

Prosjekt:



Oslo kommune
Kultur- og idrettsbygg

Tittel:

Klimagassregnskap

Nye Deichmanske hovedbibliotek

06	Kvalitetssikret FutureBuilt	14.09.20	OD	GTM	GTM	
05	Klimagassregnskap AS BUILT	24.08.20	OD	GTM	GTM	
04	Status fra detaljprosjekt. Kommenterer fra FutureBuilt innarbeidet.	04.11.15	OD	GTM	GTM	
03	Revidert materialkapittel	03.03.2015	OD	UMB	GTM	
02	Status detaljprosjekt	25.04.2014	OD	GTM	GTM	
01	Status forprosjekt	09.01.2012	MLA	KTB	GTM	
Rev.	Beskrivelse	Rev.dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent	
Leverandør		Bygg nr:	Etasje nr.:	Systemgr.:	Antall sider:	
		D			Side 1 av 25	
Prosjekt:	Kontrakt nr:	Disiplin:	Dok.type:	Løpenr:	Rev nr:	Status:
KiB	4101	M	TB	0007	06	F

INNHold

1	Innledning.....	3
2	Prosjektbeskrivelse.....	4
3	Totalutslipp.....	7
3.1	Konklusjon og måloppnåelse.....	7
3.2	Endringer i forhold til tidligere klimagassberegninger.....	8
3.3	Referansebygg.....	9
3.3.1	Skisseprosjekt (2010).....	9
3.3.2	Revidert skisseprosjekt (2011).....	10
3.3.3	Forprosjekt (2011).....	10
3.3.4	Detaljprosjekt (2014).....	10
3.3.5	Som bygget (2020).....	10
3.4	Kommentarer til resultatene.....	10
4	Energiregnskap.....	12
4.1	Energiberegningsmetoder for energibehov og klimagassutslipp.....	12
4.2	FutureBuilt Energikrav.....	12
4.3	Energibehov som underlag for klimagassregnskap.....	13
4.4	Energikilder og klimagassutslipp.....	15
5	Materialbruk.....	16
5.1	Referansebygg.....	16
5.2	Som bygget.....	16
6	Transport.....	20
6.1	Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater.....	20
6.1.1	Referansebygg.....	20
6.1.2	Prosjektert bygg.....	21
6.2	Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport.....	22
	Vedlegg 1: Tabell med EPD og utslippsfaktorer.....	24

1 INNLEDNING

Denne rapporten er utarbeidet for byggeprosjektet Nye Deichmanske hovedbibliotek i Bjørvika (Gnr 207 Bnr 453). Rapporten omfatter oppdatert klimagassregnskap for det ferdige bygget, såkalt «as built-beregninger» for Nye Deichmanske hovedbibliotek. FutureBuilt krever at det gjennomføres beregning av klimagassutslipp når bygget er ferdig og endelige produkter er valgt.

Miljødokumentasjon (EPD) på valgte produkter med faktiske utslippstall legges til grunn for denne endelige beregningen.

Rapporten er utarbeidet av Oddbjørn Dahlstrøm, Una Myklebust Halvorsen og Geir Tore Møgedal, Asplan Viak AS på bakgrunn av datagrunnlag fra ARK og RIB i prosjektet. Rapporten baserer seg på FutureBuilt mal for klimagassregnskapsrapporter.

Statsbyggs nettbaserte verktøy, www.klimagassregnskap.no ble brukt for utarbeidelse av klimagassregnskapet for detaljprosjektet. Materialmengder og energiberegninger baserer seg på data fra detaljprosjekteringen i 2014. For as built beregningene er følgende endringer utført:

- Utslippsdata for betong og stål er oppdatert med tall fra EPDer
- Justert materialmengde for noen poster for betong, stål og kompositt
- Beregnet energibehov er oppdatert

Utslippsfaktorer for materialer som ikke er omfattet av innleverte EPDer og for energi er i as built regnskapet ikke gjennomgått eller justert i forhold til klimaregnskapet fra detaljprosjektet.

Referansebygget er ikke endret siden detaljprosjektet.

Det er tidligere utarbeidet et klimagassregnskap for detaljprosjektet (04.11.15) og forprosjektet (09.01.2012). I forprosjektet ble versjon 3 av [klimagassregnskap.no](http://www.klimagassregnskap.no) benyttet, da dette var den gjeldende versjonen på dette tidspunktet. Derfor blir utslippsfaktorer for materialer fra versjon 3 også benyttet i detaljprosjektet, slik at målsettingen om 50 % reduksjon står i forhold til opprinnelige forutsetninger.

Klimagassregnskapet er ment som et verktøy der klimagassutslipp fra materialer, energi, og transport kan vurderes. Klimagassregnskapet skal bidra til å lette valgene av riktige løsninger og gir en god indikasjon på hvilke poster man spesielt bør jobbe med å for å redusere prosjektets utslipp av klimagasser.

2 PROSJEKTBEKRIVELSE

Nye Deichmanske bibliotek består av ett bygg i 6 etasjer. 1., 3. og 5. etasje med mesaniner, pluss én underetasje med bl.a. kino, auditorium og åpne/lukkede magasin. Bygget inneholder også kantine, restaurant, kontorer og ulike tekniske rom. Samlet oppvarmet bruksareal er 19 332 m².

Bygget ligger i Bjørvika i Oslo sentrum og er en del av en større utbygging på Bjørvika-området.

- Byggherre: Oslo kommune, Kultur- og idrettsbygg Oslo KF.
- Bruker: Offentlig tilgjengelig bibliotek (åpent tilgjengelig for alle).

Prosjektledelse: ÅF Advansia AS

Arkitekt: Lund Hagem Arkitekter AS og Atelier Oslo AS og Agence Ter (Landskapsarkitekt)

Interiørarkitekt: Scenario Interiørarkitekter AS

Rådgivende ingeniører: "Kulturplan Bjørvika" med Multiconsult som kontraktspart:

Multiconsult AS | Hjellnes Consult as | Brekke og Strand Akustikk AS | BOLLINGER GROHMAN Ingenieure + DIPL.-ING. FLORIAN KOSCHE AS

Rådgivende ingeniør energi og miljø inkl klimagassberegninger: Asplan Viak AS - Kan Energi

Rådgivende ingeniør IKT: Rambøll Norge

Rådgivende ingeniør sikkerhet: COWI AS

Tidslinje

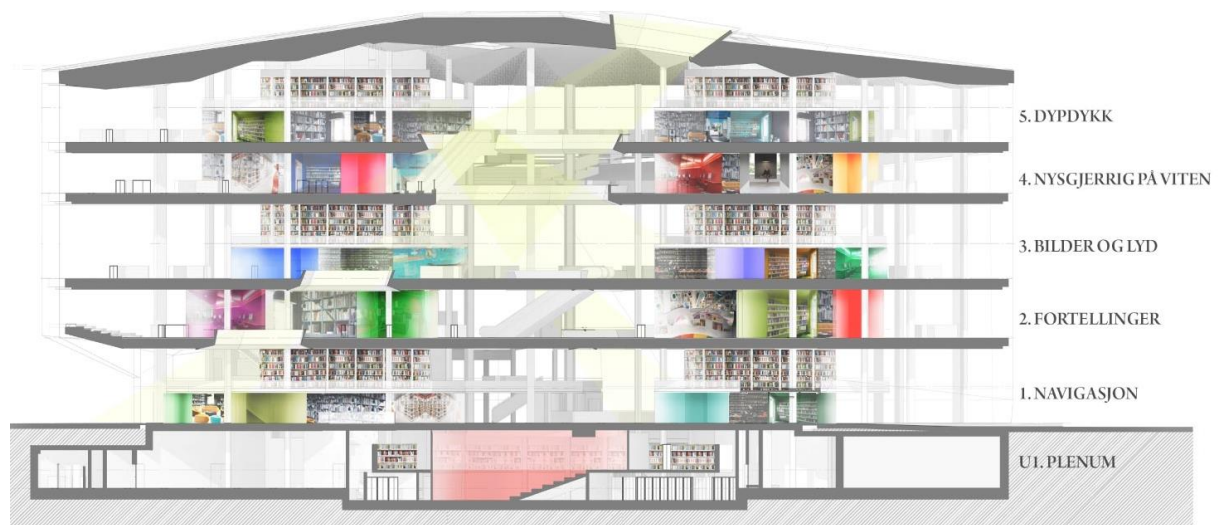
- Plan- og designkonkurransen ble vunnet av Lund Hagem Arkitekter og Atelier Oslo våren 2009
- Forprosjektet ble avsluttet våren 2012
- Byggeprosjekt vedtatt i bystyret i 2013
- Byggestart: 2014
- Ferdigstilt: desember 2019
- Biblioteket åpnet for publikum 18. juni 2020



Figur 1: Fasade og innvendig Deichman. Illustrasjon Lund Hagem arkitekter.



