

CATHERINE GRINI

LECO

Energikonsept for et nytt kontorbygg

Casestudie: Hagaløkkveien 28 i Asker

Prosjektrapport 71

2011



SINTEF Byggforsk

Catherine Grini

LECO
Energikonsept for et nytt kontorbygg

Casestudie: Hagaløkkveien 28 i Asker

Prosjektrapport 71 – 2011

Prosjektrapport nr. 71

Catherine Grini

LECO

Energikonsept for et nytt kontorbygg

Casestudie: Hagaløkkveien 28 i Asker

Emneord:

Energi, kontorbygg, energieffektivitet og pilotprosjekt

ISSN 1504-6958

ISBN 978-82-536-1197-6 (pdf)

ISBN 978-82-536-1198-3 (trykt)

38 eks. trykt av AIT AS e-dit

Innmat: 100 g munken polar

Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2011

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Adr.: Forskningsveien 3 B
Postboks 124 Blindern
0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 08

www.sintef.no/byggforsk



Forord

Denne studien handler om energikonseptet til et nytt kontorbygg under prosjektering i Asker med adresse Hagaløkkveien 28.

Studien inngår som en del av FoU-prosjektet "LECO, Low Energy COmmercial buildings".

Energiforbruk knyttet til yrkesbygg utgjorde ca. 36 TWh i 2007, hvilket tilsvarer ca. 45 % av energiforbruk i bygninger. Potensialet for energieffektivisering av denne delen av bygningsmasse ved bruk av eksisterende teknologi antas å være 6,5 TWh innen 2020. (Lavenergiutvalget, juni 2009 [1])

LECO har til hensikt å samle eksisterende og å utvikle ny kunnskap om energieffektive løsninger for å redusere energibruk i næringsbygg. Målsetningen er å lage guidelines for å dele energibruken i et typisk kontorbygg av i dag med en faktor på 2, 4 og 10. Det forutsettes at levert energi i et typisk kontorbygg ligger på ca. 300 kWh/m²·år. Målet er å oppnå hhv. 150, 75 og 30 kWh/m²·år.

Kontorbygget ved Hagaløkkveien 28 i Asker skal etter planen stå ferdig 01.12.2011. Leietager har definert i sin egen kravspesifikasjon at levert energi skal ligge ved 154 kWh/m²·år. Videre er utbygger, byggherren og leietageren interessert til å fastsette et mer ambisiøst energimål og ønsker å se hvilke tiltak som kan være aktuelle. Hensikten med denne studien er å vise effekten av ulike tiltak i forhold til beregnede netto energibehov og levert energi.

Studien er utført av Catherine Grini fra SINTEF Byggforsk. Tore Wigenstad fra SINTEF Byggforsk har bidratt med kvalitetssikring av prosjektrapporten. Studien ble avsluttet i vinter 2010/2011.

SINTEF Byggforsk

SINTEF Byggforsk

Kim Robert Lisø

Catherine Grini

LECO er et kompetanseprosjekt med brukermedvirkning (KMB). Prosjektet ledes av SINTEF Byggforsk og gjennomføres i samarbeid med SINTEF Energi AS, Erichsen & Horgen AS, Entra Eiendom AS, YIT AS, Entro AS, Hunter Douglas AS, Per Knudsen Arkitektkontor AS, Rambøll AS, Skanska AS og OptoSense AS. Prosjektet ble igangsatt høsten 2008 og vil pågå til utgangen av 2011.

Vi takker prosjektets partnere og Norges forskningsråd for finansiering av prosjektet.

INNHold

Forord

1. Sammen drag	7
2. Generell informasjon om bygget	8
2.1. Adresse.....	8
2.2. Byggeår.....	8
2.3. Beliggenhet	8
2.3.1 Orientering	9
2.3.2 Terrengskjerming.....	9
2.4. Eie- og driftsforhold.....	9
3. Byggets utforming	10
3.1. Plantegninger	10
3.1.1 Under bakkeplan	11
3.2. Fasadetegninger	12
4. Opprinnelig energimål (faktor 2)	13
4.1. Kravspesifikasjon for bygget	13
4.2. Gjeldende energikrav	13
4.3. Samsvar mellom kravspesifikasjon og gjeldende energikrav	14
4.3.1 Sammenligning	14
4.3.2 Kommentar	14
4.4. Sammenligning med eksisterende bygninger	15
4.4.1 Bygningskropp.....	15
4.4.2 Tekniske installasjoner.....	17
5. Utvidet energimål	20
5.1. Åtte grep	20
5.2. Beregning av energibehov	25
6. Referanser	29
7. Vedlegg A - Energiberegninger.....	30

1. Sammendrag

Kontorbygget ved Hagaløkkveien 28 i Asker skal etter planen stå ferdig 01.12.2011. Leietager Aibel AS, har definert i sin egen kravspesifikasjon at levert energi skal ligge på 154 kWh/m²·år. Videre er utbygger, byggherren og leietageren interessert i å fastsette et mer ambisiøst energimål og ønsker å se hvilke tiltak som kan være aktuelle. Hensikten med denne studien er å vise effekten av ulike tiltak i forhold til beregnede netto energibehov og levert energi.

Energiberegningene som er kjørt er basert på informasjon som ligger i kravspesifikasjonene til Aibel og Hjøllnes Consult AS (RIV). I tillegg er notat om energistrategi for bygget fra Skanska AS som utbygger, lagt til grunn.

Energibehov, gitt oppgitt driftstilstand og intern varmelast, er beregnet til ca. 176 kWh/m²·år. Med forutsetning av at energiforsyningen blir basert på kombinert varmepumpe/kjølemaskin blir beregnet levert energi til 154 kWh/m²·år.

Beregnet energibehov er høyt i forhold til fremtidens krav til energieffektivitet for byggverk, til tross for at planlagt bygningskropp er energieffektiv. Årsaken til dette er høy intern varmelast fra lys og utstyr, som i sum gir et bidrag som overskuer alle andre postene i energibudsjettet (netto energibehov til lys og utstyr står for 110 kWh/m²·år av totalen på 176 kWh/m²·år). Så lenge interne laster (lys og utstyr) ikke berøres, blir disse postene dominerende for energibudsjettet og de fleste energieffektiviserende tiltak har liten betydning for den totale energibruken.

Beregninger gjennomført i denne studien viser at ved å redusere el.forbruk til utstyr, belysning og viftedrift er det mulig å halvere energibruken (kapittel 5.6).

2. Generell informasjon om bygget

Tilgjengelig informasjon om bygget på dette tidspunktet presenteres i dette avsnittet.

2.1. Adresse

Hagaløkkveien 28
1383 Asker

Asker er en forstadskommune på vestsiden av Oslo i Akershus fylke.

2.2. Byggeår

2010-2011 (byggestart mai 2010 - forventet ferdigstillelse 01.12.2011)

2.3. Beliggenhet

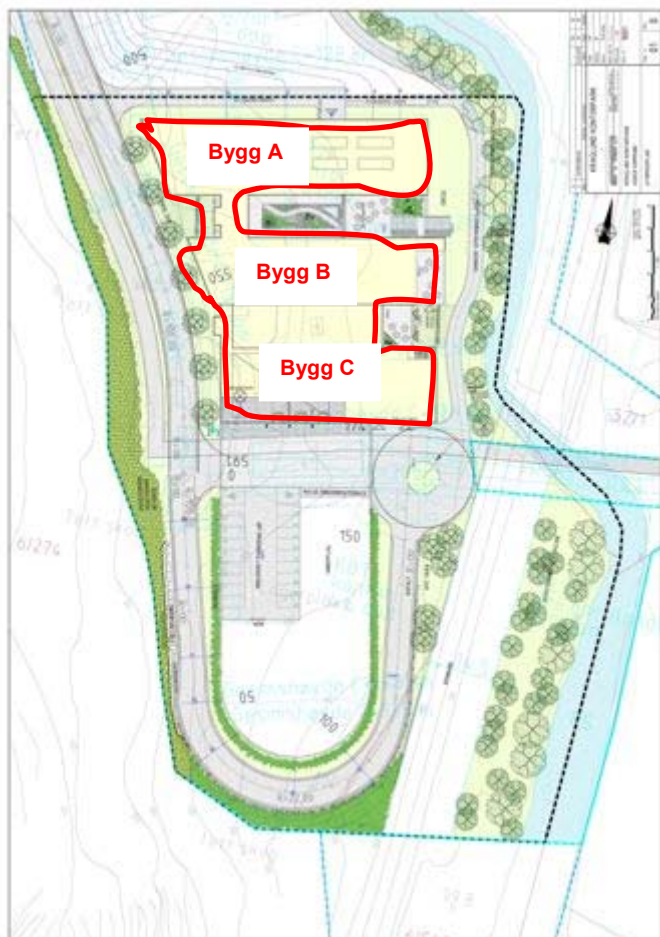
Det nye kontorbygget i Hagaløkkveien 28 vil ligge nokså sentralt i Asker, ca. 1 km syd for Asker sentrum, mellom jernbanestasjonene Asker og Bondivatn. Tomten ligger mellom Hagaløkkveien i vest og jernbanelinje/Askerelva i øst. Kontorbygget er det første byggetrinn for den nye Kraglund kontorpark.



Figur 1. Askersentrum, jernbanestasjon og Hagaløkkveien sett ovenfra. Den røde firkanten i den nedre delen av bildet viser tomstens plassering. (Flyfoto: Eniro Norge AS)

2.3.1 Orientering

Bygget er ganske kompakt og ser nesten firkantet ut ovenfra. Det består imidlertid av tre rektangulære fløy kalt Bygg A, Bygg B og Bygg C. Fløyene er parallelle i forhold til hverandre. De er koblet sammen med en glassgård (søndre- og midtfløy) samt gangbroer over et utvendig gårdsrom (midt- og nordre fløy). Hovedfasadene ligger mot nord og syd. De korte fasadene på hver fløy vil ligge mot øst og vest.



Figur 2. Utomhusplan for bygget i Hagaløkkveien 28. Byggets konturer er vist (Tegning: Landskapsarkitektene Berg & Dyring A/S)

2.3.2 Terrengskjerming

Bygget vil ligge fritt på en flat tomt. Skråningen med tett skog på vestsiden av bygget vil utgjøre en naturlig skjerming fra horisonten.

Bygget vil ikke ha noen høye nabobygninger etter ferdigstillelse. Det er likevel planlagt flere byggetrinn for den nye kontorparken, der det reises et nytt kontorbygg på sørsiden ved byggetrinn nummer to og et nytt kontorbygg på nordsiden ved et eventuelt ytterligere byggetrinn.

2.4. Eie- og driftsforhold

Eier: Ferd (<http://www.ferd.no>)

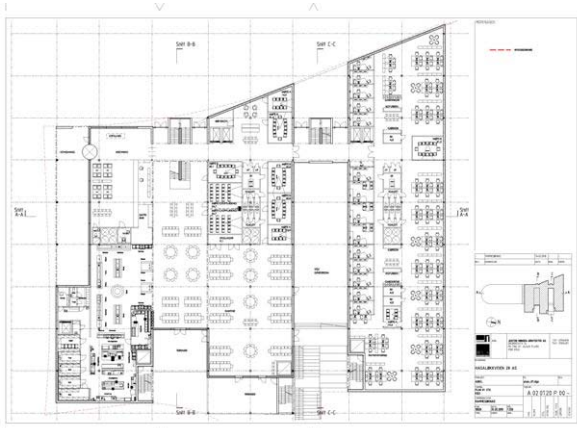
Utbygger: Skanska. (Kontaktperson: Svein Eriksen Svein.Eriksen@skanska.no Mob. 90 54 72 41)

Leietager: Aibel AS ønsker å samlokalisere sin virksomhet i Oslo-området og vil leie hele bygget.

3. Byggets utforming

Bygget går over 7 plan med 5 etasjer over bakkeplan og 2 underetasjer. Oppvarmet bruksareal er ca. 13.500 m². Bygget vil bestå i sin helhet av kontorer, med en kantine og storkjøkken på plan 1 og et trimsenter på U1. Parkeringsplasser ligger på U2.

