

KLIMAGASSBEREGNINGER FOR

Tallhall - met.no bygget

Meteorologisk Institutt, Blindern, Oslo



Arkitekt: Pir II Arkitektkontor Oslo AS

Illustrasjon: Pir II / Squid Rendering.

Rapportering nr. 3, 2012 (v.01.06.2012)

Beregninger: www.klimagassregnskap.no, ver.3 (mai 2011)

Oppdatert med Stasjonær energibruk i drift, 9.5.2016

Beregningsalternativer	
Referansebygg	x
Prosjektert bygg	x
Som bygget	x
I drift	x

**FUTURE
BUILT**

KLIMAEFFEKTIV
ARKITEKTUR
OG BYUTVIKLING
OSLO—DRAMMEN



Pir II Arkitektkontor Oslo AS

CIVITAS

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG.....	3
INNLEDNING	7
1. PROSJEKTBEKRIVELSE.....	8
1.1. BYGNINGSBEKRIVELSE	8
1.2. PROSJEKTTEAM	8
2. TOTALUTSLIPP	9
3. STASJONÆR ENERGI	10
3.1. REFERANSEBYGG	10
3.1.1. <i>Energibehov</i>	10
3.1.2. <i>Energikilder</i>	10
3.2. PROSJEKTERT BYGNING	11
3.2.1. <i>Energibehov</i>	11
3.2.2. <i>Energikilder</i>	13
3.3. BYGNINGEN ”SOM BYGGET”	13
3.3.1. <i>Energibehov</i>	13
3.3.2. <i>Energikilder</i>	13
3.4. BYGNINGEN I DRIFT	13
3.4.1. <i>Energibehov</i>	13
3.4.2. <i>Energikilder</i>	15
3.5. UTSLIPP KNYTTET TIL STASJONÆR ENERGI	16
4. MATERIALBRUK	17
4.1. REFERANSEBYGG	17
4.2. PROSJEKTERT BYGNING	18
4.2.1. <i>Grunn, fundamenter og første etasje</i>	18
4.2.2. <i>Yttervegger</i>	18
4.2.3. <i>Innervegg</i>	18
4.2.4. <i>Dekker</i>	19
4.2.5. <i>Yttertak</i>	19
4.3. BYGGET ”SOM BYGGET”	19
4.4. BYGGET ETTER ETT-TO ÅRS DRIFT	19
4.5. UTSLIPP KNYTTET TIL MATERIALBRUK	19
5. TRANSPORT	22
VEDLEGG A: ENERGIBEREGNINGER – SIMIEN	23
VEDLEGG B: MATERIALSKJEMA – SAMMENLIGNINGER REFERANSEBYGG – PROSJEKTERT BYGG.....	24
VEDLEGG C – DETALJERT MATERIALMENGDERAPPORT	25
VEDLEGG D – MÅLT ENERGIBRUK OG GRADDGSKORRIGERING	26

Sammendrag

Met.no bygget består av to etasjer der første etasje skal romme en datasentral og annen etasje kantine og møterom for de ansatte. En datasentral av den størrelse vi snakker om her stiller strenge krav til brann- og eksplosjonssikkerhet og som kun betong kan tilfredsstille. Samtidig gir datasentralen mye overskuddsvarme og kjølebehov. Funksjonene i annen etasje gir større frihetsgrader mht. alternative materialer. Utnyttelse av overskuddsvarme fra datasentralen gir gode muligheter for lavt klimagassutslipp fra denne delen.

Det er kun annen etasje som er tiltenkt en plass i Future Built. Første etasje huser en spesiell funksjon og overføringsverdi til andre bygg er kanskje mindre, men uttesting av lavkarbonbetong i denne etasjen viser muligheter og spennende klimagassreduksjoner som kan være til inspirasjon for fremtidige bygg.

Det er brukt Statsbyggs klimagassregnskap.no, versjon 2 og 3, til å gjennomføre beregningene. Versjon 5 er brukt for å beregne klimagassutslipp fra bygget i drift. I "som bygget"-beregningene er klimagassregnskap.no supplert med regneark. Figur 1 viser beregnede klimagassutslipp i kg CO₂-ekvivalenter/m², for annen etasje av bygget beregnet som et "referansebygg", det "prosjekterte bygget", "som bygget" og «i drift». Figur 2 viser klimagassberegninger for første etasje for referansebygg, for prosjektert bygg alternativ 1 og 2, og «som bygget». I beregningen for alternativ 2 er det tatt hensyn til valg av lavkarbonbetong og 100 prosent resirkulert aluminium i fasadeplatene. Dette er videreført i «som bygget» og i tillegg er det tatt hensyn til EPDer for utvalgte/sentrale materialer. Det er ikke gjennomført beregninger for 1. etg. «i drift», og dermed er det heller ikke «i drift»-beregninger for hele bygget.

Utslippene er fordelt på utslipp fra materialer og energi til drift av bygget. For transport i drift og anleggs/konstruksjonsfasen er det ikke beregnet utslipp. Det nye bygget vil ikke øke antall ansatte ved met.no, og dermed ikke føre til flere nye brukere. Byggets bruk vil derfor ikke øke antall turer/transport til og fra meteorologisk institutt. Det er ikke innhentet tilstrekkelig data for beregning av utslipp i konstruksjonsfasen.

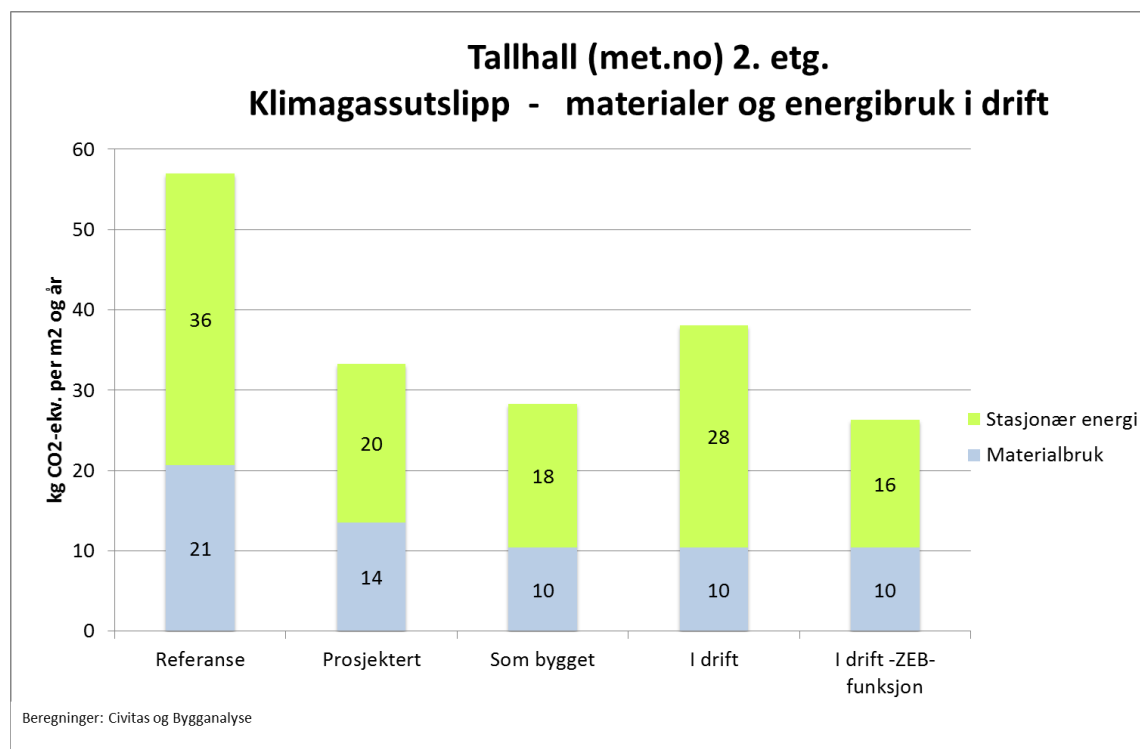
Det prosjekterte bygget oppnådde for annen etasje ca 45 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget. «Som bygget» når 50 % reduksjon og i drift oppnår bygget 33 % reduksjon.

I første etasje som brukes kun til datasentral, er det oppnådd utslippsreduksjon på ca 40 % for materialer, men ingen endring for energibruk sammenlignet med referansebygget. Årsaken er at tilnærmet all energibruk medgår til el-spesifikke formål (EDB-utstyr, belysning og kjøling). Totalt for hele bygget, både materialer og energibruk, oppnår bygget «som bygget» ca 25 % klimagassreduksjon sammenlignet med referansebygget. Ser man på materialbruken for hele bygget så er utslippet redusert med ca 42 % sammenlignet med referansen.

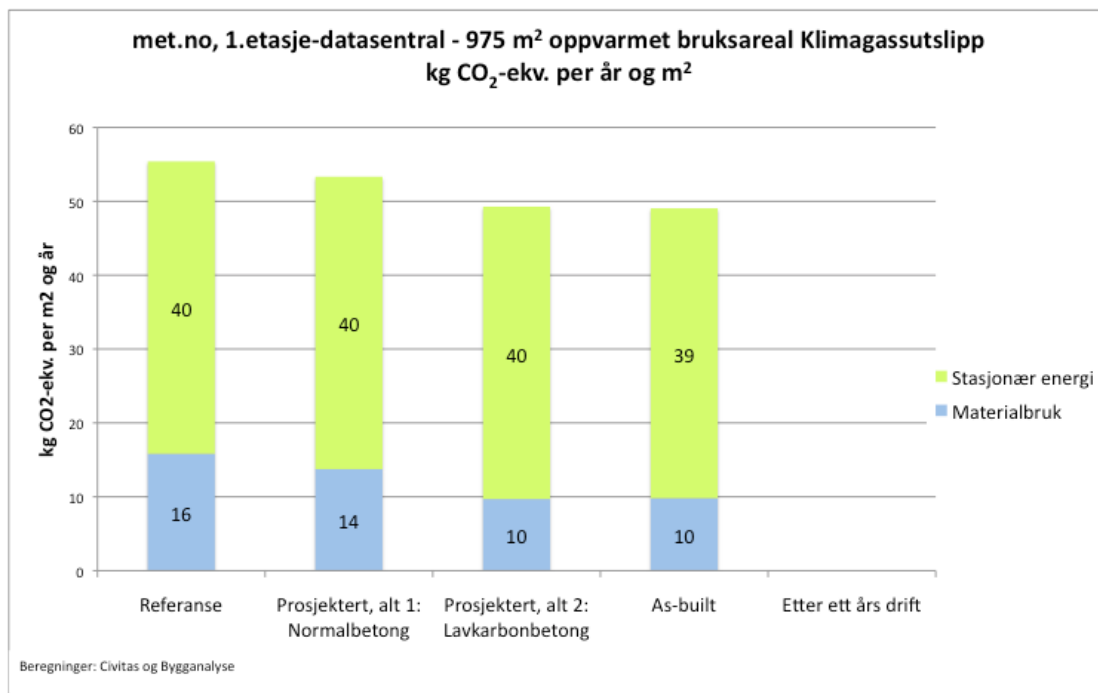
Det prosjekterte byggets 2.etasje følger passivhusnivå, dvs. vesentlig lavere (ca ½ parten) prosjektert energibruk til oppvarming og kjøling enn TEK07/TEK10 for kategorien "universitet og høyskoler". Det lave energibehovet sammen med utnytting av overskuddsvarme fra datasentralen i 1. etasje har gir lave utslipp fra energibruk til oppvarming i driftsfasen. I beregningen er det lagt inn utslippsfunksjonen, EU-referanse, for bruk av elektrisitet. Det forutsetter en europeisk systemgrense og en langsiktig europeisk politikk for å halvere klimagassutslipp fra elektrisitetsproduksjonen i Europa fram til 2050 og deretter ned mot til null i 2100. Dette gir et gjennomsnittlig utslipp på 264 g CO₂-ekv./kWh

for 60 årsperioden 2011 til 2071. For lettere å kunne sammenligne med nyere beregninger av andre prosjekter, er det i tillegg gjort en utslippsberegning med ZEB-funksjon, som er den utslippsfunksjonen FutureBuilt benytter nå.

