

Mobile boenheters klimagassutslipp

- *En gjennomgang av materialvalg, bygging, transport og bruksfasen av NCL 20.*

Hans Jakob Walnum



TITTEL Mobile boenheters klimagassutslipp	RAPPORTNUMMER 13/2020 DATO 26.06.2020 GRADERING Open TAL SIDER 18
UNDERTITTEL EN GJENNOMGANG AV MATARIALVALG, BYGGING, TRANSPORT OG BRUKSFASEN AV NCL 20.	
18 PROSJEKTTITTEL Mobile Moods	PROSJEKTNUMMERR 6507
FORSKAR Hans Jakob Walnum	PROSJEKTANSVARLEG Trude Borch, Akvaplan Niva
OPPDRAGSGIVARAR Norges Forskningsråd	EMNEORD Klimagassutslipp, bygg, mindre boenheter, «tiny house»

SAMANDRAG

Rapporten går gjennom klimagassutslipp fra å bygge og bruke mindre boenheter som kan plasseres i naturen. Prosjektet Mobile Moods er et idelab-prosjekt med støtte fra forskningsrådet. Målet er å utvikle helhetlig konsept for mobile boenheter som kan plasseres i unike naturomgivelser og historiske miljø. Byggene skal være miljømessige bærekraftige og ha høy estetisk/arkitektonisk og teknisk kvalitet, tilpasset kravstore brukergrupper. Miljøvurderinga har sett spesifikt på boenheten NCL 20, og har tatt for seg klimagassutslippet fra å bygge og bruke enheten inkludert transporten fra Kina til Norge og forflyttinger av NCL 20 mellom lokasjoner innad i Norge.

ANDRE PUBLIKASJONAR FRÅ PROSJEKTET

Sluttrapport Mobile Moods (2020), Akvaplan-niva rapport.

VESTLANDSFORSKING, Postboks 163, 6851 Sogndal

ISBN: 978-82-428-0424-2

© Vestlandsforskning 2020

På framsida: Bilde av NCL20

Kilde: Bilde hentet fra hovedbrosjyere til Nature Compact Living

Innhold

Innhold	3
1. Innledning	4
2. Metode	4
3. Oversikt over design, størrelse og materialmengder i NCL 20.....	5
4. Dokumentasjon av klimagassutslipp fra å produsere materialer som inngår i NCL 20	7
4.1. Stål	7
4.2 Vindu	8
4.3 Vegger, tak og delevegger.....	9
4.4 Gulv	10
4.5 Isolasjon	10
5. Sammensetning av NCL 20	10
6. Klimagassutslipp fra transport av NCL 20	11
7. Klimagassutslipp i forbindelse med bruken av NCL 20	12
8. Resultat	13
9. Oppsummering.....	17
10. Referanser	18

Figurliste:

Figur 1 livsløpsfaser som inngår i EPDer.	5
Figur 2 illustrasjon NCL 20.	6
Figur 3 prosentvis fordeling av materialbruk NCL 20.	7
Figur 4 Prosentvis fordeling av klimagassutslipp for NCL 20 sett over et livsløp på 60 år med høyt scenario klimagassutslipp.....	15
Figur 5 Prosentvis fordeling av klimagassutslipp for NCL 20 sett over et livsløp på 60 år antatt et scenario med lavt klimagassutslipp.....	16

1. Innledning

Denne rapporten er en del av Mobile Moods prosjekt et idelab-prosjekt med støtte fra Norges forskningsrådet. Målet med prosjektet er å utvikle helhetlige konsept for mobile bu- og som kan plasseres i unike naturomgivelser og historiske miljø. Denne rapporten tar for seg klimagassutslippene som kreves for å bygge- og transportere mobile boenheter. Den mobile enheten bygges med utgangspunkt i en stålkontainer. I beregningene er det tatt utgangspunkt i en 20 fots stålkontainer som har et indre areal på 15 M². I stålkontaineren bygges det inn isolasjon, glass, gulv, bad, kjøkken, ventilasjon og løsninger for elektrisitet samt vanntilførsel og vannavløp for å ferdigstille NCL 20. Basert på opplysninger fra Nature Compact Living (NCL) har vi satt opprinnelsesland for produksjon til Shanghai i Kina. (Selskapet vurderer imidlertid å flytte produksjonen til Europa).

Miljøregnskapet inkluderer klimagassutslippet fra uttak av materialer, byggeprosess, transporten fra Kina til Norge, forflytting av NCL 20 mellom ulike lokasjoner i Norge samt bruk av enheten.

Vår gjennomgang viser at det er relativt store forskjeller i klimagassutslipp avhengig av ulike valg i livsløpet til NCL 20, og at de forutsetningene og kildene tallene bygger på har stor betydning for utfallet. Vi velger derfor å presentere metodene for deretter å foreta en systematisk gjennomgang av klimagassutslippet fra de ulike livsløpsfaser til NCL 20. Vi presenterer resultater i to scenarier, ett med høyt utslipp og ett med lavt utslipp som reflekterer spennet i kilder og forutsetninger. Til slutt konkluderer vi med de viktigste funnene og valgene som bør gjøres for å få lavest mulig klimagassutslipp gjennom livsløpet til NCL 20.