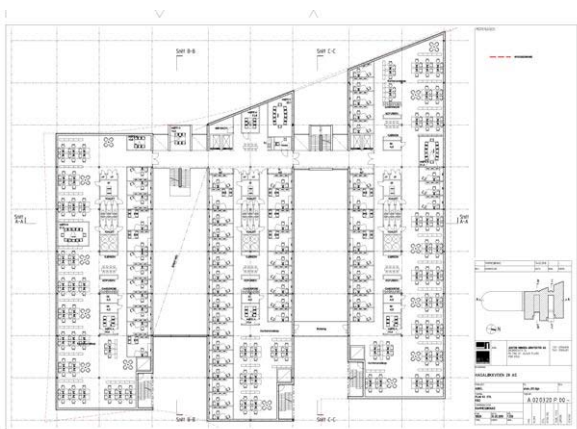
3.1. Plantegninger



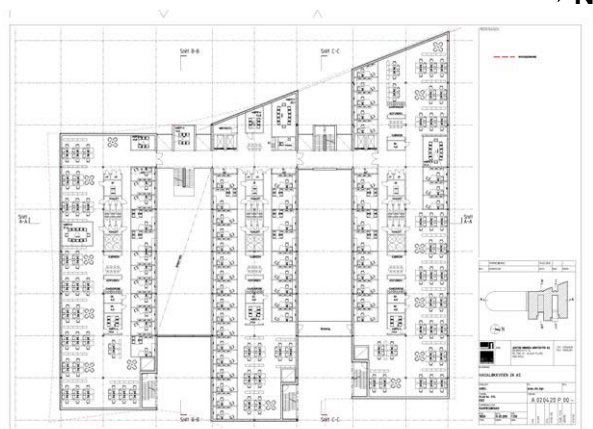
Plantegning 1.etasje – Storkjøkken, kantine, store møterom og kontorer



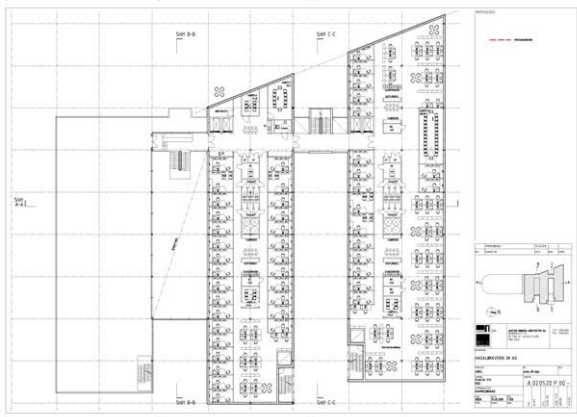
Plantegning 2.etasje – Kontorer med bokstavnavn for hver fløy



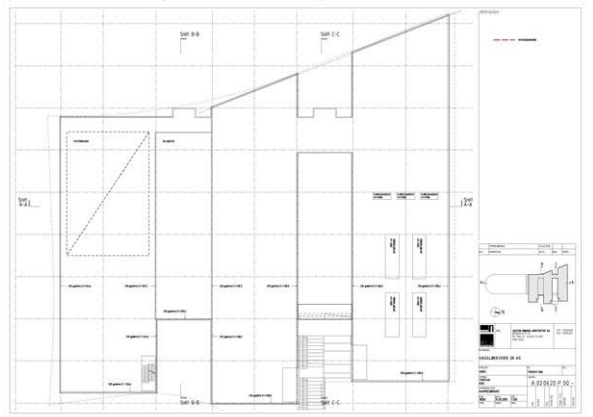
Plantegning 3.etasje – Kontorer



Plantegning 4.etasje - Kontorer



Plantegning 5.etasje – Kontorer

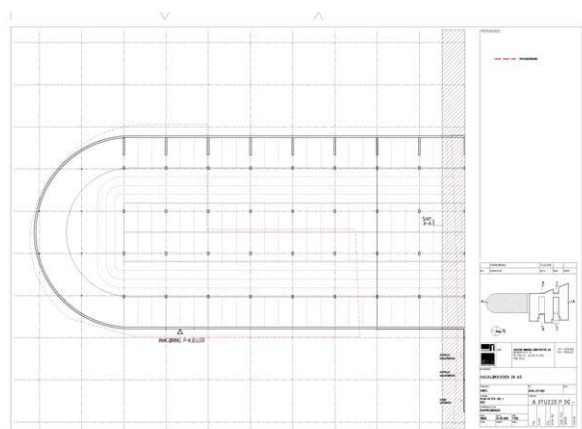


Plantegning tak

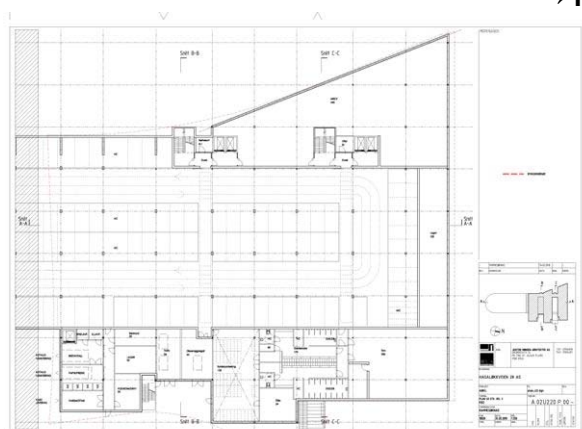
Figur 3. Plantegninger for etasjene over bakkeplan – Tegninger ved rammesøknad (Tegning: Jostein Rønsen Arkitekter AS)



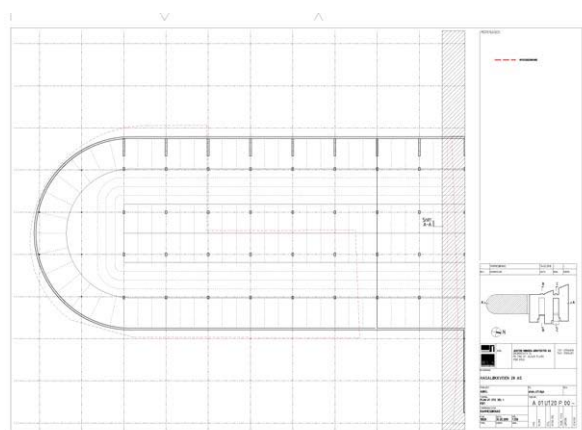
3.1.1 Under bakkeplan



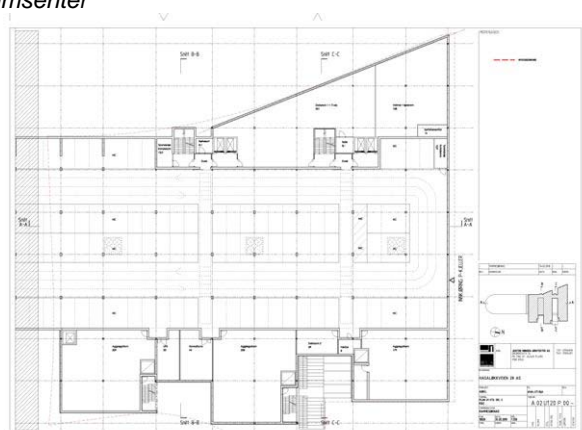
Plantegning U2, del 1 – kun parkeringsplasser



Plantegning U2, del 2 – Arkiv, parkeringsplasser, lager og trimcenter



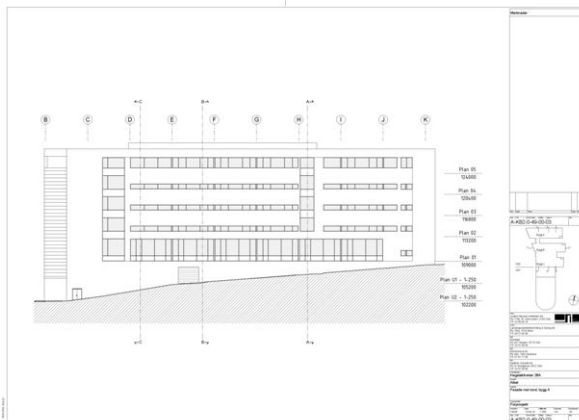
Plantegning U1, del 1 – kun parkeringsplasser



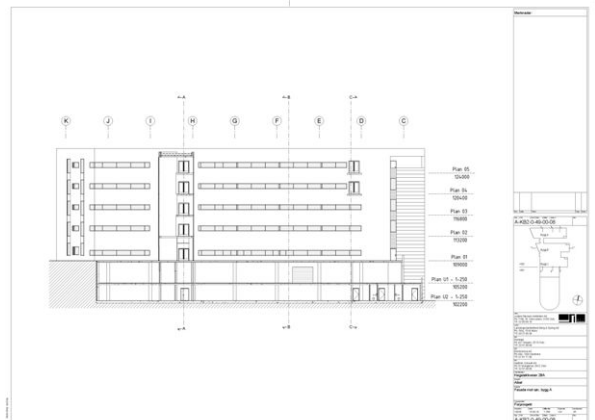
Plantegning U1, del 2 – Varmesentral, parkeringsplasser og ventilasjonsrom

Figur 4. Plantegninger for etasjene under bakkeplan – Tegninger ved rammesøknad (Tegning: Jostein Rønsen Arkitekter AS)

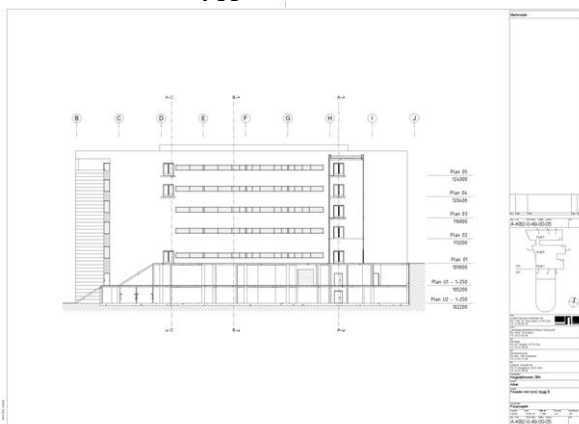
3.2. Fasadetegninger



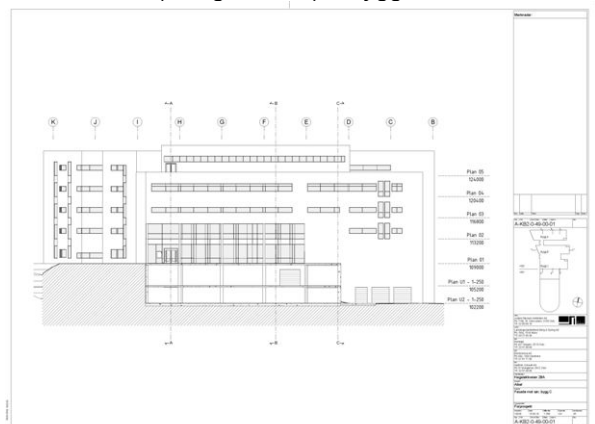
Fasade mot nord – Bygg A



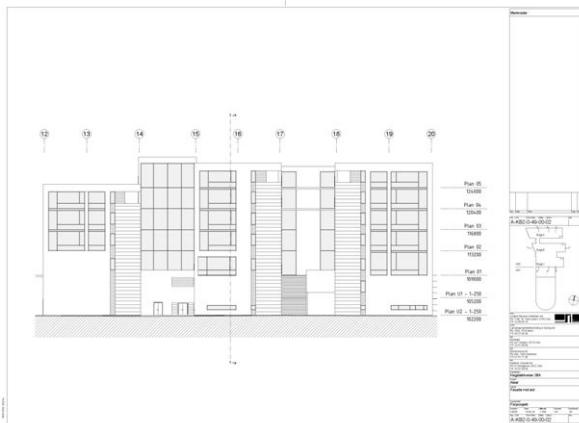
Fasade mot sør (mot gårdsrom) – Bygg A



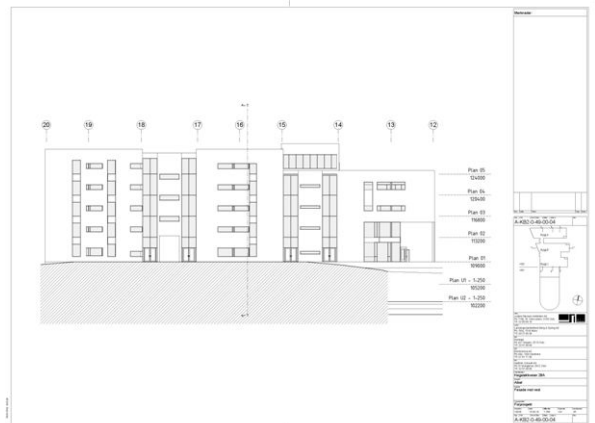
Fasade mot nord (mot gårdsrom) – Bygg B



Fasade mot sør – Bygg C



Fasade mot øst



Fasade mot vest

Figur 5. Fasadetegninger ved forprosjekt - Tegninger datert 15.04.2010 (Tegning: Jostein Rønsen Arkitekter AS)

4. Opprinnelig energimål (faktor 2)

4.1. Kravspesifikasjon for bygget

Leietager har definert i sin egen kravspesifikasjon at levert energi skal ligge ved 154 kWh/m²·år. Videre er det gitt føringer av betydning for energimålet i tilbudsforespørsel fra Hjellnes Consult AS.

4.2. Gjeldende energikrav

Energirammen for kontorbygg er 165 kWh/m²·år netto energibehov i TEK07. Bestemmelsen gjelder for alle bygg med rammetillatelse utstedt etter 01. august 2009, blant annet kontorbygget i Hagaløkkveien 28.

Rammen er nedjustert til 150 kWh/m²·år netto energibehov i TEK10. Energiforbruket i TEK10 trådte i kraft 01. juli 2010 med en overgangsperiode på ett år. Bygg med rammetillatelse utstedt i overgangsperioden kan følge energikravene fra enten TEK07 eller TEK10. Bygg med rammetillatelse utstedt etter 01. juli 2011 vil måtte følge energikravene fra TEK10.

