

KLIMAGASSREGNSKAP FOR

BELLONAHUSET

VULKAN UTVIKLING / ASPELIN-RAMM



Versjon 3, september 2015

**FUTURE
BUILT**

KLIMAEFFEKTIV
ARKITEKTUR
OG BYUTVIKLING
OSLO—DRAMMEN

Referansebygg og prosjektert bygg	x
Som bygget	x
I bruk etter 4 år	x

**ASPELIN
RAMM**

Innholdsfortegnelse

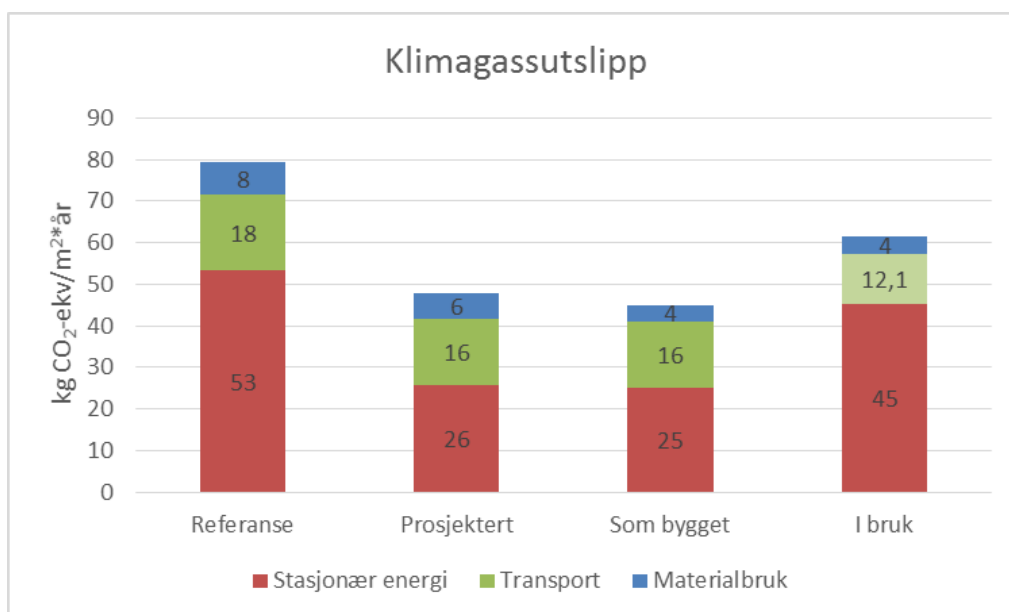
1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	4
3. PROSJEKTBEKRIVELSE	5
3.1. BYGNINGSBESKRIVELSE	5
3.2. PROSJEKTTEAM.....	5
4. TOTALUTSLIPP	6
5. STASJONÆR ENERGI.....	8
5.1. REFERANSEBYGG.....	8
5.1.1. <i>Energibehov</i>	8
5.1.2. <i>Energikilder</i>	8
5.2. PROSJEKTERT BYGNING	8
5.2.1. <i>Energibehov</i>	8
5.2.2. <i>Energikilder</i>	10
5.3. BYGNINGEN ”SOM BYGGET”	11
5.3.1. <i>Energibehov</i>	11
5.3.2. <i>Energikilder</i>	11
5.4. BYGNINGEN I BRUK	11
5.5. UTSLIPP KNYTTET TIL STASJONÆR ENERGI	14
6. MATERIALBRUK.....	15
6.1. REFERANSEBYGG.....	15
6.2. PROSJEKTERT BYGNING	15
6.2.1. <i>Grunn og fundamenter</i>	15
6.2.2. <i>Yttervegger</i>	15
6.2.3. <i>Innervegg</i>	16
6.2.4. <i>Dekker</i>	16
6.2.5. <i>Yttertak</i>	16
6.3. BYGGET ”SOM BYGGET”	16
6.4. BYGGET I BRUK	17
6.5. UTSLIPP KNYTTET TIL MATERIALBRUK	18
7. TRANSPORT	19
7.1. REFERANSEBYGG.....	19
7.2. PROSJEKTERT BYGNING	20
7.3. BYGGET ”SOM BYGGET”	20
7.4. BYGGET I BRUK	20
7.5. UTSLIPP KNYTTET TIL TRANSPORT.....	20
VEDLEGG A: KVALITETSPROGRAM FOR BELLONAHUSET	22
VEDLEGG B: UTSLIPP KNYTTET TIL MATERIALBRUK	24

1. Sammendrag

Figur 1-1 viser beregnede klimagassutslipp i kg CO₂-ekvivalenter/ m² for Bellonahuset ”prosjektet”, ”som bygget” og ”i bruk”, sammenlignet med et referansebygg. Beregningene viser at det er oppnådd 23 % reduksjon av klimagassutslipp i prosjektets driftsfase sammenlignet med prosjektets referanse. Utslippene er fordelt på utslipp knyttet til materialbruk, energi til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen. Det er brukt Statsbyggs verktøy Klimagassregnskap.no til å gjennomføre beregningene, både versjon 3 og versjon 5.

I prosjekteringsfasen ble det beregnet en utslippsreduksjon på 50% knyttet til energibruk til drift av bygget. Det er prosjektert et meget energieffektivt bygg (passivhusnivå) og benyttet energi fra bl.a. en grunnvannsvarmepumpe og solpaneler. Byggets energibruk i bruk har vist seg å være betydelig høyere enn prosjektert. Det er sammensatte grunner til dette. Aspelin Ramm oppgir at de har hatt en rekke utfordringer med driften, blant annet ubalanse i ventilasjonsanlegg, problemer med SD-anlegget, problemer med VAV-anlegget, manglende innregulering av vannmengder og manglende isolasjon av kanalnett. I tillegg er det restaurantbruk med energikrevende kjøkkendrift og terrassevarmere i første og øverste etasje. Bruk av terrassen og restaurantdrift var ikke prosjektert helt fra starten.

For materialbruk ble det oppnådd 50 % reduksjon på utslipp sammenlignet med referansebygg. I prosjektet ble det samlet inn dokumentasjon (EPD'er) på flere av de brukte produktene. Ved beregning av reelle utslipp i ”som bygget” beregningen, ble klimagassutslipp knyttet til materialbruk vesentlig redusert. For transport er det lagt inn gjennomsnittlige reisevaner for Oslo kommune for både prosjektert løsning og referansebygget. Differansen mellom referansebygg og prosjektert løsning er at det for referansebygget er lagt inn fri parkering, mens det i prosjektert løsning er lagt inn liten tilgjengelighet til parkering i tilknytning til bygget, som stemmer med reell situasjon. En reisevaneundersøkelse fra våren 2015 ligger til grunn for beregning av transportrelaterte utslipp for prosjektet ”i bruk”



Figur 1-1: Klimagassutslipp [kg CO₂-ekv/m²*år] for prosjektets ulike faser.

2. Innledning

Dette er et klimagassregnskap for Bellonahuset, bygget av Vulkan Utvikling /Aspelin Ramm AS. Det er brukt Statsbyggs web-baserte verktøy for utarbeidelse av klimagassregnskapet (www.klimagassregnskap.no).

Regnskapet for *referansebygg*, "*prosjektet*" og "*som bygget*" er utarbeidet av Susan Popal, Sunniva Baarnes og Katharina Bramslev, hambra, på bakgrunn av datagrunnlag fremskaffet og bearbeidet av Christina Engerup, Veidekke Entreprenør AS. Regnskapet for bygningen "*i bruk*" er utarbeidet av Njål Aarge og Elin Enlid i AS Civitas på oppdrag fra FutureBuilt.