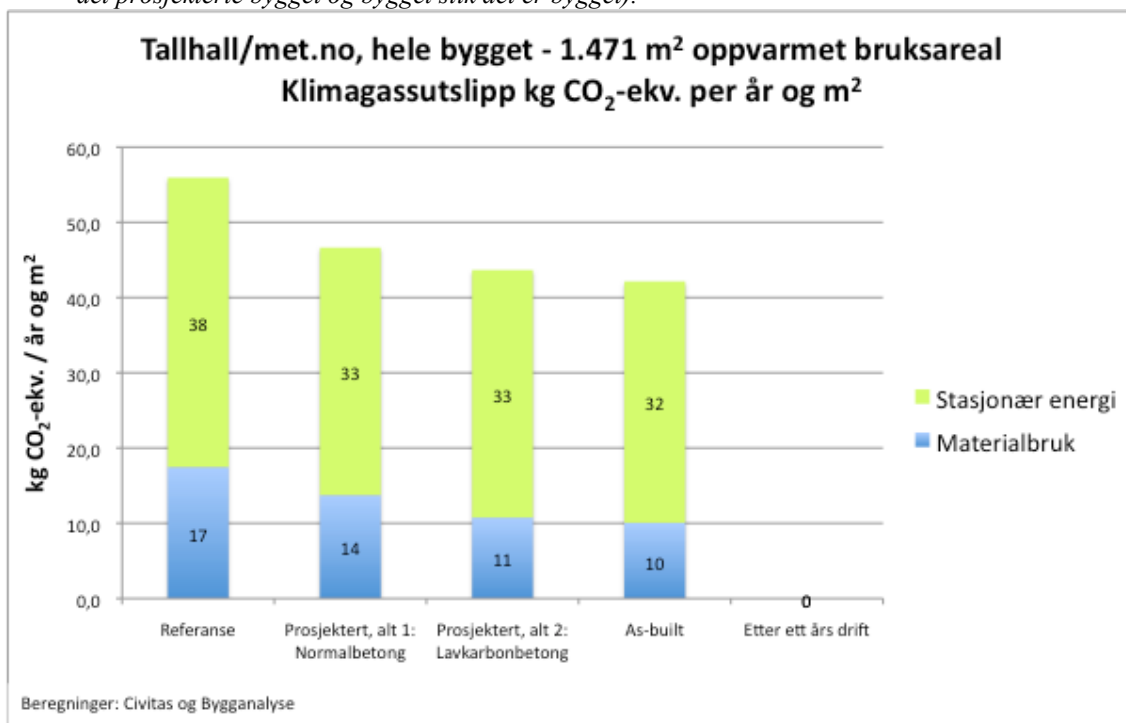
For materialer er alle beregninger i referanse og prosjektert basert på generiske utslippsdata inkl. utslipp fra elektrisitet lik 400 g CO₂-ekv./kWh. Reduksjonen i utslipp fra referanse til prosjektert er en følge av alternative valg av materialer. Nærmere forklaring er gitt i kapittel 5. Beregningen «som bygget» er en kombinasjon av generiske utslippsdata og EPD-dokumentasjon. Det er innhentet EPD'er eller tilsvarende dokumentasjon for materialene som bidrar mest til byggets totale utslipp. Dokumentasjon er innhentet blant annet for sement/betong, aluminium, isolasjon, tre, stål, glass/vinduer. Materialbruk «i drift» er den samme som i «som bygget».



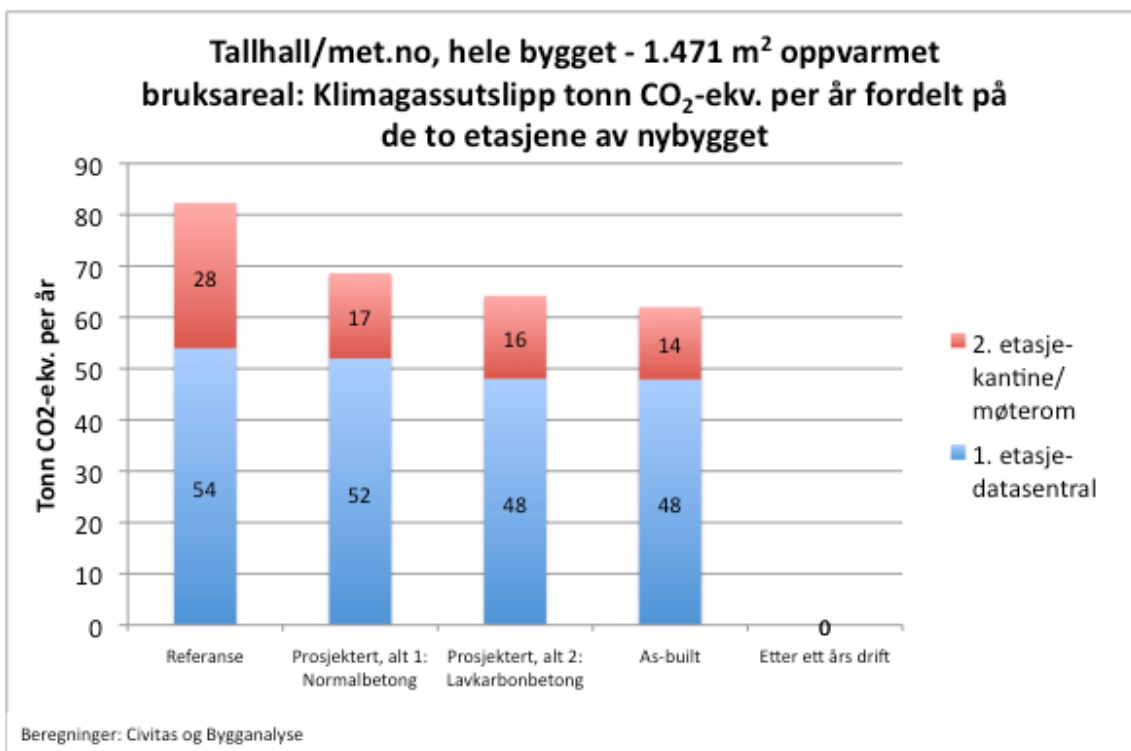
Figur 1: met.no, 2. etasje-kantine/møterom: Klimagassutslipp som kg CO₂-ekv/m²/år. Beregnet for et referansebygg, det prosjekterte bygget og bygget slik det er bygget



Figur 2: met.no, 1. etasje-datasentral. Klimagassutslipp som kg CO₂-ekv/m²/år. Beregnet for et referansebygg, det prosjekterte bygget og bygget slik det er bygget).



Figur 3: met.no, 1. og 2. etasje. Klimagassutslipp som kg CO₂-ekv/m²*år. Beregnet for et referansebygg, det prosjekterte bygget og bygget slik det er bygget .



Figur 4: met.no, fordelt på 1.og 2.etasje. Klimagassutslipp som **tonn CO₂-ekv/år**. Beregnet for et referansebygg, det prosjekterte bygget og bygget slik det er bygget

Innledning

Dette er et klimagassregnskap for nybygget til met.no på Blindern i Oslo. Meteorologisk institutt er selv byggherre, og prosjektet er utviklet i samarbeid med Pir II Arkitektkontor Oslo AS.

Met.no-bygget er det første bygget som kom med i FutureBuilt. Prosjektet har således vært med i utformingen av FutureBuilt's kvalitetsprogram/plan, klimagassberegninger og metodikk. Blant annet var verken kvalitetsprogrammet eller metodikk for referanseberegninger etablert når arbeidet startet og beregningene gjennomført.

Det er brukt Statsbyggs web-baserte verktøy for utarbeidelse av klimagassregnskapet, (www.klimagassregnskap.no v2 og v3). Beregninger er gjennomført for energibruk og materialer. Transport er utelatt da bygget i seg ikke inneholder "nye" arbeidsplasser. Det er kun en utvidelse av arealene til Meteorologisk institutt og dagens antall ansatte. Beregninger av klimagassutslipp fra stasjonær energibruk i drift er gjennomført i klimagassregnskap.no v5.

Regnskapet er utarbeidet av Eivind Selvig, Civitas, og Lars Petter Nilsen, Byggsanalyse, på bakgrunn av data fremskaffet og bearbeidet av Håvard Skarstein, Pir II Arkitektkontor Oslo AS. Rapporten er ført i pennen av Eivind Selvig. Elin Enlid, Civitas, har supplert rapporten med utslipp fra stasjonær energibruk i drift.

Dette byggeprosjektet er med i FutureBuilt-programmet. Ihht 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
- **bygningen i drift**, med målt energi fordelt på ulike energiposter og med transportutslipp ihht gjennomført reisevaneundersøkelse for brukerne i bygget

Denne rapporten, **rapportering versjon 3**, inneholder resultatene av klimagassberegninger for referansebygg, bygget slik det er prosjektert, bygget slik det er bygget og bygget i drift. Det gis også en beskrivelse av materialer og energiløsninger som ligger til grunn for beregningene og en vurdering av resultatene. Utslipp fra de 5-8 mest brukte bygningsproduktene er for «som bygget» hentet fra EPDer eller annen miljødokumentasjon for disse. Beregningen blir en blanding av generiske verdier (der det ikke er god dokumentasjon) og utslippsfaktorer fra EPDer. Det har vært vanskelig å få klimagassdata for mange av de konkrete produktene, og det vil nok fremdeles i flere år framover være de færreste produsenter som har god tredjeparts verifiserte miljøbelastningsdata for sine produkter.

