruk av tradisjonelle materialer uten særskilte miljøhensyn. Merk at det benyttes lavkarbonbetong
- Mengder er tatt ut fra modellen samt Mestergruppens forventede innkjøp av de ulike materialene.
- Beregninger gjort av AFRY, i OneClick LCA, 44% av EPD-er tilgjengelig
- Standardiserte nordiske transportavstand for transport til byggeplass
- For beregning av utslipp fra energi og avfall i byggefase finnes det scenarier med gjennomsnittlige utslippsverdier per m² BTA (areal for bygningen)
- Levetid: 60 år



Nordic N4_T: enebolig med takterrasse



Viktigste konklusjoner fra analysen

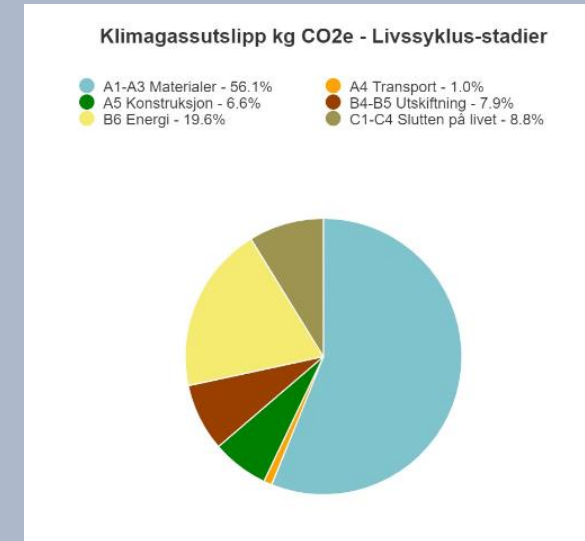
- N4_T slipper ut **46 tonn CO2ekv (287 kg/m2 BTA)** over hele livsfasen og binder **35 tonn CO2ekv** i treverket; Vinduer, dører, bjelker, fundamenter og yttervegger
- Bruk av **baderomskabiner** øker utslippene pga økt mengde stål og betong for bæring
- **Stål** bidrar mye til utslippene, har teoretisk en høy resirkuleringsgrad, men den kan ikke spores fra batch til batch
- Det er prismessig og klimamessig gunstig å velge en lavkarbon **betong**
- Precut **rør** til VVS-anlegget er en lite utforsket mulighet som sparer svinn på 6%. Leverandøren lanserer nå et fossilfritt alternativ som binder karbon
- Glava Proff 34 ser ut til å være den mest gunstige **isolasjonen**, både for kost og miljø, sammenlignet med andre lambdaverdier og konkurrenter
- **Avtrekksvarmepumpe** gir lavest utslipp sammenlignet med elkjel og fjernvarme
- Trykkimpregnert **kledning** gir lavest utslipp sammenlignet med Royal og behandlet/ubehandlet + maling.
- Utslippene fra **treavfall** er størst siden betong deponeres og stål resirkuleres
- **Precut** gir en CO2-besparelse i forhold til plassbygg

Impact: klimagassanalysen vurderer utslipp tilvarende 5 tonn CO₂ = 20.10.2021
12 % av byggets totale utslipp

Bygningsdel	CO ₂ e utslipp/andel av bygget	Kommentar
Bindingsverk	455 kg	Precut vs fallende lengder
Stål	Se modulbad	
Modulbad	+ 959 kg	4300 kg stål vs 2800 kg (plassbygd)
Betong	- 421 kg	Reduksjon mulig ved å gå fra bransjestandard til lavkarbon betong
Isolasjon	- 1800 kg	Forskjell mellom høy og lavutslippsløsning
Kledning	- 440 kg	Forskjell mellom høy og lavutslippsløsning
Parkett	-75%	Laminat har mindre utslipp enn eikeparkett
Rør (PP)	260 kg vs -289 kg	Plassbygd vs fossilfri precut rør
Byggeplassutslipp	-1800 kg	Pga biodiesel vs diesel
Sum	Ca 5,5 tonn	

Resultater

- En Nordic N4_T med precut og modulbad slipper ut 46,3 tonn CO2*
- Flest utslitt i produksjonsfasen av materialer (A1 – A3 = 56%)
- Bygningsdeler som bidrar mest til byggets totale utslipp av CO2ekv er:
 1. Vinduer og dører
 2. Bjelker
 3. Fundamentering
 4. Yttervegger
- I bygningsdelen gulv på grunn inngår betong, armering og trykkfast isolasjon.