Dette byggeprosjektet er med i FutureBuilt-programmet. I henhold til FutureBuilts kriterier skal alle deres prosjekter utarbeide et klimagassregnskap for:

- et **referansebygg** av samme byggkategori og størrelse, bygget etter minimumskrav i byggt teknisk forskrift og materialvalg uten spesiell tanke på miljø og med samme lokalisering uten transporttiltak
- den **prosjekterte bygningen**, med beregnet energibruk (netto ihht NS 3031), planlagt energiforsyning, planlagt materialbruk og faktisk beliggenhet med gjennomsnittlige reisevaner for denne beliggenheter (lagt inn som standardverdier i Statsbyggs verktøy for klimagassregnskap)
- **bygningen "som bygget"**, fortsatt med beregnet energibruk (netto ihht NS 3031), men med klimadata for faktisk valgte bygningsprodukter (fra EPD'er) og med transportutslipp ihht mobilitetsplan for prosjektet dersom en slik er laget.
- **bygningen "i bruk"**, med målt energi fordelt på ulike energiposter og med transportutslipp gjennomført reisevaneundersøkelse for brukerne i bygget

Denne rapporten, **rapportversjon 3**, inneholder resultatene av klimagassberegninger for referansebygg, bygget slik det er prosjektert, bygningen "som bygget" samt energibruk for bygget etter fire års bruk. Videre gir den en beskrivelse av materialer, energi- og transportløsninger som ligger til grunn for beregningene og en vurdering av resultatene, blant annet hva som eventuelt kunne gitt lavere CO₂-utslipp, men som av beskrevne grunner ikke er valgt.

12.10.11, Katharina Bramslev

17.9.15, Elin Enlid, Civitas

3. Prosjektbeskrivelse

3.1. Bygningsbeskrivelse

Bellonahuset består av ett bygg i 5 etasjer. 1. etasje, med innskutt mesanin, er planlagt som forretningslokale og de øvrige etasjer som kontor. Forretningsdelen utgjør 786 m² og kontordelen 2374 m², til sammen 3160 m². Kontordelen er planlagt med ca 20 m²/kontorplass. Bygget sto ferdig høsten 2010.

Bygget ligger langs Akerselven i Oslo sentrum og er en del av en større utbygging på Vulkanområdet.

3.2. Prosjektteam

Byggherre: Vulkan Utvikling/ Aspelin Ramm AS v/ Mats Kjellberg og Brigt Aune

Prosjektleder: Vigleif Næss, Prosjekt- og teknologiledelse AS (PTL)

Arkitekt: LPO arkitekter v/ Marius Wormdal

Entreprenør: Veidekke Entreprenør AS v/ Heine Skogseid og Christina Engerup

Energirådgiver: Norconsult v/ Trond Fossen

Miljø- og materialrådgiver: hambra v/ Katharina Bramslev

Hovedleietager: Miljøstiftelsen Bellona



4. Totalutslipp

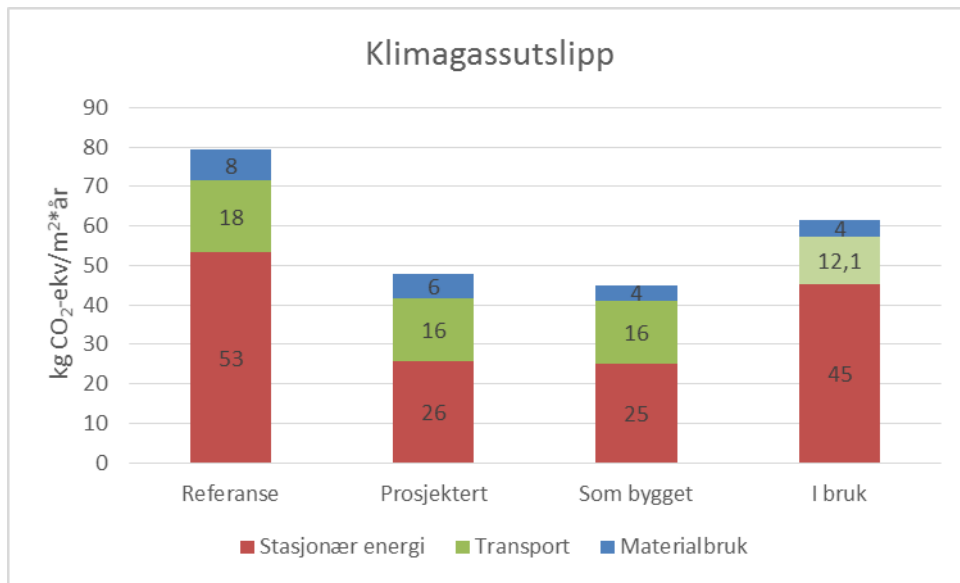
Tabellen under viser beregnede klimagassutslipp i kg CO₂-ekvivalenter/ m², for henholdsvis materialbruk, stasjonær energi til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen.

Beregningene viser at det er oppnådd 23 % reduksjon av klimagassutslipp i prosjektets driftsfase sammenlignet med prosjektets referanse. Utslipp fra materialbruk er redusert med 50 %. Utslipp fra transport er redusert med 22 %. Utslipp fra stasjonær energibruk er redusert med 15 % i bruk i forhold til beregnet referanse. Det virkelige energiforbruket, basert på energidata fra 2013 og 2014, er over dobbelt så høyt som prosjektert netto energibehov. Blant grunnene til dette er en rekke driftsproblemer, samt energikrevende restaurantdrift i deler av bygget. Se for øvrig kapittel 4, 5 og 6 for mer detaljerte opplysninger om klimagassutslipp innen den enkelte kategori.

Tabell 4-1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for Bellonahuset fordelt på ulike kategorier for de ulike beregningene (tall beregnet i Statsbyggs klimagassregnskap).

Prosjekt: Bellona huset								
	Referansebygg		Prosjektert bygning		"Som bygget"		I bruk	
	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²
Materialbruk	1 547	8,16	1 289	6,79	799	4,21	799	4,21
Stasjonær energi	9 984	53,4	4 811	25,73	4 740	25,00	8 480	45,3
Transport	3 016	17,56	3 016	16,16	3 016	16,16	2 363	12,1
Totalt	14 547	78,23	8 947	47,80	8 555	44,96	11 642	61,1

Beregningene er delvis basert på Statsbyggs verktøy Klimagassregnskap.no, versjon 3, delvis på versjon 5 og delvis på egne beregninger der verktøyet manglet data. Det var i versjon 3 av verktøyet ikke mulig å legge inn produktspesifikke verdier i verktøyet, så "som bygget" beregningen er laget i eget regneark. Utslipp fra materialer i tabell 1 fraviker noe fra utslipp fra materialer oppgitt i tabell 2. Dette skyldes at tabell 1 er identisk med beregninger i Statsbyggs web-baserte klimagassregnskap der noen materialer i versjon 3 kom ut med null utslipp (pga manglende innlagte utslippsdata i verktøyet). I tabell 2 er det hentet utslippsdata fra FutureBUILTs materialkalkulator for disse materialene og summen for klimagassutslipp knyttet til materialbruk er derfor noe høyere i tabell 2 enn tabell 1.



Figur 4-1: Klimagassutslipp (kg CO₂-ekv/ m² år) for beregnet referansebygg, det prosjekterte bygget og bygget "som bygget"

5. Stasjonær energi

5.1. Referansebygg

5.1.1. Energibehov

Referansebygget har et netto energibehov tilsvarende minimumskrav i Teknisk Forskrift, da bygget ble prosjektert (TEK-07). Det vil si:

- Kontor: 165 kWh/m² år
- Forretning: 235 kWh/m² år

5.1.2. Energikilder

Bellonahuset ligger i et område med konsesjonsplikt for fjernvarme fra Hafslund. I referansebygget er det derfor regnet at bygget tilknyttes fjernvarme og bruker dette til oppvarming og varmtvann, mens de andre energipostene forsynes med kjøpt el.