Energiforbruket for yrkesbygg i TEK10 inneholder følgende endringer i forhold til TEK07:

- Nedjustering av energiramme på grunn av skjerpet krav til varmegjenvinnerens temperaturvirkningsgrad.
- Nytt minstekrav knyttet til isolasjon av tekniske installasjoner
§ 14-5. Minstekrav
(2) Rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningens varme- og distribusjonssystem skal isoleres for å hindre unødig varmetap.
- Ny minstekrav knyttet til fasadeutforming.
§ 14-5. Minstekrav
(3) I tillegg gjelder følgende minstekrav, med unntak for småhus:
a) U-verdi for glass/vindu/dør inkludert karm/ramme multiplisert med andel vindus- og dørareal av bygningens oppvarmede BRA skal være mindre enn 0,24.
b) Total solfaktor for glass/vindu (gt) skal være mindre enn 0,15 på solbelastet fasade, med mindre det kan dokumenteres at bygningen ikke har kjølebehov.
- Tallfestet krav til energiforsyning
§ 14-7. Energiforsyning
(1) Det er ikke tillatt å installere oljekjel for fossilt brensel til grunnlast.
(2) Bygning over 500 m² oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at minimum 60 % av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brenslers hos sluttbruker.
(3) Bygning inntil 500 m² oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at minimum 40 % av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brenslers hos sluttbruker.
(4) Kravet til energiforsyning etter annet og tredje ledd gjelder ikke dersom det dokumenteres at naturforhold gjør det praktisk umulig å tilfredsstille kravet. For boligbygning gjelder kravet til energiforsyning heller ikke dersom netto varmebehov beregnes til mindre enn 15 000 kWh/år eller kravet fører til merkostnader over boligbygningens livsløp.
(5) Boligbygning som etter fjerde ledd er unntatt fra krav om energiforsyning skal ha skorstein og lukket ildsted for bruk av biobrensel. Dette gjelder likevel ikke boenhet under 50 m² oppvarmet BRA eller bolig som tilfredsstiller passivhusnivå.

4.3. Samsvar mellom kravspesifikasjon og gjeldende energikrav

4.3.1 Sammenligning

Tabell 1. Sammenligning av forskriftens krav (både TEK07 og TEK10) med kravspesifikasjon for Hagaløkkveien 28

Forskrift	Forskriftens krav	Intensjon Hagaløkkveien 28	Samsvar mellom forskriften og intensjon?
TEK07			
Energiramme	Netto energibehov ≤ 165 kWh/m ² ·år	Lvert energi ≤ 154 kWh/m ² ·år	Ja ¹⁾
TEK10			
Energiramme	Netto energibehov ≤ 150 kWh/m ² ·år	Lvert energi ≤ 154 kWh/m ² ·år	Ja ¹⁾
Minstekrav	Isolasjon av rør, utstyr og kanaler	Isolasjon av tekniske rør, utstyr og kanaler inngår i tilbudsforespørsel fra Hjøllnes Consult AS	Ja
Minstekrav	Avindu * Uvindu $\leq 0,24$	Avindu= 20,7% Uvindu= 1,1W/m ² ·K Avindu * Uvindu =0,228	Ja
Minstekrav	Total solfaktor $g_t \leq 0,15$ på solbelastet fasade	Glasstype er ikke bestemt. Utvendig solavskjerming i form av persienner på alle solbelastede fasader/tak	Ja
Energiforsyning	Ikke fossilt brensel til grunnlast	Vann-til-vann varmepumpe basert på grunnvarme	Ja
Energiforsyning	Minimum 60 % av netto varmebehov kan dekkes med alternativ energiforsyning	Varmepumpe dimensjonert for å dekke 80% av rom- og ventilasjonsoppvarming, samt 100% av varmtvannsoppvarming og kjøling	Ja

¹⁾ Se resultat fra beregning i Tabell 6. Obs! Tallene er ikke direkte sammenlignbare. Energimål i forskriften er uttrykt i forhold til netto energibehov mens intensjon i kravspesifikasjon er uttrykt med lvert energi. Videre opererer forskriften med normerte driftsbetingelser mens kravspesifikasjon refererer til tiltenkt reelle driftsbetingelser.

4.3.2 Kommentar

Å dele energibruken for en typisk kontorbygning av i dag med en faktor 2 anses ikke som et ambisiøst energimål. Et netto energibehov lik 150 kWh/m²·år blir forskriftskrav for alle kontorbygg med rammetillatelse utsted etter 01. juli 2011.

Bygget i Hagaløkkveien 28 vil stå ferdig i 2011. Bygget bør ved ferdigstillelsesdato være i samsvar med kravene til energieffektivitet og energiforsyning fra TEK10, for å ikke fremstå som utdatert. Tabell 1 viser at alle skjerpelser fra TEK10 kan oppfylles.

Det må samtidig bemerkes at få eksisterende kontorbygninger i Norge kan flagge med et reelt energibehov i overensstemmelse med bestemmelsene fra TEK10, blant annet fordi det reelle klimaet og de reelle driftsbetingelser avviker fra de normerte betingelser fra NS 3031.

4.4. Sammenligning med eksisterende bygninger

Kravspesifikasjon fra leietager, og avledete kravspesifikasjoner fra VVS-rådgiver Hjellnes Consult, gir føringer som er av høy betydning for energibruken i bygget. I det følgende er det gjort en øvelse der kontorbygget i Hagaløkkveien 28 sammenlignes med to kontorbygninger, Aibel-bygget i Sandnes og Bravida-huset i Fredrikstad, der energibruk er målt lik hhv. 131 og 140 kWh/m²·år. Hensikten med øvelsen er å avdekke evt. motsigelser mellom kravspesifikasjon og det opprinnelige energimålet. Sammenligningen er todelt: først sammenlignes bygningskroppen, deretter sammenlignes de tekniske installasjonene. Tallene som vises i tabellene nedenfor for Aibel-bygget og Bravida-huset er hentet fra en tidligere studie i regi av LECO [2].

4.4.1 Bygningskropp

Tabell 2. Byggeår, antall graddager og varmetap

Parameter	Enhet	Bygg		
		Aibel	Bravida	Hagaløkkveien 28
Navn		Aibel	Bravida	Hagaløkkveien 28
Sted		Sandnes	Fredrikstad	Asker
Antall graddager Normal 61-90		3.565	3.885	4.335
Byggeår		2006	2002	Planlagt ferdig 2011
U-verdi gulv	[W/(m ² ·K)]	0,14	0,15	0,08
U-verdi vegg	[W/(m ² ·K)]	0,22	0,20	0,18
U-verdi yttertak	[W/(m ² ·K)]	0,16	0,20	0,13
Vindu:				
U-verdi	[W/(m ² ·K)]	1,25	1,60	1,10
g-verdi glass	[%]	33	48	33
lystransmisjon	[%]	48	71	66
Glassfelter:				
U-verdi	[W/(m ² ·K)]	-	1,40	1,10
g-verdi glass	[%]	-	32 (øst) 60 (vest)	33
Lystransmisjon	[%]	-	60 (øst) 80 (vest)	66
Glasstak:				
U-verdi	[W/(m ² ·K)]	1,60	1,40	n.a.
g-verdi glass	[%]	56	60	n.a.
Normalisert kuldebroverdi	[W/(m ² ·K)]	0,06	0,12	0,06 (mål)
Lekkasjetall ved 50Pa, n ₅₀	[h ⁻¹]	1,00	1,5 (TEK 1997)	1,0 (mål)
Varmetapstall uten ventilasjon	[W/(m ² ·K)]	0,41	0,71	0,49 ¹⁾
Varmetapstall	[W/(m ² ·K)]	0,84 ²⁾	1,25 ²⁾	1,03 ³⁾

1) Er glasstak inkludert i arealoversikt fra arkitekten?

2) Varmetapstallet som vises er varmetapstall ved reelle driftsbetingelser (reelle luftmengder og reell driftstid for ventilasjonsaggregatene).

3) Varmetapstallet som vises er beregnet med en luftmengde lik 10m³/h.m² i brukstiden og 3m³/h.m² utenom brukstiden. Brukstiden tilsvarer 3120 timer i løpet av et år (12 timer * 5 dager * 52 uker)

Alle bygningsdeler for kontorbygget i Hagaløkkveien har en bedre isoleringsevne enn Aibel-bygget og Bravida-huset. Videre er intensjonen om å oppnå like gode verdier som Aibel-bygget for normalisert kuldebroverdi og for lekkasjetallet. Varmetapstallet *uten ventilasjon*, m.a.o. varmetapstallet som gjenspeiler kun bygningskroppen, er ca. 20% høyere for bygget i Hagaløkkveien enn Aibel-bygget, dette til tross for at bygget i Hagaløkkveien har like gode eller bedre bygningskomponenter enn Aibel-bygget. Aibel-bygget har imidlertid en svært kompakt bygningsform som gir uttelling i form av et lavt varmetapstall *uten ventilasjon*. Sammenligningen viser hvor gunstig en kompakt bygningskropp kan være for varmetapstallet *uten ventilasjon*.

Varmetapstallet, der ventilasjonsluftmengden og driftstiden for ventilasjonsaggregatene er medregnet, er, på samme måte som varmetapstall *uten ventilasjon*, ca. 20% høyere for bygget i Hagaløkkveien enn

Aibel-bygget. Dette skyldes, utover den kompakte bygningskroppen til Aibel-bygget, at ventilasjonsluftmengdene som brukes for Hagaløkkveien er høyere enn de som benyttes i Aibel-bygget.

Tabell 3. Bygningsform

Parameter	Enhet	Bygg		
Navn		Aibel	Bravida	Hagaløkkveien 28
Bygningsform		Nesten kvadratisk	Rektangulær	Består av 3 fløy
Orientering hovedfasadene		Øst - vest	Øst – vest	Syd – nord
Beliggenhet		Fritt uten tilliggende nabobygg	Fritt uten tilliggende nabobygg	Fritt uten tilliggende nabobygg
Antall etasjer over bakkeplan		6	3	5
Antall underetasjer		1	0	2
Oppvarmet bruksareal (BRA)	[m ²]	23.300	5.677	11.821 ¹⁾ 13.500 ²⁾
Oppvarmet romvolum	[m ³]	80.680	17.785	41.924 ¹⁾
Fasadeareal, inkludert glass- og vindusareal	[m ²]	5.262	3.045	6.557 ¹⁾
Samlet glass-, vindus- og dørareal	[m ²]	2.816	1.081	2.452 ^{1) 3)}
Antall faste arbeidsplasser		1.000	92	754
Fasadeareal / Oppvarmet romvolum	[m ² /m ³]	0,065	0,171	0,156
Surface-to-volume ratio	[m ² /m ³]	0,16	0,41	0,31
Samlet glass-, vindus- og dørandel	[%]	12,08	19,0	20,7 (11.821) 18,2 (13.500)
Arealeffektivitet	[m ² /arb.pl.]	23,3	61,7	15,7 (11.821) 17,9 (13.500)

¹⁾ Arkitekt-underlag datert 26.mars 2010.

²⁾ Arkitekt-underlag datert 15/26.april 2010

³⁾ Det er uklart om glasstaket er inkludert i total glassareal på 2.452m² oppgitt av arkitekt. Glasstak har følgende dimensjoner: 28,8m * 9,6m og utgjør 276,48m² (tilsvarende en økning på ca. 10% hvis ikke inkludert i totalen).

Informasjon fra Tabell 3 viser at bygget i Hagaløkkveien blir mindre kompakt enn Aibel-bygget og litt mer kompakt enn Bravida-huset. Vindusandel ligger rundt 20% av gulvareal.

Hvis den endelige planløsningen samsvarer med eksisterende arkitekttegninger, vil bygget i Hagaløkkveien være svært arealeffektivt (mellom 15,7 og 17,9 m² per arbeidsplass). En høy person-tetthet kan gjenspeile seg i en høy spesifikk energibruk (uttrykt i kWh/m² per år). Men å bygge arealeffektivt er et energieffektivt tiltak i det man bruker et mindre areal for å oppfylle en gitt funksjon.

4.4.2 Tekniske installasjoner

Tabell 4. Energiforsyning, oppvarming, ventilasjon og kjøling

Parameter	Enhet	Bygg		
Navn		Aibel	Bravida	Hagaløkkveien 28
Energiforsyning		Fjernvarme Fjernkjøling Elektrisitet	Varmepumpe Oljekjel Solfanger (ikke i bruk) Elektrisitet	Varmepumpe Back-up oppvarming? Elektrisitet
Vannbåren varme		Ja	Ja	Ja
Oppvarming				
Ønsket romtemperatur	[°C]	I området 20-23°C	I gjennomsnitt 23°C	Min 20°C Maks 24°C Natt 15°C
Ventilasjon				
Spesifikk luftmengde i brukstiden	[m ³ /(h·m ²)]	8,6	7,4	Kontor: 12 Møterom: 20 80% samtidighet
Spesifikk luftmengde utenfor brukstiden	[m ³ /(h·m ²)]	Redusert kapasitet 0,86 ¹⁾	0	Min. innstilt verdi (forutsatt 30% av dimensjonerende luftmengde?)
Brukstid	[timer/uke]	85	75	60
Styring		Behovsstyring Bevegelsesdetektor i cellekontorer CO ₂ -føler i landskap	Behovsstyring Bevegelses-detektor i cellekontorer	Behovsstyring Bevegelsesdetektor i cellekontorer CO ₂ -føler i landskap +temperaturføler
Kanalføring for avtrekksluft		Ingen kanalføring	Tradisjonell kanalføring	n.a.
Type varmegjenvinner		Econet	Roterende	Kantine: kryss Kontor: roterende
Temperatur-virkningsgrad på varmegjenvinner, gjennomsnitt	[%]	64 (nominell verdi)	61 (registrert ved SD- anlegg)	Kantine: 65 Kontor: 80
Antatt SFP	[kW/(m ³ /s)]	2,0	2,0	2,0
Kjøling				
Lokal romkjøling		Nei	Ja	Ja
Kan oppvarming og kjøling benyttes samtidig?		Nei	Nei	Nei

1) Tallet gjenspeiler en teoretisk betraktning og er ikke etterprøvd med målinger.