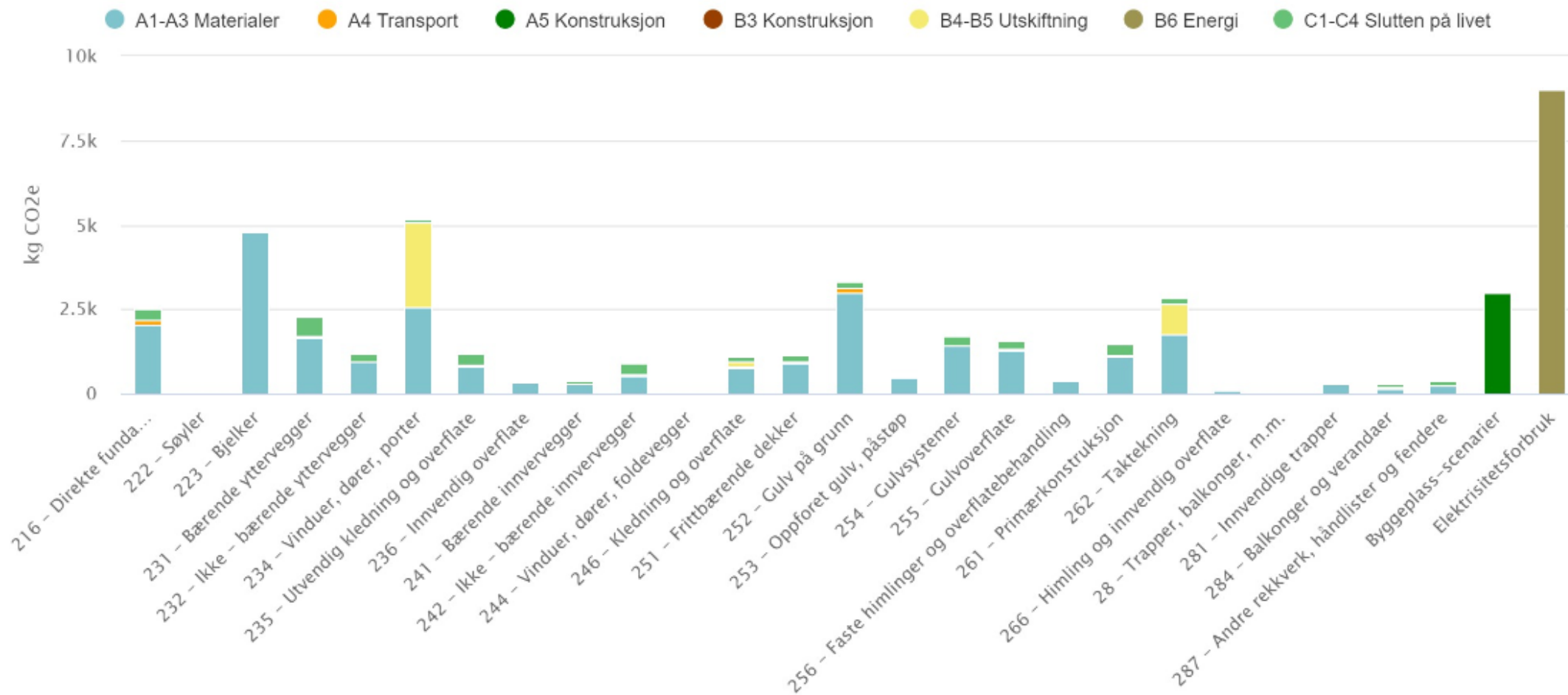
Klimagassutslippene fra produksjon avhenger av produksjonssted, transporttype og ulike energikilder til produksjonsprosessen.

Utslipp fra avhendingsfase avhenger av materialtype og hvordan materialet blir behandlet i avfallshåndteringsprosessen f.eks. om det blir sendt til materialgjenvinning, energigjenvinning eller deponering.

Utslipp fra livsløpsfase B4-B5 Utskifting er avhengig av levetiden til materialet og bygningsdelen.