Det er tatt utgangspunkt i energimiks fra Hafslund fjernvarme i dag. Den er av leverandør oppgitt til:

- El 32,5%
- Olje: 9,9%
- Gass: 5,4%
- Ved: 4,2%
- Avfall: 38,8%
- Varmepumpe: 9,3%

Hafslund har besluttet å bedre klimaprofilen til sin fjernvarmemix, slik at klimagassutslipp herfra vil bli lavere i byggets driftstid. Det er likevel valgt å bruke dagens mix, da det er usikkert hva fremtidig mix i realiteten vil bli.

5.2. Prosjektert bygning

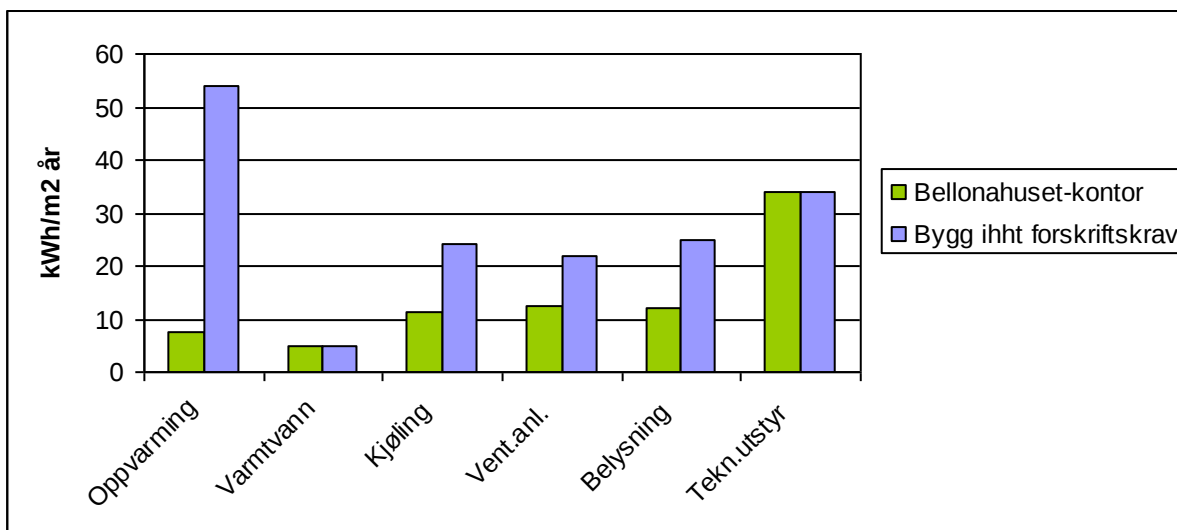
5.2.1. Energibehov

Bellonahuset er beregnet til å ha følgende beregnede energibehov:

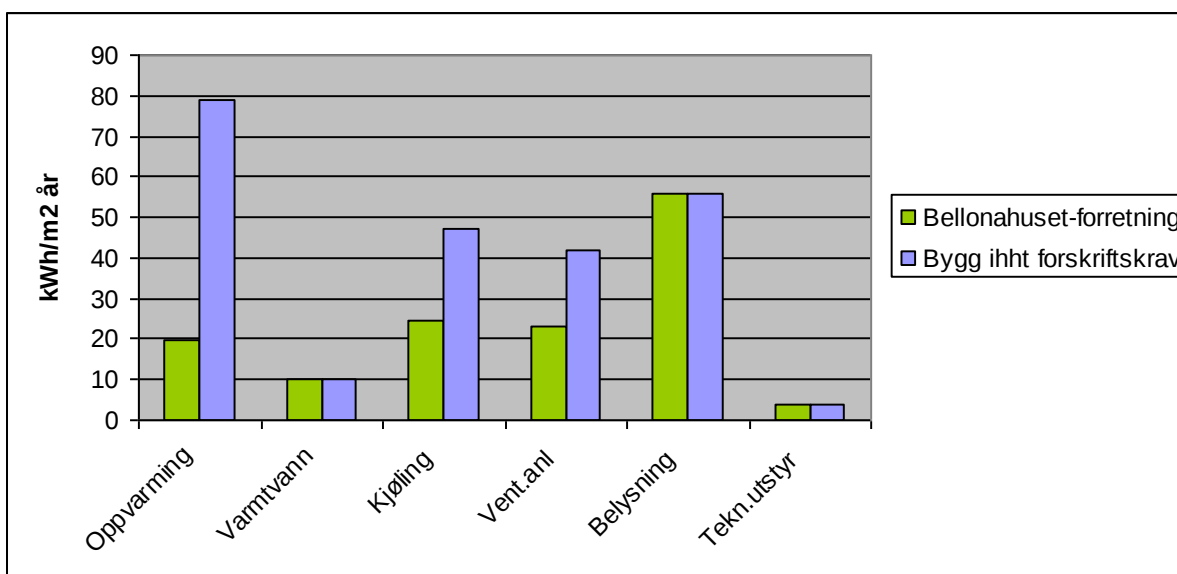
- beregnet **netto energibehov** for bygget (ihht NS 3031):
 - kontordelen: 82,7 kWh/m² år (opplyst fra Veidekke)
 - forretningsdelen: 137,5 kWh/m² år (opplyst fra Veidekke)
- beregnet **levert energi** for bygget:
 - kontordelen: 69 kWh/m² år
 - forretningsdelen: 104 kWh/m² år

Energiberegninger utført i Simien, ble lagt som vedlegg til rapportversjon 1.

Figur 5-1 viser fordeling av energiposter for kontordelen i Bellonahuset og et standard kontorbygg bygget etter minimumskrav i teknisk forskrift (tall fra Veiledning til teknisk Forskrift, BE). Figur 5-2 viser tilsvarende for forretningsdelen.



Figur 5-1: Energibruk fordelt på ulike energiposter for kontordelen til Bellonahuset, sammenlignet med et kontorbygg bygget ihht forskriftens minimumskrav (TEK07, som gjaldt da bygget ble prosjektert).



Figur 5-2: Energibruk fordelt på ulike energiposter for forretningsdelen til Bellonahuset, sammenlignet med et forretningsbygg bygget ihht forskriftens minimumskrav (TEK07, som gjaldt da bygget ble prosjektert).

Det er gjennomført en rekke tiltak for at bygget skal klare seg med et lavt energibehov. Energibehovet er ca halvparten av dagens forskriftskrav (TEK-10) og med levert energi på henholdsvis 69 og 104 kWh/m², er bygget på passivhusnivå og tilfredsstiller krav til A-merke i energimerkeordningen med god margin for både kontordelen og forretningsdelen (krav hhv < 84 og 129 kWh/m² år i levert energi).

Oppvarming

Oppvarmingsbehovet i bygget er meget lavt på grunn av god isolasjon (tak 400mm, vegger 270mm), gode vinduer (U-verdi 0,8), minimering av kuldebroer og lav luftlekkasjefaktor.

Luftlekkasjefaktor er i Simien-beregningene som sendt inn til myndighetene, satt til 1,0. Det er imidlertid lagt mye arbeid i å oppnå bedre tetthet. Resultatet fra tetthetsmålinger fra det ferdige bygget ligger i “som bygget”- beregningen. Det er valgt en meget god varmegjenvinner (virkningsgrad 87,6%) som her er avgjørende for å få det lave oppvarmingsbehovet.

Varmtvann

Varmtvann er en fast post som man ikke kan påvirke i beregningene.

Kjøling

Kjølebehovet er redusert blant annet gjennom forholdsvis lite vinduareal (17% av bruksareal i kontordelen), god utvendig solskjerming (automatiske persienner) og skrå vinduer på sydfasaden som virker som indirekte solskjerming.

Ofte krever kontorbygg-brukere at temperaturen skal ligge under 24 grader om sommeren og over 22 grader om vinteren. Det gir unødvendig høyt energibruk til kjøling og oppvarming. Bellona har valgt at kjøling først slår inn når innetemperaturen er over 25 grader inne om sommeren og termostaten er satt på 21 grader om vinteren. Det gir et bedre innemiljø og lavere energibruk. Resultatet av vil imidlertid først gi utslag i reelt forbruk og komme med i energiberegning for bygget “i bruk”.

