

Energinotat, Teigane Bofellesskap

Omhandler premisser og resultater for
energiberegninger mot TEK og
passivhusstandarder



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Bergen kommune
Tittel på rapport:	Energinotat, Teigane Bofellesskap
Oppdragsnavn:	Teigane bofellesskap
Oppdragsnummer:	628392-05
Utarbeidet av:	Robert Gravdal
Oppdragsleder:	Dat Duc Nguyen
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Asplan Viak er engasjert av Bergen Kommune for å bistå med rådgivning innenfor blant annet bygningsfysikk og energieffektivitet i forbindelse med prosjekteringen av Teigane Bofellesskap.

Dette notatet gir en oppsummering av utførte energiberegninger. Hensikten med beregningene er å kontrollere at det planlagte bygget tilfredsstiller energikravene i TEK17 og kravene til passivhus. Det er også utført beregninger av levert energi for å vurdere hvor mange BREEAM-poeng prosjektet kan oppnå iht. ENE 01.

Med de forutsetninger angitt i denne rapporten ligger bygget an til å oppnå passivhusstandard og 8 ENE 01-poeng.

Rapporten er skrevet av Robert Gravdal, Dat Duc Nguyen har vært oppdragsleder og Hilde Anette Eikeland har tatt KS.

01	16. jun. 2022	Nytt dokument	RG	HAE
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	4
1.1. Metodikk og Simuleringsprogram	5
1.2. Energiberegningene	5
2. Forutsetninger og sentrale inndata	6
2.1. Klimadata	6
2.2. Soneinndeling	7
2.3. Tegningsunderlag	8
2.4. Klimaskall og minstekrav	8
2.5. Termisk masse	9
2.6. Solskjerming	9
2.7. Energikilde og oppvarmingsløsning	9
2.8. Ventilasjon m.m. i boliger	10
2.9. Ventilasjon m.m. i personaldel	11
3. Resultater boligdel	12
3.1. Minstekrav til bygningsdeler	12
3.2. Netto energibehov - krav til bygningens energieffektivitet	12
3.3. Levert energibehov - Energimerkeordningen	13
3.4. Passivhusstandard	15
4. Resultater personaldel	18
4.1. Minstekrav til bygningsdeler	18
4.2. Netto energibehov - krav til bygningens energieffektivitet	18
4.3. Levert energibehov - Energimerkeordningen	19
4.4. Passivhusstandard	22
5. Oppsummering	24

Vedlegg 1 - Sjekkliste for dokumentasjon av inndata, boligdel	25
Vedlegg 2 - Sjekkliste for dokumentasjon av inndata, personal del	27

1.1. Metodikk og Simuleringsprogram

Beregningene er foretatt i henhold til reglene i NS 3031:2014 (Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data) og passivhusstandardene NS 3700:2013 (Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Boligbygninger) og NS 3701:2012 (Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Yrkesbygninger). Det vil si at det er benyttet standardiserte inndata for energibehov til persontetthet, belysning, teknisk utstyr og varmtvann, driftstider, minimumsventilasjon og settpunkttemperaturer. De standardiserte inndata varierer noe mellom beregning iht. TEK 17 og beregninger iht. NS 3700/NS3701.

Beregningene er utført i programmet SIMIEN, versjon 6.017. SIMIEN er et dynamisk beregningsprogram validert etter reglene i NS-EN 15265. Programmet benytter standardiserte klimadata, i henhold til regelverket for kontrollberegninger.

Energiberegninger basert på en modell med standardiserte inndata samsvarer ikke nødvendigvis med reelle driftsforhold for bygningen. Dette skyldes bl.a. at internlaster til diverse teknisk utstyr i virkeligheten ofte er høyere enn de standardiserte tallene.

1.2. Energiberegningene

Det er gjort tre sett med energiberegninger for de to ulike sonene:

1. TEK-beregningen: Netto energibehov, som benytter standardiserte inndata etter TEK 17. Brukes til kontrollberegninger mot energikravene i TEK 17.
2. Energimerkeberegningen: Behov for levert energibehov, som benytter samme standardiserte inndata som beregning 1. Brukes til beregning av forventet energikarakter iht. energimerkeordningen og beregning av antall ENE1-poeng (BREEAM).
3. PH-beregningen: Kriterier for passivhusstandard. Standardiserte inndata fra NS 3700 og NS 3701. For luftmengder, og internlaster til teknisk utstyr fraviker det i forhold til beregning 1.