Figur 2: Fasade As Built. Foto: Oslo kommune



Figur 3: oversikt over etasjer, Deichman. Illustrasjon Lund Hagem arkitekter.

3 TOTALUTSLIPP

3.1 Konklusjon og måloppnåelse

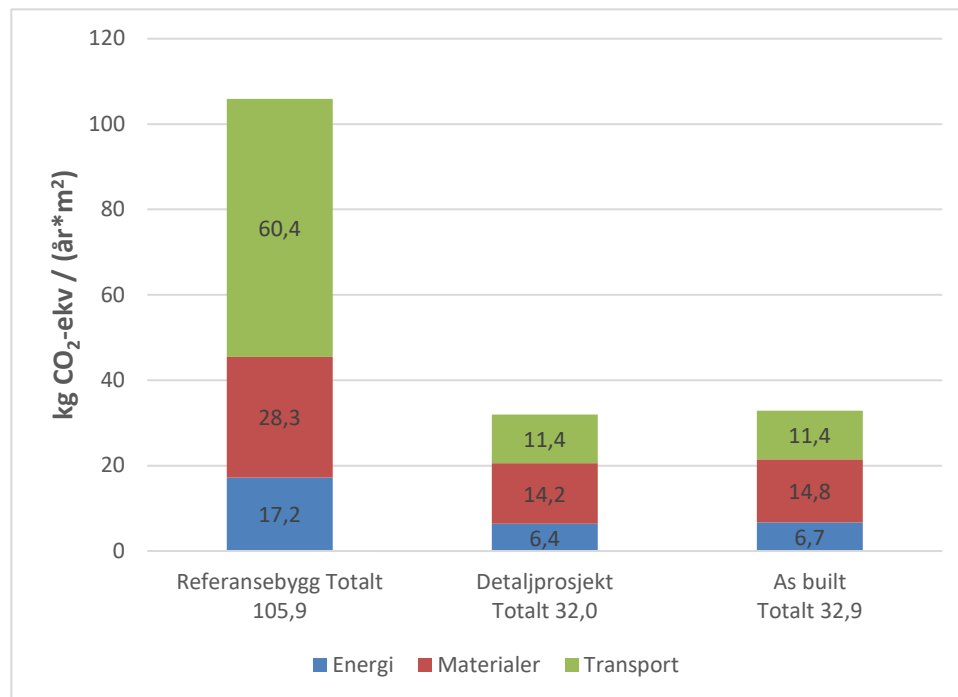
Oslo kommunes krav om at energi- og miljømålene i prosjektet skal være konkrete, etterprøvbare og ledende innenfor sitt område, er konkretisert gjennom FutureBuilds krav til forbildeprosjekter hvor det skal oppnås en reduksjon i CO₂-utslipp på minimum 50 % for energi, materialer og transport.

Totalt beregnet utslipp for Deichman er basert på oppdaterte verdier fra det ferdige bygget både for energiberegninger og materialmengder. Det er også beregnet utslipp fra transport for den aktuelle beliggenheten. Beregninger for transport fra detaljprosjektet er fremdeles gjeldende for det ferdige bygget.

For klimagassutslipp tilknyttet energiforbruk i driftsfasen er det beregnet en reduksjon for as built på 61 % i forhold til referansebygget. Den samlede reduksjonen for as built fra transportbehov i byggets driftsfase ligger på 81 % sammenlignet med referansen. For materialer er det beregnet en reduksjon for as built på 48 % sammenlignet med referansebygget. Dersom en hadde utelatt fundamenteringen i både referansebygg og beregning, ville en hatt en reduksjon på 52 %. Pga de utfordrende grunnforholdene, er det vist spesielt hvor stor påvirkning fundamenteringen har for dette bygget.

Ved å summere klimagassutslippene fra energi, materialer og transport oppnås det er samlet reduksjon for as built bygget på 69%. Energi- og transportsektorene har oppfylt kravet med god margin, mens reduksjonen for materialer ligger på 48% til 52% sammenlignet med referansebygget fra detaljprosjektet, avhengig om det regnes med eller uten fundamentering av bygget..

Figur 1 viser beregnede klimagassutslipp i kg CO₂-ekvivalenter per år og m², for materialbruk, stasjonær energi til drift av bygget og persontransport i driftsfasen.



Figur 4 Beregnede klimagassutslipp for Deichman sammenlignet med referansebygget. Samlet reduksjon for as built bygg mot referansebygg er 69%.

3.2 Endringer i forhold til tidligere klimagassberegninger

Som bygget (15.05.20)

- Utslippsdata for betong og stål er oppdatert med tall fra EPDer
- Justert materialmengde for noen poster for betong, stål og kompositt
- Beregnet energibehov er oppdatert

Detaljprosjekt (04.11.15)

I forhold til tidligere klimagassberegninger i skisseprosjektet, Passivhusrapport (del av revidert skisseprosjekt) og forprosjektet er det noen endringer i denne rapporten. Endringene skyldes:

- Endringer i prosjekteringsgrunnlag
- Oppdaterte materialmengder fra forprosjekt til detaljprosjekt
- Grunnlag for valg av referansebygg

Endringer i prosjekteringsgrunnlag

Energi

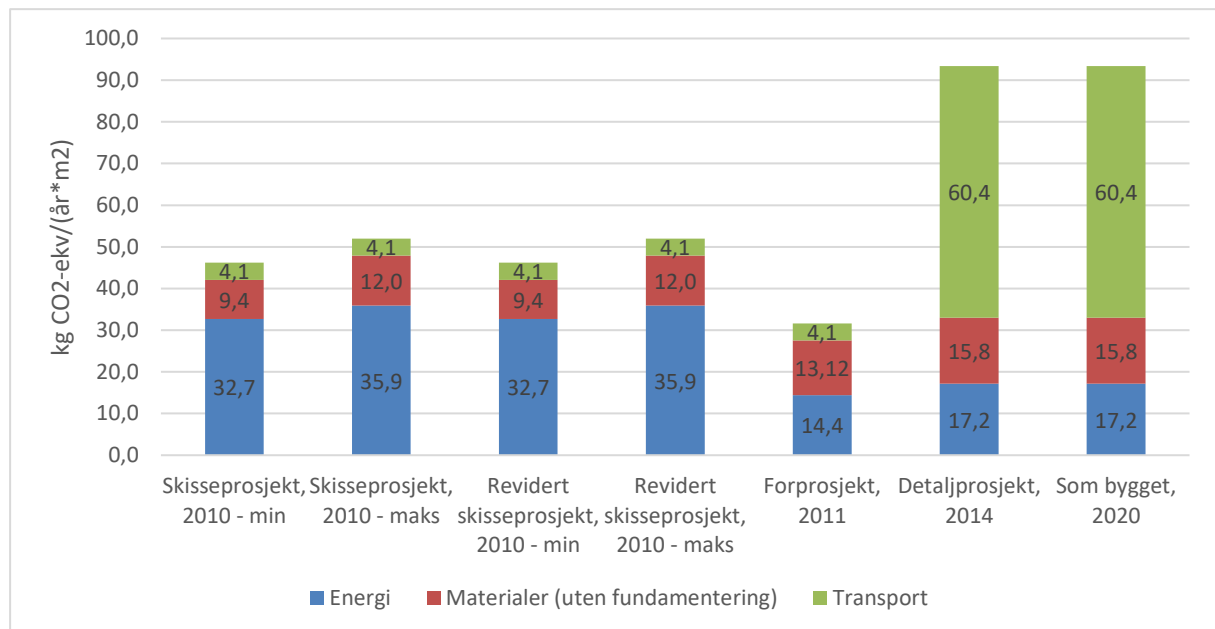
I klimagassberegninger for detaljprosjektet er energiberegninger i henhold til NS 3031 lagt til grunn.