1. Prosjektbeskrivelse

1.1. Bygningsbeskrivelse

Bygningen er i 2 etasjer, der nederste etasje utelukkende inneholder dataregnesaler, og servende funksjoner til disse, mens det i plan 2 er nye møte- og spiseromsfasiliteter for Meteorologisk institutts ansatte, med tilhørende kjøkken og garderober. I tillegg til de klimatiserte arealene, inneholder bygningsvolumet store uklimatiserte arealer for kjøletekniske installasjoner på tak over plan 1, ifm. dataregnesalene.

På grunn av sikkerhetskrav er det bevist valgt robuste materialer. Hele plan 1 er utført i betong, mens plan 2 er bygget som innfelt bindingsverk av tre, mellom stålkonstruksjon. Hele bygget er kledt med en variasjon av tette og perforerte resirkulerte aluminiumsplater.

Plan 2 oppføres etter prinsippene for passivhus, og har dermed oppgradert bl.a. u-verdier i vegger, tak og vinduer / dører, samt at det er satt strenge krav til bygningsmessig tetthet.

1.2. Prosjektteam

Byggherre, eier og bruker:	Meteorologisk Institutt
Prosjektleder:	Sohlberg & Toftenes v/ Anders W. Andersen
Arkitekt:	Pir II Arkitektkontor Oslo AS v/ Håvard Skarstein og Kaja Tiltnes
Bygningsteknisk rådgiver:	Kr. Apeland v/ Trond Gundersen og Snorre Larsen
Energi- og VVS rådgiver:	Aalerud AS v/ Kristian Lang-Ree
El-teknisk rådgiver:	IBR Elprosjekt v/ Jan Nylund
Klimagassberegninger:	Eivind Selvig, Elin Enlid Civitas, og Lars-Petter Nilsen,
Byggaanalyse.	
Hovedentreprenør:	Eide Entreprenør AS



Arkitekt: Pir II Arkitektkontor Oslo AS

Illustrasjon: Pir II Oslo / Squid Rendering.

2. Totalutslipp

Det er kun 2.etasje som inngår i FutureBuilt, og her er utslippet redusert med ca 45 prosent for det prosjekterte bygget sammenlignet med referanse. I drift er beregnede klimagassutslipp 33 % lavere enn referansebygget. Byggets 2. etasjer når dermed ikke helt frem til FutureBuilt's krav om ca 50 utslippsreduksjon fra både energibruk i drift og materialer. Det kan være flere årsaker til at reell energibruk avviker fra beregnede verdier, blant annet følgende:

- Byggets reelle brukstid og bruksmønster kan avvike fra det som er forutsatt i beregningene.
- Energibruk «i drift» er målt i energisentralen. For å sammenligne med beregnet netto energibruk er det tatt høyde for et teoretisk beregnet distribusjons og avgivelsestap, og det er knyttet usikkerhet til størrelsen av dette.
- Graddagskorrigering er gjort på årsbasis, dette gir større usikkerhet enn ved. For eksempel. månedskorrigering. Det foreligger imidlertid separate målinger av varmt tappevann og varme til romoppvarming og ventilasjon, slik at man er sikker på varmemengden som skal graddagskorrigeres.
- Man har ikke oppnådd så gode energiegenskaper ved bygging som forutsatt i beregningene, f.eks. feil ved isolering eller tetting.
- Det er feil ved tekniske anlegg eller automatikk.
- Det er ikke kjent om utendørs energibruk er medtatt i målinger.

Tabell 1 viser klimagassutslippene både som tonn for hele livsløpet, som tonn per år og som kg CO₂-ekvivalenter/m² og år.

Met.no har for det prosjekterte bygget oppnådd en klimagassreduksjon på ca 22 prosent for hele bygget (1. og 2. etasje) sammenlignet med Referansebygget, se tabell 1.

Det er ikke beregnet utslipp fra transport i driften eller byggefasen. Byggefasens utslipp er knyttet til maskiner, transport mv., men dette er ikke beregnet på grunn av manglende grunnlagsdata. Utslipp fra transport i driftsfasen er ikke beregnet fordi bygget ikke tilfører meteorologisk institutt flere arbeidsplasser/takere og dermed heller ikke økt transportomfang (se nærmere drøfting i eget kapittel).

Tabell 1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for met.no fordelt på ulike kategorier for de ulike beregningene. Det er ikke beregnet utslipp fra Transport og konstruksjonsfasen. Se begrunnelse i tekst. Beregnet med Statsbyggs www.klimagassregnskap.no v3.

1. etasje-datasentral	Referanse		Prosjektert, alt 1:		Prosjektert, alt 2:		Som bygget		I drift			
	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²		
Materialbruk	926	16	805	14	568	10	574	10				
Stasjonær energi	2 315	40	2 315	40	2 315	40	2296	39				
1. etasje-datasentral	3 241	55	3 120	53	2 883	49	2870	49	0	0		
Endring i forhold til referanse			-4 %		-11 %		-11 %					
2. etasje-kantine/møterom	Referanse		Prosjektert				Som bygget		I drift		I drift (ZEB-funksjon)	
	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²			tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²
Materialbruk	615	21	404	14			309	10,394	309	10,394	309	10,394
Stasjonær energi	1 082	36	587	20			534	17,936	824	27,7	437	15,9
2. etasje-kantine/møterom	1 697	57	991	33			843	28	1 133	38	746	26
Endring i forhold til referanse			-42 %				-50 %		-33 %		-56 %	
Hele bygget	Referanse		Prosjektert, alt 1:		Prosjektert, alt 2:		Som bygget		I drift			
	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år·m ²		
Materialbruk	1 541	17	1 209	14	971	11	883	20				
Stasjonær energi	3 397	38	2 902	33	2 902	33	2 830	57				
Hele bygget	4 938	56	4 111	47	3 873	44	3 713	77	0	0		
Endring i forhold til referanse			-17 %		-22 %		-25 %					

3. Stasjonær energi

3.1. Referansebygg

3.1.1. Energibehov

Referansebyggets 2. etasje har et netto energibehov tilsvarende minimumskrav i Teknisk forskrift da bygget ble prosjektet (TEK-07). Det vil si byggkategori "Universitet og Høgskole" med 185 kWh/m² år, typisk fordelt med ca 60 % el-spesifikt og ca 40 % varme. I denne kategorien er det en blandet arealbruk med laboratorier/tekniske rom, kontorer, auditorier, bibliotek, kantiner, mv.

Referansebyggets 1. etasje, datasentralen, er et spesielt formål som ikke finnes direkte i TEK07. Vi har derfor valgt å legge prosjektet energibehov (Simien-beregninger) til grunn også for referansealternativet. Her er 100 % el-spesifikt. Datamaskinene avgir så mye varme at det er kjølebehov året rundt. Overskuddsvarmen utnyttes i 2. etasje. (nærmere beskrevet i kap. 4.2.1)

3.1.2. Energikilder

Met.no ligger i et område med konsesjonsplikt for fjernvarme (FV) fra Hafslund. I referansebygget er det derfor regnet at bygget tilknyttes fjernvarme og bruker dette til oppvarming og varmtvann. Imidlertid er det som nevnt stort overskudd av varme fra datasentralen i 1. etasje. Dette utnyttes til oppvarming av 2. etasje slik at FV blir mer å regne som et supplement og eventuelt spisslast. Andre energiposter forsynes med kjøpt elektrisitet.

Energimiks fra Hafslund fjernvarme i dag, er av leverandør oppgitt til:

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

- Varmepumpe: 9,3%

Hafslund fjernvarme har satt seg som mål å oppnå minst 80 % andel fornybart i 2016 og 95 % andel fornybart innen 2020. Avfall har Hafslund definert som fornybart (Hafslund fjernvarme, Oslo kommune, oljefri.no). Vi studerer bygget over livsløpet på 60 år og forutsetter i beregningene at Hafslund fjernvarme oppnår en andel fornybart som angitt i tabell 2. Det regnes en utslippsfaktor for avfall basert på andel fossilt (plast mv.). Dette gjelder for alle beregningsalternativene.

Tabell 2: Prognose fordeling på energibærere i Oslos fjernvarmesystem 2015-2016. Kilde: Hafslund FV.

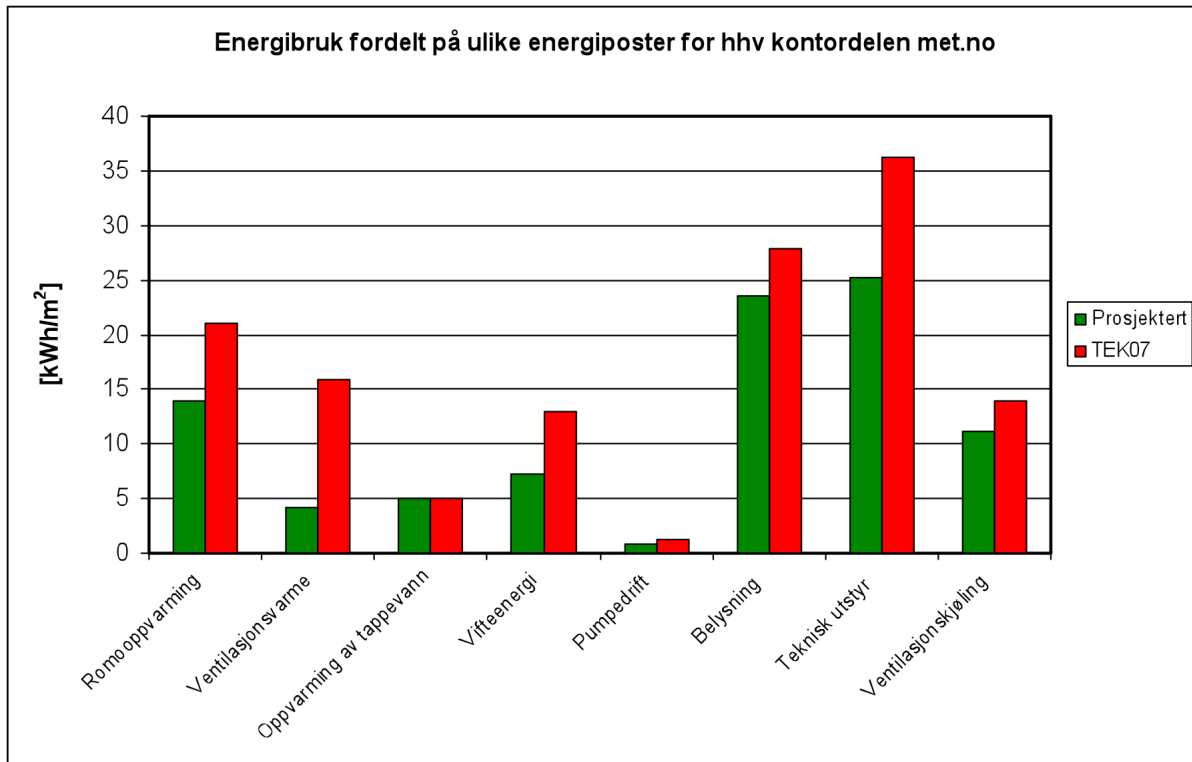
Oslo FV-system (Hafslund)	Avfall	Bio-avfall	Bio kraft- varme	Varme- pumper	Bio pellets	Natur- gass	El	Olje (lett)	Bio- olje	Fastkr., pumper, vifter, mm	Sum
Lvert på nettet, GWh/år	675	139	448	312	340	-	127	-	40		2 081
Innfyr, GWh/år	750	152	448	111	378	-	128	-	44	19	2 029
Virkningsgrad (nominelle)	90 %	92 %	100 %	280 %	90 %	93 %	99 %	92 %	92 %		
Andel innfyr	37 %	7 %	22 %	5,5 %	19 %	0 %	6,3 %	0 %	2 %	0,9 %	100 %
	Avfall (ca 50% fornybart)	Bio (sum alle ekskl. avfall)									
Andeler lagt inn i www.klimagassregnskap.no	37,0 %	50,3 %		5,5 %			7,3 %				100 %