Ventilasjon

Energibehov til drift av ventilasjonsanlegget er redusert gjennom behovsstyring og energieffektive vifter (SFP-faktor 1,5)

Belysning

Det er valgt meget energieffektiv belysning (3,8 W/m²) og behovsstyring av belysning i kontordelen. LED-belysning ble vurdert, men det viste seg at med dagens LED-teknologi, var T5 armaturer mest energieffektivt.

Som ses av Figur 5-2, utgjør belysning klart den største energiposten for forretningsdelen i Bellonahuset. Her har man ikke oppnådd noen reduksjoner. Leietakere av forretningsarealer stiller som regel krav til mye belysning for å belyse varene slik de ønsker. Her er det en utfordring i framtiden å finne energieffektiv butikkbelysning som både gir lavere elbruk og lavere kjølebehov.

Teknisk utstyr

Den største energiposten for kontordelen er teknisk utstyr. Teknisk utstyr utgjør en fast post i beregningsstandarden (NS 3031), som ligger til grunn for både TEK-krav, energimerkeordningen og klimagassregnskapet, og denne posten har derfor ikke prosjektet kunne påvirke. Dette er fordi teknisk utstyr ofte er brukeravhengig og nær umulig å beregne i en prosjekteringssituasjon. Teknisk utstyr vil alltid forsynes av el.

5.2.2. Energikilder

Den lokale energisentralen forsyner bygget med varme, kjøling og varmtvann. Energisentralen får energi fra solpaneler montert på Bellonahuset, en lokal grunnvannsvarmepumpe og fjernvarme fra Hafslund som spisslast. Energiforsyningen til Bellonahuset har følgende fordeling:

- energikilde til **oppvarming**: lokal varmepumpe (ca 50%), solvarme (ca 23%) og fjernvarme (ca 27%)
- energikilde til **varmtvann**: solvarme (79%), lokal varmepumpe (14%) og fjernvarme (7%)
- energikilde til **kjøling**: lokal varmepumpe
- energikilde til **elbruk**: kjøpt el

Fjernvarmeanlegget til Hafslund baserer seg primært på avfallsbrenning og el, men også noe olje, naturgass varmepumpe og biobrensel (Hafslunds oppgitte energimiks i dag (2010)).

Det webbaserte verktøyet har primært standard utslippsverdier for ulike energikilder. Når det gjelder el, kan man velge mellom ulike utslippsfaktorer, da det er omdiskutert hvordan utslipp fra el skal beregnes. FutureBuilt ønsker foreløpig at utslippsfaktoren for el settes lik "OECD-mix" i denne prosjektrapporten. Det tilsvarer 357 g CO₂/kWh og baserer seg på strømhandel over grensene i Europa. Dersom man hadde valgt "norsk mix", basert på CO₂ utslipp fra norsk elproduksjon alene (7 g/kWh), ville utslipp for energibruk til drift av bygget selvsagt blitt lavere.

5.3. Bygningen "som bygget"

5.3.1. Energibehov

I energiberegningene som blant annet var grunnlag for energimerking av bygget, var det lagt inn verdi for tetthet lik 1,0. Det var en målsetning i prosjektet å oppnå bedre tetthetstall, men man ville ikke legge dette inn i beregningene før bygget var ferdig og tettheten kunne måles og etterprøves. Tetthetsmålinger viser imidlertid at bygget oppnådde en verdi på "som bygget" beregningen på 0,4. Og beregning av levert energi ble da redusert fra 69 til 67 kWh/m² år for kontor og fra 104 til ca 101 kWh/m² år for forretningsbyggdelen.

5.3.2. Energikilder

Varmeanlegget er under ombygging. Endelige beregninger av denne ombyggingen er ikke gjort, men anslås å ha minimale konsekvenser, i størrelsesorden +1 kWh/m²*år levert energi i forhold til det som er beregnet så langt.

5.4. Bygningen i bruk

Bellonahuset ble ferdigstilt i desember 2010. Byggets gjennomsnittlige, graddagskorrigerte kjøpte energi for årene 2013 og 2014 var 280 kWh/m². Energibruken til bygget er presentert i tabell 5.1 og 5.2.

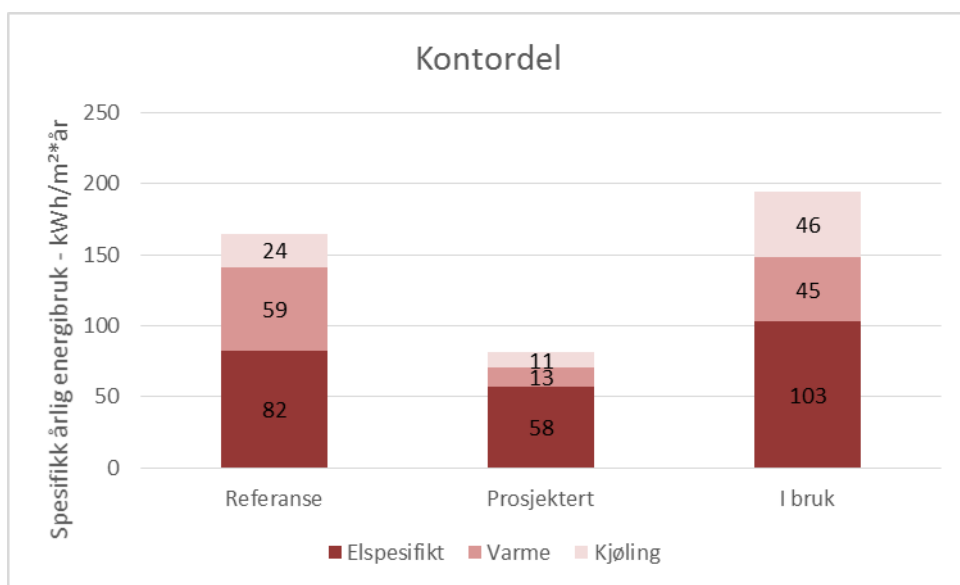
Kjøpt energi til kontordelen av bygget var i 2013/2014 208 kWh/m²*år. Tar man hensyn til tap i varmesystemet fra måler og ut til rommene energien brukes i (dvs. tar hensyn til systemvirkningsgrader), får man at byggets energibruk er ca. 185 kWh/m²*år, noe som fremdeles er over dobbelt så høyt som det prosjekterte energibehovet på 81 kWh/m²*år. Stikkprøver på driftstiden til ventilasjonsanleggene viser at de ikke avviker vesentlig fra forutsatt driftstid på 12 timer som benyttes i beregning av energimerke. Aspelin Ramm

vurderer at utstyrsmengden i byggene er noe høyere enn energiberegningene legger til grunn, samt at det er to servere med tilhørende kjøling i kontordelen.