Materialer

Materialdata er oppdatert fra forprosjektet til detaljprosjektet. Med materialdata menes både mengdedata og type materialer. Generelt består bygget i detaljprosjektet av mer materialer enn i forprosjektet, noe som er naturlig da graden av detalj er økt i denne fasen.

3.3 Referansebygg

For å kunne tilfredsstille kravet om 50 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med tilsvarende bygg, er det sentralt å finne et referansebygg det kan være naturlig å sammenligne seg med. Ettersom Nye Deichmanske hovedbibliotek har vært et av de første byggene i Norge som har hatt krav til klimagassregnskap, har det vært vanskelig å finne et utgangspunkt som har vært sammenlignbart med dette prosjektet. Av den grunn er det gjennom prosjektfasene benyttet ulike referanser. Se Figur 5 for oversikt over de ulike referansene.



Figur 5: Klimagassutslipp fra referansebygg for Nye Deichmanske hovedbibliotek, fra 2010 til 2020. For klimagassutslipp fra transport er det i skisseprosjekt til og med forprosjekt benyttet samme utslippstall som det ble benyttet for Nasjonalmuseet, 4,1 kg CO₂/år*m². I forprosjektet er referansebygget «Høysskole/universitet». For referansebygg i detaljprosjekt og som bygget er utslipp fra materialer forbundet med fundamentering lagt til, se beskrivelse i kapittel 5.

3.3.1 Skisseprosjekt (2010)

I skisseprosjektet fantes det i liten grad nøkkeltall for klimagassutslipp fra norske bygg. Det ble derfor tatt utgangspunkt i laveste og høyeste utslippstall fra konkurransen om nytt Nasjonalmuseum. Energiberegninger i henhold til NS3031 ble lagt til grunn.

3.3.2 Revidert skisseprosjekt (2011)

I revidert skisseprosjekt ble det også benyttet utslippstall fra Nasjonalmuseet når det gjelder materialer. For utslipp fra stasjonær energi ble det tatt utgangspunkt i Enovas bygningsstatistikk for kulturbygg 2009, for om mulig å få et tallgrunnlag som var mer sammenlignbart med Deichman. Energiberegninger i henhold til NS 3031 ble lagt til grunn.

3.3.3 Forprosjekt (2011)

Nå var versjon 3 av klimagassregnskap.no kommet, og det ble mulig å generere et referansebygg i programmet. Det fantes ingen kategori for kulturbygg, men i samråd med Bygganalyse ble det besluttet å benytte kategorien «Høyskole/universitet», da bygningsform og funksjoner her var de som lignet mest på Deichman. Høyskolemodellen inneholdt ingen kjeller og svært lite fundamentering, slik at fundamentering og kjeller i samråd med FutureBuilt også ble trukket ut for Deichman når en sammenlignet mot målet om 50 % reduksjon. Det var fremdeles stor usikkerhet om dette referansebygget var godt egnet, da det ikke var mulig å gå inn i databasen til programmet og se hva som lå inne av materialer for referansebygget.

Fordi bygget nå skulle prosjekteres som passivhus etter PR42, ble energiberegninger i henhold til PR42 lagt til grunn for klimagassregnskapet. Dette førte til at utslippstallene ble lavere enn det ellers ville blitt dersom man bare hadde lagt bygningsmessige forbedringer til grunn.

3.3.4 Detaljprosjekt (2014)

Det foreligger nå detaljerte mengdeberegninger for bygget. Ved å sammenligne utslipp fra materialer i referansebygget som er generert av klimagassregnskap.no og Deichman uten tiltak på materialer, ser vi at det er en signifikant forskjell i materialmengdene før tiltak. Det kan derfor være rimelig å anta at det genererte referansebygget ikke nødvendigvis er et riktig utgangspunkt for våre sammenligninger. Det kan også antas at referansebygget og bygningsmodellen av Deichman har ulike systemgrenser, hvor detaljprosjektet inkluderer flere av komponentene i bygget enn det referansebygget gjør.

I detaljprosjektet består derfor referansebygget nå av mengdedata fra detaljprosjektet til Nye Deichmanske hovedbibliotek med utslippsdata (CO₂-faktorer) fra klimagassregnskap versjon 3. Referansebygget er vist både med og uten fundamentering.

3.3.5 Som bygget (2020)

Det benyttes samme referansebygg som i detaljprosjektet fra 2014.

3.4 Kommentarer til resultatene

For Deichman er det beregnet klimagassutslipp for netto energibehov basert på energiberegningsstandarden NS 3031 med driftsdata fra passivhusstandarden NS3701. Den reelle

energibruken forventes å bli vesentlig høyere. Energiberegningene er standardiserte beregninger som utelater flere energiposter som prosessenergi (bl.a. i kjøkken), serverrom og heis. Energibruk til teknisk utstyr forventes også å bli vesentlig høyere på grunn av økt persontetthet og mer utstyr enn det som ligger inne som standard belastning i passivhusberegningen. Dette gjelder selv om det forutsettes valg av energieffektivt utstyr.

Varme- og kjølebehovet til biblioteket leveres som fjernvarme/fjernkjøling fra Fortum Energi Oslo AS. Fortum har i den forbindelse etablert et nytt sjøvannsvarmepumpeanlegg. Klimagassberegningene for energibruk baserer seg på bruk av sjøvannsvarmepumpe som dekker 100 % av oppvarmings- og kjølebehovet. FutureBuilt åpner for å regne virkningsgrad for lokal sjøvannsvarmepumpe (i stedet for virkningsgrad for fjernvarme) selv om myndighetene p.t. ikke godtar det som grunnlag for energimerkeberegninger.

4 ENERGIREGNSKAP

4.1 Energiberegningsmetoder for energibehov og klimagassutslipp

Det blir benyttet ulike beregningsmetoder for å beregne energibehovet i dette prosjektet avhengig av formålet med beregningene. Punktene under viser en oversikt over formål og metode:

Formål	Verktøy	Driftsdata	Resultat
Offentlige byggeregler (TEK 10)	Simien	NS 3031	Netto energibehov
Energimerke for bygget	Simien	NS 3031	Lvert energibehov
Passivhuskrav i hht skjerpet krav fra Oslo Kommune og krav fra Enova	Simien	PR 42	Netto energibehov
Reelt energibehov	IDA ICE	Reelle inndata	Lvert energibehov
Underlag til klimagassregnskap	Simien	NS 3701	Netto energibehov*

* Netto energibehov legges inn i klimagassregnskap.no hvor det korrigeres med reelle systemvirkningsgrader og tilknyttede CO₂-faktorer.