Ventilasjon

Planlagte luftmengder for bygget i Hagaløkkveien er høyere enn det som er i bruk både i Aibel-bygget og i Bravida-huset. Kravspesifikasjon oppgir at det er lagt til grunn 80% samtidighet. Luftmengde i kontorarealer vil da ligge rundt 10 m³/h·m² (12 * 0,8 = 9,6 m³/h·m²). Ut i fra luftmengde som vises i Tabell 4 vil energibruken knyttet til ventilasjon utgjøre en større del av energibudsjettet i Hagaløkkveien enn i Aibel-bygget og i Bravida-huset.

Kravspesifikasjon fra Aibel opererer med et minimum årsvirkningsgrad lik 80% for roterende varmegjenvinnere. Verdien brukes videre i beregningene. Vi bemerker likevel at leverandørene måler virkningsgraden under ideelle driftsforhold og det kan være vanskelig å oppnå så høy virkningsgrad under reelle driftsforhold. Verdien er mye bedre enn virkningsgraden i både Aibel-bygget og Bravida-huset.

Tabell 5. Elektrisk belysning, utstyr og tilstedeværelse

Parameter	Enhet	Bygg		
Navn		Aibel	Bravida	Hagaløkkveien 28
Belysning				
Installert effekt	[W/m ²]	10	7,1	15
Styring		Bevegelses-detektor i cellekontorer	Bevegelses-detektor i cellekontorer Manuell stryking i korridor og gangarealer	Behovs- styring Bevegelses-detektor i cellekontorer
Utstyr				
Installert effekt Kontor	[W/m ²]	6	2	20
Installert effekt Serverrom	[kW]	50	20 (antatt)	0 (datasentral er ute av huset)
Tilstedeværelse				
Brukstid	[timer/uke]	85	40	60 (12 timer, 5 dager i uken)

For Hagaløkkveien er det planlagt mye høyere effekt til lys og utstyr i kontorarealer enn det som er i bruk i både Aibel-bygget og Bravida-huset.

Belysning

Kravspesifikasjon fra Aibel nevner at belysningsarmatur skal være av type T5, LED eller lignende, men opererer med en effekt på 15W/m² som tilsvarer eldre armaturer. Det har tidligere vært vanlig å montere to lysrør à 72W (type T8) for et cellekontor på 10m². Med T5 lysrør er det mulig å oppnå like gode belysningsforhold med to lysrør à 39W. Med LED-armaturer vil installert effekt være enda mindre. For belysning inneholder kravspesifikasjon en motsigelse mellom oppgitt armaturtype og oppgitt installert effekt. Beregnet energibehov og levert energi som vises i Tabell 6 er basert på effekten oppgitt i kravspesifikasjon (15W/m²). I kapittel 5 diskuteres hvordan denne effekten kan reduseres.

Utstyr

For datautstyr nevner kravspesifikasjon fra Aibel at kontorarealer skal dimensjoneres med 1 stk. PC per arbeidsplass og en effekt på 200W. Med en tetthet i landskapsarealer lik 10m²/ arbeidsplass vil installert effekt ligge på 20W/m². Kravspesifikasjon fra Hjellnes Consult opererer med en veiledende internlast på 50W/m² i åpent landskap. Det siste tallet er svært høyt, og gjenspeiler ikke dagens utvikling der installert effekt til datautstyr forsøkes redusert i nyere bygg med fokus på energibruk. For eksempel ble Storebrand oppmerksom på konsekvens ved valg av datautstyr som skulle inn i det nyere kontorbygget Lysaker Park (energimerke klasse B, innflyttingsklar i september 2009). Kriterier som andel bærbare datamaskiner kontra andel stasjonære samt styringsmulighet for av-, på- og dvalemodus ble tatt i betraktning sammen med ytelse. Resultatene av simulering presentert i Tabell 6 er basert på 20W/m². I kapittel 5 diskuteres hvordan denne effekten kan reduseres. Det bør bemerkes at Aibel-bygget i Sandnes brukes av Aibel, slik kontorbygget i Hagaløkkveien kommer til å gjøre, og at i det eksisterende bygget kan det vises til lavere installert effekt enn det man opererer med i kravspesifikasjonene.

Tabell 6. Levert energi og netto energibehov

Parameter	Enhet	Bygg		
		Aibel	Bravida	Hagaløkkveien 28
Navn		Aibel	Bravida	Hagaløkkveien 28
Sted		Sandnes	Fredrikstad	Asker
Klimasone iht. byggeforskrift av 1969 ¹⁾		Sone IV	Sone III	Sone III
Antall graddager Normal 61-90		3.565	3.885	4.335
Levert energi, planlagt	[kWh/(m ² ·år)]	108 ²⁾	100	154
Levert energi, målt	[kWh/(m ² ·år)]	131 ³⁾	140	-
Levert energi, termisk formål	[kWh/(m ² ·år)]	46	36	-
Levert energi, el.spesifikk	[kWh/(m ² ·år)]	85	104	-
Levert energi, graddagskorrigert	[kWh/(m ² ·år)]	134	144	-
Levert energi, simulert	[kWh/(m ² ·år)]	132	144	154
Netto energibehov Reelle driftbetingelser	[kWh/(m ² ·år)]	126	194	176
Netto energibehov ved normert drift og Oslo klima ⁴⁾	[kWh/(m ² ·år)]	171	227	143
Netto energibehov ved normert drift ≤165kWh/(m ² ·år)? ⁵⁾		Nei	Nei	Ja
Netto energibehov ved normert drift ≤ 150kWh/(m ² ·år)? ⁶⁾		Nei	Nei	Ja

- 1) I byggeforskrift av 1969 har sone I det kaldeste klima og sone IV det mildeste.
- 2) Aibel-bygget var planlagt med en vanlig driftstid på 60 timer i uken. Driftstiden er i realiteten betydelig høyere med 85 timer i uken. Dette forklarer avvik mellom planlagt levert energi og målt levert energi.
- 3) Målt levert energi med reell driftstid.
- 4) Netto energibehov ved normerte driftsbetingelser og Oslo klima iht. NS3031:2007 ved kontrollberegning mot TEK07.
- 5) Netto energibehov ved normerte driftsbetingelser og Oslo klima iht. NS3031:2007 ved kontrollberegning mot TEK07 sammenlignes med kravnivået for kontorbygg fastsatt i TEK07. Ved dette spørsmålet kontrolleres at bygget tilfredsstiller myndighetenes krav til energibruk, dersom det hadde vært bygget etter at TEK07 trådte i kraft (uten å ta hensyn til paragraf 8.2 c) minste krav).
- 6) Netto energibehov ved normerte driftsbetingelser og Oslo klima iht. NS3031:2007 ved kontrollberegning mot TEK10 sammenlignes med kravnivået for kontorbygg fastsatt i TEK10.

Bygningskroppen til det nye kontorbygget i Hagaløkkveien er ikke like kompakt som Aibel-bygget. Likevel er isolasjonsnivået i bygningsskallet høyt nok til at forskriftskravet til energieffektivitet oppfylles (både TEK07 og TEK10).

5. Utvidet energimål

5.1. Åtte grep

Skanska utarbeidet i september 2009 et notat ved navn *Energistrategi Kraglund kontorbygg* som gjelder energistrategi for kontorbygget i Hagaløkkveien 28.

Notatet fremmer åtte grep som må ivaretas for å bygge energieffektivt. Disse er:

1. Optimal utforming og plassering av bygningen
2. God lufttetthet
3. God varmeisolasjon
4. Effektiv ventilasjon med varmegjenvinning
5. Redusert el-bruk til utstyr og belysning
6. Passiv oppvarming og kjøling
7. Bevisstgjøring av energiforbruk for brukere og driftspersonalet
8. Valg av miljøvennlig og effektivt energiforsyningssystem

Tabell 7 viser hvordan disse "Åtte grep" kan måles ved bestemte parametre og hvorvidt de er blitt ivaretatt så langt i prosjektet. Tabellen inneholder kommentarer for de forskjellige parametre. Tekst i *kursiv* kan tolkes som nåværende konklusjon for det aktuelle parameter.

Tabellen går over flere sider. Kommentarer som er ført utenfor tabellen er av en mer generell karakter og ikke direkte relatert til Hagaløkkveien 28.

Tabell 7. Total vurdering "Åtte grep"

Grep 1. Optimal utforming og plassering av bygningen	
Surface-to-volume ratio = 0,31	Kommentarer Surface-to-volume ratio < 0,2 anses som svært energieffektivt. Verdien 0,31 kan bedømmes som energieffektiv. <i>Utformingen anses som låst på nåværende tidspunkt.</i>

Grep 2. God lufttetthet	
Lekkasjetall. Fastsatt mål for n_{50} = 1,0 oms/t.	Kommentarer Det er ikke mulig å forutsi lekkasjetallet. Sluttresultatet er avhengig av utførelsen på byggeplassen. Målet som er fastsatt her er lavere enn forskriftens krav og kan sies å være ambisiøst. Det er mulig å oppnå lavere tall enn 1,0 oms/t., men energibudsjettet bør helst baseres på et "konservativt" anslag. <i>Det brukes 1,0 oms/t i beregningene. Betydning av et lavere lekkasjetall simuleres (0,8 og 0,6 oms/t.)</i>

Grep 3. God varmeisolasjon	
U-verdi vegg 0,18 W/(m ² ·K)	Kommentarer Forskriftsnivå TEK07 og TEK10. <i>Isolasjonsnivået til veggene anses som låst på nåværende tidspunkt og U-verdi lik 0,18 W/(m²·K) brukes i beregningene.</i>
U-verdi gulv 0,08 W/(m ² ·K)	Kommentarer Passivhusnivå. Det er uklart hvilket gulv dette gjelder for. Gulvet til første plan er etasjeskilleren mellom parkeringsplan i U1 og 1.etasje. <i>Beregningene kjøres med en U-verdi lik 0,25 W/(m²·K) og en vintertemperatur i U1 på 10°C.</i>
U-verdi yttertak 0,13 W/(m ² ·K)	Kommentarer Forskriftsnivå TEK07 og TEK10 <i>Isolasjonsnivået til yttertak anses som låst på nåværende tidspunkt og U-verdi lik 0,13 W/(m²·K) brukes i beregningene.</i>
Normalisert kuldebroverdi lik 0,06W/(m ² ·K)	Kommentarer Intensjon iht. forskriftsnivå TEK07 og TEK10. <i>Det er behov for detaljert beregning ved overgangsdetaljer.</i>
U-verdi vinduer 1,1 W/(m ² ·K)	Kommentarer Varmetapstall uten ventilasjon er lik 0,49 W/(m ² ·K) og vinduene/glassfelt utgjør 0,23 W/(m ² ·K), altså 47% av varmetapstallet uten ventilasjon. Ved å velge vinduer med U-verdi lik 0,8 W/(m ² ·K) kan varmetapstallet uten ventilasjon reduseres til 0,43 W/(m ² ·K). Vinduene/glassfelt utgjør da 0,17 W/(m ² ·K), altså 39% av varmetapstallet uten ventilasjon. <i>Valg av vindustyper anses som IKKE låst. Energiberegningene kjøres med forskjellige U-verdier for vinduene.</i>
20% glassandel	Kommentarer Glassandelen ligger på ca. 20% og kan sies å være fornuftig. Vindushøyden mot kontorarealer er vanskelig å redusere av hensyn til dagslysbehov. Vindusfeltene mot syd og vest i 1.etasje kan evt. bygges med brystning. Glassfeltene mot glassgård anses som vanskelig å endre av hensyn til behov for dagslysinntrenging til de innvendige arealene. <i>Er fasadetegningene låst på nåværende tidspunkt? Eksisterende fasadetegninger brukes i beregningene. Betydning av mindre vindushøyder på plan 1 simuleres.</i>

Grep 4. Effektiv ventilasjon med varmegjenvinning	
Materialvalg	<p>Kommentarer Valg av lavemitterende materialer/behandlinger av alle overflater er et forskriftskrav i TEK10 (§ 13-1. Generelle krav til ventilasjon, ledd 2, Pkt g. Materialer og produkter skal ha egenskaper som gir lav eller ingen forurensning til inneluften)</p> <p>Materialvalget er foreløpig ukjent. Kravet må videreformidles til materialleverandørene. Det er behov for dokumentasjon av emisjoner fra materialet.</p> <p>Etterbehandlings- og rengjøringsprosedyrer, samt prosesser, vil også kunne påvirke ventilasjonsbehovet og må velges, i likhet med materialene, slik at de gir minst mulig uønskede emisjoner til inneluften.</p> <p><i>Luftmengde i brukstid er satt lik $10\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ i beregningene, dvs. 80% av dimensjonerende luftmengde på $12\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$.</i></p> <p>Materialvalget kan tillate mindre ventilasjonsmengder enn det som brukes i beregningen. Parameter er vanskelig å kontrollere og er derfor ikke medregnet. Verdien på $10\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ tilfredsstillende ventilasjonsbehovet for "ikke lavt forurensende bygning" oppgitt i NS-EN 15251:2007</p>
Behovsstyrt ventilasjonsanlegg	<p>Kommentarer Kravspesifikasjon fra Hjeltnes Consult nevner at alle rom og soner i prinsippet har behovsstyrt ventilasjon.</p> <p>Hensikten med å bruke behovsstyring for driften av ventilasjonsanlegget er prisverdig. Det finnes imidlertid forskjellige styringsprinsipper for ventilasjonsanlegg med behovsstyring (timer, trykkstyring, mengderegulering, kontinuerlig innregulering osv.). Disse har ulik effektivitet, både i forhold til den totale luftmengden som går gjennom viften og i forhold til luftmengdene som blir fordelt til hvert rom.</p> <p>Frekvensen som viftemotoren opererer med er som regel registrert i SD-anlegget og kan omregnes til den totale luftmengden som går gjennom viften. Men det finnes lite dokumentasjon om luftfordelingen mellom rommene i bruksfasen er slik den var tenkt i prosjekteringsfasen. Byggherren må forsikre seg at SD-anlegget leveres med mulighet for kontroll av den totale luftmengden gjennom viften og kontroll av luftmengde til hver rom (i det minste med mulighet for avlesning av spjeldposisjon til enhver tid), slik at man legger til rette for ettersvaluering av dette tiltaket.</p> <p><i>Luftmengde i brukstid er lik $10\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ i beregningene, dvs. 80% av dimensjonerende luftmengde på $12\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$. Potensialet for behovsstyring utenom brukstiden beregnes for noen alternativer.</i></p>
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for gjenvinnere = 80%	<p>Kommentarer Kravspesifikasjonene fra Aibel og Hjeltnes Consult nevner at minimum virkningsgrad skal være 80%. Det er uklart om kravspesifikasjonene refererer til <i>årsgjennomsnittlig</i> temperaturvirkningsgrad for gjenvinnere.</p> <p>En årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad lik 80% tilsvarer forskriftsnivå i TEK10. Det finnes lite dokumentasjon på at så høy virkningsgrad oppnås over tid ved reelle driftsforhold. Byggherren må forsikre seg at leverandøren kan dokumentere/garantere at den årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad blir 80% ved reelle driftsforhold.</p> <p><i>En årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad lik 80% brukes i beregningene.</i></p>