**Beregninger gjort av AFRY, i OneClick LCA, 44% av EPD-er tilgjengelig, Standardiserte nordiske transportavstand for transport til byggeplass Levetid: 60 år. Luftvarmepumper.*

Klimagassutslipp (GWP) gruppert etter Bygningsdel Detaljoversikt



Kort levetid og utskifting av bygningsdelen utgjer en stor del av det totale utslippet for dører og vinduer. De fleste konstruksjoner har levetid som bygget, med unntak av takteking (20 år), innvendige dører (40 år), vinduer (40 år) og overflatebehandling (15 år)

Oversikt over de største utslippene pr materiale

No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)
1.	Strukturelle stålprofiler, generisk  ?	4,8 tonn CO ₂ e	18.0 %
2.	Ferdigbetong B30M80 8-UN53AB200 Vestby  ?	3,5 tonn CO ₂ e	13.1 %
3.	Prefabrikkert konstruksjonselement av trevirke med spikerplater  ?	3,3 tonn CO ₂ e	12.6 %
4.	Isolasjon, EPS 80  ?	1,8 tonn CO ₂ e	7.0 %
5.	Vindu Fastkarm med aluminiumsbekledning, per m2  ?	1,6 tonn CO ₂ e	5.8 %
6.	Sponplater  ?	1,5 tonn CO ₂ e	5.5 %
7.	Glava glassull  ?	1,1 tonn CO ₂ e	4.1 %
8.	Gipsplate  ?	0,78 tonn CO ₂ e	3.0 %
9.	Fuktbestandig sponplater  ?	0,8 tonn CO ₂ e	3.0 %
10.	Softwood laminate  ?	0,72 tonn CO ₂ e	2.7 %
11.	Steinull-isolasjon  ?	0,59 tonn CO ₂ e	2.2 %
12.	Screws, self-tapping, steel  ?	0,53 tonn CO ₂ e	2.0 %
13.	Interior door  ?	0,54 tonn CO ₂ e	2.0 %
14.	Høvellast, bartre  ?	0,5 tonn CO ₂ e	1.9 %
15.	Avrettingsmasse  ?	0,48 tonn CO ₂ e	1.8 %

N4_T slipper ut 46 tonn CO_{2ekv} som er en reduksjon i utslipp på 20 % i forhold til et referansebygg i mur og en reduksjon på 1% ift et annet trebygg.

Klimagassberegningsresultater NS 3720:2018 - Hovedscenario			
Hovedscenario always bruker norske 60-årige degressive energi- og transportblandinger. Alternative scenarier vises separat nedenfor			
Sektor		Klimagassutslipp kg CO ₂ e ⓘ	Biogent karbonlagring kg CO ₂ e bio ⓘ
A1-A3	Byggematerialer	26 582 +24 %	35 264 +27 %
A4	Transport til byggeplassen	457 -23 %	
A5	Byggeplass	3 061 -42 %	
B1	Bruk		
B3	Repair		
B4-B5	Utskiftning og renovering	3 646 -13 %	
B6	Energibruk i drift	8 795 -25 %	
B8	Transport i drift		
C1-C4	Slutten på livet	3 806 +7,9 %	
D	Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-16 598 -4,2 %	
Total		46 346	35 264
Sammenlign samlede resultater med: 3 - Referansebygg -Tre			
3 - Referansebygg -Tre Total		46 716	27 832
3 - N4_T - Prefab bad sammenlignet med 3 - Referansebygg -Tre		-0,8 %	+27 %

Sammenligning mot referansebygg

- Referansebygget har form som skoeske, tilsvarende areal og etasjer som det aktuelle bygget, bruk av tradisjonelle materialer uten særskilte miljøhensyn
- Det er gjort noen tilpasninger av referansebygget for å tilsvare et liknende bygg som Mestergruppen sine bygg.
- Det er f.eks. byttet ut noe Leca i ytter- og innervegg til vanlig bindingsverksvegg, betongtrapp til tretrapp, noe kledning på yttervegg er skiftet fra tegl til trekledning.
- Taket er bygget opp som et saltak med trekonstruksjon og takstein.
- Referansebygget som genereres i One Click LCA tar ikke hensyn til tekniske krav vedrørende brann og akustikk som for eksempel doble lag på innervegger eller liknende.