Fordi det kreves ulike beregningsmetoder for de ulike formålene og de har ulik systemgrense (lvert vs. netto), vil også resultatene avvike fra hverandre.

4.2 FutureBuilt Energikrav

Etter krav fra FutureBuilt skal prosjektet halvere klimagassutslippet fra transport, stasjonær energibruk (byggets energibehov) og materialbruk sammenlignet med et referansebygg (kvalitetsprogram 2.2).

For å kontrollere om tiltakene som er gjort i prosjektet fører til en halvering av klimagassutslippene tilknyttet stasjonær energi er det utført kontrollberegninger med evaluering mot referanse gitt i klimagassregnskap.no. Referansen tilsvarer CO₂-utslipp ved energirammekravet i TEK 10 for kulturbygg: 165 kWh/m²år med 60 % fjernvarme og 40 % direkte el.

I skisse-/forprosjekt ble det forutsatt at bygget skulle forsynes med fjernvarme/fjernkjøling med en utslippsfaktor på 102 g CO₂-ekv/kWh (100 % VP). I detaljprosjektet og som bygget er det forutsatt ekstern energiløsning med 100 % sjøvannsvarmepumpe for både oppvarming og kjøling.

Utslippsfaktoren til el er avhengig av valgt startår i klimagassregnskap.no. Det er benyttet faktoren "Alternativ 1. 2-graders målet = ZEB-funksjon = EU-mål.", som reduseres lineært mot null over en femtiårsperiode. Ved startår 2010 er verdien 132 g CO₂-ekv/kWh, for 2013 er den 118 g CO₂-ekv/kWh, mens for 2016 gjelder 101 g CO₂-ekv/kWh. I praksis betyr dette at referansekravet endrer seg fra 17 til 13 kg CO₂-ekv./m²år (2010 og 2016).

Det er besluttet å benytte referansen som ligger i klimagassregnskap.no versjon 4 med CO₂-faktor for 2010 (startåret for prosjektvurderingene). Men det er også vist krav for 2016-tallene.

Tabell 1 CO₂-utslipp stasjonær energi

Startår for beregning av utslipp	2010 [kg CO ₂ -ekv./m ² år]	2016 [kg CO ₂ -ekv./m ² år]
Referansebygg [kg CO ₂ -ekv./m ² år]	17	13
Krav Deichman (50 % av referansebygget)	8,5	6,5

For beregning av klimagassutslipp tilknyttet energibehov blir det i utgangspunktet benyttet energibehov beregnet med inndata etter NS 3031. Men for "(...) luftmengder, energibehov til belysning og utstyr skal verdier angitt i NS3700 og NS3701 benyttes som utgangspunkt. Det må dokumenteres at teknologi som ligger til grunn for disse verdiene (eks. behovsstyringsystemer) installeres i bygget."¹

Det er avklart med FutureBuilt at for Deichman betyr dette i praksis at belysning og ventilasjon kan beregnes med inndata for NS3701 når man beregner klimagassutslippene for stasjonær energi.

For detaljprosjektet er det for input i modulen stasjonær energi i www.klimagassregnskap.no benyttet samme dekningsgrad og systemvirkningsgrader for energiforsyningen som for energimerkingen.

Siden klimagassregnskap.no ikke er tilgjengelig i 2020 er det for som bygget regnskapet benyttet samme utslippsfaktorer for energi som for detaljprosjektet. Dette for å sikre at samme beregningsmetodikk benyttes. Forskjell i klimagassutslipp fra energibruk i detaljprosjektet og i som bygget prosjektet vil da kun være pga endret beregnet energibehov.

4.3 Energibehov som underlag for klimagassregnskap

Det er i detaljprosjektet gjennomført en rekke tiltak for å redusere byggets energibehov etter at ambisjonsnivået ble økt fra lavenergi til passivhusnivå i forprosjektet:

- Ventilasjonsluft tilføres via dekkene i 2. til 5. etg, med sentrale avtrekk for de store fellesarealene. Dette reduserer behovet for vifteenergi.
- Ved at ventilasjonsluften føres langs betongen i dekkene utnyttes byggets termiske masse til å ta opp temperatursvingninger, det samme gjelder utstrakt bruk av eksponerte betonghimlinger. Dette vil bidra til å redusere behovet for kjøleenergi.
- Utstrakt bruk av behovsstyring for tekniske anlegg.

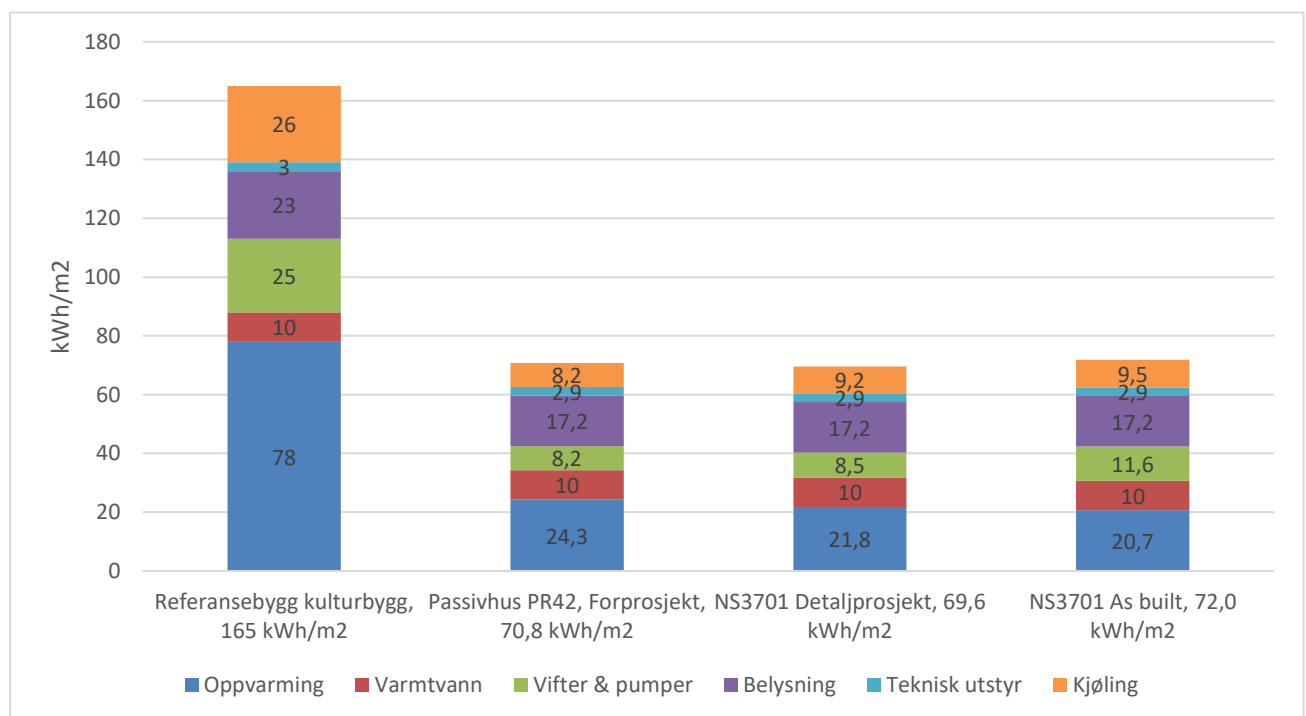
¹ Fra notatet "Regneregler Sidene 7-10 klimagassutslipp FutureBuilt notat v3 11 9 2013 med vedlegg" oversendt fra FutureBuilt til Asplan Viak 02.10.13.