Kommentar til grep 4:

Å benytte et effektivt ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning og behovsregulering er et ønske for alle bygg av nyere dato med ambisiøse energimål. De tre tiltakene som er listet over omfattes i mange tilfeller av byggherrens eller konsulentens kravspesifikasjon. Det er enighet om at de er nødvendige for at ventilasjonsanleggene blir energieffektive i fremtiden. Likevel er likhetstegn for alle tre tiltakene at de er lettere å beskrive enn å gjennomføre. Det første tiltaket som angår materialvalg er krevende å følge opp under prosjektering, ved utførelse og i driftsfasen. Tiltakene relatert til behovsstyring av ventilasjonsanlegg må prosjekteres nøyaktig slik at utførelsen ikke byr på overraskelser. Slike systemer kan være vanskelig å innregulere ved feilplassering av komponenter. Den totale luftmengden gjennom viften og luftmengden til hvert rom må kunne overvåkes ved reelle driftsforhold slik at eventuelle feil

eller mangler oppdages og rettes opp. Temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinnere i ventilasjonsaggregatet er avhengig av produktet som velges og verdien som legges til grunn for energiberegningene må kunne dokumenteres og etterprøves.

Grep 5. Redusert el-bruk til utstyr og belysning	
SFP-faktor på maks 1,5 kW/(m ³ /s)	<p>Kommentarer Kravspesifikasjon fra Hjøllnes Consult nevner at luftbehandlingsanleggene skal ha SFP-faktor ved dimensjonerende luftmengde mindre eller lik 2,0 kW/(m³/s) ved nye filter og 300Pa eksternt trykkfall. Siden ventilasjonsanleggene skal behovsstyres kan man forvente at SFP vil ligge under 2,0 kW/(m³/s) ved vanlig drift. Kravspesifikasjon fra Hjøllnes Consult nevner imidlertid ikke målet på 1,5 kW/(m³/s).</p> <p>For å oppnå SFP lik 2,0 kW/(m³/s) ved igangsetting av ventilasjonsanlegget må det prosjekteres for en lavere SFP (ta høyde for uforutsette endringer ved utførelse). Videre er det behov for å beregne eksternt trykkfall i prosjekteringsfasen.</p> <p>Hensikten med behovsregulering av ventilasjon er å redusere energibruk til klimatisering av ventilasjonsluften, energibruk til viftedrift og energibruk til øvrig drift av luftbehandlingsanlegget. NS 3031 tillater at gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden reduseres med 20% i forhold til dimensjonerende luftmengde hvis ikke nærmere beregninger eller simuleringer gjøres. Formelverk fra NS 3031 der vifteeffekten kan beregnes ut i fra forholdet mellom ventilasjonsluftmengde i driftstiden og dimensjonerende luftmengde er uavhengig av reguleringsprinsippet som velges (trykkstyring, mengderegulering eller kontinuerlig innregulering) og virker unøyaktig. Reell energibruk til viftedrift som funksjon av tilført luftmengde er sjelden målt og er lite dokumentert. Følgende spørsmål trenger avklaring: Hvilket styringsprinsipp skal velges? Byggherren må forsikre seg at leverandøren av ventilasjonsanlegget og leverandøren av automatikken kan dokumentere/garantere den reelle energibruken til viftedrift, og at SD-anlegget leveres med mulighet for måling av vifteeffekt og måling av den totale luftmengden gjennom viften.</p> <p><i>Energiberegningene kjøres med forskjellige SFP-faktorer. Men det beregnes med uendret effektuttak ved viften i brukstiden.</i></p>
SPP-faktor på maks 1,0 kW/(l/s)	<p>Kommentarer <i>Energiberegningene kjøres med SPP-verdiene oppgitt i NS3031, tillegg I.</i></p> <p>Standarden opererer med SPP-faktor lavere enn 1,0 kW/(l/s).</p>
Energibruk til belysning 15 kWh/m ² .år Installert effekt 5 W/m ² Energibruk til utstyr 34 kWh/m ² .år Installert effekt 11 W/m ² Sum lys og utstyr = 49 kWh/m ² .år	<p>Kommentarer Målte verdier fra Miljøbygget i Prof. Brochs gt. 2 (tatt i bruk i september 2009) viser at el. forbruk til hhv. belysning og stikkontakter varierer fra 10 til 22 kWh/m².år (belysning) og fra 12 til 32 kWh/m².år (øvrig el) mellom de forskjellige kontorarealene.</p> <p>Det finnes en etasje i Miljøbygget der sum lys og utstyr er lik ca. 27 kWh/m².år. Det er fullt mulig å ha et lavere el.forbruk til lys og utstyr enn 49 kWh/m².år. Trenden går mot lavere forbruk til disse formålene. Det må imidlertid tas høyde for at en andel spesifikk el.forbruk som er nødvendig for å drifte bygget, ikke oppstår i arealene dedikert til arbeidsplasser (for eksempel datasentral, nødlis, heis osv.). Dette forbruket påvirker ikke varmebalansen som energiberegningene bygger på men er likevel tilstedet og vil bli målt når energibruken i driftsfasen kontrolleres.</p> <p><i>Valg av belysningsarmatur og datautstyr anses som IKKE låst. Energiberegningene kjøres med forskjellige interne belastninger.</i></p>

Grep 6. Passiv oppvarming og kjøling	
Eksponert betongtak	<p>Kommentarer Tiltaket er tatt i bruk i noen nyere energieffektive prosjekter for å dempe temperatursvingninger i bygget, blant annet i Miljøbygget i Prof. Brochs gt. 2 i Trondheim og i det nye kontorbygget til Bellona i Oslo. Erfaringer så langt fra Miljøbygget viser at det ikke er behov for kjøling utover ventilasjonskjøling i vanlige kontorarealer.</p> <p><i>Valg av himlingstype anses som IKKE låst. Energiberegningene kjøres med forskjellige dekningsprosjenter for betongdekke.</i></p>
Utvendig solskjerming	<p>Kommentarer <i>Utvendig solskjerming brukes i beregningene. Disse har automatisk styring og går ned når solintensiteten på fasaden er høyere enn 200W/m².</i></p>

Grep 7. Bevisstgjøring av energiforbruk for brukere og driftspersonalet	
Valg av vaktmester eller vaktmestertjeneste	<p>Kommentarer Erfaring fra Bassengbakken [2] viser at en oppvakt vaktmester kan påvirke den reelle energibruken. Byggherren må sørge for at et system for energioppfølging etableres og brukes.</p> <p><i>Energiberegningene kjøres med optimal driftsstyring.</i></p>
Informasjonsstrategi til brukere	<p>Kommentarer Hvordan skal energibruken meldes tilbake til brukere? Skjerm som viser energibruken per etasje eller per område? Regelmessig tilbakemelding (ukentlig / månedlig / kvartalsvis) via e-post? Fast punkt på agenda ved interne møter?</p> <p><i>Energiberegningene kjøres med optimal driftsstyring.</i></p>

Grep 8. Valg av miljøvennlig og effektivt energiforsyningssystem	
Valg av varmepumpe	<p>Kommentarer Byggets termiske energibehov blir dekket via varmepumpe. Hvilken andel varmepumpen klarer å håndtere vil avhenge av klimatiske og driftsforhold. Byggherren må forsikre seg om at varmepumpens leverandør kan dokumentere virkningsgraden (COP) til varmepumpen, og at SD-anlegget leveres med mulighet for måling av vannmengder og temperaturer (mulighet for å etterprøve varmepumpens termisk leveranse til bygget).</p> <p><i>I beregningene dekker varmepumpe 80% av varmebehovet (både romoppvarming og ventilasjonsoppvarming) og 100% av kjølebehovet (både romkjøling og ventilasjonskjøling).</i></p>

5.2. Beregning av energibehov

I dette avsnittet er effekten av ulike tiltak for netto energibehov og levert energi beregnet. Forskjellige tiltak som anses som realistiske å iverksette testes ut og kombineres.

Resultatene som er vist i Tabell 8 og Tabell 9 er basert på et "kontorstripe" på 38m² som går fra syd-fasaden til nordfasaden i bygg A (bredde = 2,4m, dybde = 15,8m). For å ta hensyn til at varmebalansen er ulik for de forskjellige etasjer, ble det laget tre modeller: en modell for plan 1, en modell for plan 2 (tilsvarer plan 3 og 4) og en modell for plan 5. Tallene består av et veid gjennomsnitt for alle tre modellene, der plan 1 og 5 telles en gang, mens plan 2 telles tre ganger. Tallene er avrundet til nærmeste heltall. Alle simuleringer er kjørt med rom- og ventilasjonsvarme, samt rom- og ventilasjonskjøling, selv om behovet for romkjøling i enkelte tilfeller er nærmest null. Dette er gjort for å sikre seg at temperaturforhold i kontorarealet er lik i alle simuleringene og at resultatene er sammenlignbare i forhold til den termiske ytelsen.

Tallene i kursiv henviser til den første simuleringen, som kalles for utgangspunktet, dvs. bygget slik det er definert i kapittel 4 med resulterende energibehov vist i Tabell 6.

Tabell 8. Betydning av ulike tiltak for netto energibehov og levert energi

	Tiltak	Netto energibehov	Levert energi	Største post i energibudsjettet ¹⁾
	<i>Utgangspunkt</i>	176	154	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
A. God lufttetthet				
A0	<i>n₅₀ = 1,0 oms/t</i>	176	154	
A1	<i>n₅₀ = 0,8 oms/t</i>	176	154	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
A2	<i>n₅₀ = 0,6 oms/t</i>	176	154	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
B. Godt isolerte vinduer				
B0	<i>U-verdi 1,1 W/(m²·K)</i>	176	154	
B1	<i>U-verdi 1,0 W/(m²·K)</i>	175	154	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
B2	<i>U-verdi 0,9 W/(m²·K)</i>	175	153	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
B3	<i>U-verdi 0,8 W/(m²·K)</i>	175	153	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
C. Redusert vindushøyde på plan 1				
C0	<i>Vindushøyde lik 2,8m.</i>	176	154	
C1	<i>Vindushøyde lik 0,9m.</i>	173	153	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
D. Reduserte luftmengder				
D0	<i>Luftmengde i / utenom brukstid: 10/3</i>	176	154	
D1	<i>Luftmengde i / utenom brukstid: 10/0</i>	204	163	<i>Utstyr, kjøling, belysning</i>
E. Energi til viftedrift				
E0	<i>SFP 2,0</i>	176	154	
E1	<i>SFP 1,5</i>	170	149	<i>Utstyr, belysning, kjøling</i>
F. Redusert el-effekt til utstyr				
F0	<i>20 W/m²</i>	176	154	
F1	<i>12 W/m²</i>	143	126	<i>Belysning, utstyr, viftedrift</i>
F2	<i>10 W/m²</i>	137	120	<i>Belysning, utstyr, viftedrift</i>
F3	<i>8 W/m²</i>	132	114	<i>Belysning, utstyr, viftedrift</i>
F4	<i>6 W/m²</i>	126	109	<i>Belysning, viftedrift, utstyr</i>
G. Redusert el-effekt til belysning				
G0	<i>15 W/m²</i>	176	154	
G1	<i>8 W/m²</i>	146	129	<i>Utstyr, belysning, viftedrift</i>
G2	<i>5 W/m²</i>	137	120	<i>Utstyr, viftedrift, belysning</i>

¹⁾ Informasjon oppført i denne kolonnen viser de tre største postene i energibudsjettet for hver simulering. Postene er oppgitt i synkende rekkefølge.

Tiltakene A, B og C har til mål å forbedre bygningskroppen. Bygningsskallet er i utgangspunktet av så høy kvalitet at tiltakene for bedre lufttetthet, bedre vinduer eller mindre vindusareal viser nærmest ingen endring av netto energibehovet/levert energi i forhold til utgangspunktet. Så lenge interne laster (lys og utstyr) og ventilasjon ikke berøres, blir disse tre poster dominerende for energibudsjettet og energibehovet holder seg nesten stabilt.