Energiberegning

- Det er gjort beregninger for forskjellige kilder for **energiforsyning**: elkjel med gulvvarme, fjernvarme og avtrekksvarmepumpe (luft/vann varmepumpe er standardvalg).
- Avtrekksvarmepumpe **gir lavest utslipp**, de har høyere virkningsgrad og gir «gratis» energi
- **Fjernvarme** har høyere utslippsfaktor på grunn av de energikilder som brukes i produksjonen av fjernvarme. I henhold til Statistisk sentralbyrå så sto varme fra avfallsforbrenning for 45% av produksjonen i 2019. Forbrenning av avfall gir høye utslipp av CO₂e per kWh på grunn av mye fossilt materiale i avfallet.
- **Utslippsfaktor** som er brukt for elektrisitet er Norsk forbruksmiks på 0.0128 kg CO₂e/kWh (forventet gjennomsnitt over neste 60 år) med en projeksjon fra gjennomsnittet av den norske forbruksmiksen fra 2015-2017
- Det forventes at elproduksjonen er nesten fossilfri etter 60 år.

Energiforsyningsalternativ	Utslipp fra	Utslipp [kg CO ₂ e/]
Avtrekksvarmepumpe	Energi	9 028
Elkjel	Energi	12 249
Fjernvarme	Energi	60 538
	Ekstra byggematerialer*	294

**Ved bruk av fjernvarme må isolasjon i gulv endres fra 250 til 300 og u-verdi vindu endres fra 1,0 til 0,9. Dette medfører ytterligere utslipp for bruk av mer materiale.*

20.10.2021

Isolasjon

- Krav til U-verdi, tykkelser og varmeledningsevne (lambdaverdi, λD) er spesifisert i energiberegning
- Isolasjon fra Glava er av glassull produsert av glass (52% resirkulert). Isolasjon fra Rockwool er steinull produsert av stein (varierende resirkuleringsgrad).
- Proff 34 kommer gunstigst ut

Produkttype	U-verdi vegg	Utslipp isolasjon vegg (kg CO _{2e})	Utslipp energi (kg CO _{2e} / Energikilde Luft/vann VP)	Utslipp fra isolasjon og energi (kg CO _{2e})	Pris isolasjon NOK/m ² isolert yttervegg
Glava extreme 32	0,185	774	8 693	9 467	154
Glava Proff 34	0,193	502	8 754	9 256	122
Rockwool FlexExtrem 33	0,189	2 308	8 725	11 033	165
Rockwool FlexExtrem 33, 80% reduksjon i produksjon	0,189	487	8 725	9 212	-

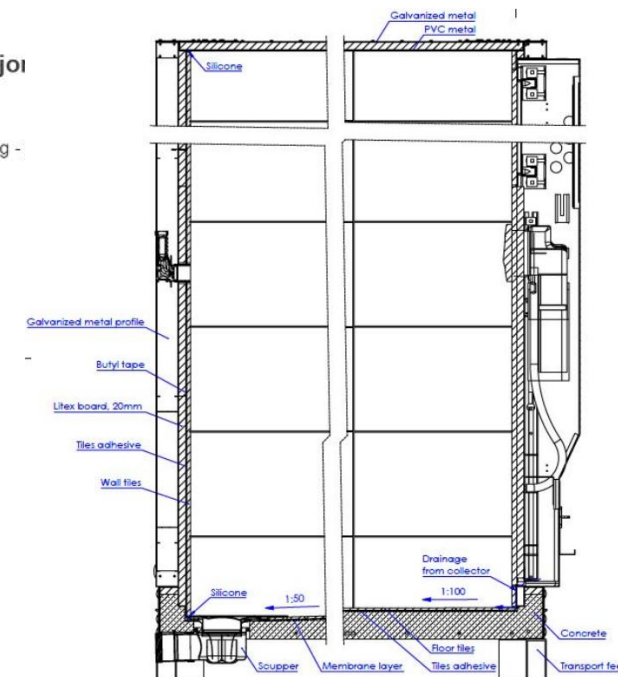
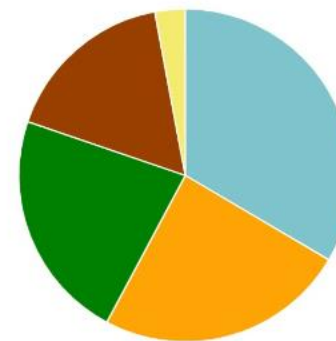
Fra tabell 4 kan ses at utslippene øker med synkende lambdaverdi. Dersom det velges en isolasjon med høyere lambdaverdi enn kravet på 0,034 (fra energiberegning) og tykkelse på isolasjon beholdes øker U-verdi og varmetapet. For å overholde forskriftskrav til energieffektivitet og varmetapstall kan konsekvensen bli at andre bygningsdeler må skiftes ut, f.eks. vinduer med lavere U-verdi.