2. Metode

Konseptet er vurdert i et livsløpsperspektiv fra uttak av råmaterialer, byggefase, bruksfase og avfallshåndtering. For å identifisere klimagassutslipp har vi brukt LCA (Life Cycle Assessment) verktøyet SIMAPRO og da spesielt tall fra livsløpsdatabasen Ecoinvent. I tillegg har vi anvendt miljødeklarasjoner fra byggevareprodusenter, såkalte EPD'er (Environmental Product Declaration). EPD gir en detaljert oversikt over klimagassutslippet fra ulike produkter fra produksjon, bruksfase og avfallshåndtering. Det er vanskelig å finne spesifikke EPD'er for produkt som er produsert i Kina. Vi har derfor i noen tilfeller brukt EPD'er fra nordiske og norske forhold, og gjort en endring i

klimagassutslipp fra norsk eller nordisk energimiks til klimagassutslipp fra kinesisk elektrisitemiks. Dette for å tilpasse EPDene til kinesiske forhold. Vi har i tillegg brukt modelleringsverktøyet OneClick LCA og tidligere studier for å identifisere klimagassutslipp.

Systemgrenser (X = inkludert, MID = modul ikke deklartert, MIR = modul ikke relevant)

Produktfase			Konstruksjon installasjon		Bruksfase							Slutfase				Etter endt levetid
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjon installasjon fase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk-gjenvinning-resikulering
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

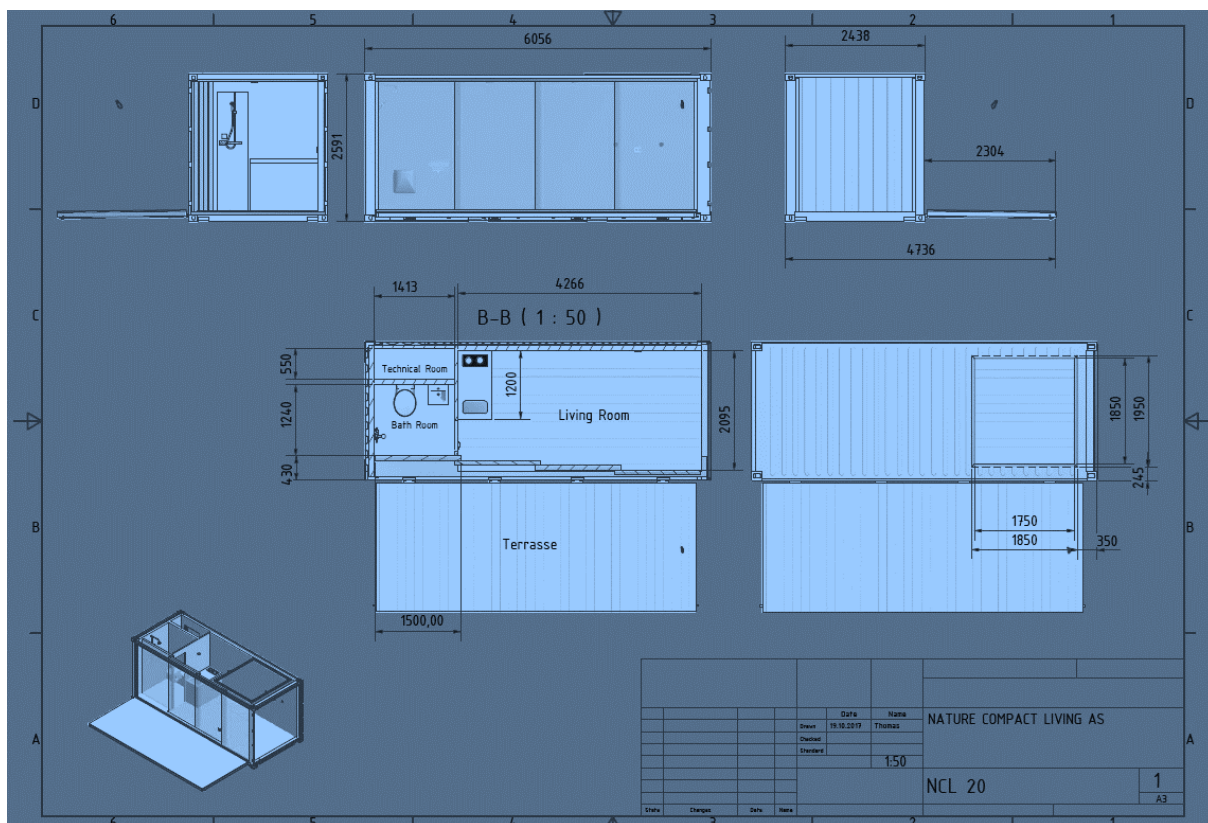
Figur 1 livsløpsfaser som inngår i EPDer.