Tiltakene D, E, F og G berører installasjoner i bygget. Alle har en merkbar effekt på energibruken og rekkefølgen på de tre største postene i energibudsjettet endres. Interessant å merke seg at ventilasjons tiltaket som består av å slå av anlegget om natten og i helgene (tiltak D1) virker mot sin hensikt. Istedenfor å redusere energibehovet blir den økt. Dette kan forklares med at kjølebehovet flytter seg i energibudsjettet fra ventilasjonskjøling til romkjøling. Tiltak E består av å ha en lavere SFP. Med dette tiltaket passerer energibehovet til kjøling forbi energibehovet til viftedrift. Tiltak F og G som består av å redusere elektrisk effekt til hhv. utstyr og elektrisk belysning. Tiltakene er desidert de som har mest potensial for å minske energibehovet.

I Tabell 9 er det sett på forskjellige kombinasjoner av tiltak. Redusert energibehov til utstyr og belysning er sett på som det nødvendige startpunktet før man vurderer andre energieffektiviserende tiltak. Kombinert med redusert driftstid på ventilasjonsanlegget, blir det totale energibehovet nesten halvert i forhold til utgangspunktet fra Tabell 6 / Tabell 8. Øvrige tiltak viser muligheter for ytterligere forbedringer som er synlige (i motsetning til resultatene fra forrige tabell), men marginale. Simuleringene bygger på optimale styrings- og reguleringsprosedyrer. Man bør være oppmerksom på at beregnede energibesparelser på en eller to kWh/m²·år blir sannsynligvis ikke målbare i praksis.

Tabell 9. Kombinasjon av tiltak, med beregnet netto energibehov og levert energi

Kombinasjon av tiltak		Netto energibehov	Levert energi	Største post i energibudsjettet ¹⁾
<i>Utgangspunkt</i>		176	154	<i>Utstyr, belysning viftedrift</i>
Kombinasjon 1				
F4	Utstyr 6 W/m ²	106	84	<i>Oppvarming, viftedrift, utstyr</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
Kombinasjon 2				
F4	Utstyr 6 W/m ²	90	73	<i>Oppvarming, utstyr, viftedrift</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
+D1	Ventilasjon av utenom brukstid			
Kombinasjon 3				
F4	Utstyr 6 W/m ²	86	71	<i>Utstyr, viftedrift, oppvarming</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
+D1	Ventilasjon av utenom brukstid			
+B3	U-verdi vindu 0,8 W/(m ² ·K)			
Kombinasjon 4				
F4	Utstyr 6 W/m ²	85	70	<i>Utstyr, viftedrift, oppvarming</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
+D1	Ventilasjon av utenom brukstid			
+B3	U-verdi vindu 0,8 W/(m ² ·K)			
+C1	Vindushøyde lik 0,9m. på plan 1			
Kombinasjon 5				
F4	Utstyr 6 W/m ²	85	70	<i>Utstyr, viftedrift, oppvarming</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
+D1	Ventilasjon av utenom brukstid			
+B3	U-verdi vindu 0,8 W/(m ² ·K)			
+A2	n ₅₀ = 0,6 oms/t			
Kombinasjon 6				
F4	Utstyr 6 W/m ²	84	69	<i>Utstyr, viftedrift, belysning</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
+D1	Ventilasjon av utenom brukstid			
+B3	U-verdi vindu 0,8 W/(m ² ·K) Vindushøyde			
+C1	lik 0,9m. på plan 1			
+A2	n ₅₀ = 0,6 oms/t			
Kombinasjon 7				
F4	Utstyr 6 W/m ²	86	69	<i>Oppvarming, utstyr, belysning</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
+D1	Ventilasjon av utenom brukstid			
+E1	SFP 1,5			
Kombinasjon 8				
F4	Utstyr 6 W/m ²	83	67	<i>Utstyr, oppvarming, belysning</i>
+G2	Belysning 5 W/m ²			
+D1	Ventilasjon av utenom brukstid			
+B3	U-verdi vindu 0,8 W/(m ² ·K)			
+E1	SFP 1,5			

¹⁾ Informasjon oppført i denne kolonnen viser de tre største postene i energibudsjettet for hver simulering. Postene er oppgitt i synkende rekkefølge.

Når energibruk til utstyr og belysning reduseres ser vi at rekkefølgen på de tre største postene endret seg. Energiforbruket til oppvarming kommer på første plass, noe som kjennes naturlig i norsk sammenheng. Dette betyr også at et tiltak som har til hensikt å bedre isolasjonsnivået, slik kombinasjon 3 viser, blir merkbart.

Tabell 9 viser at rekkefølgen på de tre postene som havner øverst i energibudsjettet blir dynamisk og at hvert tiltak merkes. Når netto energibehovet blir lav nok (under 100 kWh/m²·år.) vil hver energipost være så liten at det er behov for en betydelig innsats for å optimalisere energibruken ytterligere. Pareto-prinsippet (80/20 regelen) betyr at man antar at 80% av virkningene kommer av 20% av årsakene, eller at man med 20% innsats får 80% av det beste oppnåelige resultat. Prinsippet kan sies å gjelde også for energieffektivisering av bygg. Det er svært kostbar å hente energisparepotensialet som ligger igjen etter at det mest åpenbare og overfladiske er skummet bort.

Kombinasjon 1 og 2 anses som fullt mulig å realisere, til en minimal kostnad. Netto energibehovet til utstyr og lys som er lagt til grunn i beregningene ligger noe høyere enn det som er faktisk målt i deler av Miljøbygget i Trondheim. Tallene er fullt oppnåelig ved bruk av dagens teknologi. Natt- og helgestans av ventilasjonsanlegget anses også som et svært enkelt tiltak å iverksette for et nytt ventilasjonsanlegg med sentral driftskontroll. Tiltaket er per i dag noe kontroversielt siden dagens forskrift (TEK10) fastsetter at en minste friskluftmengde lik 0,7m³/h·m² må tilføyes yrkesbygg når disse ikke er i bruk. Bakgrunnen for dette kravet er begrunnet i svært liten grad og bygger ikke på anerkjente forskningsresultater.

Kombinasjoner 3, 4, 5, 6, 7 og 8 er beregnet for å vise hvordan energibruken kan optimaliseres, men tiltakene blir sannsynligvis ikke lønnsomme i forhold til energibruken. Investering i vinduer med svært lav U-verdi eller felles innsats på byggeplass for å oppnå et lavt lekkasjetall gir en marginal utbedring på hele energibruken. Men tiltakene kan ha betydning for den opplevde termiske komforten og kan forsvares av andre hensyn enn selve energimålet. Møbleringsmuligheter og fleksibilitet i romløsningene blir større når faste arbeidsplasser kan ligge helt inntil vinduer.

6. Referanser

- [1] Lavenergiutvalget, *Energieffektivisering*, juni 2009
- [2] Grini, C., Mathisen, H.M., Sartori, I., Haase, M., Wøhlk Jæger Sørensen, H., Petersen A., Bryn, I., Wigenstad, T.: *LECO- Energibruk i fem kontorbygg i Norge*, SINTEF Byggforsk Prosjekt-rapport 48, 2009

7. Vedlegg A - Energiberegninger

Prosjekt nr.:	Prosjekt navn: Hagaløkkveien 28			
Utført av: C.Grini	Dato: 12.01.2011	Rev: 1	Kontrollert av:	Dato:

UTGANGSPUNKT / GRUNNLAG FOR RESULTATENE I TABELL 6.

BEREGNING AV NETTOENERGIBEHOV FOR HAGALØKKVEIEN 28

U-verdier

U-verdi yttervegg, Uvegg	0,18 W/K.m ²	Frisk luft			
U-verdi yttertak, Utak	0,13 W/K.m ²	Infiltrasjonstall, Inf.	0,07 oms/time		
U-verdi vindu, Uvindu	1,10 W/K.m ²	Luftmengde	10 - 3 m ³ /h.m ²	SFP v/ 10 m ³ /h.m ²	2,0
U-verdi kuldebro, Ukbro	0,06 W/K.m	Tillufttemperatur, T _{siluft}	19 / 18 °C		
U-verdi gulv, Ugulv	0,25 W/K.m ²	Cp _{luft}	0,34 Wh/m ³ .K		
		Årsgj.snitt. virkningsgrad	80 %		

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken

	Plan 2	Plan 1	Plan 5	Gjennomsnitt
Energibudsjett	Energibudsjett	Energibudsjett	Energibudsjett	
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	1,8 kWh/m ²	8,7 kWh/m ²	7,7 kWh/m ²	4
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,5 kWh/m ²	9,1 kWh/m ²	9,3 kWh/m ²	7
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22
3b Pumper	3,9 kWh/m ²	3,4 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	4
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63
6a Romkjøling	16,5 kWh/m ²	12,4 kWh/m ²	11,5 kWh/m ²	15
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	173,6 kWh/m ²	179,6 kWh/m ²	178 kWh/m ²	175,7

Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi til bygningen (beregne)		
1a Direkte elektrisitet	136,8 kWh/m ²	138,6 kWh/m ²	138,5 kWh/m ²	138	137
1b EL. til varmepumpesystemer	15,8 kWh/m ²	18 kWh/m ²	17,3 kWh/m ²	17	17
Totalt levert energi, sum 1-6	152,6 kWh/m ²	156,6 kWh/m ²	155,8 kWh/m ²	154,0	

BEREGNING AV NETTOENERGIBEHOV FOR HAGALØKKVEIEN 28

U-verdier

U-verdi yttervegg, Uvegg	0,18 W/K.m ²
U-verdi yttertak, Utak	0,13 W/K.m ²
U-verdi vindu, Uvindu	1,10 W/K.m ²
U-verdi kuldebro, Ukbro	0,06 W/K.m
U-verdi gulv, Ugulv	0,25 W/K.m ²

Frisk luft

Infiltrasjonstall, Inf.	0,07 oms/time	VARIABEL
Luftmengde	10 - 3 m ³ / h.m ²	
Tilluftstemperatur, T _{tilluft}	19 / 18 °C	
Cp _{luft}	0,34 Wh/m ³ .K	
Årsgj.snitt. virkningsgrad	80 %	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lekkasjetall = 0,8 oms/time

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett			
Energi	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	1,5 kWh/m ²	8,3 kWh/m ²	7,3 kWh/m ²	4		
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,3 kWh/m ²	9 kWh/m ²	9,2 kWh/m ²	7		
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5		
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22		
3b Pumper	4,2 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	4		
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47		
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63		
6a Romkjøling	16,8 kWh/m ²	12,6 kWh/m ²	11,7 kWh/m ²	15		
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10		
Totalt netto energibehov, sum 1-6	173,7 kWh/m²	179,3 kWh/m²	177,7 kWh/m²	175,6		
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi energi til bygningen (beregnet)				
1a Direkte elektrisitet	136,9 kWh/m ²	138,5 kWh/m ²	138,4 kWh/m ²	138	138	
1b El. til varmepumpesystemer	15,8 kWh/m ²	17,9 kWh/m ²	17,2 kWh/m ²	17	16	
Totalt levert energi, sum 1-6	152,7 kWh/m²	156,4 kWh/m²	155,6 kWh/m²	154,0		

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lekkasjetall = 0,6 oms/time

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett			
Energi	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	1,3 kWh/m ²	8 kWh/m ²	6,9 kWh/m ²	4		
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,2 kWh/m ²	8,8 kWh/m ²	9,1 kWh/m ²	7		
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5		
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22		
3b Pumper	4,2 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	4		
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47		
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63		
6a Romkjøling	17,1 kWh/m ²	12,8 kWh/m ²	11,9 kWh/m ²	15		
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10		
Totalt netto energibehov, sum 1-6	173,7 kWh/m²	179,1 kWh/m²	177,4 kWh/m²	175,5		
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi energi til bygningen (beregnet)				
1a Direkte elektrisitet	136,8 kWh/m ²	138,4 kWh/m ²	138,3 kWh/m ²	137	78	
1b El. til varmepumpesystemer	15,8 kWh/m ²	17,8 kWh/m ²	17,1 kWh/m ²	16	37	
Totalt levert energi, sum 1-6	152,6 kWh/m²	156,2 kWh/m²	155,4 kWh/m²	153,9		

BEREGNING AV NETTOENERGIBEHOV FOR HAGALØKKVEIEN 28

U-verdier

U-verdi yttervegg, Uvegg		0,18 W/K.m ²
U-verdi yttertak, Utak		0,13 W/K.m ²
U-verdi vindu, Uvindu	VARIABEL	1,10 W/K.m²
U-verdi kuldebro, Ukbro		0,06 W/K.m
U-verdi gulv, Ugulv		0,25 W/K.m ²

Frisk luft

Infiltrasjonstill, Inf.	0,07 oms/time
Luftmengde	10 - 3 m ³ /h.m ²
Tilluftstemperatur, T _{luft}	19 / 18 °C
Cp _{luft}	0,34 Wh/m ³ .K
Årsgj.snitt. virkningsgrad	80 %