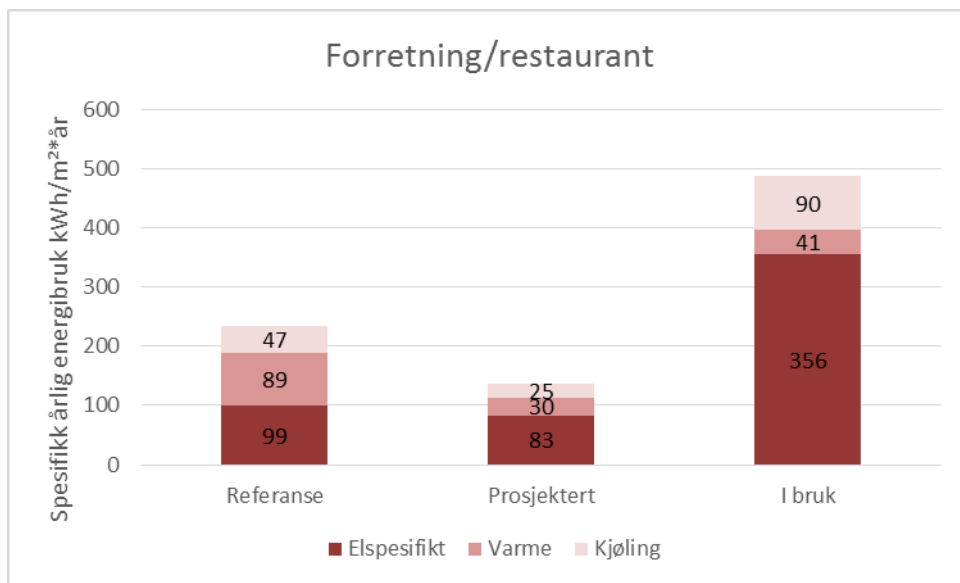
Kjøpt energi til den delen av bygget som inneholder restaurant/forretning var 502 kWh/m²*år i 2013/2014. Tar man hensyn til systemvirkningsgraden her blir byggets energibruk ca. 485 kWh/m²*år, noe som er ca. 3,5 ganger så høyt som det prosjekterte netto energibehovet på 138 kWh/m²*år. I 1. etg og på toppen av bygget er det restaurant med tilhørende kjøkken, samt terrasse med elektriske terrassevarmere. Energiberegningene la til grunn bygningstypen «forretning», som ikke kan sies å være fullt ut representativ for denne typen virksomhet.

Aspelin Ramm oppgir at de har hatt en rekke utfordringer med driften:

- Manglende isolasjon av kanalnett
- Store utfordringer med ubalanse i ventilasjonsanlegg
- «Halvferdig» - SD/ automasjonssystem med klare begrensinger
- Underdimensjonert kjøleanlegg
- Problemer med lysregulering – særlig utekompensering
- Manglende innregulering av vannmengder
- VAV anlegg har ikke fungert pga seriefeil på spjeldmotor
- VAV system har ikke vært tilstrekkelig innstilt for å oppnå god regulering.



Figur 5-3: Spesifikk årlig energibruk for kontordelen.



Figur 5-4: Spesifikk årlig energibruk for restauranten.

Utslipp knyttet til stasjonær energibruk i drift er beregnet for to ulike utslippsfunksjoner for elektrisitet. Den første er EU-referanse, som er benyttet i tidligere faser for beregning av utslipp fra referansebygg, prosjektert bygg og «som bygget». For lettere å kunne sammenligne utslipp med nyere beregninger av andre prosjekter, er det i tillegg gjort en utslippsberegning med ZEB-funksjon, som er den utslippsfunksjonen FutureBuilt benytter nå.

Tabell 5-1: Oversikt over kjøpt energi, tilført energi og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet i bruk.

I bruk	Kjøpt energi	Energi til bygget [kWh/m²/år]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m²/år] EU-referanse	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m²/år] ZEB-funksjon
Varme fra varmepumpe	114 239	32	2,7	1,3
Elspesifikt forbruk	518 696	158	37,2	17,6
Sol – estimert	30 585	9	0,0	0,0
Fjernvarme	8 100	2	0,4	0,3
Fjernkjøling	202 670	56	5,0	2,3
Sum	874 289	266	45,3	21,8

Tabell 5-2: Oversikt over målt energibruk fordelt på energiposter. Gjennomsnittsverdier for 2013 og 2014, ikke graddagskorrigert

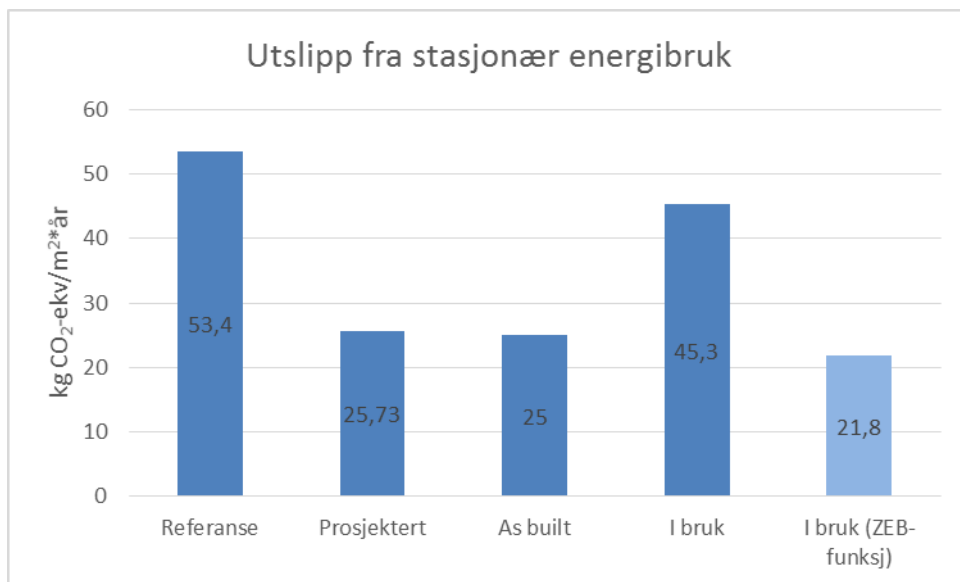
I bruk	Målt energi [kWh/år]
Romoppvarming og ventilasjonsvarme	121 850
Varmt tappevann	21 177
Elspesifikt forbruk	518 696
Kjøling	202 670
Sum	864 392

5.5. Utslipp knyttet til stasjonær energi

Statsbyggs klimagassregnskap gir utslipp knyttet til stasjonær energi som vist i Figur 5-5 under.

Tabell 5-3: Beregnede klimagassutslipp fra Stasjonær energi for Bellonahuset (tall beregnet i Statsbyggs klimagassregnskap)

Prosjekt: Bellona huset - Utslipp fra Stasjonær energi									
Referansebygg		Prosjektert bygning		"Som bygget"		I bruk (EU-referanse)		I bruk (ZEB-funksjon)	
tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²
9 984	53,4	4 811	25,7	4 740	25,0	8 480	45,3	4 081	21,8



Figur 5-5: Klimagassutslipp /kg CO₂-ekv /m² år knyttet til stasjonær energibruk for "som bygget" sammenlignet med prosjektert løsning og referansesituasjon der bygget ville fulgt minimums forskriftskrav.

Selv om det prosjekterte bygget hadde beregnet 50 % reduksjon i klimagassutslipp sammenlignet med et referansebygg som har fulgt minimumskrav i TEK-07, er utslipp fra byggets energibruk i driftssituasjonen i 2013/2014 bare 15 % lavere enn referansebyggets utslipp.

6. Materialbruk

6.1. Referansebygg

Som referansebygg er valgt et rent teglsteinsbygg med aluminiumsvinduer – et materialvalg som ville glidd godt inn i det gamle fabrikkmiljøet på Vulkanområdet. Det er valgt gipshimling (akustisk himling), PVC-belegg på taket og vinylgulv inne. I øvrig er det valgt samme materialer som det prosjekterte Bellonahuset. Tabell 2 gir en oversikt over materialbruken.

6.2. Prosjektert bygning

6.2.1. Grunn og fundamenter

Det er mye betong i bygget og betong og armering står bak en stor andel av utslippene (se tabell i neste kapittel). Utslippene fra betong utgjør en vesentlig andel av utslipp for både grunn og fundamenter, yttervegg og dekker. Lavutslippsbetong i form av betong med økt andel flyveaske ble vurdert. Betong med flyveaske kan redusere utslipp fra betong med 1/3-del. Da bygget ble produsert, ville produsentene kun ta risiko for utprøving av lavkarbonbetong i konstruksjonsdeler uten store krav til trykkfasthet (dvs der det var spesifisert C25). Dette fordi det da ikke forelå godkjente sertifikater for lavkarbonbetong. Det var da kun mulig å bruke C25- betong som fyll i bakveggen mot nord. Det var for liten mengde til at betongprodusent ville sette i gang produksjon av lavutslippsbetong for prosjektet og det lot seg ikke gjøre å bruke lavutslippsbetong i dette prosjektet.