Figuren over viser hvilke faser som normalt inngår i EPDer og livsløpsberegninger. Produktfasen er delt opp i fasen A1-A3 som inkluderer uttak av råmaterialer (A1), transport fram til produksjonssted (A2) og tilvirkning dvs. f.eks. sluttproduksjon av et vindu (A3). Fase A4 inkluderer transport fram til installering av produktet og fase A5 er konstruksjon og installasjon av produktet til bruk, i vårt tilfelle installasjon av f.eks. et vindu i enheten NCL 20. Fase B1-B7 omhandler bruken av produktet. Merk at bruksfasen ikke er så relevant for byggevarer siden levetida for mange av materialene som inngår i byggefasen er satt lik levetiden til produktet. Som en standard settes levetid til 60 år. C1 til C4 omhandler slutfasen til produktet, mens fase D er gjenvinning etter endt levetid.

Analysen bygger på opplysninger fra Nature Compact Living om materialbruk. Vi har med utgangspunkt i produktopplysninger og plantegninger gjennomført en beregning av mengde materialer brukt i NCL 20.

3. Oversikt over design, størrelse og materialmengder i NCL 20

I dette kapitlet viser vi tabeller og figurer over størrelse og materialmengder som inngår i NCL 20.



Figur 2 illustrasjon NCL 20.

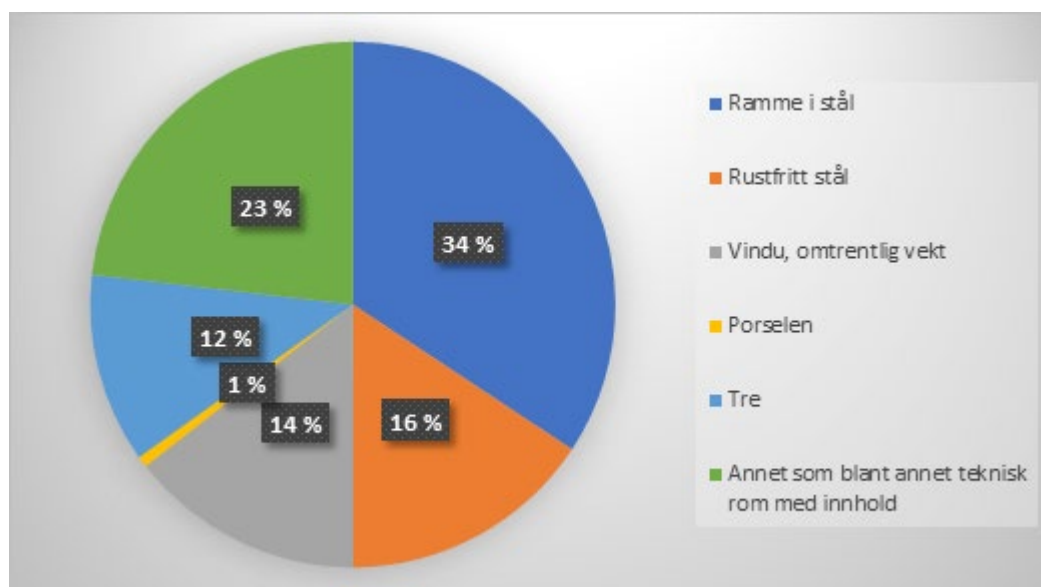
Tabell 1 Oversikt over areal, lengde og bredde NCL20

	Areal
BRA Areal	15 m ²
Lengde	6,06 m
Bredde	2,44 m

Tabell 2 materialmengde som inngår i NCL 20

Bruksområde	Kg
Ramme i stål	1775
Rustfritt stål	812

Vindu, omtrentlig vekt	750
Porselen	35
Tre	605
Annet som blant annet teknisk rom med innhold	1200
Totalt	5 187



Figur 3 prosentvis fordeling av materialbruk NCL 20.

4. Dokumentasjon av klimagassutslipp fra å produsere materialer som inngår i NCL 20

I dette kapitlet går vi gjennom klimagassutslippet fra å produsere bygningselementer som brukes i NCL 20 som stål, vindu, vegger, tak, gulv og isolasjon.

4.1. Stål

Selv om rammen til NCL 20 er bygget med utgangspunkt i en 20-fots kontainer, så vil den opprinnelige konstruksjonen beskjæres og det blir lagt til forsterkninger i stål. Stålmengden som inngår i NCL 20 er beregnet til å være 812 kg rustfritt stål og 1 775 kg

annen type stål. Utslippstallene for stål varierer med ståltype, produksjonsmetode, produksjonssted og hvilke deler av livsløpet som er inkludert i beregningene.

Obrecht and Knes (2016) har gjennomført en spesifikk studie av kontainer-produksjon for 20 fots containere i et LCA-perspektiv. I studien fant de at nettovekten på en 20 fots stålkontainer er mellom 1 935 kg (type 2) og 2 250 kg (type 1), med et beregnet klimagassutslipp på henholdsvis 1809 kg CO₂ ekv. og 2103 kg CO₂ ekv. Dette gir et CO₂ utslipp på 0,93 kg CO₂ ekv. per kg stål.