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, vinduer 1,0

Plan 2	Plan 1	Plan 5	Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett	Energibudsjett		
Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	1,4 kWh/m ²	7,3 kWh/m ²	6,5 kWh/m ²	4
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,2 kWh/m ²	8,8 kWh/m ²	9 kWh/m ²	7
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22
3b Pumper	4,2 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	3,6 kWh/m ²	4
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63
6a Romkjøling	16,9 kWh/m ²	13,1 kWh/m ²	12,1 kWh/m ²	15
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	173,7 kWh/m²	178,6 kWh/m²	177,2 kWh/m²	175,4
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi energi til bygningen (beregnet)		
1a Direkte elektrisitet	136,8 kWh/m ²	138,3 kWh/m ²	138,2 kWh/m ²	137
1b El. til varmepumpesystemer	15,8 kWh/m ²	17,6 kWh/m ²	17 kWh/m ²	16
Totalt levert energi, sum 1-6	152,6 kWh/m²	155,9 kWh/m²	155,2 kWh/m²	153,8

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, vinduer 0,9

Plan 2	Plan 1	Plan 5	Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett	Energibudsjett		
Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	1,1 kWh/m ²	5,9 kWh/m ²	5,5 kWh/m ²	3
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5 kWh/m ²	8,4 kWh/m ²	8,6 kWh/m ²	6
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22
3b Pumper	4,2 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	3,7 kWh/m ²	4
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63
6a Romkjøling	17,5 kWh/m ²	13,8 kWh/m ²	12,7 kWh/m ²	16
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	173,6 kWh/m²	177,6 kWh/m²	176,5 kWh/m²	175,0
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi energi til bygningen (beregnet)		
1a Direkte elektrisitet	136,7 kWh/m ²	137,9 kWh/m ²	138 kWh/m ²	137
1b El. til varmepumpesystemer	15,8 kWh/m ²	17,3 kWh/m ²	16,8 kWh/m ²	16
Totalt levert energi, sum 1-6	152,5 kWh/m²	155,2 kWh/m²	154,8 kWh/m²	153,5

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, vinduer 0,8

Plan 2	Plan 1	Plan 5	Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett	Energibudsjett		
Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	0,8 kWh/m ²	4,7 kWh/m ²	4,6 kWh/m ²	2
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	4,7 kWh/m ²	8,1 kWh/m ²	8,2 kWh/m ²	6
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22
3b Pumper	4,1 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	3,7 kWh/m ²	4
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63
6a Romkjøling	18 kWh/m ²	14,6 kWh/m ²	13,4 kWh/m ²	16
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	173,7 kWh/m²	176,9 kWh/m²	175,8 kWh/m²	174,8
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi energi til bygningen (beregnet)		
1a Direkte elektrisitet	136,6 kWh/m ²	137,6 kWh/m ²	137,8 kWh/m ²	137
1b El. til varmepumpesystemer	15,9 kWh/m ²	17,1 kWh/m ²	16,6 kWh/m ²	16
Totalt levert energi, sum 1-6	152,5 kWh/m²	154,7 kWh/m²	154,4 kWh/m²	153,3

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, vindushøyde lik 0,9m istedenfor 2,8m. på plan 1 (U-verdi lik 1,1).

Plan 2	Plan 1	Plan 5	Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett	Energibudsjett		
Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	1,8 kWh/m ²	3,4 kWh/m ²	7,7 kWh/m ²	3
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,5 kWh/m ²	7,9 kWh/m ²	9,3 kWh/m ²	7
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22
3b Pumper	3,9 kWh/m ²	3,4 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	4
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63
6a Romkjøling	16,5 kWh/m ²	8 kWh/m ²	11,5 kWh/m ²	14
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	173,6 kWh/m²	168,6 kWh/m²	178 kWh/m²	173,5
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi energi til bygningen (beregnet)		
1a Direkte elektrisitet	136,8 kWh/m ²	137,1 kWh/m ²	138,5 kWh/m ²	137
1b El. til varmepumpesystemer	15,8 kWh/m ²	13,8 kWh/m ²	17,3 kWh/m ²	16
Totalt levert energi, sum 1-6	152,6 kWh/m²	150,9 kWh/m²	155,8 kWh/m²	152,9

BEREGNING AV NETTOENERGIBEHOV FOR HAGALØKKVEIEN 28
U-verdier

U-verdi yttervegg, Uvegg	0,18 W/K.m ²
U-verdi yttertak, Utak	0,13 W/K.m ²
U-verdi vindu, Uvindu	1,10 W/K.m ²
U-verdi kuldebro, Ukbro	0,06 W/K.m ²
U-verdi gulv, Ugulv	0,25 W/K.m ²

Frisk luft

Infiltrasjonstall, Inf.	0,07 oms/time
Luftmengde	10 - 3 m ³ /h.m ² VARIABEL
Tilluftstemperatur, T _{tilluft}	19 / 18 °C
Cp _{luft}	0,34 Wh/m ³ .K
Årsgj.snitt. virkningsgrad	80 %

 10m³ i brukstid, 0 utenom.

	Plan 2	Plan 1	Plan 5	Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett				
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	1 kWh/m ²	8,1 kWh/m ²	7 kWh/m ²		4
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	1,3 kWh/m ²	2,7 kWh/m ²	2,7 kWh/m ²		2
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²		5
3a Vifter	17,4 kWh/m ²	17,4 kWh/m ²	17,4 kWh/m ²		17
3b Pumper	4,8 kWh/m ²	4,1 kWh/m ²	4,3 kWh/m ²		5
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²		47
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²		63
6a Romkjøling	72,8 kWh/m ²	26,2 kWh/m ²	25,7 kWh/m ²		54
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	8,2 kWh/m ²	8,2 kWh/m ²	8,2 kWh/m ²		8
Totalt netto energibehov, sum 1-6	220 kWh/m²	181,4 kWh/m²	179,9 kWh/m²		204,3
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	132,4 kWh/m ²	133,6 kWh/m ²	133,5 kWh/m ²	133	133
1b El. til varmepumpesystemer	36,8 kWh/m ²	20,5 kWh/m ²	19,9 kWh/m ²	30	30
Totalt levert energi, sum 1-6	169,2 kWh/m²	154,1 kWh/m²	153,4 kWh/m²	163,0	

BEREGNING AV NETTOENERGIBEHOV FOR HAGALØKKVEIEN 28
U-verdier

U-verdi yttervegg, Uvegg	0,18 W/K.m ²
U-verdi yttertak, Utak	0,13 W/K.m ²
U-verdi vindu, Uvindu	1,10 W/K.m ²
U-verdi kuldebro, Ukbro	0,06 W/K.m
U-verdi gulv, Ugulv	0,25 W/K.m ²

Frisk luft

Infiltrasjonstall, Inf.	0,07 oms/time
Luftmengde	10 - 3 m ³ /h.m ²
Tilluftstemperatur, T _{tilluft}	19 / 18 °C
Cp _{luft}	0,34 Wh/m ³ .K
Årsgj.snitt. virkningsgrad	80 %

VARIABEL

 SFP v/ 10 m³/h.m² 1,5

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, SFP 1,5

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt
	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	
Energibudsjett					
Energipost					
1a Romoppvarming	1,8 kWh/m ²	8,7 kWh/m ²	7,7 kWh/m ²		4
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10 kWh/m ²		7
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²		5
3a Vifter	16,2 kWh/m ²	16,2 kWh/m ²	16,2 kWh/m ²		16
3b Pumper	4 kWh/m ²	3,4 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²		4
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²		47
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²		63
6a Romkjøling	16,4 kWh/m ²	12,4 kWh/m ²	11,5 kWh/m ²		15
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,3 kWh/m ²	9,3 kWh/m ²	9,3 kWh/m ²		9
Totalt netto energibehov, sum 1-6	168,2 kWh/m ²	174,4 kWh/m ²	172,8 kWh/m ²		170,4

Energivare	Spesifikk levert energi		Spesifikk levert energit energi til bygningen (beregne)			
1a Direkte elektrisitet	131,5 kWh/m ²		133,3 kWh/m ²	133,2 kWh/m ²	132	132
1b El. til varmepumpesystemer	15,8 kWh/m ²		18 kWh/m ²	17,4 kWh/m ²	17	17
Totalt levert energi, sum 1-6	147,3 kWh/m ²		151,3 kWh/m ²	150,6 kWh/m ²	148,8	

BEREGNING AV NETTOENERGIBEHOV FOR HAGALØKKVEIEN 28

U-verdier

U-verdi yttervegg, Uvegg	0,18 W/K.m ²
U-verdi yttertak, Utak	0,13 W/K.m ²
U-verdi vindu, Uvindu	1,10 W/K.m ²
U-verdi kuldebro, Ukbro	0,06 W/K.m
U-verdi gulv, Ugulv	0,25 W/K.m ²

Frisk luft

Infiltrasjonstall, Inf.	0,07 oms/time
Luftmengde	10 - 3 m ³ /h.m ²
Tilluftstemperatur, T _{illuft}	19 / 18 °C
CP _{luft}	0,34 Wh/m ³ .K
Årsgj.snitt. virkningsgrad	80 %

Installert effekt til el.utstyr 20W/m² VARIABELDriftstid kl.06-18, 5 dager i uken, 12W/m²

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett		
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	2,9 kWh/m ²	11,6 kWh/m ²	10,6 kWh/m ²	6	6
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	7,5 kWh/m ²	12 kWh/m ²	12,5 kWh/m ²	9	9
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22	22
3b Pumper	3 kWh/m ²	2,3 kWh/m ²	2,6 kWh/m ²	3	3
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47	47
5 Teknisk utstyr	37,6 kWh/m ²	37,6 kWh/m ²	37,6 kWh/m ²	38	38
6a Romkjøling	3,4 kWh/m ²	5,6 kWh/m ²	4,4 kWh/m ²	4	4
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	137,7 kWh/m ²	152,4 kWh/m ²	151 kWh/m ²	143,3	

Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi: energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	111,4 kWh/m ²	113,7 kWh/m ²	113,9 kWh/m ²	112	112
1b El. til varmpumpesystemer	11,5 kWh/m ²	17,3 kWh/m ²	16,6 kWh/m ²	14	14
Totalt levert energi, sum 1-6	122,9 kWh/m ²	131 kWh/m ²	130,5 kWh/m ²	126,0	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, 10W/m²

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett		
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	3,4 kWh/m ²	12,6 kWh/m ²	11,6 kWh/m ²	7	7
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	8,3 kWh/m ²	12,9 kWh/m ²	13,5 kWh/m ²	10	10
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22	22
3b Pumper	2,4 kWh/m ²	2,3 kWh/m ²	2,5 kWh/m ²	2	2
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47	47
5 Teknisk utstyr	31,3 kWh/m ²	31,3 kWh/m ²	31,3 kWh/m ²	31	31
6a Romkjøling	2,1 kWh/m ²	4,8 kWh/m ²	3,4 kWh/m ²	3	3
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	130,8 kWh/m ²	147,1 kWh/m ²	145,7 kWh/m ²	137,0	

Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi: energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	104,9 kWh/m ²	107,8 kWh/m ²	108 kWh/m ²	106	78
1b El. til varmpumpesystemer	11,5 kWh/m ²	17,6 kWh/m ²	16,9 kWh/m ²	14	21
Totalt levert energi, sum 1-6	116,4 kWh/m ²	125,4 kWh/m ²	124,9 kWh/m ²	119,9	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, 8W/m²

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett		
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	3,9 kWh/m ²	13,6 kWh/m ²	12,6 kWh/m ²	8	8
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	9,3 kWh/m ²	13,9 kWh/m ²	14,6 kWh/m ²	11	11
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22	22
3b Pumper	2,1 kWh/m ²	2,2 kWh/m ²	2,5 kWh/m ²	2	2
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47	47
5 Teknisk utstyr	25,1 kWh/m ²	25,1 kWh/m ²	25,1 kWh/m ²	25	25
6a Romkjøling	1,2 kWh/m ²	4 kWh/m ²	2,6 kWh/m ²	2	2
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	124,9 kWh/m ²	142,1 kWh/m ²	140,6 kWh/m ²	131,5	

Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi: energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	98,6 kWh/m ²	102 kWh/m ²	102,1 kWh/m ²	100	77
1b El. til varmpumpesystemer	11,6 kWh/m ²	18 kWh/m ²	17,3 kWh/m ²	14	19
Totalt levert energi, sum 1-6	110,2 kWh/m ²	120 kWh/m ²	119,4 kWh/m ²	114,0	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, 6W/m²

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett		
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	4,5 kWh/m ²	14,7 kWh/m ²	13,8 kWh/m ²	8	8
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	10,3 kWh/m ²	15 kWh/m ²	15,8 kWh/m ²	12	12
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5	5
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22	22
3b Pumper	2 kWh/m ²	2,2 kWh/m ²	2,4 kWh/m ²	2	2
4 Belysning	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47 kWh/m ²	47	47
5 Teknisk utstyr	18,8 kWh/m ²	18,8 kWh/m ²	18,8 kWh/m ²	19	19
6a Romkjøling	0,7 kWh/m ²	3,5 kWh/m ²	1,9 kWh/m ²	2	2
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10	10
Totalt netto energibehov, sum 1-6	119,6 kWh/m ²	137,4 kWh/m ²	135,9 kWh/m ²	126,4	

Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi: energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	92,6 kWh/m ²	96,1 kWh/m ²	96,3 kWh/m ²	94	78
1b El. til varmpumpesystemer	12 kWh/m ²	18,6 kWh/m ²	17,9 kWh/m ²	15	17
Totalt levert energi, sum 1-6	104,6 kWh/m ²	114,7 kWh/m ²	114,2 kWh/m ²	108,5	