Baderomskabiner

- Det skal brukes prefabrikkerte baderomsmoduler fra Norac i N4_T
- De største utslippene er knyttet til **innervegger**. Innervegger har størst areal og dermed mest materiale. Innerveggene består av både stål og våtromsplater som begge har høye utslipp
- Med plassbygde bad kan mengden stålbjelker reduseres og byttes ut med vanlig bjelkelag. Forskjellen er 1421 kg mindre stål og **959 kg mindre CO₂e**
- Analysen mangler produksjon og transport til byggeplass av modulbad, hvilket gjør utslippene enda større

Klimagassutslipp kg CO₂e - Klassifikasjon

- 242 - Ikke - bærende innvegger - 33.5%
- 256 - Faste himlinger og overflatebehandling -
- 251 - Frittstående dekker - 22.4%
- 246 - Kledning og overflate - 16.8%
- 255 - Gulvoverflate - 2.9%



	N4T med prefabrikkerte baderomsmoduler	N4T med plassbygget bad
Konstruksjons trevirke	18,6 m ³	19,9 m ³
Stål i bjelker	4263 kg	2842 kg
Totalt utslipp	46 572 kgCO ₂ eq	45 613 kgCO ₂ eq

Rør



- Det er gjort en sammenligning av utslipp ved bruk av **precut** og plasskuttete PP-rør
- Ved bruk av plasskappede rør er det brukt standardverdi for svinn fra One Click LCA og antatt et svinn på 6%.
- Det er brukt en EPD for PP rør for grunnavløp- og overvannsrør fra Pipelife Norge
- Pipelife har utarbeidet fossilfrie rør hvor etylenet er fossilfritt. Når utslippsfaktoren inkluderer binding av det biogene karbonet i rørene har rørene en utslippsfaktor på -3 kg CO_{2e} i produksjonsfasen (A1-A3).

	Precut	Plasskuttet	Fossilfrie PP-rør
Lengde/vekt	97 m/420 kg	97 m/ 420 kg	
Svinn	0	6 %	
Kg CO ₂ -utslipp/m for A1-A3	2,7	2,7	-3
Kg CO ₂ -utslipp/m for hele livsløpet	2,8	2,8	-2,97
CO ₂ -utslipp totalt	243 kg CO _{2e}	260 kg CO _{2e}	-289 kg CO _{2e}

Beregning viser at det ved bruk av precuttede rør i N4T kan spares 15 kg CO_{2e} per bygg.

Ved beregning av utslipp ved bruk av fossilfrie rør hvor binding av biogent karbonet er inkludert i utslippsfaktoren fås et totalt negativt utslipp for rørene i bygget på -289 kg CO_{2e} .

Ved bruk av fossilfrie rør bindes det opp karbon i bygget.

Det biogene karbonet slippes ut ved forbrenning av rørene ved avfallshåndteringen.

Analyse - betong



Mengde: 8.97 m ³	Totalt utslipp for hele bygget inklusive betong [kgCO ₂ ekv]	Totalt utslipp for betong [kgCO ₂ ekv]	Pris pr m ³	Reduksjon C O ₂ eq sammenlignet mot bransjestand ard [kgCO ₂ ekv]	Reduksjon C O ₂ eq sammenlignet mot bransjestand ard [%]
Vanlig betong, bransjestand ard	37 072	1 912	Pris mangler	-	-
Lavkarbon B	37 061	1 671	Ca 1400 kr/m ³ eks mva	241	2,2%
Lavkarbon A	36 701	1 491	+ 50 kr/m ³	421	1,3 %

- NorBetong leverer lavkarbonbetong i henhold til Norsk Betongforening publikasjon nr. 37 utgave juni 2015.
- Lavkarbon A kan leveres mot et tillegg på 50 kr/m³. En leverandør har lavkarbon B som standard leveranse.
- Pumpene går på fossilfritt drivstoff (fornybar diesel).
- Transportkostnad fra betongfabrikk til byggeplass er 264 kr/m³ for 30 km, men det vil være likt for alle alternativene.