- Kjøling av betongdekker med TABS er effektivt og gir mulighet for å redusere luftmengder.
- Automatisk utvendig solskjerming skal benyttes for å redusere byggets kjølebehov.
- Krav til energieffektivt IKT – utstyr

Deichman er i detaljprosjektet dermed beregnet til å ha et netto energibehov i henhold til NS 3701 på 69,6 kWh/m². Energiberegningene er utført med simuleringsverktøyet SIMIEN v5.018. En mer detaljert gjennomgang av energiberegningen finnes i rapporten «KiB-4101-M-TB-0009-05-C - Nye Deichmanske hovedbibliotek - energiberegninger».

I som bygget prosjektet er spesifikt energibehov i henhold til NS 3701 på 72,0 kWh/m². Energiberegningene er utført med simuleringsverktøyet SIMIEN v 6.014. En mer detaljert gjennomgang av energiberegningen finnes i rapporten «KiB-4101-M-TB-0009-06-F - Nye Deichmanske hovedbibliotek - energiberegninger».

Figur 6 viser fordelingen av energiposter for bygget, sammenlignet med minimumskravene i TEK10 for kulturbygg, beregnet nivå for Deichman etter PR42 i forprosjektet og beregnet nivå for Deichman etter NS 3701 i detaljprosjektet og som bygget. Et prosjektert netto energibehov på 72,0 kWh/m² år er en vesentlig reduksjon i energibehovet sammenlignet med TEK10 energirammekravmetoden, som gir et maksimalt tillatt energibehov for kulturbygg på 165 kWh/m² * år.

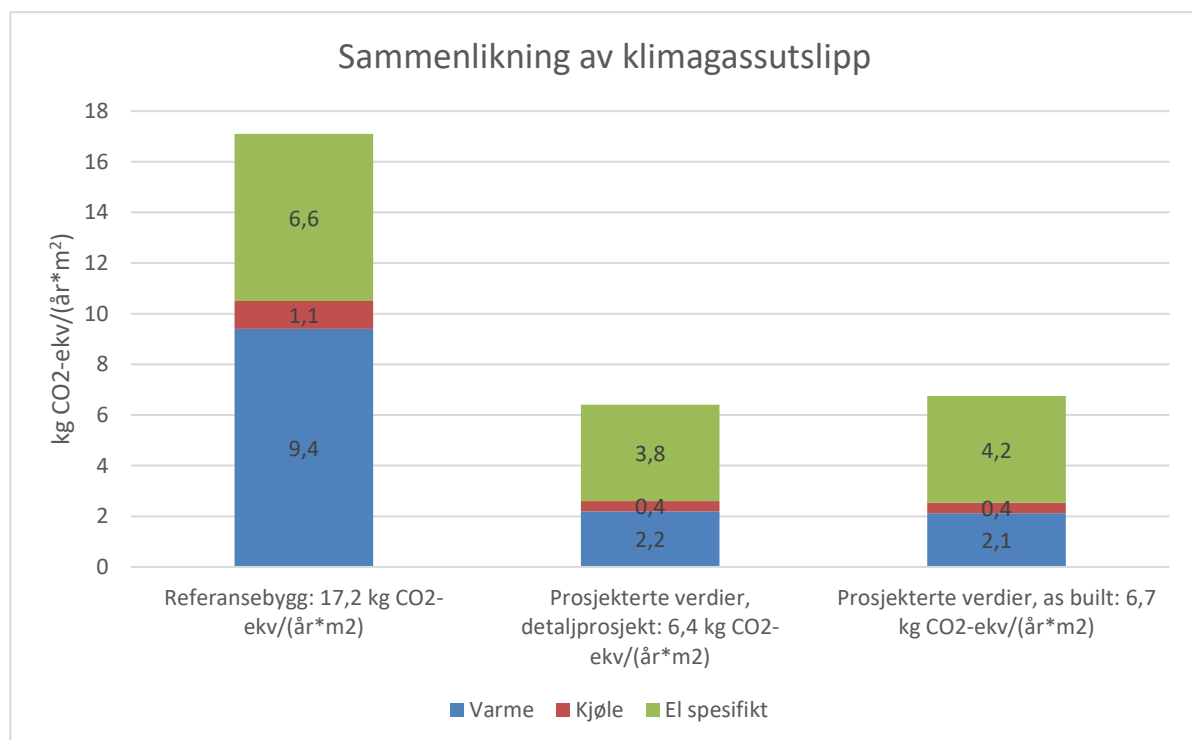


Figur 6 Energibudsjett (NS 3701). Sammenligning av beregnet netto energibehov for Deichman med referansebygg iht. klimagassregnskap.no og forprosjekt.

4.4 Energikilder og klimagassutslipp

Varme- og kjølebehovet til biblioteket leveres som fjernvarme/fjernkjøling fra Fortum Energi Oslo AS. Fortum har i den forbindelse etablert et nytt sjøvannsvarmepumpeanlegg. Det er videre gjort en forenkling der det er antatt 100 % av varme- og kjølebehovet blir dekket av denne løsningen.

For referansebygget er det tatt utgangspunkt i kravet om 60 % fornybarandel i TEK 10 ved fjernvarme fra en sjøvannsvarmepumpe. De resterende 40 % antas dekket av elektrisitet.



Figur 7 Klimagassutslipp knyttet til stasjonær energi. For energiforbruk i driftsfasen er det beregnet en reduksjon av klimagassutslipp for as built på 61 % i forhold til referansebygget.

5 MATERIALBRUK

I forprosjektet ble versjon 3 av klimagassregnskap.no benyttet, da dette var den gjeldende versjonen på dette tidspunktet. For å være konsekvent i metoden blir derfor også utslippsfaktorer fra versjon 3 benyttet som referanse i klimagassregnskapet for detaljprosjektet og som bygget (dette regnskapet). Det var denne versjonen som var gjeldende da kravet om 50 % reduksjon ble satt av FutureBuilt. Versjon 4 av klimagassregnskap.no ble lansert oktober 2012. I denne versjonen er utslippsdata for materialer oppdatert, slik at for en del materialer er standardutslipp lavere enn i versjon 3.

Verktøyet inkluderer ikke klimagassutslipp fra trapper, tekniske installasjoner som ventilasjonsanlegg, belysning, rulletrapper osv, så utslippene er ikke absolutte, men relative i forhold til referansebygget og til andre bygg som er beregnet ved hjelp av verktøyet.

5.1 Referansebygg

Referansebygget består av mengdedata fra detaljprosjektet til Deichmanske hovedbibliotek med utslippsdata fra klimagassregnskap versjon 3. Referansebygget er vist både med og uten fundamentering.

Referansebygget er ikke endret i som bygget beregningene.

5.2 Som bygget

Det er bekreftet at levetider som ble benyttet i detaljprosjektet er gjeldende for som bygget beregningene.

I utgangspunktet er materialmengder og materialtyper for detaljprosjektet gjeldende for som bygget beregningene. Unntaket er for følgende materialer:

- Plastkompositt: økt mengde med 20% fra detaljprosjektet, fra 279 tonn til 335 tonn
- Betong: økt volum betong med 0,2%, fra 15 391 m³ til 15 419 m³
- Konstruksjonsstål: økt mengde med 2,5%: fra 577,1 tonn til 591,7 tonn

Det er innhentet EPDer for følgende produkter, se vedlegg 1 for oversikt over EPD og utslippsfaktorer.

Tabell 2: Oversikt over betong EPDer og utslippstall som er innhentet i prosjektet.