Det framgår ikke spesifikt hvor containerne i Obrecht og Knes sin studie er produsert, og vi er med det usikre på gyldighet for tallene som framkommer her. Vi fant det derfor nødvendig å identifisere mer representative studier som er gyldig for kinesiske forhold. Sammenligner vi tallene fra Obrecht og Knes med tall fra livsløpsdatabasen SIMPAPRO og «engineering steel» produsert i Asia, opplyses det at dette stålet har et klimagassutslipp per kg produsert på 1,4 kg CO₂ ekvivalenter. Altså en del høyere enn det Obrecht og Knes kom fram til. Vi har i materialmengde antatt at NCL 20 inneholder 812 kg rustfritt stål, det var derfor nødvendig å finne representative tall for dette.

I en annen studie, av Na et. al (2017), ble det gjennomført en LCA-analyse av produksjon av stål ved to kinesiske produksjonssteder. Konklusjonen fra denne studien var at utslippet fra å produsere stålet var 2,62 kg CO₂ ekvivalenter per kg rustfritt stål produsert med metoden «BOF, basic oxygen steelmaking».

Vi har valgt å anvende 2,62 kg CO₂ ekvivalenter for produksjon av 1 kg rustfritt stål. Dette gir et klimagassutslipp på 2 127,4 kg CO₂ ekvivalenter for rustfritt stål. For det resterende stålet bruker vi en faktor på 1,4 kg CO₂ ekvivalenter som SIMPAPRO oppgir for «engineering steel». Dette gir et utslipp på 2 485 kg CO₂ ekvivalenter. Det samlede klimagassutslippet fra stålet brukt i NCL 20 blir med dette 4 612 kg CO₂ ekvivalenter.

4.2 Vindu

I NCL 20 inngår det dobbelt isolerglass med aluminiumsrammer i vinduer og skyvedører. Vi har fått oppgitt at leverandør av disse er Umbra AS, Sandefjord, men det eksisterer ingen EPD spesifikt for deres produkter. Vi har derfor brukt EPD for heve-skyve terrassedør¹ som har et klimagassutslipp på 274 kg CO₂ ekv. per produsert enhet.

¹ https://www.epd-norge.no/getfile.php/135729-1468928585/EPDer/Byggevarer/D%C3%B8rer%20og%20vinduer/NEPD-330-212-NO_Heve--skyve--terrassed--r.pdf

Vi antar at denne EPDen er gyldig for skyvedører og har tilpasset dette til at NCL 20 har større skyvedører med et samlet klimagassutslipp på 801 kg CO₂ ekv.

For resterende vindusareal, estimert til 16,5 m². har vi anvendt en gjennomsnittsverdi per m² fra vindu produsert i Norge på 69,76 CO₂ ekvivalenter per m². Dette gir et klimagassutslipp på 1151,04 kg CO₂ ekvivalenter. Totalt er klimagassutslippet for å produsere vindu brukt i NCL 20 på 1 953 kg CO₂-ekvivalenter. Vi har, basert på opplysninger fra Nature Compact Living, antatt at vinduene er produsert i Norge.

4.3 Vegger, tak og delevegger

For vegger, tak og delevegger har vi antatt bruk av Plywood plater som dekker totalt 28 m². Vi har anvendt EPD gyldig for finske forhold². Dette gir et totalutslipp på 135,2 kg CO₂ ekv. for 28 m². Justerer vi tallene for å gjøre disse gyldige for kinesiske forhold med hensyn til at det er et høyere utslipp med kinesisk elektrisitetssmiks i produksjonen av Plywood plater, så utgjør det et tillegg på omtrent 10 kg CO₂ ekvivalenter. Vi har ut fra dette beregnet klimagassutslippet fra Plywood plater til 145,2 kg CO₂ ekv.

Vi har brukt EPD for akustikkplater gyldig for danske forhold³. Disse platene dekker 17 m² av vegger og tak. Det er antatt et utslipp på 3,04 kg CO₂ ekv. per m² noe som gir et klimagassutslipp på 51,68 kg CO₂ ekv. Det er i EPDen ikke skilt ut hvor mye klimagassutslippet fra sluttfabrikering utgjør sammenlignet med råvareuttak, og det er derfor krevende å regne om til kinesisk el-mix. I følge Ecoinvent vil bruk av kinesisk el-mix utgjøre et tillegg på en faktor 2,81 sammenlignet med dansk el-mix. Dersom vi antar at en fjerdedel av utslippet i fase A1 til A3 kan tilskrives elektrisitetsbruk i fase A3, altså sluttproduksjon av akustikkplater i fabrikklokale, får vi et tillegg på ca 1 kg per m², eller totalt ca 17 kg CO₂ ekvivalenter. Dette gir et samlet utslipp på omtrent 68,5 kg CO₂ ekvivalenter fra produksjon av akustikkplater i Kina.