2. Forutsetninger og sentrale inndata

I dette kapittelet følger en oversikt over viktige inndata og forutsetninger for både bygningskroppen og tekniske anlegg.

2.1. Klimadata

For vurdering mot energikrav i TEK og til energimerking er det benyttet standard klimadata for Oslo, ettersom det er krav om dette i kontrollberegninger mot offentlige krav.

For vurdering mot kravene i passivhusstandarden, samt øvrige beregninger, er det benyttet lokale klimadata fra Bergen. Som vist i tabellen under, så er det svært store forskjeller mellom de to klimastedene, noe som gir store utslag i energiberegningene. Det er derfor mindre krevende å designe gode bygg i Bergen, siden klima har mindre ekstreme temperaturer om vinteren.

Passivhusstandarden stiller samme krav til netto energibehov til oppvarming for bygg i Oslo og Bergen, ettersom begge klimastedene har årsmiddeltemperatur som er over angitt grenseverdi på $\geq 6,3$ °C. Det er derfor vesentlig enklere å tilfredsstille kravene knyttet til maksimalt oppvarmingsbehov i Bergen enn i Oslo. Passivhusstandarden har imidlertid et minstekrav til varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap, og dette kravet er uavhengig av klima. Foreløpige beregninger viser at det er dette kravet som blir dimensjonerende for personaldelen, mens boligdelen dimensjoneres av netto energibehov.

Tabell 1: Klimadata

Klimasted	Midlere temp. dim. vinter	Årsmiddeltemperatur
Bergen	-12 °C	7,8 °C
Oslo	-20 °C	6,3 °C

2.2. Soneinndeling

Bygget er, som vist under, simulert med 8 soner fordelt på to bygningskategorier. Personaldelen (tjenestebasen) er simulert som én sone, mens boligdelen er simulert med 6 soner for de 6 boenhetene og 1 sone for fellesareal.



Figur 2: Underetasje med 4 boenheter (grønn) og fellesareal (lilla)



Figur 3: Plan 1 med to boenheter (grønn), fellesareal (lilla) og personaldel (oransje)

2.3. Tegningsunderlag

Arealer (BRA, gulv, tak og fasader) er målt opp elektronisk fra tegninger i pdf-format datert 25.04.2022. Vindusarealer er oppmålt i IFC-fil datert 05.05.2022.

2.4. Klimaskall og minstekrav

Tabell 2 og Tabell 3 viser en oversikt over bygningskomponentenes egenskaper og tilhørende minstekrav i byggteknisk forskrift og passivhusstandardene.

Tabell 2: Bygningskomponentenes egenskaper og minstekrav fra TEK17.

Beskrivelse ny del	Isolasjonstykkelse og -kvalitet	Teigane	Minstekrav TEK
U-verdi yttervegger mot grunn [W/m ² K]	200 mm kontinuerlig isolasjon, $\lambda \leq 0,034$	0,16*	$\leq 0,22$
U-verdi yttervegger av bindingsverk [W/m ² K]	300 mm isolasjon $\lambda \leq 0,035$	0,15	$\leq 0,22$
U-verdi kompakt skråtak [W/m ² K]	350 mm kontinuerlig isolasjon, $\lambda \leq 0,034$	0,10	$\leq 0,18$
U-verdi takterrasse [W/m ² K]	250 mm kontinuerlig isolasjon, $\lambda \leq 0,035$	0,14	$\leq 0,18$
U-verdi gulv på grunn [W/m ² K]	200 mm kontinuerlig isolasjon, $\lambda \leq 0,035$	0,17*	$\leq 0,18$
U-verdi gulv mot friluft [W/m ² K]	200 mm kontinuerlig isolasjon, $\lambda \leq 0,035$	0,17	$\leq 0,18$

*U-verdi eks. grunnens isolans.

Tabell 3: Bygningskomponentenes egenskaper og minstekrav fra NS3700/NS3701

Beskrivelse ny del	Teigane Personaldel	Teigane Boligdel	Minstekrav Passivhus
U-verdi glassfelt/vinduer/dører [W/m ² K]	0,70	0,75	$\leq 0,8$
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	0,03	$\leq 0,03$
Lekkasjetall [luftvekslinger per t.]	0,5	0,6	$\leq 0,6$
Temperaturvirkningsgrad, varmegjenvinner	0,82	0,85	$\geq 0,80$
Spesifikk vifteeffekt [kW/(m ³ /s)]	1,4	1,2	$\leq 1,5$

Oppvarmet del av BRA for bygget er beregnet til 840 m².