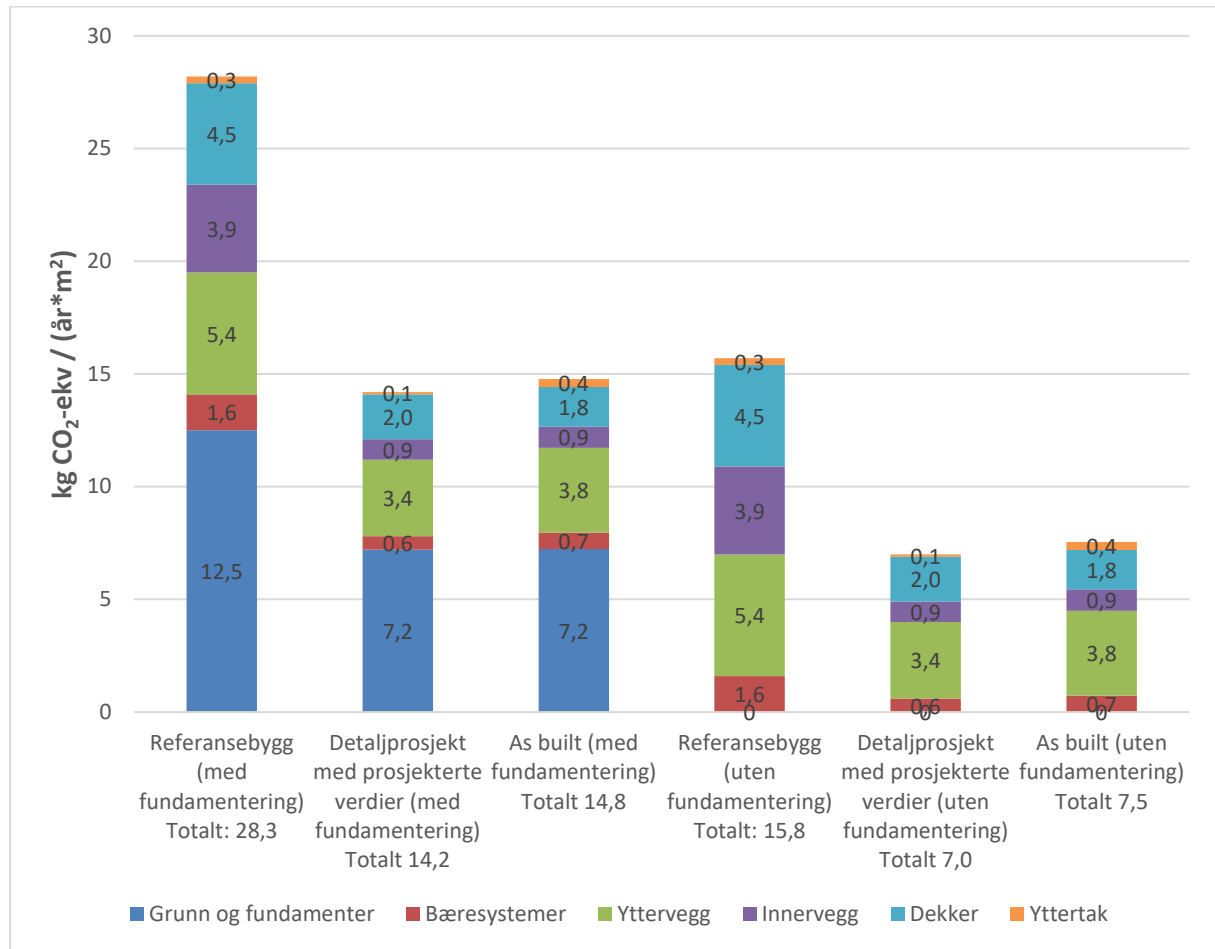
Produsent:	Produkt:	kg CO ₂ e/m ³ A1-A3	Benyttet:	Vedlegg
Norbetong	B45 M40 D16 RED spesial SKB K2 ANLFA+FA, 453559235, Selvkomprimerende betong	228	Dekkeforkanter	
Unicon	SKB B55 Sjursøya	346	Søyler	
Unicon	SKB B45M40 V / un61a-b102	294	Brystning	
Unicon	K900369 US62AB102	316	Brystning	
Norbetong	B45 M45 D16 ANL FA + 28% FA, 993010028, Vibrerbar betong	252	Glid; 88 m ³	

Norbetong	B45 M45 D16 24%FA, 993010028-24%, Vibrerbar betong	261	Glid; 91 m3	
Norbetong	B45 M45 D16, 993010-1, Vibrerbar betong	276	Glid; 838 m3	
Unicon	LVB45M4016 UL61TB100	224	Foldetak	
Norbetong	B45 M40 D16 25%RED ANL-FA 35%FA, 453250035, Vibrerbar betong	227	Snitt resterende betong	
Spenncon	MOT brubjelke B55M40	234		
Norbetong	B45 M40 D22 ANL-FA 35%FA, 455050035, Vibrerbar betong	224		
Norbetong	B45 M40 D16 ANL-FA 35%FA SKB K2, 453759235, Selvkomprimerende betong	228		
Norbetong	B45 M40 D22 ANL-FA 35%FA SKB K2, 455759235, Selvkomprimerende betong	228		
Norbetong	B55 M40 D16 ANL-FA 35%FA SKB K2, 553759235, Selvkomprimerende betong	236		
Norbetong	B55 M40 D22 ANL-FA 35%FA SKB K2, 555759235, Selvkomprimerende betong	236		
Norbetong	B35 M45 D16 RED ANL-FA 35%FA, 353250035, Vibrerbar betong	206		
Norbetong	B35 SV40 D22 ANL-FA 35%FA, 405050035, Vibrerbar betong	221		
Norbetong	B35 SV40 D16 ANL-FA 35%FA, 403050035, Vibrerbar betong	212		
Norbetong	B45 M40 D16 50%RED ANL FA 35%FA ,453550035, Vibrerbar betong	216		
Norbetong	B35 SV40 D16 25%RED ANL FA 35%FA, 403250035, Vibrerbar betong	212		

Tabell 3: Oversikt over betong EPDer og utslippstall som er innhentet i prosjektet.

Produsent:	Produkt:	kg CO ₂ e/kg, A1-A3	Benyttet:	Vedlegg
Norsk Stål	Norsk-Stål-AS-Wire-mesh-reinforcement-steel	0,33	Snitt armeringsstål	
Norsk Stål	Norsk-Stål-AS-Ribbed-reinforcement-bars-steel	0,33		
Smith Stål	EPD Smith Stål Ribbed-reinforcement-bars-steel	0,52		
bauforumstahl	Structural Steel; Sections and plates	1,13	Plater	
SSAB	Konstruksjonsstål; Hulprofiler, peler	2,49	Hulprofiler og peler	
Leif Hübner Stål AS	Hot rolled steel plates (Type 1.1)	2,55	Henge-dekket: 60 440 kg	
Norsk Stål	I, H, U, L, T and wide flats hot-rolled sections (Type 2.1)	1,24	Henge-dekket: 37 180 kg	