² <https://www.fritzoengros.no/mediabank/store/3/3634/XF-Gran-film-EPD-UPM-100259-2580.pdf>

³ <https://www.gyproc.no/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/Environmental-NO/S-P-00941%20EPD%20Gyptone%2010%20omm%20with%20Activ%20Air.pdf>

4.4 Gulv

Gulvet i NCL 20 er laget av komprimert kryssfiner som dekkes med parkett eller sisal (10 M²). På badet er det lagt et in-dustrigulv i rustfritt stål som vi har tatt hensyn til når vi har estimert utslipp knyttet til stål. Vi antar et klimagassutslipp per m² kryssfiner på 2,3 kg CO₂ ekvivalenter (EDP opplyst i OneClick LCA). Klimagassutslippet for 10 m² gulv i NCL 20⁴ blir da på 23 kg CO₂ ekv. Forskjellen mellom svensk og kinesisk energimiks oppgitt i EPDen er en faktor 20. Om vi antar at 5 prosent av utslippet skyldes bruk av elektrisitet i fase A₃, så vil en kinesisk produksjonsmiks øke utslippet med ca. 23 kg CO₂ ekvivalenter.

4.5 Isolasjon

I NCL 20 er vegger, gulv og tak isolert med Polyuretan skum-isolasjon (tilsvarer ca. 2 ganger ordinær isolasjon som f.eks Rockwool). I vegg er det anvendt 10 cm isolasjon, mens i gulv og tak er det anvendt ekstra isolasjon på 15 cm. Vi har antatt at dette har en totalvekt på 83,84 kg. Det å produsere skumisolasjon gir et klimagassutslipp på 4,9 kg CO₂ ekv.⁵ [10]. per kg, og totalt 420 kg CO₂ ekvivalenter.

5. Sammensetning av NCL 20

I dette delkapitlet behandler vi klimagassutslippet på byggeplass for å ferdigstille NCL 20 til bruk. For å beregne klimagassutslippet i forbindelse med byggefasen, har vi i mangel på mer presise data benyttet oss av anbefalinger fra EU på verdier på mellom 5-20 kWh etter grunnareal for å bygge innendørs⁶. NCL har et grunnareal på 15 m² noe som gir en energibruk på mellom 75 kWh og 300 kWh fra å sette sammen NCL 20. Selskapet Nature Compact Living opplyser at 95% av produksjonen finner sted på fabrikk i Kina, og at ferdig modul deretter transporteres fra Kina til Norge. Selskapet påpeker at man gjennom bygging innendørs på fabrikk unngår utfordringer som kan oppstå i byggefasen knyttet til vær- og vind-forhold. Utfordringer knyttet til vær og

⁴ https://www.epd-norge.no/getfile.php/139413-1538388653/EPDer/Byggevarer/Heltreprodukter/NEPD-1579-604_Kryssfiner_1.pdf

⁵ <https://www.byggogbevar.no/enok/artikler/isolasjonsmaterialer-a-%C3%A5>

⁶ https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC110082/report_d1_online_final.pdf

vind bidrar ofte til forsinkelser. LCA-verktøyet SIMAPRO oppgir at utslippet per kWh for produksjon i Shanghai er 864 gram CO₂ ekvivalenter for høyspent energi. Vi antar at det vil være behov for elektrisitet med lav spenning under produksjon med et tap på 5 prosent⁷. Dette gir et utslipp for el-miksen i Shanghai på 909,5 gram CO₂ ekvivalenter per kWh. Klimagassutslipp fra for å bygge og sette sammen NCL 20 gir et klimagassutslipp på mellom 68,2 kg- 272,9 kg CO₂ ekvivalenter.

6. Klimagassutslipp fra transport av NCL 20

Etter at enheten er ferdigprodusert transporteres denne fra Norge til Kina. Vi antar at NCL 20 sendes med frakteskip fra Shanghai til Europa sannsynligvis først til Rotterdam, og deretter videre til Norge og Oslo. Distansen en vei mellom Shanghai til Oslo er 20 427,6 km⁸. Vi antar at skipet som anvendes er blant de største med over 120 000 dødvekts tonn med et utslipp på 5,26 gram CO₂ ekvivalenter per tonnkilometer. Tonnkilometer er ett tonn fraktet en kilometer. Dette innebærer at NCL 20 med en vekt på 5,2 tonn gir samlet 106 223,52 tonnkm fra skipstransport noe som tilsvarer 558,7 kg CO₂ ekvivalenter.