3.2. Prosjektert bygning

Det er utført Simien-beregninger, energibudsjett, for det prosjekterte bygget – både 1. og 2. etasje. Vedlegg til rapporten.

3.2.1. Energibehov

Figur 5 viser fordeling av energiposter 2. etasje. Sammenlignet med en standard fordeling som i TEK07 for kontorbygg.



Figur 5: Energibruk fordelt på ulike energiposter for hhv kontordelen til met.no , sammenlignet med et kontorbygg 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, gjennomført etter passivhuskonsept i 2.etasjen. Energibehovet er ca 90 kWh/m² for denne etasjen og er dermed i underkant av halvparten av dagens forskriftskrav (TEK-10). Beregnet levert energi er veldig lavt, 74 kWh/m² år, og bygget tilfredsstiller krav til A-merke i energimerkeordningen med god margin, kravet er < 85 kWh/m² år i levert energi.

1.etasjen er et særtilfelle pga at den huser kun en datasentral. Det finnes ikke så vidt vi kjenner til, referanser for tilsvarende bygg. Energibehovet er beregnet til ca 148 kWh/m², hvorav 99-100 % er el-spesifikt til drift av datamaskiner.

Oppvarming

Oppvarmingsbehovet i bygget er meget lavt på grunn av god isolasjon, gode vinduer, minimering av kuldebroer og lav luftlekkasjefaktor.

Det som er av varmebehov i 1. og 2.etasje dekkes først og fremst av gjenvinning av overskuddsvarmen fra 1.etasjens datasentral. Supplert med noe FV. Gjenvinning gjøres med varmpumpe, som henter sin varme fra retur isvannet fra datasentralen. Dette gir i tillegg til gjenvinningsgevinsten, også fordeler ved at energiuttaket med varmpumpen minsker nødvendig kjøling i datasentralens kjølemaskiner.

Varmtvann

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

Kjøling

I byggets 1. etasje er det store kjøleinstallasjoner i tilknytning til datasentralene.

Ventilasjonsskjøling for 2. etasje er tilknyttet samme kjølesystem. Isvann 14/20°C forsynes i

ventilasjonsanleggets kjølebatteri. Dette er en isvannstemperatur langt høyere enn i konvensjonelle anlegg, slik at kjølingen er så energieffektiv som mulig.

Teknisk utstyr

Den største energiposten er som følge av datasentralen i 1. Etasje, det tekniske utstyret.

3.2.2. Energikilder

Energiforsyningen til met.no er elektrisitet og fjernvarme. 2. etasjens varmebehov forsynes med varmepumpe som gjenvinner varme fra 1.etasjens datasentral. I tillegg benyttes det fjernvarme, som tilsatsvarme.

Energiforsyningen til Met.no har følgende fordeling:

- energikilde til **oppvarming**: datasentralens overskuddsv./lokal v.pumpe og FV
- energikilde til **varmtvann**: fjernvarme
- energikilde til **kjøling**: kjøpt el
- energikilde til **elbruk**: kjøpt el

Klimagassregnskap.no standard utslippsverdier for ulike energikilder. FV bestemmes spesielt for det systemet man er tilknyttet. Se ovenfor når det gjelder innfyrt energi i Hafslunds fjernvarmesystem.

Når det gjelder el, kan man i klimagassregnskap.no velge mellom ulike utslippsfaktorer, da det er omdiskutert hvordan utslipp fra el skal beregnes. FutureBuilt støtter seg til Statsbygg som anbefaler i denne typen generiske beregninger å anvende en europeisk systemgrense og med utslippsfunksjonen "EU-referanse" for el-bruk. Det gir et gjennomsnittslutslipp på 264 g CO₂/kWh for 60 års perioden 2011-2071. Utslippsfunksjonen gjenspeiler dagens politikk og virkemidler i EU som vil føre til en halvering av utslippet fra elektrisitetsproduksjonen i Europa i 2050. Denne utslippsfaktoren for elektrisitet er omdiskutert og vil i seinere FutureBuilt prosjekter kunne endres. Det vil medføre at absoluttnivåer for prosjekter beregnet på ulike tidspunkt ikke alltid kan sammenlignes.

3.3. Bygningen "som bygget"

3.3.1. Energibehov

Det er ingen endringer fra prosjektert til situasjonen som bygget. Datasentralen har allerede selv om den ikke er i full drift, tilstrekkelig med overskuddsvarme til at varmepumpene går med full effekt.

3.3.2. Energikilder

Samme fordeling som i prosjektert.

3.4. Bygningen i drift

3.4.1. Energibehov

Tallhall ble åpnet i 2011. Energibruken for 2012 var fremdeles preget av innkjøringsproblemer for de tekniske anleggene. For beregning av klimagassutslipp for stasjonær energibruk i drift legges byggets energibruk for årene 2012, 2013 og 2014 til grunn.

Gjennomsnittlig, årlig graddagskorrigert¹ kjøpt energi for perioden 2013 – 2015 er 106 kWh/m². Tar man også hensyn til varmepumpens virkningsgrad, samt tap i varmesystemet fra måler og ut i rommene (dvs. tar hensyn til systemvirkningsgrader), får man at byggets energibruk er 122 kWh/m². Dette er ca. 34 % høyere enn prosjektert netto energibehov på 91,3 kWh/m².

Spesifikk, årlig energibruk for 2. etg og sammensetningen av denne er vist i Figur 3-1. Verdiene «i bruk» tar utgangspunkt i målt energibruk i energisentralen, og er så graddagskorrigert og korrigert for teoretisk tap i ved distribusjon og avgivelse, slik at verdiene skal være mest mulig sammenlignbare med beregnet netto energibruk.

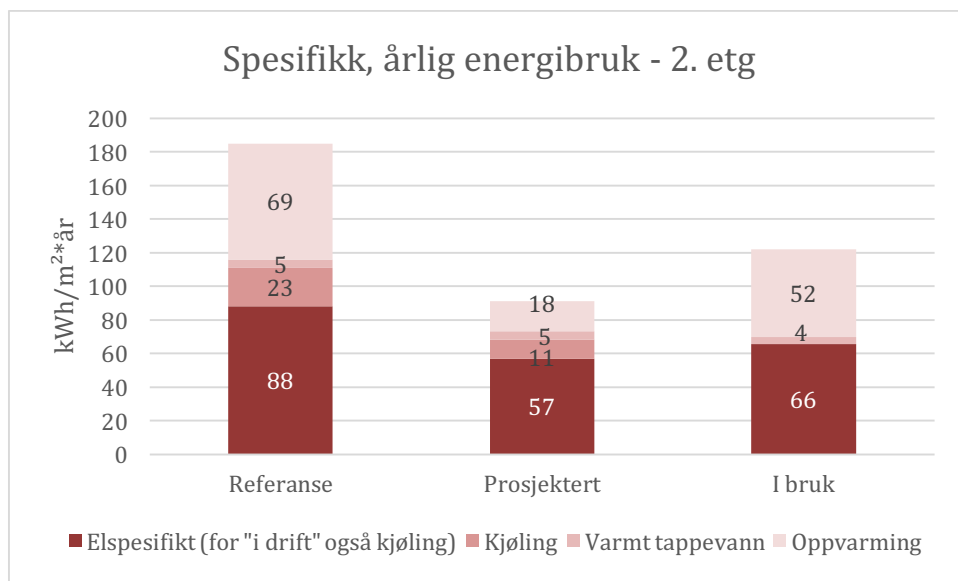
Den vesentlige økningen i målt energibruk i forhold til prosjektert energibruk skjer i oppvarmingsbehovet, der de målte verdiene er over dobbelt så høye som de beregnede.

Mye av dette kan skyldes at varmepumpen i en periode (8-10 mnd) vinteren 2012-13 var ute av funksjon. På grunn av en feil i sikkerhetsautomatikken, frøs varmeveksleren i stykker. Varmepumpen ble skiftet høsten 2013.

Det kan være flere tilleggs årsaker til at reell energibruk avviker fra beregnede verdier, blant annet følgende:

- Byggets reelle brukstid og bruksmønster kan avvike fra det som er forutsatt i beregningene.
- Energibruk «i drift» er målt i energisentralen. For å sammenligne med beregnet netto energibruk er det tatt høyde for et teoretisk beregnet distribusjons og avgivelsestap, og det er knyttet usikkerhet til størrelsen av dette.
- Graddagskorrigering er gjort på årsbasis, dette gir større usikkerhet enn ved. For eksempel. månedskorrigering. Det foreligger imidlertid separate målinger av varmt tappevann og varme til romoppvarming og ventilasjon, slik at man er sikker på varmemengden som skal graddagskorrigeres.
- Man har ikke oppnådd så gode energiegenskaper ved bygging som forutsatt i beregningene, f.eks. feil ved isolering eller tetting.
- Det er feil ved tekniske anlegg eller automatikk.
- Det er ikke kjent om utendørs energibruk er medtatt i målinger.