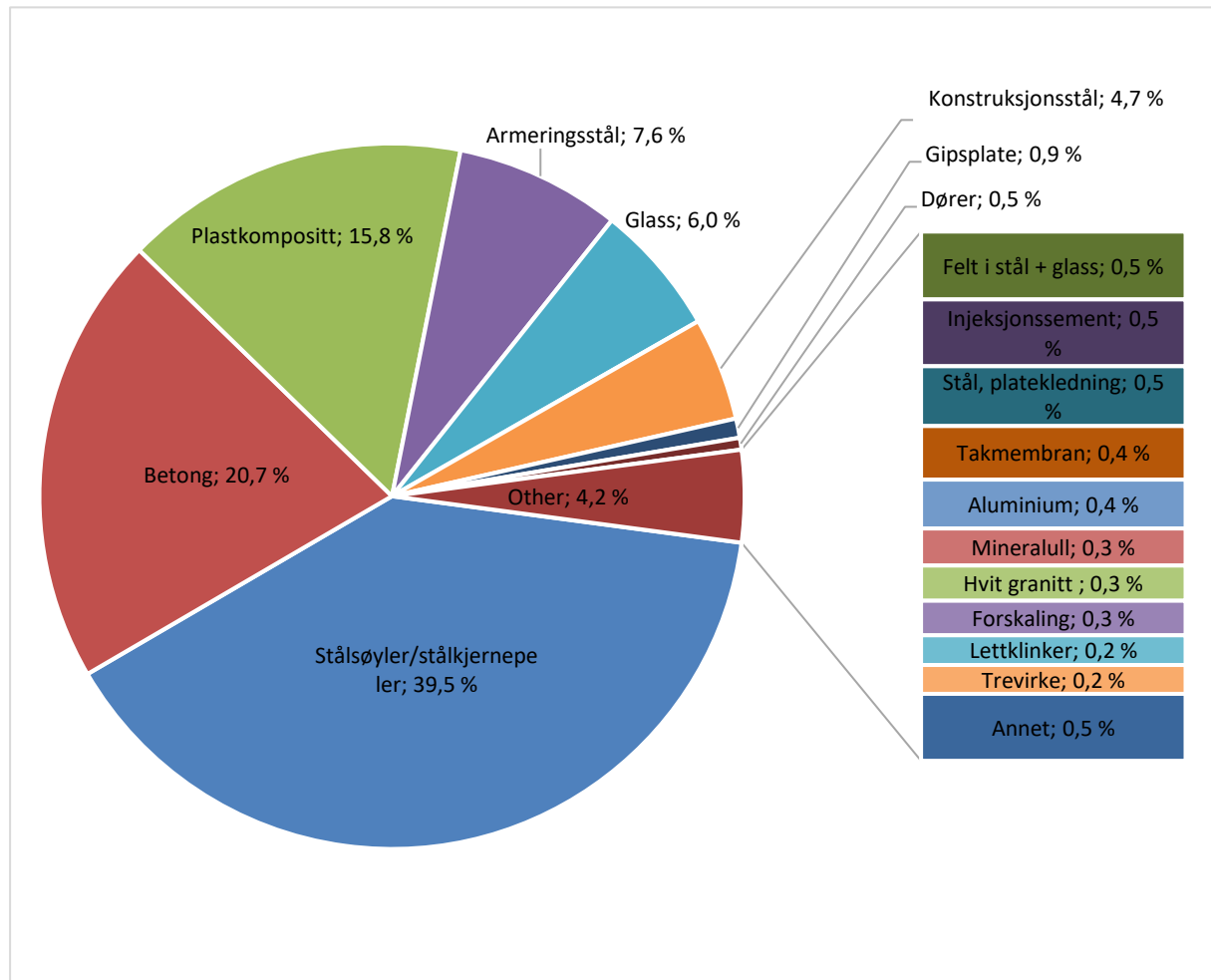
Figur 8 viser utslipp knyttet til råvareuttak og produksjon av materialer for hhv referansebygget, Deichman prosjektet med materialkrav og som bygget. Det er vist utslipp for Deichman både med og uten fundamentering. Det er også vist spesifikke klimagassutslipp knyttet til forskjellige bygningsdeler.



Figur 8 Klimagassutslipp knyttet til materialbruk

Regner man med fundamentering er det i detaljprosjektet oppnådd en reduksjon på 50 % reduksjon i forhold til referansebygget. Regner man uten fundamentering er det oppnådd en reduksjon på 56 % reduksjon i forhold til referansebygget. For som bygget beregninger er reduksjonen hhv på 48% og 52% hvis det regnes med og uten fundamentering.

De største utslippspostene er:



Figur 9: Bidrag til totale utslipp fra de ulike materialene, as built, med fundamentering og med utslippskrav til materialer. Totale klimagassutslipp inkludert fundamentering er 14,8 kg CO₂ e/(m² * år).

6 TRANSPORT

6.1 Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

Forutsetninger for hvert av beregningsalternativene er gitt i de påfølgende avsnittene. De fleste forutsetningene er gjort ut fra anbefalinger gitt i «Regneregler klimagassberegninger i FutureBuilt». For beregning av transportutslipp for Kulturbyggene i Bjørvika ble det imidlertid gjort noen små justeringer. Disse endringene er diskutert med Civitas som er forfatter for det relevante kapittelet i «Regneregler...» og har utarbeidet verktøyet klimagassregnskap.no. Det er forutsatt samme regneregler for Deichman som for Munch slik at begge Kulturbyggene i Bjørvika har samme referanse.

6.1.1 Referansebygg

Følgende forutsetninger er gjort i beregningen:

- Antall årsverk ansatte: 160
- Antall daglige reiser, ansatte: Det er brukt de forhåndsdefinerte tallene for kontorbygg i transportmodulen. Disse tallene er basert på reisevaneundersøkelser. 1,6 reiser til og fra jobb, 0,6 tjenestereiser, 0,2 private ærend, 0,1 service utenfra og 0,2 varetransportreiser per dag.
- Antall besøkende: Det legges opp til 2 000 000 besøkende per år.
- Antall daglige reiser, besøkende: 2 turer (til og fra museet)
- Reisemiddelfordeling: Iht. «Regneregler for klimagassberegninger i FutureBuilt» er det benyttet tall fra reisevaneundersøkelser for «byområdet Oslo og Akershus»
- Skinneandelen av kollektivtransporten er satt til 20 % av personkilometerne (standardverdi fra reisevaneundersøkelsen)
- Gjennomsnittlig reiselengde er satt til 14,2 km for de som kommer med bil og 13,8 for de som kjører tog.
- Andre forutsetninger knyttet til reisemidler, som reiselengde, hastigheter og andel skinnegående kollektivtransport er hentet fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen (tall for Oslo). Dette er standardverdier i verktøyet.
- Parkering: Ingen begrensninger knyttet til parkering i referansebygget, og følgelig ingen påvirkning av reisemiddelfordeling ved parkeringstilgang

Tabell 4: Transportmiddelfordeling for referansebygg

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	15	39	46
Tjeneste	12	23	65
Innkjøp og service	32	15	53
Annet	36	19	44
Besøkende	36	19	44

Tabell 5: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

Klimagassutslipp	kg CO ₂ - ekv/m ² år
Bil	50,3
Kollektiv – buss	8,1
Kollektiv – skinnegående	0,8
Varetransport	1,2
Sum	60,4

6.1.2 Prosjektert bygg

Endrede forutsetninger i forhold til referansen:

- Reisemiddelfordeling: Iht. «Regneregler for klimagassberegninger i FutureBuilt» er det benyttet tall fra reisevaneundersøkelser for «kontor lokalisert i sentrum, Oslo» i stedet for det mer generelle «byområdet Oslo og Akershus». Dette medfører en betydelig reduksjon av bilbruken, noe som kompenseres ved økt kollektivandel og høyere andel som går/sykler.
- Parkering: Det er forutsatt «ingen parkeringsmulighet».
 - Dette medfører at 90 % av bilreisene til og fra jobb blir erstattet med flere kollektivreiser (75 %), flere gående og syklende (15 %) og økt bilbelegg (samkjøring, 10 %).
 - For reiser knyttet til innkjøp og service og andre reiser er det forutsatt tilsvarende justering. Dette er gjort manuelt under «lokal RVU», ettersom justering av P-faktoren i verktøyet ikke gir slik virkning. Dette er diskutert med Civitas. Det understrekes at dette er en antagelse, som ikke er basert på empiri fra nasjonal RVU.
 - Videre er det forutsatt at den manglende parkeringsmuligheten også gir tilsvarende påvirkning av reisene til de besøkende. Verktøyet legger i utgangspunktet opp at P-faktoren også påvirker denne typen reiser, men endringene er bare 25 % av tilsvarende endring ved arbeidsreiser. Civitas har informert oss om at de ikke egentlig har empiri for dette, men de har antatt at endringen er mindre for andre brukere fordi det vil være snakk om korttidsparkering og ikke langtids som ved arbeidsreiser. Ettersom det vil være svært dårlige parkeringsmuligheter i Bjørvika, har vi imidlertid valgt å gjøre samme forutsetning for besøksreiser som for arbeidsreiser.
- Skinneandelen av kollektivtransporten for arbeidsreiser er økt fra 20 % til 67 % av personkilometerne, som en følge av byggets plassering like ved Oslo S/Jernbanetorget. Dette er gjort i samråd med Civitas. For besøkende antas det at en større andel vil komme med turistbuss, så der forutsettes det en noe lavere skinneandel (50 %).
- Reiselengde for de besøkende er endret til 6,9 km for både bil og kollektivreiser, jfr. «Reiselengder for besøks- og fritidsreiser i Oslo og Akershus i 2002» utarbeidet av PROSAM. Denne endringen er gjort i samråd med Civitas.