Etter ankomst til Norge vil det være behov for å transportere enheten til ulike områder hvor NCL 20 skal tas i bruk. Vi antar at det i hovedsak benyttes større lastebiler til transport av enheten mellom ulike lokasjoner i Norge. Vi har også tatt hensyn til at det, ved å benytte en større lastebil, er mulig å frakte to NCL 20 på en lastebil. Det er en rekke variabler som bestemmer drivstofforbruket for lastebiler, herunder infrastruktur og total vekt. Ecoinvent opplyser at utslippet per tonnkm for en Euro 5 lastebil med full last er 83,6 gram CO₂ ekvivalenter. Når vi sammenligner dette tallet med erfaringstall fra Lerum (Walnum og Simonsen 2015), finner vi at tomme Euro 5 lastebiler i snitt bruker omtrent 3,85 liter per mil. Videre finner vi at fullastede lastebiler med lastevikt på 30 tonn i snitt bruker over 6 liter drivstoff per mil under krevende infrastrukturforhold med mye stigning og svingete veier, og 4,5 liter pr mil under enklere kjøreforhold. I vår beregning har vi valgt å bruke erfaringstall fra Lerum Frakt siden de bygger på norske kjøreforhold. Vi forutsetter et forbruk av drivstoff på om lag 5 liter per tonnkm for frakt av NCL20. Vi tar med dette både hensyn til

⁷ Forskjellen mellom “high voltage”, “medium voltage” og “low voltage” elektrisitet skyldes ulik tap i overføringsnettet og kan anslås til å være så lavt som 5% (<http://www.mistrafuturefashion.com/wp-content/uploads/2015/06/Environmental-assessment-of-Swedish-fashion-consumption-LCA.pdf>)

⁸ <https://www.gyproc.no/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/Environmental-NO/S-P-00941%20EPD%20Gyptone%2010%20mm%20with%20Activ%20Air.pdf>

krevende infrastruktur samt og at lastebilen ikke har maks tillatt lastvekt. Vi antar at 2,5 liter per mil kan tilskrives en NCL 20 modul siden det kan transporteres to moduler på en lastebil. Dette gir et utslipp på 127,8 CO₂ ekvivalenter per tonnkm, og et klimagassutslipp på 0,665 kg CO₂ ekvivalenter for å frakte en NCL 20 enhet en kilometer.

Antar vi et scenario med korte avstander og liten forflytning av enheten, f.eks. at NCL 20 flyttes rundt innen et lite geografisk område, så blir utslippet fra lastebiltransport minimalt. Med en antatt transportdistanse på 300 km med lastebil i løpet av levetiden til NCL 20 blir det totale utslippet fra lastebiltransport 199,5 kg CO₂ ekvivalenter. Prosjektet Mobile Moods har også utredet forretningsmodeller som innebærer at enheten flyttes mellom lokasjoner i ulike deler av landet. Ved valg av en forretningsmodell som innebærer en eller flere forflytninger mellom eksempelvis ulike landsdeler, så vil utslippet øke betydelig. En transportdistanse på 1 000 km per år i neste ti års periode med lastebil, vil gi et utslipp på 6 650 kg CO₂ ekvivalenter for å transport NCL 20 innad i Norge. En nøkkelfaktor for at konseptet skal være bærekraftig er derfor at transporten foregår over korte distanser, at enheten ikke flyttes så ofte eller at transporten gjennomføres ved hjelp av mer miljøvennlige transportmiddel som skip eller tog.

7. Klimagassutslipp i forbindelse med bruken av NCL 20

Det vil være klimagassutslipp i forbindelse med bruk av enheten, gjennom elektrisitet til oppvarming, lys og elektriske apparat. Dette inkluderer klimagassutslipp fra å bygge og vedlikeholde en demning, samt fra kabler og master som kreves for å få fram strømmen til sluttbruker. I noen tilfeller er det et betydelig innslag av forurensning fra å produsere elektrisitet f.eks. dersom det er anvendt kull som energikilde.

Tabell 3 Oversikt over energiforbruk per bruksdag sommer og vinter (egen antakelse basert på justering av energibrukstall og areal for NCL 20 relativt til hyttetype Tind.

	Per bruksdag
N20 sommer	10,4 kWh
N20 Vinter	34,0 kWh

I prosjektet “Framtidas hyttegrend” ble energiforbruk i mindre hytter beregnet for norske forhold. Vi har tatt utgangspunkt i beregningene som ble gjennomført i dette prosjekt og tilpasset dette til NCL 20. Stand-by energi, den energien som medgår når enhetene ikke er i full bruk, er inkludert i tabellen når vi deler på bruksdager. Vi inkluderer hele livsløpet for elektrisitet noe som gir et utslipp per kWh på 0,0318 kg CO₂ ekvivalenter for norsk miks lav spenning (Ecoinvent 2019), og 0,128 kg CO₂ ekvivalenter for nordisk miks med lav spenning⁹. Om vi antar 200 bruksdager med 150 dager sommer og 50 dager vinter, får vi et årlig energibruk på 3 260 kWh. Dette gir et samlet klimagassutslipp per år på 103,7 kg CO₂ ekvivalenter per år med norsk energimiks, og 417,3 kg CO₂ ekvivalenter per år med nordisk energimiks.