Utviklingen går imidlertid raskt framover og det er ventet at det vil foreligge internasjonale standarder i løpet av 2010-11. Etter hvert som slike standarder foreligger, vil produsentene kunne tilby lavkarbonbetong i alle trykkfasterheter uten at dette skal koste noe ekstra.

6.2.2. Yttervegger

Yttervegger består av utvendig kledning, isolasjon, vindtetting, dampsperre, stenderverk og innvendig kledning.

Som utvendig kledning er det valgt:

- pusset betong mot nord
- puss på resirkulert glassplate (StoVentec) mot øst
- fasadeglass mot syd og vest

Ved starten av prosjektet var det planlagt:

- Sinkplater mot nord. Dette ble valgt bort da sink er en knapp ressurs, produksjonen genererer helse- og miljøskadelige stoffer og produksjon generelt gir forholdsvis høye klimagassutslipp.
- Cortenstål mot øst. Dette ble valgt bort, da produsent ikke kunne fremskaffe produkt med bedre enn 20% resirkuleringsgrad og klimagassutslipp da ville bli høyt.
- Polycarbonatfasade. Dette ble valgt bort da polycarbonat inneholder Bisphenol A, som er et helse- og miljøskadelig stoff som står på myndighetenes liste over ”Prioriterte stoffer”, som ønskes utfaset på grunn av giftighet.

Trefasade av type Kebony, ble vurdert som et godt miljøvalg, men ble her valgt bort da det ikke er et sprinklet bygg og/ eller fasade. Brannkrav ville da gitt behov for brannimpregnering av trefasaden, noe som ville gitt et høyt vedlikeholdsbehov på en vanskelig tilgjengelig fasade mot elven.

Isolasjon er av steinull, dampsperre er i polyetylen og innvendig kledning i gips.

Utslipp knyttet til produksjon av gips utgjør en forholdsvis stor andel av klimagassutslippene. Bruk av sponplater eller kryssfiner som bygningsplater i stedet for gips kan redusere utslipp fra bygningsplater ned til 1/10-del. Trebaserte plater ble vurdert i prosjektet, men valgt bort på grunn av de ikke tilfredsstilte brannkrav og prosjektet så ingen mulighet til alternativ brannstrategi i dette tilfellet. En alternativ brannstrategi med f.eks. mindre brannceller og full sprinkling som kunne tillate trebaserte kledningsplater ville gitt store klimagassbesparelser. Dette krever imidlertid planlegging meget tidlig i prosessen.

Det er valgt trevinduer med aluminiumsbeslag. I referansebygget er det regnet med vinduer med aluminiumsrammer, noe som ville gitt betydelig høyere utslipp.

6.2.3. Innervegg

Innervegger er primært systemvegger i glass med trerammer.

6.2.4. Dekker

Dekkene er i betong med en akustisk mineralullhimling kledd med en malt duk. Valg av gipshimlinger ville medført betydelig høyere klimagassutslipp, vist i tabell 2. Utslipp knyttet til gulvbelegg utgjør meget liten andel av utslipp knyttet til dekkene. Som tabell 2 viser, ville en utskifting av linoleum mot vinyl hatt marginal betydning for totale klimagassutslipp. Prosjektet valgte dog linoleum for å få svanemerket gulvbelegg ut fra en total miljøbetragtning.

6.2.5. Yttertak

Yttertak består av isolasjon og 2-lags asfaltapp.

6.3. Bygget "som bygget"

I vedlegg B er en oversikt over utslipp for de ulike bygningsdelene. Tall i rødt viser nye beregninger basert på EPD (Environmental Product Declarations) for brukte produkter. Det er ikke mange produsenter som har EPD'er på sine produkter i dag. Alle produsenter som var aktuelle som leverandører til prosjektet ble forespurt.

Utslippstall for gips er dramatisk lavere i EPD'en enn generisk verdi i Klimagassregnskap.no. Dette skyldes primært at den generiske verdien i Klimagassregnskap.no, er basert på en gipsplate laget av rågips transportert fra Spania. Det valgte gipsproduktet fra Norgips er produsert av 99% resirkulerte materialer, dels biprodukt fra annen produksjon, dels resirkulert gips. Transportavstanden er kort da platene er laget i Norge. Utslippsfaktor for el i denne EPD'en er nær null.

Utslippstall for valgt isolasjon (Rockwool) er også lavere enn generisk verdi for steinull. Dette skyldes delvis at EPD har utslippsfaktorer for el lik nær null, men kan også skyldes at utslippsverdi i Klimagassregnskap.no er basert på en 10 år eldre EPD enn den Rockwool har i dag, og at produsentene har forbedret miljøprofilen sin.

Utslippstall for valgt betong er også lavere enn generisk verdi. Dette skyldes at det er valgt betong og sement fra produsenter (Norbetong og Heidelbergsement) som har arbeidet aktivt med å redusere CO2 utslipp i sin produksjon. Utslippene er ikke like lave som fra såkalt lavkarbonsement, men likevel langt lavere enn den generiske verdien.

Det er valgt armering fra Celsa som dokumenterer at deres produkt er basert på 100% resirkulert skrotmetall. Da Klimagassregnskap.no bruker armering basert på 100% skrotmetall i sin generiske verdi, oppnås ikke lavere utslipp i “som bygget” beregningen enn generisk beregning.

Det er valgt noe “Isotre” fra Moelven. Denne stenderen har et høyere klimagassutslipp enn en alminnelig trestender. Den ble valgt for å oppnå bedre isolasjonseffekt, men selve materialet har dårligere miljøegenskaper enn en alminnelig trestender, både mhp klimagassutslipp og innhold av helse- og miljøfarlige stoffer.

Den valgte asfaltappen fra ICOpal hadde ingen EPD, men en svenske Miljødeklarasjon som også oppgir klimagassutslipp. Utslippsverdien på denne er høyere enn den generiske verdien i Klimagassregnskap.no, men fortsatt lavere enn PVC tekking som ville vært et alternativ.

Det er valgt et fasadesystem fra StoVentec på deler av fasaden. StoVentec er i ferd med å utarbeide EPD for sitt produkt, men denne er ikke ferdig.

6.4. Bygget i bruk

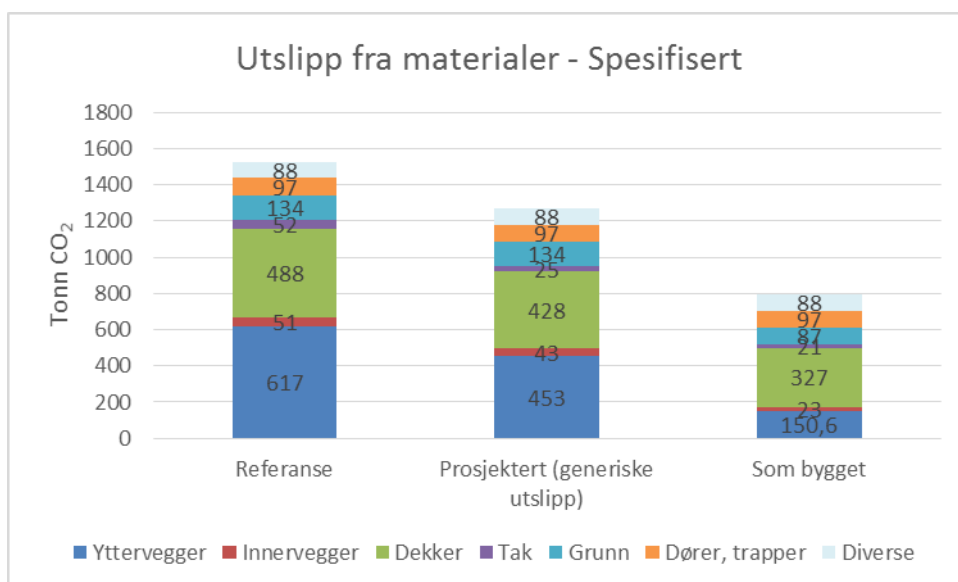
For materialer er det ingen endringer i denne fasen.