Glassareal i forhold til oppvarmet BRA er beregnet til 12,5 % for boligdel og 18,8 % for personaldel.

2.5. Termisk masse

Omfanget av termisk masse vil i stor grad være med på å påvirke det innvendige klima og byggets energibehov. Et «tungt» bygg vil oppleve mindre svingninger i temperatur som igjen fører til et lavere kjøle- og oppvarmingsbehov.

Tabellen under viser hvilke termiske masser som er forutsatt for Teigane.

Tabell 4: Termiske masser

Bygningsdel	Innvendig sjikt	Varmelagringsevne Wh/m ² K
Gulv	Gulvbelegg + betong	63
Himling	Gipsplater	2,4
Innside yttervegger	Gipsplater	2,4
Møbler/Interiør	«Middels møblert rom»	4

2.6. Solskjerming

For vinduer og glassdører mot vest er det forutsatt utvendig solavskjerming (zipp screen) og en fast solfaktor på vinduene på 0,45. Solfaktor for aktivisert avskjerming er satt til 0,04.

I energiberegningen forutsettes det at øvrige vinduer har tilstrekkelig skjerming.

2.7. Energikilde og oppvarmingsløsning

Det er i forprosjektet forutsatt at romoppvarming dekkes med energibrønner (vann/vann varmepumpe) i tillegg til elektrisitet som «spisslast». Under følger en oversikt over dekningsgrad og virkningsgrader for de ulike energikildene.

2.7.1. Varmepumpe

Dekningsgrad energibehov:		Data energikilde:	
Romoppvarming [%]:	90,0	Systemvirkningsgrad romoppvarming:	2,96
Oppvarming av tappevann [%]:	50,0	Systemvirkningsgrad varmtvann:	2,70
Varmebatterier ventilasjon [%]:	70,0	Systemvirkningsgrad varmebatterier:	2,49
Kjølebatterier ventilasjon [%]:	0,0	Gjennomsnittlig kjølefaktor romkjøling:	2,50
Lokal kjøling (romkjøling) [%]:	0,0	Gjennomsnittlig kjølefaktor kjølebatterier:	2,50
El. spesifikt energibehov* [%]:	0,0		

2.7.2. Direkte el.

Dekningsgrad energibehov:		Data energikilde:	
Romoppvarming [%]:	10,0	Systemvirkningsgrad romoppvarming:	0,81
Oppvarming av tappevann [%]:	50,0	Systemvirkningsgrad varmtvann:	0,98
Varmebatterier ventilasjon [%]:	30,0	Systemvirkningsgrad varmebatterier:	0,88
Kjølebatterier ventilasjon [%]:	100,0	Gjennomsnittlig kjølefaktor romkjøling:	2,50
Lokal kjøling (romkjøling) [%]:	100,0	Gjennomsnittlig kjølefaktor kjølebatterier:	2,50
El. spesifikt energibehov* [%]:	100,0		

2.8. Ventilasjon m.m. i boliger

- Ventilasjon i driftstid: I beregningene er det modellert VAV med minste luftmengder satt til 1,52 m³/hm². Største luftmengder er satt til 4,93 m³/m²h.
- Ventilasjon utenfor driftstid: Det er forutsatt 1,52 m³/hm².
- Det er forutsatt at ventilasjonsanleggene er utstyrt med kjølebatterier, der det kun benyttes frikjøling fra brønnparken.
- SFP-faktor (snitt for alle anlegg): Det er forutsatt 1,2 kW/m³s i driftstid og 1,0 kW/m³s utenom driftstid. SFP-verdien må dokumenteres av leverandør.

- Årsgjennomsnittlig virkningsgrad for varmegjenvinner: Gjennomsnittlig gjenvinningsgrad på 85 % er forutsatt. Virkningsgraden må dokumenteres av leverandør.
- Settpunkttemperatur ventilasjon: Satt til 19 °C hele året.
- Behovsstyrt belysning, gjennomsnittlig effektbehov på 1,95 W/m².
- Øvrige internlaster som spesifisert i NS 3700.