8. Resultat

Basert på en detaljert gjennomgang av opplysninger om materialvalg og mengder har vi utarbeidet et miljøregnskap for NCL 20. Vi presenterer et scenario der høyest utslipp er valgt og et scenario der det laveste klimagassutslippet er valgt. Vi har forutsatt en levetid på 60 år for boenheten. Alle andre forutsetninger og beregninger er presentert i detalj over.

Tabell 4 Sammenligning av høyt og lavt klimagassutslipp oppgitt i kg CO₂ekv. fra materialer, energibruk og transport av NCL 20 antatt en brukstid på 60 år.

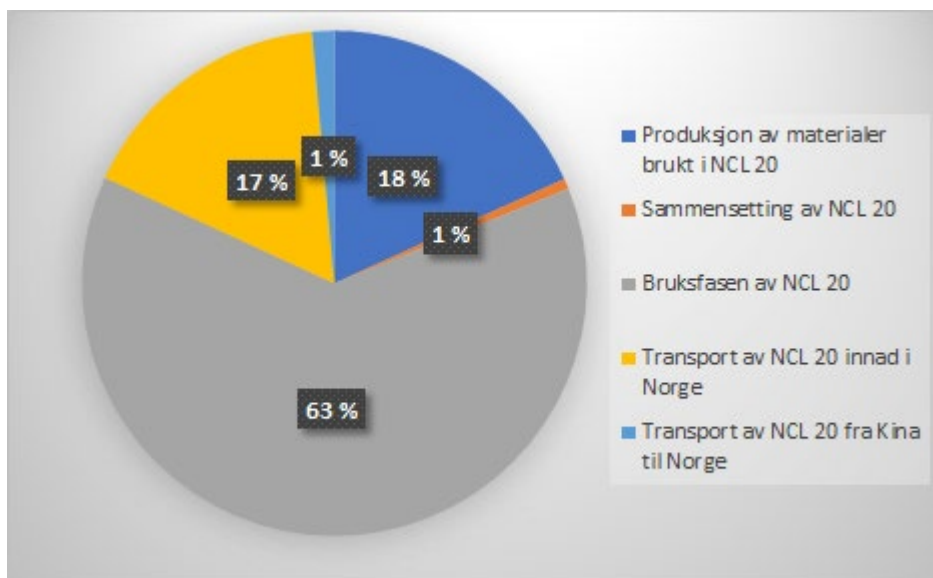
Fase	Høyt	Lavt	Forklaring om forskjell høyt og lavt scenario
Transport ¹⁰	7209	758	Ulik transportdistanse i Norge.
Byggefase	259	65	Ulik energibruk fra å bygge innendørs.

⁹ <https://www.asplanviak.no/aktuelt/2016/02/03/nordisk-stroem-bli-renere/> sist åpnet 05.02.2020.

¹⁰ For transport har vi anvendt et perspektiv på 10 år. Beregninger ut over dette kan være noe misvisende pga. potensielle endringer i teknologi og strengere lovkrav.

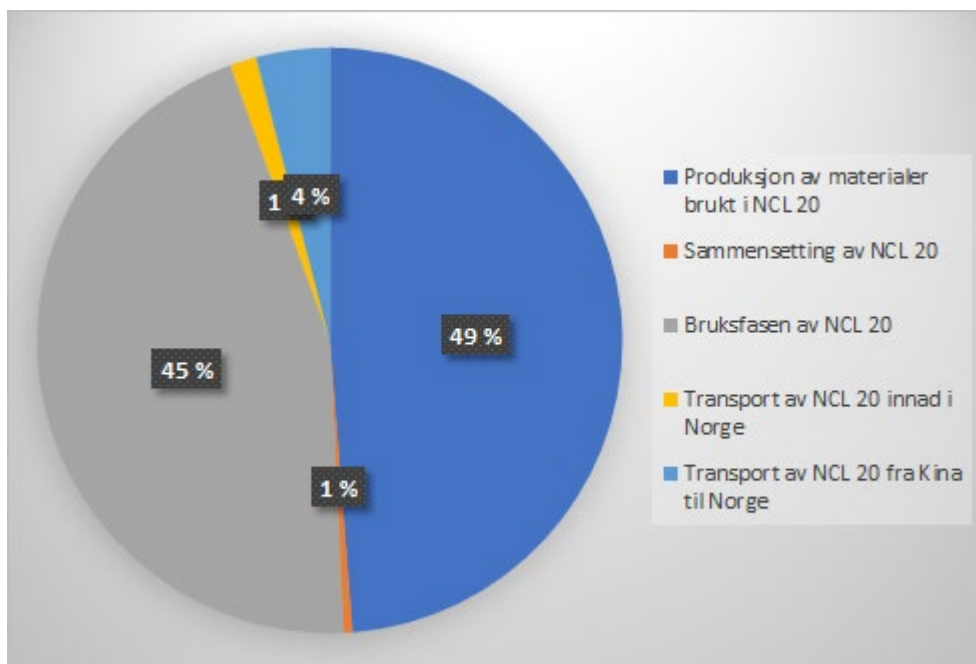
Energibruk under bruksfasen	25037	6222	Nordisk el-miks antatt for høyt scenario og norsk el-mix lavt scenario.
Stål	4612	4612	
Vindu	1953	1465	I lavt scenario har vi antatt gjennomsnittsverdier for vindu produsert i Norge, i høyt scenario er utslipp fra å produsere skyvedør med regna.
Vegger og tak (stål fratrukket)	214	187	I lavt scenario er det antatt produksjon under nordiske forhold, høyt scenario antatt produksjon i Kina.
Gulv (stål fratrukket)	46	23	Lavt scenario produksjon under nordiske forhold, høyt scenario antatt produksjon i Kina
Isolasjon	420	420	
Totalt	39750	13752	