6.5. Utslipp knyttet til materialbruk

I tabellen under er det vist hvor store utslipp som kan knyttes til de ulike bygningsdelene for henholdsvis Bellonahuset og et referansebygg.

Det er gjort flere klimavennlige valg for Bellonahuset, bl.a. ved valg av trevinduer, valg av fasadesystem med puss og resirkulert glass og valg av systemhimling uten gips. Vedlegg B viser at enkeltvis gir dette langt lavere utslipp enn tradisjonelle alternativer. Men tabellen viser også at de klart største utslippene for dette bygget er knyttet til betong og gips og her lyktes man ikke å finne gode alternativer.

Beregnete utslipp fra materialer baserer seg på gjennomsnittsverdier for utslipp til råvareuttak, transport (til produksjonssted) og produksjon for ulike materialtyper, det vil si generiske verdier som ligger inne i verktøyet. Ulike produkter innen en materialtype har ulik klimagassutslipp avhengig av ulikt produksjonssted (lokale kontra langreiste råvarer), transporttype (skip, tog, veitransport, fly) og ulik energikilde til produksjonsmaskiner, noe som vises i "as built"-beregningen, som har reduserte utslipp enn de generiske verdiene.



Figur 6-1: Klimagassutslipp /kg CO₂-ekv over 60 år, knyttet til materialbruk for "As built" sammenlignet med prosjektert løsning og referansebygg der det ikke er tatt miljøhensyn ved materialvalg.

Fundamentering er ikke tatt med i denne beregningen.

Materialvalgene er gjort ut fra en totalvurdering av miljøpåvirkning, levetid, vedlikeholdsbehov og kostnader. Når det gjelder miljøpåvirkning, er innhold av helse- og miljøfarlige stoffer, råstofftilgang og avgassing til innemiljøet også viktige faktorer som er vurdert og som er inkludert i helhetsvurderingen i tillegg til klimagassutslipp.

7. Transport

7.1. Referansebygg

Referansebygget har samme plassering som Bellonahuset, i Maridalsveien, sentralt i Oslo med nærhet til bygg og trikk.

Beregnete utslipp knyttet til persontransport i driftsfasen for prosjektert bygning, baserer seg på angitt antall brukere i bygget og standardverdier knyttet til:

- beliggenhet og gjennomsnittlige reisevaner i Oslo knyttet til:
 - arbeidsreiser som er til/fra arbeid og skole/studiested
 - tjenestereiser som skjer i arbeidstid
 - reiser for innkjøp av varer og tjenester
- typisk fordeling på bruk av sykkel/gange, bil og kollektivtransport i Oslo (basert på data fra Transportøkonomisk institutt)
- utslippsfaktorer for bil, varetransport, skinne- og ikke skinnegående kollektivtrafikk
- tilgang på parkeringsplasser (angir hvorvidt det er gratisparkering, betalingsparkering eller ikke tilgjengelig parkering)

Tabell 7-1: Standardverdier for reisemiddelfordeling til en typisk Oslo-borger (hentet fra Statbyggs klimagassregnskap):

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	23%	32%	45%
Tjeneste	32%	20%	48%
Innkjøp og service	47%	10%	43%
Annet	42%	7%	51%

Følgende forutsetninger er lagt inn spesifikt for dette bygget:

Personbelastning: 20 m² kontor /pers

Beliggenhet: Oslo kommune (standardverdier)

Parkeringstilgjengelighet: fri parkering

7.2. Prosjektert bygning

Det er i denne beregningen brukt samme data som for referansebygget bortsett fra parkeringstilgjengelighet. De ansatte i Bellonahuset har ikke tilgang på parkering i tilknytning til bygget. De har i en overgangsperiode begrenset adgang til parkering i tilknytning til tidligere kontorlokalisering, men det er vurdert at dette tilsvarer ”lite eller ingen p-plasser i tilknytning til bygget” som kan velges i Statsbyggs klimagassregnskap. Når leietakerne har tilgang til parkeringshus i Nordre kvartal, vil parkeringstilgjengeligheten endres. Men dette re er ikke planlagt før første halvår 2012, og vil regnes inn i transportberegning “etter ett års drift”.

7.3. Bygget ”som bygget”

For transport er det ingen endringer fra ”prosjektert” til ”som bygget”

7.4. Bygget i bruk

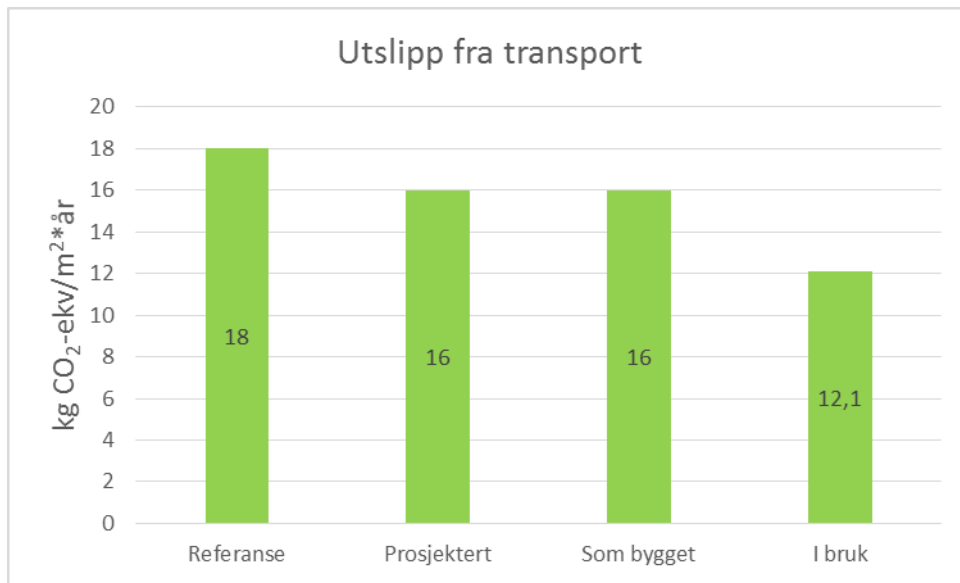
2374 kvm kontorarealer og 20 kvm per ansatt gir 119 ansatte som er benyttet i beregningene. Lokal bedrifts RVU fra juni 2015 er benyttet for arbeidsreiser mens «kontor Oslo sentrum» er benyttet for øvrige reiser. Reiselengde for kollektiv og bil for arbeidsreiser er hentet fra bedrifts RVU mens reiselengde for øvrige typer reiser er hentet fra KGR for Oslo. 50 % skinnegående kollektivtrafikk pga. god tilgang til trikk, T-bane og tog.

7.5. Utslipp knyttet til transport

På bakgrunn av standardverdier og forutsetninger presisert i kap 7.2, er det beregnet utslipp som vist i Figur 7-1.

Tabell 7-2: Beregnede klimagassutslipp fra Transport for Bellonahuset.

Prosjekt: Bellona huset - Utslipp fra Transport								
	Referansebygg		Prosjektert bygning		”As built”		I drift	
	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²	tonn CO ₂ , livsløp	kg CO ₂ /år*m ²
Transport	3016	17,56	3016	16,16	3016	16,16	2363	12,1



Figur 7-1: Klimagassutslipp (kg CO₂ ekv/m² år) knyttet til transport i driftsfasen for referansebygg, prosjektert bygning og som bygget.