Kledning



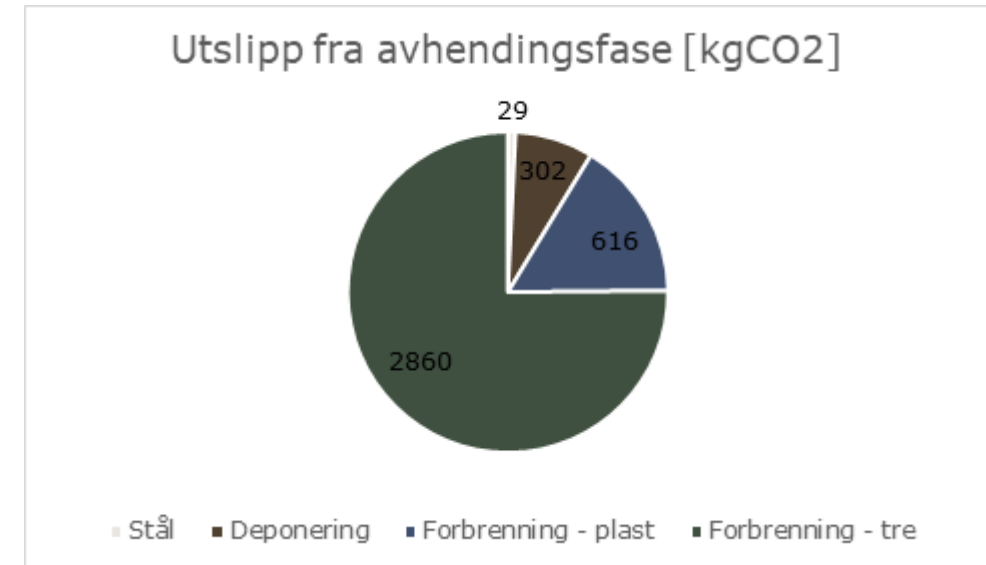
- Det er gjort en forenklet sammenligning mellom forskjellige kledninger for N4_T.
- Det er mange faktorer som spiller inn ved sammenligning av forskjellige materialer, f.eks. konstruksjon bak, bruk av festemidler, vedlikehold og levetid er ting som kan variere med type kledning.
- Trykkimpregnert kommer best ut

	Møre Royal inkl vedlikehold med industri treolje fra Jotun	NORD trykkimpregnert kledning fra Bergene Holm	Ubehandlet grankledning med dobbelfals + grunning, mellom- og toppstrøk maling	Behandlet grankledning med dobbelfals + toppstrøk maling Drygolin Extreme	Behandlet grankledning med dobbelfals + toppstrøk maling Drygolin Ultimat
Areal kledning og overflatebehandling (Fasade inkl. parapet)	179 m ²	179 m ²	179 m ²	179 m ²	179 m ²
Levetid kledning	60 år	60 år	60 år	60 år	60 år
Intervall vedlikehold for overflatebehandling	10 år	Nor-kledning skal kun vaskes	8 år	8 år	8 år
Forbruk overflatebehandling vedlikehold 1 strøk	19,1 L	-	7,2 L	7,2 L	7,2 L
CO ₂ -utslipp/m ² Kledning	4,46 kg CO _{2e} / m ²	3,11 kg CO _{2e} / m ²	3,81 kg CO _{2e} / m ²	4,76 kg CO _{2e} / m ²	4,82 kg CO _{2e} / m ²
CO ₂ -utslipp/m ² overflatebehandling	0,67 kg CO _{2e} / m ²	.	0,89 kg CO _{2e} / m ²	0,69 kg CO _{2e} / m ²	0,77 kg CO _{2e} / m ²
Totalt utslipp (A1-C4)	0,92 tonn CO_{2e}	0,56 tonn CO_{2e}	0,84 tonn CO_{2e}	0,98 tonn CO_{2e}	1,00 tonn CO_{2e}
Pris /m ² (Pris kun for tremateriale, ikke maling eller overflatebehandling)	312 NOK	269 NOK Noe billigere enn Royal. Men kommer kun i fjellgrå. Alvdal har kommet med nye farger	135 NOK	247 NOK	229 NOK