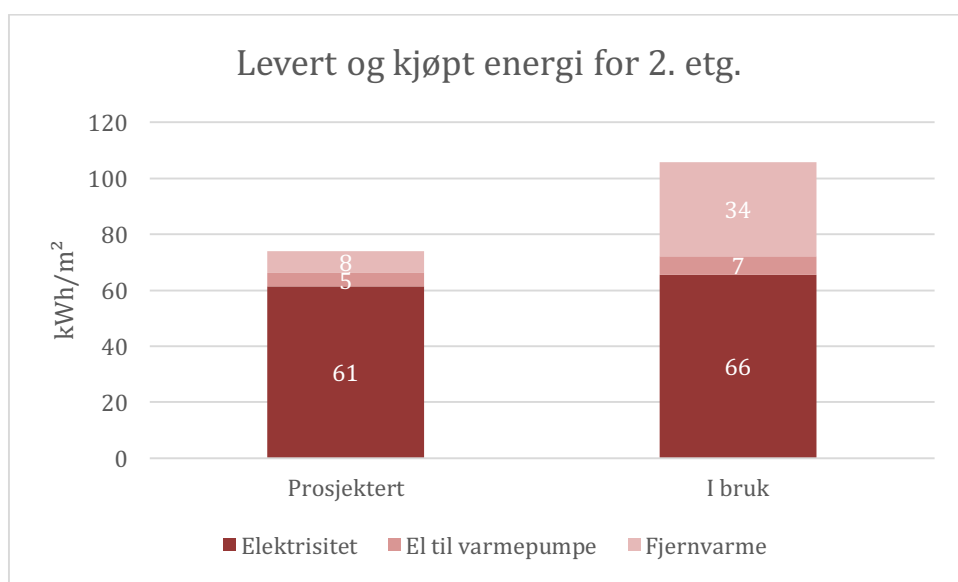
¹ For målt energibruk og graddagskorrigering, se vedlegg D.



Figur 3-1: Spesifikk, årlig energibruk for 2. etg.

3.4.2. Energikilder

Figur 3-2 viser beregnet levert energi for prosjektert bygg, og kjøpt, graddagkorrigert energi for bygget i bruk. Alle poster er høyere i faktisk bruk enn de prosjekterte verdiene. Den største forskjellen står fjernvarmen for, der er målt forbruk over fire ganger større enn beregnede verdier.



Figur 3-2: Levert energi for prosjektert bygg, og kjøpt, graddagkorrigert energi for 2. etg. i bruk.

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 3-1: Oversikt over kjøpt energi, tilført energi og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet i bruk. Oppvarmingsbehovet er graddagkorrigert. Tallene er gjennomsnitt for perioden 2013 – 2015.

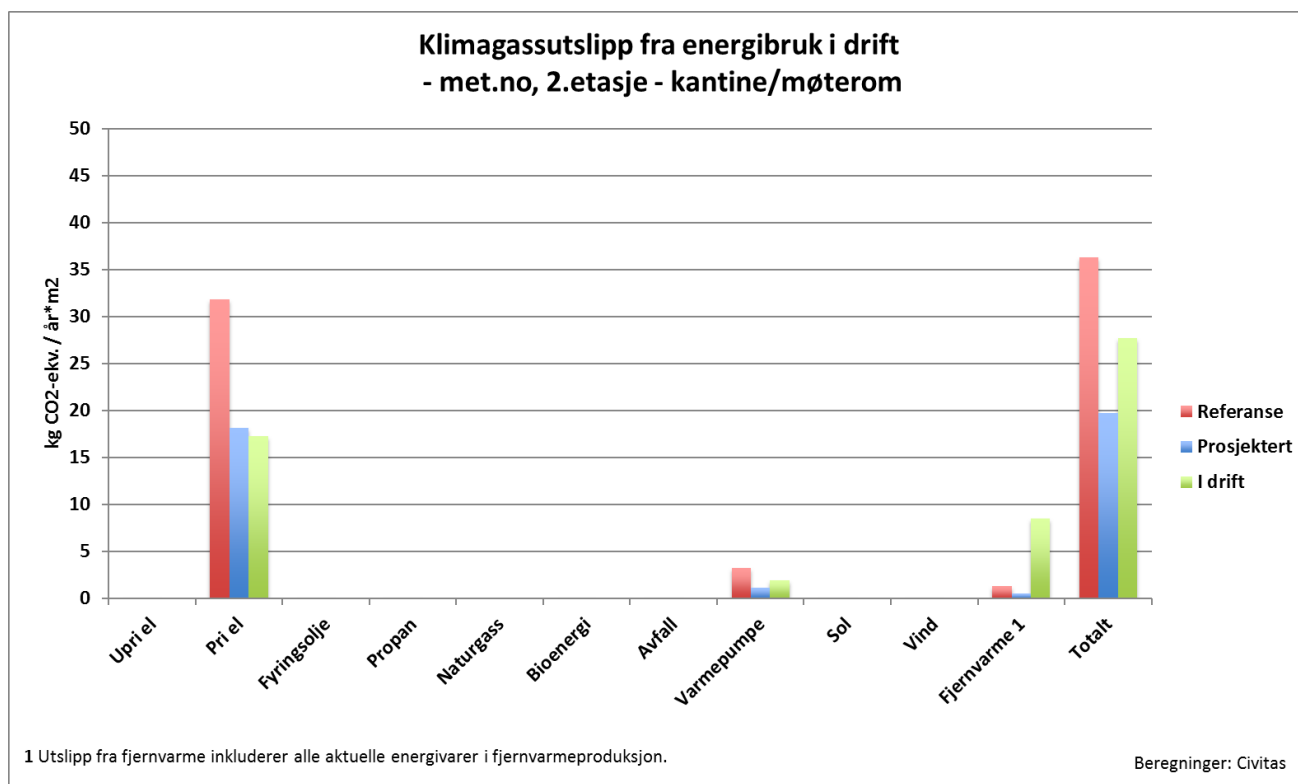
I bruk	Kjøpt energi	Energi til bygget [kWh/m²/år]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m²/år] EU-referanse	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m²/år] ZEB-funksjon
Elspesifikt forbruk	31 759	66	17,3	8,5
Varme fra varmepumpe	18 209	32	1,9	0,9
Fjernvarme	15 015	26	7	5,4
Fjernvarme til tappevann	3 224	5	1,5	1,1
Sum	68 985	129	27,7	15,9

3.5. Utslipp knyttet til stasjonær energi

Energiforsyningen er basert på overskuddsvarme fra datasentralen i 1. Etasje, Varmepumpe fra egne energibrønner, fjernvarme fra Oslos FV-system og elektrisitet fra nettet. Basert på disse forutsetningene, byggets energibehov og standard utslippsfaktorer i klimagassregnskap.no er utslipp fra stasjonær energibruk i driften av bygget som vist i

Tabell 3-2: Beregnede klimagassutslipp fra stasjonær energi for Tallhalls 2. etasje.

2. etasje-kantine/møterom	Referanse		Prosjekttert		Som bygget		I drift		I drift (ZEB-funksjon)	
	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år*m²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år*m²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år*m²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år*m²	tonn CO ₂ , livsløpet	kg CO ₂ /år*m²
Stasjonær energi	1 082	36	587	20	534	17,936	824	27,7	437	15,9
Endring i forhold til ref.			-46 %		-51 %		-24 %			



Figur 6: Klimagassutslipp (kg CO₂-ekv /m² / år) fra energibruk i driftsfasen for prosjektert løsning og bygget i drift sammenlignet med en referansesituasjon der bygget ville fulgt minimums forskriftskrav.

Det prosjekterte byggets 2.etasje oppnådde 46 % reduksjon i klimagassutslipp sammenlignet med et referansebygg med forutsatt minimumskrav i TEK-07. I drift har bygget 24 % reduksjon i klimagassutslipp i forhold til referansebygget.

Siden 1. etasjen er et spesialtilfelle der tilnærmet 100 % av tilført energi er elektrisitet til drift av teknisk utstyr (datamaskiner) lar denne etasjen seg ikke innpasse i FutureBuilt's krav om ca 50 prosents utslippsreduksjon i forhold til dagens praksis (referanse). På den annen side utnyttes overskuddsvarmen fra datasentralen til oppvarming av 2. etasje. Det gir totalt sett et godt energikonsept.

4. Materialbruk

4.1. Referansebygg

Referansebygg slik som det i dag finnes i klimagassregnskap.no/tidligfase materialmodul, var ikke utviklet da met.no-bygget ble prosjektert og beregninger gjennomført. Referansebygget er derfor skissert i henhold til ulike ønsker som ble luftet og diskutert i program- og skissefasen av prosjektet. Referansebygget som er klimagassberegnet er et teglsteinsbygg med der alle vinduer har aluminiumskarmer. Dette er materialvalget som finnes i eksisterende instituttbygning og store deler av det øvrige bygningsmiljøet på UiO, Blindern. Funksjonene og fordeling på 1. og 2.etasje i referansebygget er tilsvarende som for det prosjekterte. Se tabell 3.

Bygningens to deler (to etasjer) har svært ulike funksjoner og derav også ulike valg av materialer.

- Første etasjen huser datasentral for hele met.no og har svært høye krav til sikkerhet. Denne er derfor en ren betongkonstruksjon med teglsteinsforblending. Alle innvendige vegger er av enten betong eller lettklinker, malte betonggulv.
- Annen etasje er i bindingsverk av stål, klimavegg og teglsteinsforblending. Innvendig er det valgt dagens tradisjonelle løsninger med blant annet gipshimling (akustisk himling), innervegger med stålstendere og gipsplater og vinylgulv.

Tabell 3: Oversikt over hovedmaterialene.

Bygningsdel	Materialer
Grunn/ fundamenter	Plass-støpt betong XPS grunnmursisolasjon
Bæresystemer	Plass-støpt betong Stålsøyler / ståltragere
Yttervegger	Betong yttervegger i plan 1 - Påføret bindingsverk av stål over terreng - Hardplater av mineralull - Teglstensforblending Isolerte bindingsverksvegger av stål i plan 2 - Hardplater av mineralull - Teglstensforblending
Innervegger	Isolert bindingsverk av stål Gipsplatekledninger
Dekker	Prefabrikerte hulldekker av betong Påstøp/ avretting

	Vinylbelegg Gipskledning i himlinger
Yttertak	Prefabrikerte hulldekker av betong Hard isolasjon av mineralull Bitumenbasert takmembran Gipskledninger i himlinger
Vinduer og dører i yttervegg	Aluminiumsvinduer og dører

4.2. Prosjektert bygning

4.2.1. Grunn, fundamenter og første etasje

I det prosjekterte bygget er det fortsatt mye betong i byggets fundamentering og i første etasje på grunn av etasjens funksjon som datasentral for met.no. Kravene til sikkerhet (eksplosjon og brann) har gitt få alternative materialvalg. Imidlertid kan betongen utføres i såkalt lavkarbonbetong, dvs. med økt andel flyveaske. Egne beregninger på bakgrunn av litteraturstudier og opplysninger fra produsenter/leverandører indikerer at lavkarbonbetong kan gi ca 30 % lavere utslipp enn normalbetong. Dette utslippsnivået må anses å være generisk verdier for lavkarbonbetong.