Vedlegg A: Kvalitetsprogram for Bellonahuset

(versjon 0.2 19.6.09)

Energi

Mål: Bygget skal tilfredsstille klasse A ihht forventet beregningsmetode (passivhusstandard)

Antatte betingelser for klasse A-næringsbygg i obligatorisk ny energimerkeordning er 84 kWh/m² levert energi for kontor og 129 kWh/m² år for forretningslokaler. For hele bygget regnes nivå for A-klassifisering ut fra %-vis fordeling av brukskategorier. For ”beregnet levert energi” tas utgangspunkt i ”netto forbruk” minus energi bygget selv produserer til eget bruk og til lokal energisentral. I begrepet ”levert energi” ıregnes også et effekttap for bruk av fjernvarme ihht beregningsregler i NS 3031. Beregning av ”netto forbruk” skal baseres på NS 3031.

Da det fortsatt er usikkerhet om hva som kan ıregnes av egenprodusert energi ved endelig fastsettelse av energimerket, skal bygningskroppen utformes ut fra passivhusteknologi og tekniske installasjoner skal vāre meget energieffektive.

Det vil bl.a. si at det foreløpig legges til grunn:

- U-verdi 0.10 W/m²K for gulv og tak
- U-verdi 0,9 W/m² K (inkl ramme) for vinduer
- tetthet på 0,5 luftskifte v 50 Pa trykk
- kuldebroverdi på 0,06 W/m²K
- spesifikk pumpeeffekt på 0,3 kW/l/ s
- SFP-faktor på 1,5 kW/ (m³/s)
- Virkningsgrad på varmegjenvinner pā 80%
- Kun kjøling gjennom ventilasjonsluft
- Etasjeaggregater pā ventilasjon
- Behovsstyring av ventilasjon med kombinert tilstedevārelses-/ temperatur- /CO₂-følere.
- Utnytte frikjøling

Dersom entreprenør finner at det ut fra en kost/nytte-betraktning er relevant å gjennomføre andre tiltak enn disse, kan han gjøre det så lenge de overordnede energimålet nås og dette kan dokumenteres gjennom oppdaterte energiberegninger (ihht NS 3031)

Mål: Bygget skal utnytte solenergi

Det skal monteres solfangere eller solceller i fasaden. Omfang og teknologi velges ut fra en helhetsvurdering av kost/nytte, samt tekniske forutsetninger.

Materialbruk

Mål: Det skal velges lavemitterende materialer for et godt innemiljø

Produsent må levere avgassingstester pā lim, maling, fugemasse og gulvbelegg for bruk i oppholdsrom. For oppholdsrom skal det velges produkter i beste klasse under Inneklima i materialklassifiserings-verktøyet ECOproduct.

Mål: Bruk av helse- og miljøfarlige stoffer skal reduseres til et minimum

Substitusjonsplikten (Produktkontrollloven § 3a) krever at det etableres system for å undersøke stoffinnhold i kjemikalier og unngå helse- og miljøfarlige stoffer. Substitusjonsplikten skal følges opp i prosjektet. Viktige tiltak ellers for å nå målet er å:

- unngå kobberimpregnert trevirke
- unngå vinyl med helse- og miljøskadelige ftalater (velge produkt med DINP og ikke DOP eller DEHP)
- unngå brommerne flammehemmere (kan finnes i bl.a. cellegummi, EPS og XPS)
- stille krav til at produsent skal oppfylle kriterier for å få miljømerkning (Svanen eller EU-blomsten), der det finnes relevante kriterier for produktgruppen

Mål: Trebaserte materialer skal komme fra bærekraftig skogsdrift

- Det skal ikke velges tropiske tresorter

- Treprodukter brukt i stort omfang skal ha dokumentasjon på bærekraftig skogsdrift (f.eks. Levende skog-sertifikat for norske produkter)

Mål: Materialer som representerer høye klimagassutslipp skal unngås

- Det skal søkes stålprodukter med høyest mulig andel av gjenvunnet stål. Hva som er mulig å oppnå, må avveies mot andre produkttegenskaper. Armeringsjern bør være basert på 100% gjenvunnet metall, da dette er lett å fremskaffe uten ekstra kostnad.
- Bruk av aluminium bør reduseres til et minimum og være basert på minst 30% gjenvunnet aluminium
- Det skal søkes betongprodukter med høyest mulig andel av resirkulert tilslag.
- Det skal etterspørres miljødeklarasjon (EPD- Environmental Product Declaration ihht ISO 14025) for produkter brukt i stort omfang og der dette finnes for produktgruppen (bl.a. stål- og betongprodukter)

Vannbruk

Mål: Det skal velges vannbesparende utstyr

Det skal velges vannbesparende toaletter, dyser og dusjhoder.

Transport

Mål: Det skal tilrettelegges for bruk av el-bil

Utbygger har som ambisjon å utvikle subsidierte og attraktive parkeringsmuligheter for el-biler i området.

Universell utforming

Mål: Bygget skal tilfredsstillе forskriftskrav til Universell utforming

Temaveilederen ”Bygg for alle”, Husbanken/BE, skal legges til grunn for prosjektering og bygget skal tilfredsstillе de der definerte ”Minimumsytelser angitt i REN” (REN = veiledning til Teknisk Forskrift). For inngangspartiet vil det være relevant å legge seg på et høyere ambisjonsnivå i tråd med den fokus som er på universell utforming i hele Vulkan utbyggingen. Her skal derfor de definerte ”Anbefalte ytelser/løsninger” i ”Bygg for alle” legges til grunn.

190609

KTB/VNE

Vedlegg B: Utslipp knyttet til materialbruk

			Bellonahuset			
	Referansebygg	Tonn CO2	Prosjektert (generiske utslipp)	Tonn CO2	As built	Tonn Co2
Yttervegger	Kun teglfasader	58	Puss- og glassfasade	32	Pussfasade StoVentec og glassfasade (generisk)	32
	Alu.vinduer	172	Trevinduer	35	Trevinduer, Lian, ingen EPD (generisk)	35
	Gips	281	Gips	281	Gips, Norgips standard gipsplate 12,5mm, EPD	19
	Isol.	16	Isol. mm	16	Rockwool, EPD	9
	Betong	84	Betong	84	Norbetong Fabrikkbetong B35M35, EPD	50
	Trestendere	5	Trestendere	4	Trestendere (generisk)	4
	Trestender	1	Trestender	1	Isotrestender Moelven, EPD	1,6
	Sum yttervegg	616	Sum yttervegg	453	Sum yttervegg	150,6
Innervegger	Kun gips	11	Gipsvegger og systemvegger		Gipsvegger og systemvegger m glassfronter	
	innervegger		m glassfronter	3	(generisk)	3
	Betong	40	Betong	40	Norbetong Fabrikkbetong B35M35 fra EPD	25
	Sum innervegg	51	Sum innervegg	43	Sum innervegg	28
Dekker	Gipshimling	105	Min.ull himling	45	Ecophone, master A	45
	Vinylbelegg	0,115	Linoleumsbelegg	0,095	Forbo linoleum	0,095
	Betong	280	Betong	280	Norbetong Fabrikkbetong B35M35, EPD	179
	Armering	98	Armering	98	Dok 100% skrapjern fra Celsa	98
	Øvrig	5	Øvrig	5	Øvrig	5
	Sum dekker	488	Sum dekker	428	Sum dekker	327
Tak	PVC-takbelegg	30	Asfalt takbelegg	3	ICOpal Base og topp, Miljødeklarasjon (svensk)	8
	Isolasjon	18	Isolasjon	18	Støpeplate Rockwool 40 cm, EPD	9
	Treterrasse	4	Treterrasse	4	Kebonyterrasse	4
	Sum tak	52	Sum tak	25	Sum tak	21
Grunn	Betong	114	Betong	114	Norbetong Fabrikkbetong B35M35, EPD	67
	Armering	20	Armering	20	Dok 100% skrapjern fra Celsa	20
		134		134		87
Dører, trapper		97		97		97
Div		88		88		88
Totalutslipp		1527		1268		799