Avfall



- 10% kapp på trevare medtatt. Ved fallende lengder slippes det ut 455 kg mer CO₂ enn precut (3% svinn i fabikk)
- Forbrenning og energigjenvinning som avhendingsmetode gir de høyeste utslippene på grunn av at det kreves mye energi for å holde i gang forbrenningsverket samt at materialene som forbrennes slipper ut karbondioksid.
- En stor mengde stål resirkuleres
- NB! Biogent karbon som slippes ut ved forbrenning er ikke inkludert i utslippsfaktorene.

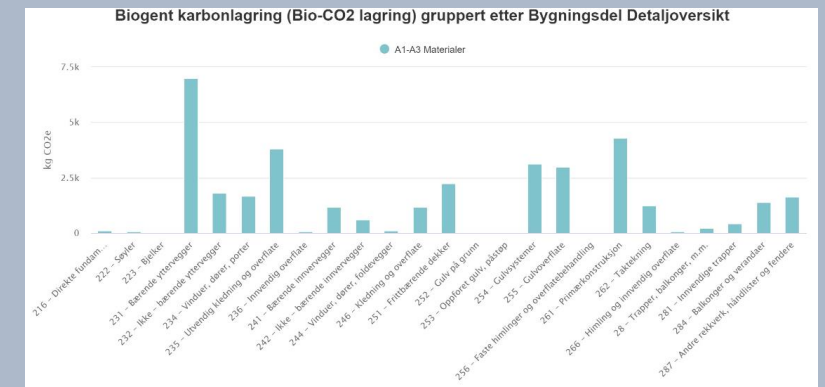


De største utslippene kommer fra forbrenning av tre. Det er i beregningen antatt at en stor mengde stål gjenvinnes og utslippene fra stål er derfor lave.

Biogent karbon

- Biogent karbon er karbon som er lagret i biologisk materiale som planter eller jord. Karbonet tas opp i form av CO₂ og lagres i materialet gjennom fotosyntese.
- På grunn av det bundne karbonet i biologisk materiale kan produkter av biologisk materiale bidra med å redusere nivåer av CO₂ i atmosfæren.
- Biogent karbon lagret i et byggemateriale kan derfor ses som et «negativt utslipp» fra produksjonsfasen.
- Når biologisk materiale forbrennes eller forråtnes slippes det lagrede karbonet ut igjen i atmosfæren.
- Beregning av opptak, utslipp og totalt bidrag av biogent karbon er komplekst og avhenger blant annet av tidsperspektiv og rotasjonstid på den biologiske massen.
- Opptak, utslipp og totalt bidrag kan beregnes på flere ulike måter, men mange ganger i LCA-studier og klimagassregnskap gjøres en forenkling og man regner med at **opptak og utslipp er likt og at det totale bidraget av utslipp er null.**

Biogent karbon	Referans ebygg	N4_T
Bygningsdeler (nr. iht. bygningsdelstabellen)	kg CO ₂	kg CO ₂
Fundament, grunn, kjeller og støttemur		99
Utvendige vegger og fasade		12 657
Søyler og bærende vertikale strukturer		57
Innervegger		2 978
Dekker, himling, gulv, bjelker og tak		14 035
Trapper og Balkonger		3656
Vinduer og dører		1 781
Sum		35 264



Mestergruppens anbefalinger/videre arbeid

- Kutte utslipp
- Gjøre klimagassberegninger på hele livssyklusen for å lære
- Intensivere arbeidet med PDT-er og PDS-er
- Delta i faggruppe på tvers for klimagassberegninger og analyser
 - Deling av tekniske data på hus
- Konkurrere på brukerapplikasjoner og markedsføring
- Miljøsertifisere boligene
- Miljøsertifisere hele konsernet
- Bærekraftssertifisere hele konsernet