Tabell 6: Transportmiddelfordeling. Første tall gjelder uten begrensningen i parkeringsmuligheter, Andre tall gjelder når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

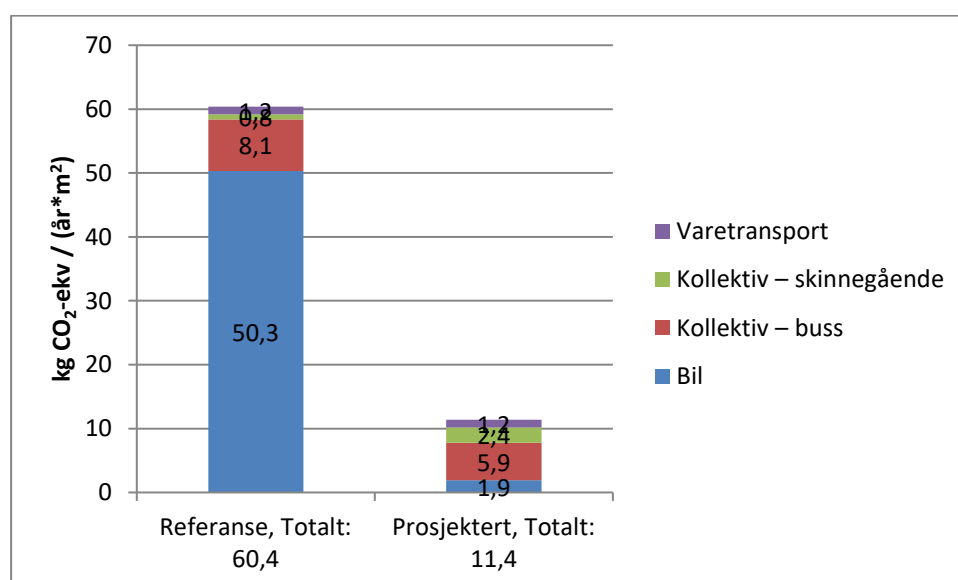
Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	16 / 18	67 / 79	16 / 3
Tjeneste	26 / 32	33 / 60	41 / 8
Innkjøp og service	59 / 61	22 / 35	19 / 4
Annet	50 / 53	29 / 43	21 / 4
Besøkende	50 / 53	29 / 43	21 / 4

Tabell 7: Klimagassutslipp «som prosjektert» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Klimagassutslipp	kg CO ₂ - ekv/m ² år
Bil	1,9
Kollektiv – buss	5,9
Kollektiv – skinnegående	2,4
Varetransport	1,2
Sum	11,4

6.2 Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at man oppnår en reduksjon av klimagassutslipp på 81 % ved de tiltak som er gjennomført for transport. Dette er godt over målet om 50 % reduksjon.



Figur 10: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport, fordelt mellom ulike transportmidler

Tabell 8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport, fordelt mellom ulike transportmidler, sammenlignet med referansen

	Referansebygg	Prosjektert bygg	
	kg CO ₂ - ekv/m ² år	kg CO ₂ - ekv/m ² år	% red saml. med ref
Bil	50,3	1,9	96 %
Kollektiv – buss	8,1	5,9	27 %
Kollektiv – skinnegående	0,8	2,4	-200 %
Varetransport	1,2	1,2	0 %
Sum	60,4	11,4	81 %

VEDLEGG 1: TABELL MED EPD OG UTSLIPPSFAKTORER

Produsent:	Produkt:	Produksjons- sted:	kg CO ₂ e/m ³ , A1- A3	Benyttet:
Norbetong	B45 M40 D16 RED spesial SKB K2 ANLFA+FA, 453559235, Selvkomprimerende betong	Stor-Oslo	228	Dekkeforkanter
Unicon	SKB B55 Sjursøya	Sjursøya	346	Søyler
Unicon	SKB B45M40 V / un61a-b102	Sjursøya	294	Brystning
Unicon	K900369 US62AB102	Sjursøya	316	Brystning
Norbetong	B45 M45 D16 ANL FA + 28% FA, 993010028, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	252	Glid; 88 m ³
Norbetong	B45 M45 D16 24%FA, 993010028-24%, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	261	Glid; 91 m ³
Norbetong	B45 M45 D16, 993010-1, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	276	Glid; 838 m ³
Unicon	LVB45M4016 UL61TB100	Sjursøya	224	Foldetak
Norbetong	B45 M40 D16 25%RED ANL-FA 35%FA, 453250035, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	227	Snitt resterende betong
Spenncon	MOT brubjelke B55M40		234	
Norbetong	B45 M40 D22 ANL-FA 35%FA, 455050035, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	224	
Norbetong	B45 M40 D16 ANL-FA 35%FA SKB K2, 453759235, Selvkomprimerende betong	Stor-Oslo	228	
Norbetong	B45 M40 D22 ANL-FA 35%FA SKB K2, 455759235, Selvkomprimerende betong	Stor-Oslo	228	
Norbetong	B55 M40 D16 ANL-FA 35%FA SKB K2, 553759235, Selvkomprimerende betong	Stor-Oslo	236	
Norbetong	B55 M40 D22 ANL-FA 35%FA SKB K2, 555759235, Selvkomprimerende betong	Stor-Oslo	236	
Norbetong	B35 M45 D16 RED ANL-FA 35%FA, 353250035, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	206	
Norbetong	B35 SV40 D22 ANL-FA 35%FA, 405050035, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	221	
Norbetong	B35 SV40 D16 ANL-FA 35%FA, 403050035, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	212	
Norbetong	B45 M40 D16 50%RED ANL FA 35%FA ,453550035, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	216	
Norbetong	B35 SV40 D16 25%RED ANL FA 35%FA, 403250035, Vibrerbar betong	Stor-Oslo	212	

Kulturbyggene i Bjørvika

Dokumentnummer: KiB-4101-M-TB-000x

Tittel: Klimagassregnskap – Nye Deichmanske hovedbibliotek

Revisjon: 06

Dato: 14.09.2020

Side: 25 av 25

Produsent:	Produkt:	Produksjonssted:	kg CO2e/m3, A1-A3	Benyttet:
Norsk Stål	Norsk-Stål-AS-Wire-mesh-reinforcement-steel		0,33	Snitt armeringsstål
Norsk Stål	Norsk-Stål-AS-Ribbed-reinforcement-bars-steel		0,33	
Smith Stål	EPD Smith Stål Ribbed-reinforcement-bars-steel		0,52	
bauforumstahl	Structural Steel; Sections and plates	Mange	1,13	Plater
SSAB	Konstruksjonsstål; Hulprofiler, peler	Finland/Sverige	2,49	Hulprofiler og peler
Leif Hübert Stål AS	Hot rolled steel plates (Type 1.1)		2,55	Hengedekket: 60440 kg
Norsk Stål	I, H, U, L, T and wide flats hot-rolled sections (Type 2.1)		1,24	Hengedekket: 37180 kg