Opplysninger fra aktuell norsk leverandør (Norcem Heidelberg) bekrefter at utslippsnivået er ca 30 % lavere for lavkarbonbetong enn normalbetong. Produktspesifikke data (EPD) fra valgt leverandør skal ikke benyttes før det gjøres en "som bygget" beregning.

Met.no gjorde avtale med betongleverandør om å la bygget være et forsøksprosjekt for anvendelse av lavkarbonbetong (i alle byggets betongkonstruksjoner). Utviklingen går rask og det er ventet at det vil foreligge flere leverandører og internasjonale standarder i løpet av 2011-12. Etter hvert som slike standarder foreligger, vil produsentene kunne tilby lavkarbonbetong i alle trykkfastheter uten at dette skal koste noe ekstra.

4.2.2. Yttervegger

Yttervegger består av: 1.etg: lavkarbonbetong-isolert utvendig med 250mm xps under terreng, og 250mm mineralull i bindingsverk over terreng. 2.etg: Bindingsverk av tre med innslag av enkelte stålsøyler/dragere. Bindingsverk av tre 350mm, isolert mineralull.

Som utvendig kledning/fasader er det valgt *perforerte pulverlakkerte aluminiumsplater* – 1,5 mm tykkelse, med 100 % resirkulert Al. Disse er også enkle å demontere/skifte (en og en) ved slitasje og skader.

Isolasjon er av typen Glava Extrem 33, dampsperre er i polyetylen og innvendig kledning i heltre og trefiberplater (2.etg.). Bruk av trefiberplater reduserer utslipp fra bygningsplater med 9/10-del sammenlignet med gipsplater (generiske verdier der det er forutsatt ny gipsproduksjon til gipsplater).

Vinduer er av tre og GRP kompositt, med gjennomsnittlig u-verdi 0,75.

4.2.3. Innervegg

Innervegger er trestendervegger med trefiberplater, noe branngips og systemvegger i glass med trerammer.

4.2.4. Dekker

Dekkene er i lavkarbonbetong. Himlinger er i det vesentligste av heltre osp fra regionen. Gulvbelegg er i det vesentligste av linoleum.

4.2.5. Yttertak

Yttertak er av stål (stålbjelkelag og tynnplateprofiler), isolert med mineralull, gjennomsnittlig isolasjonstykkelse 470mm.

4.3. Bygget "som bygget"

Det meste av det som var planlagt i prosjekteringen er gjennomført. Hovedpunktene som er anvendt er som følger:

- lavkarbonsement og betong/betongelementer,
- osp fra østlandsområdet,
- 1,5 mm perforerte aluminiums fasadeplater i stedet for 3 mm uperforerte
- 100 % resirkulert aluminium i de perforerte fasadeplatene,
- reduksjon i bruk av gips i innvendige vegger og himlinger,
- resirkulert stål i bærende bjelker/utkragninger
- optimalisering av materialmengder i ulike deler av konstruksjonen.
- Innvendige og utvendige dører av aluminium eller tre i stedet for stål

4.4. Bygget etter ett-to års drift

Kommer i rapport, versjon 3.

4.5. Utslipp knyttet til materialbruk

I tabellen under er det vist hvor store utslipp som kan knyttes til de ulike bygningsdelene hhv. for referansebygg, prosjektert bygg (to alternativer) og som bygget.

Under prosjekteringen ble det gjort flere klimavennlige valg, bl.a. trestendervegger og trefiberplater, valg av systemhimling uten gips, valg av fasadesystem med tynne perforerte aluminiumsplater og ikke minst bruk av lavkarbon betong. I klimagassregnskap.no er ikke lavkarbonbetong en opsjon (mulig valg i modellen). Det er derfor gjort en egen beregning (ved hjelp av regneark) der all betong er skiftet ut med generisk lavkarbonbetong. I beregningen for prosjektet slik det ble bygget er det anvendt produsentens EPD-informasjon. Denne var ikke endelig verifisert når rapporten gikk i trykken.

I tabell 4 fremkommer det at disse tiltakene gir langt lavere utslipp enn tradisjonelle materialvalg. Det er betong, gips, aluminium og isolasjonsmaterialer som gir de største utslippene for dette bygget. Utslipet fra materialer (i hele bygget) reduseres med ca 40 % sammenlignet med Referansebygget (begge etasjer).

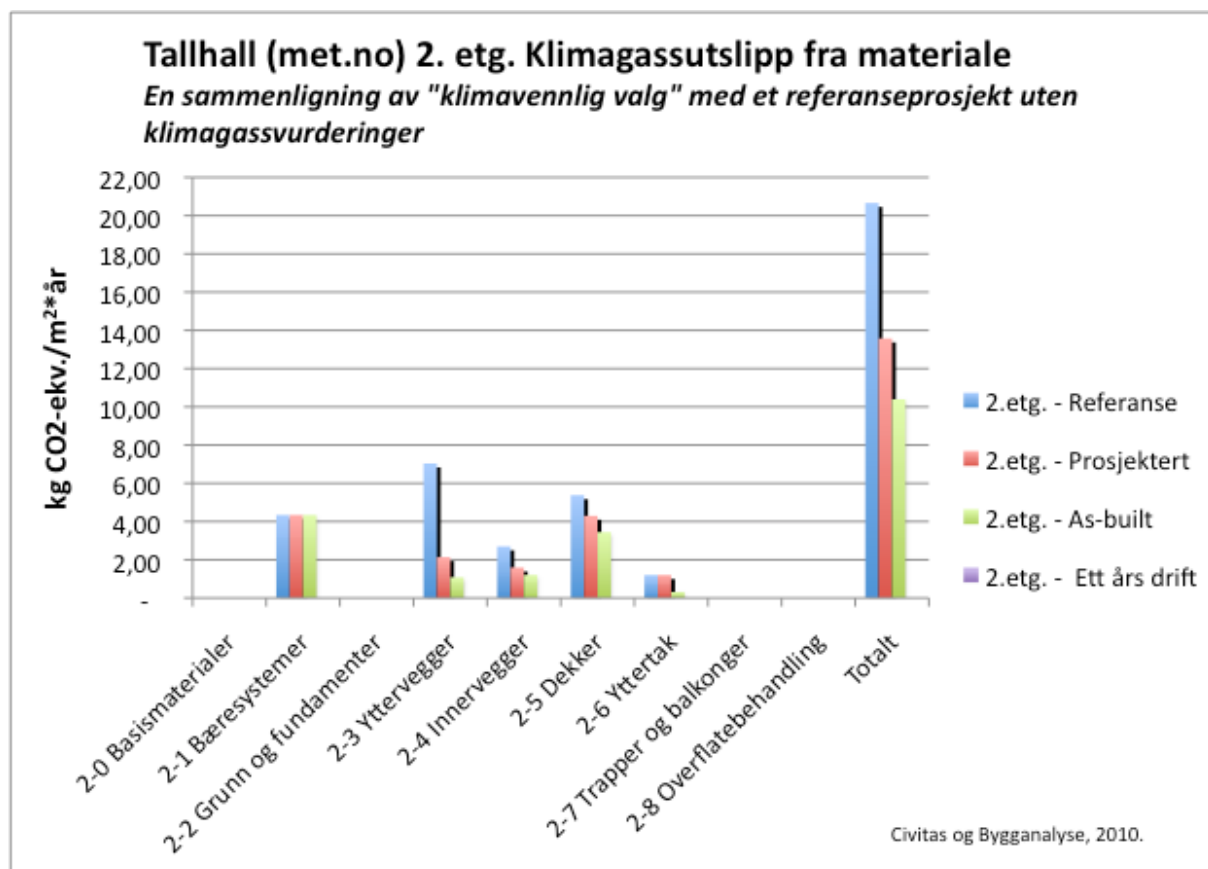
Tabell 4: Fordeling av utslipp på bygningsdeler angitt som tonn CO₂-ekv. over livsløpet og kg CO₂-ekv. per år og m². Hele bygget 1.+2.etasje som til sammen utgjør 1471 m² oppvarmet bruksareal.

Met.no - materialer Hele bygget 1471 oppv.-BRA	Refeansebygget		Prosjektert bygg Normalbetong		Prosjektert bygg Lavkarbon betong		As Built	
	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 ³
2-1 Basismaterialer	-	-	-	-	-	-	64,1	0,7
2-1 Bæresystemer	34,7	0,4	34,7	0,4	34,7	0,4	129,2	1,5
2-2 Grunn og fundamenter	122,2	1,4	122,2	1,4	85,5	1,0	88,3	1,0
2-3 Yttervegger	419,8	4,8	154,8	1,8	127,4	1,5	99,9	1,1
2-4 Innervegger	295,9	3,3	260,6	3,0	196,6	2,3	135,6	1,5
2-5 Dekker	520,8	5,9	488,6	5,5	354,8	4,0	340,1	3,9
2-6 Yttertak	50,1	0,5	50,1	0,5	50,1	0,5	23,7	0,3
2-7 Trapper og balkonger	3,1	0,1	3,1	0,1	2,2	0,0	2,4	0,0
2-8 Overflatebehandling	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalt	1 447	16	1 114	13	851	10	883	10,0
Endring i fht. referanse	-	-	-23 %	-23 %	-41 %	-41 %	-39 %	-39 %