BEREGNING AV NETTOENERGIBEHOV FOR HAGALØKKVEIEN 28
U-verdier

U-verdi yttervegg, Uvegg	0,18 W/K.m ²
U-verdi yttertak, Utak	0,13 W/K.m ²
U-verdi vindu, Uvindu	1,10 W/K.m ²
U-verdi kuldebro, Ukbro	0,06 W/K.m
U-verdi gulv, Ugulv	0,25 W/K.m ²

Frisk luft

Infiltrasjonstall, Inf.	0,07 oms/time
Luftmengde	10 - 3 m ³ /h.m ²
Tilluftstemperatur, T _{tilluft}	19 / 18 °C
Cp _{luft}	0,34 Wh/m ³ .K
Årsgj.snitt. virkningsgrad	80 %
Installert effekt til el.belysning	15W/m ² VARIABLE

 Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 8W/m²

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett			
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	2,8 kWh/m ²	11,2 kWh/m ²	10,6 kWh/m ²	6		
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	7,2 kWh/m ²	11,5 kWh/m ²	12,5 kWh/m ²	9		
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5		
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22		
3b Pumper	3,1 kWh/m ²	2,5 kWh/m ²	2,6 kWh/m ²	3		
4 Belysning	25,1 kWh/m ²	25,1 kWh/m ²	47 kWh/m ²	29		
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	37,6 kWh/m ²	58		
6a Romkjøling	4,6 kWh/m ²	6,2 kWh/m ²	4,4 kWh/m ²	5		
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10		
Totalt netto energibehov, sum 1-6	141,6 kWh/m ²	155,5 kWh/m ²	151 kWh/m ²	146,3		
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi	energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	114,6 kWh/m ²	116,9 kWh/m ²	113,9 kWh/m ²	115	115	
1b El. til varmepumpesystemer	11,9 kWh/m ²	17,2 kWh/m ²	16,6 kWh/m ²	14	14	
Totalt levert energi, sum 1-6	126,5 kWh/m ²	134,1 kWh/m ²	130,5 kWh/m ²	128,8		

 Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m²

Plan 2	Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
Energibudsjett	Energibudsjett		Energibudsjett			
Energipost	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	3,4 kWh/m ²	12,5 kWh/m ²	11,6 kWh/m ²	7		
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	8,4 kWh/m ²	12,9 kWh/m ²	13,5 kWh/m ²	10		
2 Varmtvann (tappevann)	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5		
3a Vifter	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	21,6 kWh/m ²	22		
3b Pumper	2,5 kWh/m ²	2,3 kWh/m ²	2,5 kWh/m ²	2		
4 Belysning	15,7 kWh/m ²	15,7 kWh/m ²	15,7 kWh/m ²	16		
5 Teknisk utstyr	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	62,6 kWh/m ²	63		
6a Romkjøling	2,2 kWh/m ²	4,9 kWh/m ²	3,4 kWh/m ²	3		
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10		
Totalt netto energibehov, sum 1-6	131 kWh/m ²	147,2 kWh/m ²	145,7 kWh/m ²	137,2		
Energivare	Spesifikk levert energi	Spesifikk levert energi	energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	104,9 kWh/m ²	107,8 kWh/m ²	108 kWh/m ²	106	106	
1b El. til varmepumpesystemer	11,5 kWh/m ²	17,6 kWh/m ²	16,9 kWh/m ²	14	14	
Totalt levert energi, sum 1-6	116,4 kWh/m ²	125,4 kWh/m ²	124,9 kWh/m ²	119,9		

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m²

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	9,6	kWh/m ²	21,8	kWh/m ²	21	kWh/m ²	14	33
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	16,8	kWh/m ²	20,9	kWh/m ²	22,2	kWh/m ²	19	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	21,6	kWh/m ²	21,6	kWh/m ²	21,6	kWh/m ²	22	
3b Pumper	1,7	kWh/m ²	2	kWh/m ²	2,1	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	16	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	0	kWh/m ²	1,5	kWh/m ²	0,2	kWh/m ²	0	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,7	kWh/m ²	9,7	kWh/m ²	9,7	kWh/m ²	10	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	98,8	kWh/m ²	117	kWh/m ²	116,3	kWh/m ²	105,9	
ning + teknisk utstyr					34,5	kWh/m ²		
Energivare	Spesifikk levert energi		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	63,5	kWh/m ²	67,5	kWh/m ²	67,7	kWh/m ²	65	65
1b El. til varmepumpesystemer	15,9	kWh/m ²	22,5	kWh/m ²	22,1	kWh/m ²	18	18
Totalt levert energi, sum 1-6	79,4	kWh/m ²	90	kWh/m ²	89,8	kWh/m ²	83,6	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m², ingen luftmengde utenom driftstid

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	8,9	kWh/m ²	21,3	kWh/m ²	20,5	kWh/m ²	14	21
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	6,1	kWh/m ²	9,4	kWh/m ²	10,3	kWh/m ²	8	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17	
3b Pumper	2,1	kWh/m ²	2,3	kWh/m ²	2,4	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	16	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	0,8	kWh/m ²	3,5	kWh/m ²	1,9	kWh/m ²	2	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	82,9	kWh/m ²	101,4	kWh/m ²	100,2	kWh/m ²	90,1	
Energivare	Spesifikk levert energi		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	57,3	kWh/m ²	60,9	kWh/m ²	61,1	kWh/m ²	59	59
1b El. til varmepumpesystemer	11,5	kWh/m ²	18,3	kWh/m ²	17,7	kWh/m ²	14	14
Totalt levert energi, sum 1-6	68,8	kWh/m ²	79,2	kWh/m ²	78,8	kWh/m ²	72,9	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m², ingen luftmengde utenom driftstid, U-verdi vindu 0,8

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	6,1	kWh/m ²	14,8	kWh/m ²	14,8	kWh/m ²	10	17,0
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9	kWh/m ²	9,3	kWh/m ²	10,2	kWh/m ²	7	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17,4	
3b Pumper	2,1	kWh/m ²	2,3	kWh/m ²	2,4	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	16	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	1	kWh/m ²	4,5	kWh/m ²	2,6	kWh/m ²	2	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	80,3	kWh/m ²	96	kWh/m ²	95,1	kWh/m ²	86,4	
Energivare	Spesifikk levert energi		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	56,7	kWh/m ²	59,5	kWh/m ²	59,8	kWh/m ²	58	58
1b El. til varmepumpesystemer	10,5	kWh/m ²	16,3	kWh/m ²	15,9	kWh/m ²	13	13
Totalt levert energi, sum 1-6	67,2	kWh/m ²	75,8	kWh/m ²	75,7	kWh/m ²	70,6	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m², ingen luftmengde utenom driftstid, U-verdi vindu 0,8, 0,9m høye vinduer på plan 2

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov		
1a Romoppvarming	6,1	kWh/m ²	10,3	kWh/m ²	14,8	kWh/m ²	9	16,1
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,9	kWh/m ²	9,3	kWh/m ²	10,2	kWh/m ²	7	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17	
3b Pumper	2,1	kWh/m ²	2	kWh/m ²	2,4	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	1	kWh/m ²	0,4	kWh/m ²	2,6	kWh/m ²	1	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	80,3	kWh/m ²	87	kWh/m ²	95,1	kWh/m ²	84,6	
Energivare	Spesifikk levert energi		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	56,7	kWh/m ²	58,2	kWh/m ²	59,8	kWh/m ²	58	58
1b El. til varmepumpesystemer	10,5	kWh/m ²	13	kWh/m ²	15,9	kWh/m ²	12	12
Totalt levert energi, sum 1-6	67,2	kWh/m ²	71,2	kWh/m ²	75,7	kWh/m ²	69,7	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m², ingen luftmengde utenom driftstid, U-verdi vindu 0,8 n50= 0,7

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett		
1a Romoppvarming	5	kWh/m ²	13,6	kWh/m ²	13,5	kWh/m ²	8	15,8
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,8	kWh/m ²	9,2	kWh/m ²	10,2	kWh/m ²	7	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17	
3b Pumper	2,1	kWh/m ²	2,3	kWh/m ²	2,4	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	1,2	kWh/m ²	4,7	kWh/m ²	2,8	kWh/m ²	2	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	79,2	kWh/m²	94,9	kWh/m²	94	kWh/m²	85,3	
Energivare	Spesifikk levert energi		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	56,4	kWh/m ²	59,2	kWh/m ²	59,5	kWh/m ²	58	58
1b El. til varmepumpesystemer	10,1	kWh/m ²	16	kWh/m ²	15,5	kWh/m ²	12	12
Totalt levert energi, sum 1-6	66,5	kWh/m²	75,2	kWh/m²	75	kWh/m²	69,9	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m², ingen luftmengde utenom driftstid, U-verdi vindu 0,8 0,9m vindu på plan 1, n50= 0,7

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett		
1a Romoppvarming	5	kWh/m ²	9,1	kWh/m ²	13,5	kWh/m ²	8	14,9
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	5,8	kWh/m ²	9,3	kWh/m ²	10,2	kWh/m ²	7	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17,4	kWh/m ²	17	
3b Pumper	2,1	kWh/m ²	2	kWh/m ²	2,4	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	16	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	1,2	kWh/m ²	0,4	kWh/m ²	2,8	kWh/m ²	1	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8,2	kWh/m ²	8	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	79,2	kWh/m²	85,8	kWh/m²	94	kWh/m²	83,5	
Energivare	Spesifikk levert energi		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	56,4	kWh/m ²	57,9	kWh/m ²	59,5	kWh/m ²	57	57
1b El. til varmepumpesystemer	10,1	kWh/m ²	12,6	kWh/m ²	15,5	kWh/m ²	12	12
Totalt levert energi, sum 1-6	66,5	kWh/m²	70,5	kWh/m²	75	kWh/m²	69,0	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m², ingen luftmengde utenom driftstid, SFP 1,5

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett		
1a Romoppvarming	8,9	kWh/m ²	21,3	kWh/m ²	20,5	kWh/m ²	14	22,2
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	6,9	kWh/m ²	10,3	kWh/m ²	11,3	kWh/m ²	8	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	13	kWh/m ²	13	kWh/m ²	13	kWh/m ²	13	
3b Pumper	2,1	kWh/m ²	2,2	kWh/m ²	2,4	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	16	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	0,7	kWh/m ²	3,5	kWh/m ²	1,9	kWh/m ²	2	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	7,9	kWh/m ²	7,9	kWh/m ²	7,9	kWh/m ²	8	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	79	kWh/m²	97,7	kWh/m²	96,5	kWh/m²	86,2	
Energivare	Levert energi til bygningen (beregnet)		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	53,1	kWh/m ²	56,8	kWh/m ²	56,9	kWh/m ²	55	55
1b El. til varmepumpesystemer	11,6	kWh/m ²	18,5	kWh/m ²	17,9	kWh/m ²	14	14
Totalt levert energi, sum 1-6	64,7	kWh/m²	75,3	kWh/m²	74,8	kWh/m²	68,8	

Driftstid kl.06-18, 5 dager i uken, lys 5W/m², el. 6W/m², ingen luftmengde utenom driftstid, U-verdi vindu 0,8 SFP 1,5

Energipost	Plan 2		Plan 1		Plan 5		Gjennomsnitt	
	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett	Spesifikt energibehov	Energibudsjett		
1a Romoppvarming	6,1	kWh/m ²	14,8	kWh/m ²	14,8	kWh/m ²	10	17,9
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	6,7	kWh/m ²	10,2	kWh/m ²	11,2	kWh/m ²	8	
2 Varmtvann (tappevann)	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	kWh/m ²	5	
3a Vifter	13	kWh/m ²	13	kWh/m ²	13	kWh/m ²	13	
3b Pumper	2,1	kWh/m ²	2,3	kWh/m ²	2,4	kWh/m ²	2	
4 Belysning	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	15,7	kWh/m ²	16	
5 Teknisk utstyr	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	18,8	kWh/m ²	19	
6a Romkjøling	1	kWh/m ²	4,5	kWh/m ²	2,6	kWh/m ²	2	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	7,9	kWh/m ²	7,9	kWh/m ²	7,9	kWh/m ²	8	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	76,3	kWh/m²	92,2	kWh/m²	91,4	kWh/m²	82,5	
Energivare	Levert energi til bygningen (beregnet)		Spesifikk levert energi		Levert energi til bygningen (beregnet)			
1a Direkte elektrisitet	52,5	kWh/m ²	55,3	kWh/m ²	55,7	kWh/m ²	54	54
1b El. til varmepumpesystemer	10,6	kWh/m ²	16,5	kWh/m ²	16,1	kWh/m ²	13	13
Totalt levert energi, sum 1-6	63,1	kWh/m²	71,8	kWh/m²	71,8	kWh/m²	66,6	

SINTEF er Skandinavias største forskningskonsern. Vår visjon er «Teknologi for et bedre samfunn». Vi skal bidra til økt verdiskapning, økt livskvalitet og en bærekraftig utvikling. SINTEF selger forskningsbasert kunnskap og tilhørende tjenester basert på dyp innsikt i teknologi, naturvitenskap, medisin og samfunnsvitenskap.

SINTEF Byggforsk er et internasjonalt ledende forskningsinstitutt og Norges viktigste formidler av forskningsbasert kunnskap til bygge- og anleggsnæringen. Vi skaper verdier for våre kunder og for samfunnet gjennom forskning og utvikling, spesialrådgivning, sertifisering og kunnskapsformidling. Våre publikasjoner omfatter Byggforskserien, Byggebransjens våtromsnorm, håndbøker, rapporter, faktabøker og beregnings- og planleggingsverktøy.