2.9. Ventilasjon m.m. i personaldel

- Ventilasjon i driftstid:
 - I PH-beregningene er det modellert VAV med gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden satt til 6 m³/hm².
 - I øvrige beregninger er minste luftmengde i driftstid satt til 7 m³/m²h, største luftmengde satt til 14,95 m³/m²h.
- Ventilasjon utenfor driftstid:
 - I PH-beregningen er 1,2 m³/hm² benyttet.
 - I øvrige beregninger er 2,0 m³/hm² benyttet.
- Det er forutsatt at ventilasjonsanleggene er utstyrt med kjølebatterier, der det kun benyttes frikjøling fra brønnparken.
- SFP-faktor (snitt for alle anlegg): Det er forutsatt 1,4 kW/m³s i driftstid og 0,7 kW/m³s utenom driftstid. SFP-verdien må dokumenteres av leverandør.
- Årsgjennomsnittlig virkningsgrad for varmegjenvinner: Gjennomsnittlig gjenvinningsgrad på 82 % er forutsatt. Virkningsgraden må dokumenteres av leverandør.
- Settpunkttemperatur ventilasjon: Satt til 19 °C hele året.
- Behovsstyrt belysning, gjennomsnittlig effektbehov på 4,0 W/m².
- Øvrige internlaster som spesifisert i NS 3701.

3. Resultater boligdel

3.1. Minstekrav til bygningsdeler

I tillegg til krav til bygningens netto energibehov, stiller TEK 17 og NS 3700 enkelte minstekrav til de ulike bygningsdeler og tekniske komponenter. Kravene gjelder for gjennomsnittet av de ulike bygningsdelene. Tabellene under viser at alle krav er oppfylt mot TEK 17 og NS 3700 (passivhusstandarden).

Tabell 5: Minstekrav TEK17

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,14	0,22
U-verdi tak [W/m²K]	0,11	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m²K]	0,11	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,7	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,6	1,5

Tabell 6: Minstekrav NS3700

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,75	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	85	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	1,20	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,60

3.2. Netto energibehov - krav til bygningens energieffektivitet

For boliger kan energikravet oppfylles på en av to måter: 1: ved energitiltaksmodellen (med eller uten «omfordeling») eller 2: energirammemodellen. Her benyttes energirammemodellen. Beregnet netto energibehov for boligdelen skal være mindre enn et fastsatt rammekrav. Rammekravet er forskjellig for ulike typer bygg; for bolig er rammekravet 95 kWh/m²

Iht. beregningen som er utført, har boligdelen et netto energibehov på 86,0 kWh/m². Kravet til energieffektivitet iht. teknisk forskrift er dermed oppfylt med god margin. Beregningen er utført med klimadata for Oslo.

Tabell 7: Beregnet netto energibehov

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	18,8 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	2,7 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	5,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,1 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	11,4 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	17,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	86,0 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	95,0 kWh/m ²