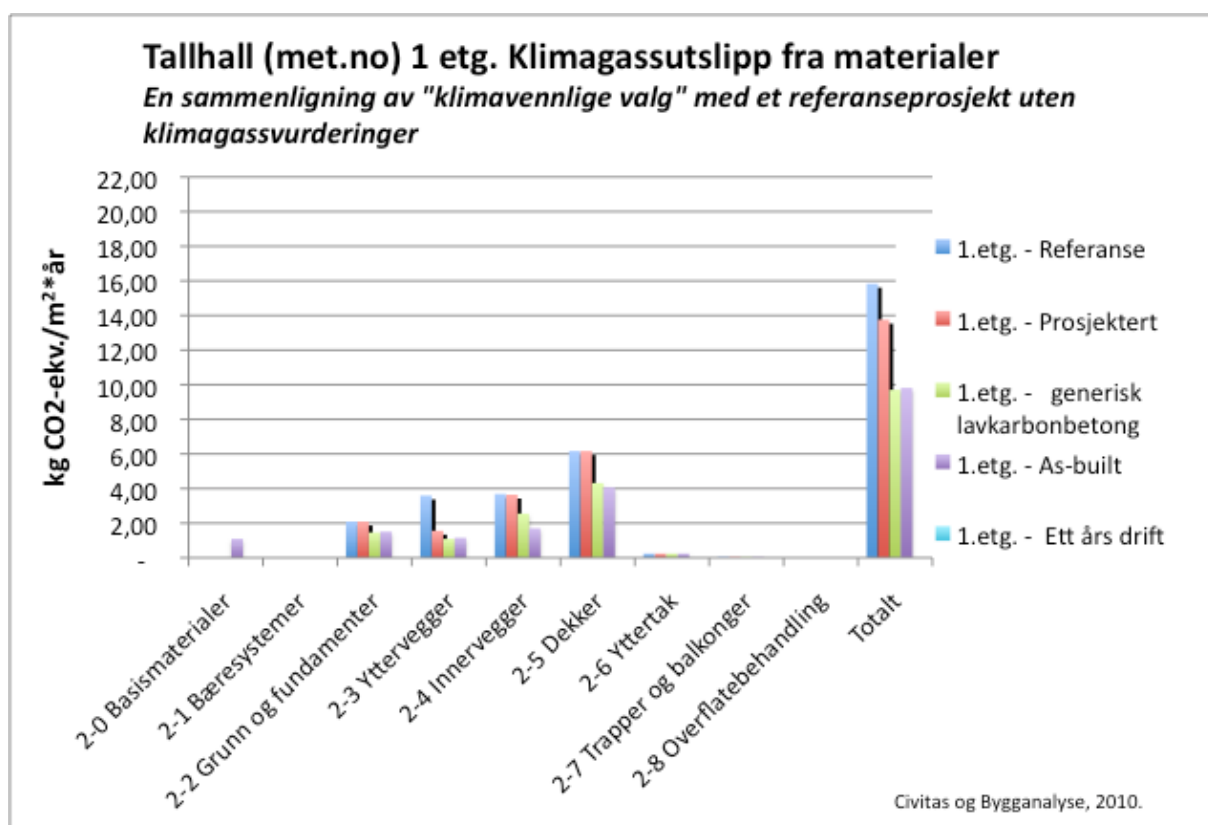
Beregnete utslipp fra materialer baserer seg i hovedsak på generiske utslippsverdier ("gjennomsnittsverdier"). Her er utslipp fra råvareuttak, transport (til produksjonssted) og produksjon for ulike materialtyper inkludert. Ulike produkter innen en materialtype vil kunne ha ulik klimagassutslipp avhengig av produksjonssted; f.eks. vil bruk av lokale kontra langreiste råvarer, valg transporttype (skip, tog, veitransport, fly) og ulik energikilde til produksjonsmaskiner alle ha stor betydning for utslippet som kan knyttes til produkter fra en bestemt produsent.

«Som bygget»-beregningen tar hensyn til de faktisk brukte produktene i dette prosjektet, dvs. produkt- og produsentspesifikke utslipp per produsert vare/materialtype der dette er dokumentert i EPD'er (EPD=Environmental Product Declaration) eller lignende dokumentasjon.

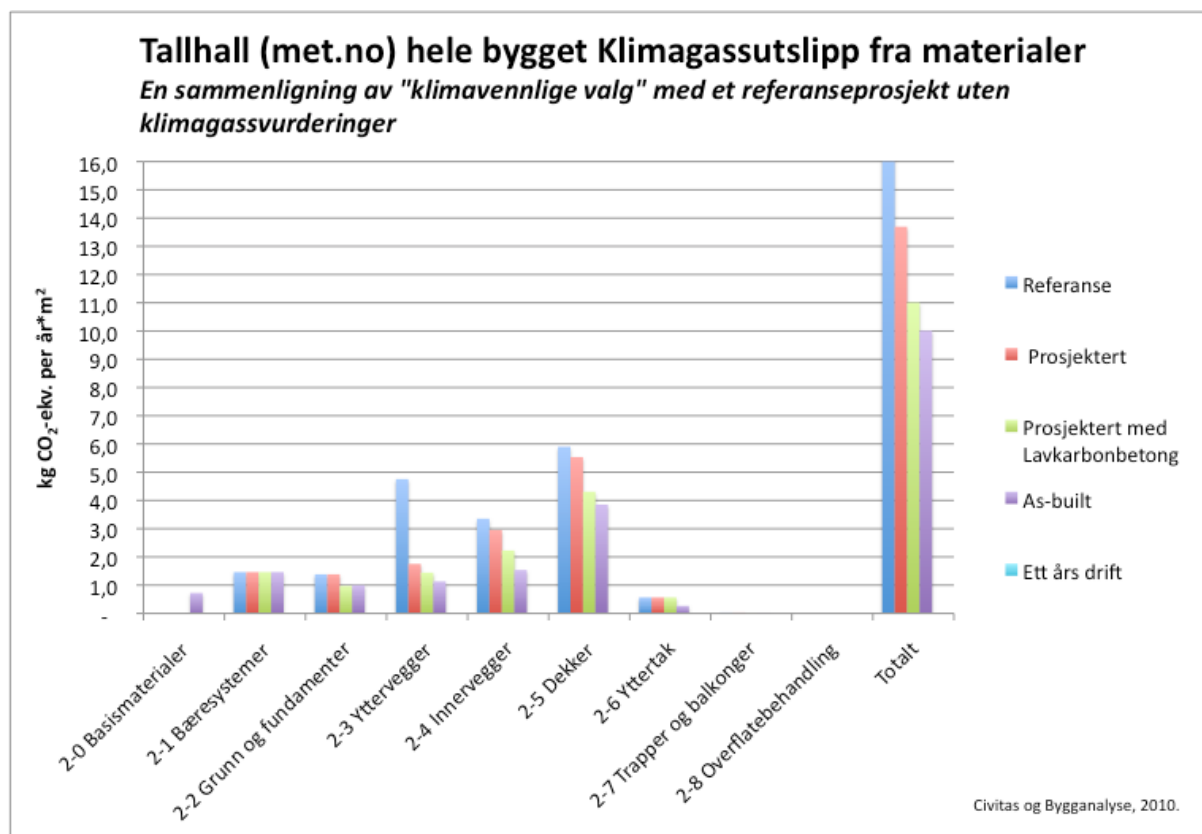
Byggherre, Arkitekt og entreprenør har etterspurt EPD'er, men det er få materialer hvor det er mottatt. Vi har derfor i «Som bygget»-beregningen vært nødt til å kombinere generiske verdier og EPD/produktspesifikke verdier.



Figur 7 Klimagassutslipp /kg CO₂-ekv /m²/ år knyttet til materialbruk for prosjektert løsning sammenlignet med et referansebygg der det ikke er tatt miljøhensyn ved materialvalg.



Figur 8 Klimagassutslipp /kg CO₂-ekv /m²/ år knyttet til materialbruk for prosjektert løsning, med og uten lavkarbonbetong, sammenlignet med et "referansebygg" der det ikke er tatt miljøhensyn ved materialvalg.



Figur 9 Klimagassutslipp (kg CO₂-ekv /m²/ år) knyttet til materialbruk for prosjektert løsning, med og uten lavkarbonbetong, sammenlignet med et "referansebygg" der det ikke er tatt miljøhensyn ved materialvalg.

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 inneluften også viktige faktorer som er vurdert og som er inkludert i helhetsvurderingen i tillegg til klimagassutslipp.

Detaljert tabell med materialmengder og –typer er lagt som vedlegg til rapporten.

5. Transport

Bygget har samme plassering som eksisterende bygninger for Meteorologisk instituttet på Blindern i Oslo. Dette er ca 1-2 min gange til stoppested for T-bane, trikk og buss, med forbindelser mot Oslo sentrum/Oslo S og Ring 3/vest og øst, dvs. svært god kollektivdekning.

Bygget øker ikke antall ansatte ved den totale bygningsmassen på meteorologiske institutt. Bygget er en ren utvidelse av kapasiteten for å huse nye generasjoner datasentraler, møterom og kantine. Bygget blir delvis plassert på eksisterende parkeringsplasser.

Det er ikke foretatt egen beregning av utslipp fra transport for dette bygget. Årsaken er at bygget ikke øker antall ansatte og det vil ikke være faste ansatte tilknyttet bygget. Besøkende vil også være de samme som tidligere har brukt instituttets gamle bygninger. Det er ikke planlagt for at antall besøkende skal øke pga. nytt bygg.

Vedlegg A: Energiberegninger – Simien

Nedenfor et sammendrag, mens hele Simien-rapporten for både 1. og 2.etasje følger på de neste sidene.

1.etasje

Energibudsjett		
Energipost	Energibruk	Spesifikk energibruk
Romoppvarming	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	3308 kWh	3.4 kWh/m ²
Oppvarming av tappevann	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Vifter (ventilasjon)	17091 kWh	17.5 kWh/m ²
Pumper	1243 kWh	1.3 kWh/m ²
Belysning	64053 kWh	65.7 kWh/m ²
Teknisk utstyr	59810 kWh	61.3 kWh/m ²
Romkjøling	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	3889 kWh	4.0 kWh/m ²
Total	149395 kWh	153.2 kWh/m ²

Leverert energi		
Energikilde	Energibruk	Spesifikk energibruk
Elektrisitet	143753 kWh	147.4 kWh/m ²
Fjernvarme	376 kWh	0.4 kWh/m ²
El. til varmepumpesystemer	851 kWh	0.9 kWh/m ²
Totalt leverert energi	144980 kWh	148.7 kWh/m ²

2.etasje

Energibudsjett		
Energipost	Energibruk	Spesifikk energibruk
Romoppvarming	6943 kWh	14.0 kWh/m ²
Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2107 kWh	4.2 kWh/m ²
Oppvarming av tappevann	2486 kWh	5.0 kWh/m ²
Vifter (ventilasjon)	3582 kWh	7.2 kWh/m ²
Pumper	442 kWh	0.9 kWh/m ²
Belysning	11686 kWh	23.6 kWh/m ²
Teknisk utstyr	12501 kWh	25.2 kWh/m ²
Romkjøling	0 kWh	0.0 kWh/m ²
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	5555 kWh	11.2 kWh/m ²
Total	45302 kWh	91.3 kWh/m ²

Leverert energi		
Energikilde	Energibruk	Spesifikk energibruk
Elektrisitet	30433 kWh	61.4 kWh/m ²
Fjernvarme	3854 kWh	7.8 kWh/m ²
El. til varmepumpesystemer	2327 kWh	4.7 kWh/m ²
Totalt leverert energi	36614 kWh	73.8 kWh/m ²