Det som har størst innvirkning på klimagassutslipp i “høyt scenario” er bruksfasen av NCL 20 som står for 63 prosent av det samlede klimagassutslippet. Deretter følger klimagassutslipp fra transport av NCL 20 og klimagassutslipp fra å produsere materialene som inngår i NCL 20, disse har omtrent lik samlet utslipp der hver av disse utgjør 18 prosent av det totale klimagassutslippet. I “høyt scenario” hvor vi antar mye transport innad i Norge (1000 km med lastebil per år) finner vi at transport innad i Norge bidrar til atskillig større klimagassutslipp enn transporten av NCL 20 med skip fra Kina til. Sammensetning av NCL 20 på byggeplass i Kina har minst betydning for det samlede klimagassutslippet.



Figur 4 Prosentvis fordeling av klimagassutslipp for NCL 20 sett over et livsløp på 60 år med høyt scenario klimagassutslipp.

I "lavt scenario", vist i figuren under, så er det klimagassutslippet fra produksjon av materialene som inngår i NCL 20 som betyr mest for klimagassutslippet. Dette utgjør 49 prosent av det samlede klimagassutslippet. Deretter følger klimagassutslipp fra bruksfasen av NCL 20 som utgjør 45 prosent av det samlede klimagassutslippet. Transport fra Kina til Norge står for 4 prosent av det samlede klimagassutslippet. Det som har minst betydning for klimagassutslippet i "lavt scenario" er transport innad i Norge samt byggefasen som begge utgjør en prosent av det totale utslippet.



Figur 5 Prosentvis fordeling av klimagassutslipp for NCL 20 sett over et livsløp på 60 år antatt et scenario med lavt klimagassutslipp.

Når vi sammenligner høyt og lavt scenario ligger det størst relativt besparelse i å redusere energiforbruket under bruk, etterfulgt av besparelser knyttet til transport av NCL 20 i enhetens levetid. I tillegg ligger det et relativt stort potensial for reduksjon av klimagassutslipp gjennom valg av bygningsmaterialer.

9. Oppsummering

- Det er et betydelig besparingspotensial i miljøregnskapet knyttet til transport. Dersom det blir relativt lite transport i løpet av levetiden til NCL 20, så kan dette gi besparelser på 6,4 tonn CO₂ ekvivalenter sett i et 10 års perspektiv.
 - Det er transporten innad i Norge med lastebil som har størst betydning. Transporten fra Kina har ikke like stor betydning til tross for at distansen er lang. Dette har sin bakgrunn i at transporten fra Kina kun finner sted en gang og at den gjennomføres ved hjelp av skip med høy energieffektivitet.
 - Det er viktig å spare mest mulig energi knyttet til bruken av den mobile enheten, samt at energikildene som tas i bruk har lavest mulig utslipp. Sammenligner vi utslippet fra bruken av NCL 20 mellom norsk og nordisk energimiks, så gir den norske energimiksen en besparelse på 18,8 tonn CO₂ ekvivalenter sammenlignet med den nordiske energimiksen i samme tidsperspektiv (60 år).
 - Det ligger et stort besparingspotensial i det å velge byggmaterialer for NCL 20 med lave klimagassutslipp.
 - Det at NCL 20 bygges innendørs gir en betydelig besparelse av energibruken i byggeprosessen. Energiforbruket ligger her betydelig under gjennomsnittstall for nordiske byggeplasser.
 - Det er ikke behov for fundamentering ved utplassering av NCL 20. Dette er miljømessig gunstig siden fundamentering, både materialer og utarbeiding, kan trekke opp klimagassutslipp vesentlig knyttet til bygg.
-

10. Referanser

Gao, C., Zhang, M., Ye, Z., Qi, Z., & Na, H. (2017). Life Cycle Assessment Analysis of the Environment Load from Typical Chinese Steel Enterprises.

Obrecht, M., & Knez, M. (2017). Carbon and resource savings of different cargo container designs. *Journal of Cleaner Production*, 155, 151-156.

Walnum, H. J., & Simonsen, M. (2015). Does driving behavior matter? An analysis of fuel consumption data from heavy-duty trucks. *Transportation research part D: transport and environment*, 36, 107-120.