Vedlegg B: Materialskjema – sammenligninger referansebygg – prosjektert bygg.

met.no 1. og 2. etasje - forklaring av hovedforskjeller i klimagassutslipp fra materialer				
kg/CO2 totalt for byggets materialer i byggets levetid				
Bygningsselement		Endring i Prosjektert relativt til Referanse	Prosjektert - 1.etg.	Referanse - 1.etg.
2-3 Yttervegger				
2-3-5 Isolasjon og tetting		-69,1 %	7 643	24 742 50mm murplate + GU i tillegg
2-3-7 Glassfelt med Al-karmer/Al-fasade		100,0 %	51	0
2-3-10 Utv. kledning		-99,9 %	108	95 871 teglforblending
2-4 Innervegger				
2-4-1 Innervegger av betong		-3,3 %	132 785 branngips	137 335 betong
2-4-4 Lette innervegger og utforinger		368,4 %	178 bindingsverk av tre (også for branngips)	38 bindingsverk av stål
2-4-9 Kledning		241,1 %	3 254 branngips og x-finer	954 gipsplater
Bygningsselement		Endring i Prosjektert relativt til Referanse	Prosjektert - 2.etg.	Referanse - 2.etg.
2-3 Yttervegger				
2-3-4 Lette yttervegger og utforinger		-18,9 %	6 189 bindingsverk av tre	7 625 bindingsverk av stål
2-3-5 Isolasjon og tetting		-23,6 %	27 058 450mm isolasjon (ikke murpl eller GU)	35 432 350mm + 50mm murplate + GU i tillegg
2-3-7 Glassfelt		-74,1 %	11 243 Al fasadeplater + vinduer av tre erstatter Al-vind.	43 408 vinduer av aluminium
2-3-9 Innv. kledning		-80,8 %	3 679 x-finer (trefiberplater) erstatter gips	19 174 gipsplater
2-3-10 Utv. kledning		-100,0 %	0 (Al-platene er lagt under post 2-3-7)	80 570 teglforblending
2-4 Innervegger				
2-4-4 Lette innervegger og utforinger		-20,0 %	2 882 bindingsverk av tre	3 603 bindingsverk av stål
2-4-9 Kledning		-80,5 %	7 963 x-finer/MDF erstatter gips	40 789 gipsplater
2-5 Dekker				
2-5-1 Dekker av betong		-41,0 %	27 291 betong (reduisert betongmengde)	46 250 betong dekker + Utkragingen i betong
2-5-3 Trebjelkelag		54,7 %	1 547 Utkragingen i tre erstatter betong i 2.5.1	1 000
2-5-6 Gulv		-0,2 %	16 682 Linoleum	16 715 Vinyl
2-5-7 Himling		-32,2 %	26 082 tresplehimling erstatter metall + redusert gipsm.	38 450 metalloppheng + Gips + perforert gips
Sum endring i disse postene		-53,6 %	274 635	591 960

Vedlegg C – Detaljert materialmengderapport ...

fra www.klimagassregnskap.no, et eksempel fra beregningene av Tallhall - met.no, 2. etasje prosjektert passivhusnivå. Kun side 1 som en illustrasjon. Gå til fullstendig rapport for hel liste.

klimagassregnskap.no Beregningsverktøy for klimagassutslipp fra byggeprosjekter								
2A.3 Samlet utskrift av innlagte materialmengder								
Funksjonen er under utvikling								
Vi sammendragstabell for innlagte oppføringer								
Vi detaljert tabell med innlagte oppføringer og mengder								
Detaljert tabell med innlagte oppføringer og mengder								
id	innlagt	kode	navn	levetid	kommentar	komponent	mengde	enhet
1254725256	2009-10-05 08:48:01	2-1-4-1	Stålsøyler - total vekt	60	søyler, fagverk og stag	Vekt	5320	kg
1254725321	2009-10-05 08:49:12	2-1-4-2	Stålbjelker - total vekt	60	bjelker og korrugerte plater	Vekt	34878.4	kg
1259827356	2009-12-03 09:03:27	2-3-4-2	Bindingsverk av tre - mengde oppgis brutto	60	YV1+YV3 - 48x198mm (2.etg.)	Areal	535	m2
1259827356	2009-12-03 09:03:27	2-3-4-2	Bindingsverk av tre - mengde oppgis brutto	60	YV1+YV3 - 48x198mm (2.etg.)	Tverrsnitt	0.0095	m2
1259826966	2009-12-03 08:57:33	2-3-4-3	utforing/utlekting	60	YV1+YV3 - 48x148mm (2.etg.)	Areal	535	m2
1259826966	2009-12-03 08:57:33	2-3-4-3	utforing/utlekting	60	YV1+YV3 - 48x148mm (2.etg.)	Tverrsnitt	0.007104	m2
1259827149	2009-12-03 09:00:06	2-3-4-3	utforing/utlekting	60	YV1+YV3 - 48x36mm (2.etg.)	Areal	535	m2
1259827149	2009-12-03 09:00:06	2-3-4-3	utforing/utlekting	60	YV1+YV3 - 48x36mm (2.etg.)	Tverrsnitt	0.0017	m2
1259827206	2009-12-03 09:01:25	2-3-4-3	utforing/utlekting	60	YV1+YV3 - 48x98mm (2.etg.)	Areal	535	m2
1259827206	2009-12-03 09:01:25	2-3-4-3	utforing/utlekting	60	YV1+YV3 - 48x98mm (2.etg.)	Tverrsnitt	0.004704	m2
1259828031	2009-12-03 09:14:51	2-3-5-1	Mineralull - vanlig bygningskvalitet: Glassull	60	YV1+YV3 - 150mm for tre (2.etg.)	Areal	535	m2
1259828031	2009-12-03 09:14:51	2-3-5-1	Mineralull - vanlig bygningskvalitet: Glassull	60	YV1+YV3 - 150mm for tre (2.etg.)	Tykkelse	0.15	m
1259828091	2009-12-03 09:18:04	2-3-5-1	Mineralull - vanlig bygningskvalitet: Glassull	60	YV1+YV3 - 200mm (2.etg.)	Areal	535	m2
1259828091	2009-12-03 09:18:04	2-3-5-1	Mineralull - vanlig bygningskvalitet: Glassull	60	YV1+YV3 - 200mm (2.etg.)	Tykkelse	0.2	m
1259828285	2009-12-03 09:20:08	2-3-5-1	Mineralull - vanlig bygningskvalitet: Glassull	60	YV1+YV3 - 100mm (2.etg.)	Areal	535	m2
1259828285	2009-12-03 09:20:08	2-3-5-1	Mineralull - vanlig bygningskvalitet: Glassull	60	YV1+YV3 - 100mm (2.etg.)	Tykkelse	0.1	m
1259828973	2009-12-03 09:31:09	2-3-5-6	Dampsperre	60	YV1+YV3 - 0,2mm (2.etg.)	Areal	535	m2

Vedlegg D – Målt energibruk og graddgskorrigerings

Klimastasjon 18700 Blindern - Fyringsgraddager					Oppvarmer BRA			
Normalår	3938				496 m ²			
2013	3814							
2014	3335							
2015	3434							
Kjøpt energi								
	Kildedata				Graddagskorrigerert		Sum	
	Elektrisk energi, eks. VP	Elektrisk energi til VP	Fjernvarme oppvarming	Fjernvarme tappevann	El til VP	FV til oppvarming	Kjøpt	Tilført graddagskorrigerert
2013	31 759	3 587	15 085	3 147	3 704	15 575	53 578	54 185
2014	33 592	3 119	12 691	3 329	3 683	14 986	52 731	55 590
2015	32 259	3 086	12 631	3 197	3 539	14 485	51 173	53 480
Gjennomsnitt	32 537	3 264	13 469	3 224	3 642	15 015	52 494	54 418
Energi tilført bygget fra energisentral								
	Kildedata				Graddagskorrigerert		Sum	
	Elektrisk energi, eks. VP	Produsert varme	FV oppvarmin	FV tappevann	Produsert varme	FV til oppvarming	Tilført	Tilført graddagskorrigerert
2013	31 759	17 935	15 085	3 147	18 518	15 575	67 926	69 000
2014	33 592	15 597	12 691	3 329	18 417	14 986	65 209	70 324
2015	32 259	15 428	12 631	3 197	17 692	14 485	63 515	67 633
Gjennomsnitt	32 537	16 320	13 469	3 224	18 209	15 015	65 550	68 985

	Kjøpt energi	Energiinnhold	Utslippsfaktor	Utslipp	Systemvirk.grad	Energi til bygget
Elektrisitet-(fra-nett)	32537 kWh	1 kWh/kWh	264 g/kWh	17.3 kg/år/m2	1	66 kWh/år/m2
El-kjel	0 kWh	1 kWh/kWh	264 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.86	0 kWh/år/m2
Fyringsolje	0 l	10.39 kWh/l	315 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.76	0 kWh/år/m2
Propan	0 kg	13.23 kWh/kg	298 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.81	0 kWh/år/m2
Naturgass	0 kg	13.54 kWh/kg	255 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.81	0 kWh/år/m2
Bioolje	0 l	9.03 kWh/l	25 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.76	0 kWh/år/m2
Ved	0 favn	5786 kWh/favn	14 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.64	0 kWh/år/m2
Flis	0 lm3	780 kWh/lm3	14 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.75	0 kWh/år/m2
Briketter	0 tonn	4300 kWh/tonn	14 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.75	0 kWh/år/m2
Pellets	0 tonn	4700 kWh/tonn	25 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.75	0 kWh/år/m2
El-til-varmepumpe	3642 kWh	1 kWh/kWh	264 g/kWh	1.9 kg/år/m2	4.37	32 kWh/år/m2
El-til-lokal-kjøling	0 kWh	1 kWh/kWh	264 g/kWh	0.0 kg/år/m2	2.45	0 kWh/år/m2
Solvarme-(lokal)	0 kWh	1 kWh/kWh	0 g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.9	0 kWh/år/m2
Solceller-(lokal)	0 kWh	1 kWh/kWh	0 g/kWh	0.0 kg/år/m2	1	0 kWh/år/m2
Vind-(lokal)	0 kWh	1 kWh/kWh	0 g/kWh	0.0 kg/år/m2	1	0 kWh/år/m2
Fjernvarme	18240 kWh	1 kWh/kWh	231 g/kWh	8.5 kg/år/m2	0.834	31 kWh/år/m2
Fjernkjøling	0 kWh	1 kWh/kWh	g/kWh	0.0 kg/år/m2	0.88	0 kWh/år/m2
Sum				27.7 kg/år/m2		129 kWh