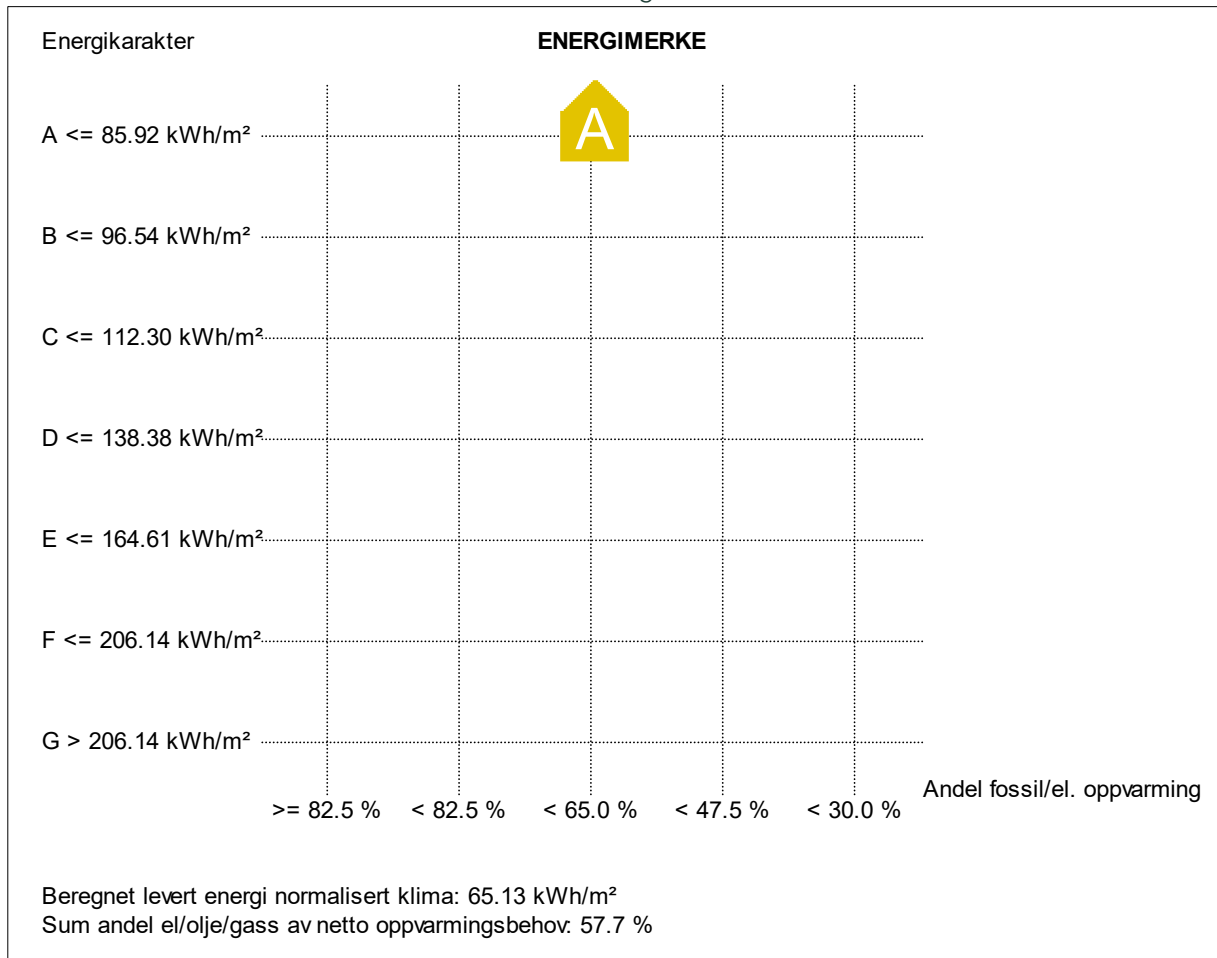
3.3. Levert energibehov - Energimerkeordningen

Behov for levert energi avhenger av valgt løsning for varmforsyning og energikilde. På Teigane er oppvarmingsbehovet forutsatt dekket med (hovedsakelig) energibrønner (se kap. 2.7 for detaljer).

Beregnet behov for levert energi er på 65,13 kWh/m² for boligdelen. Beregningen er utført med klimadata for Oslo.

Kravet til energikarakter A i energimerkeordningen er på 85,92 kWh/m² for boligbygg. Boligdelen ligger følgelig an til å oppnå energimerke A.

Tabell 8: Energimerke



3.3.1. BREEAM Ene 01 - Energieffektivitet

Antall oppnådde poeng baseres på den prosentvise forbedringen av beregnet levert energi i forhold til nødvendig nivå for å oppnå energikarakter C i energimerkeordningen

Den prosentvise forbedringen brukes til å tildele antall poeng som vist i tabellen nedenfor.

Tabell 9: Prosentvis forbedring i forhold til energimerke C

Poeng	Prosentvis forbedring [%]	Behov for levert energi [kW/m ² år]
0	0	112,3
1	5	106,7
2	7	104,4
3	11	99,9
4	15	95,5
5	19	91,0
6	25	84,2
7	31	77,5
8	38	69,6
9	45	61,8
10	55	50,5
11	70	33,7
12	85	16,8

Med et beregnet behov for levert energi på 65,13 kWh/m² oppnås en prosentvis forbedring på over 38 % som da er tilstrekkelig for å oppnå 8 poeng på Ene 01.

3.4. Passivhusstandard

For å oppnå status som passivhus, må man tilfredsstille en rekke kriterier definert i passivhusstandarden NS 3700:2013 «Kriterier for lavenergi- og passivhus - Boligbygninger».

Tabellene under viser at alle kriterier for passivhus er oppfylt.

Tabell 10: Evaluering mot NS3700

Resultater av evalueringen		
Evaluering mot NS 3700:2013		Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller kravet for varmetapstall	
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse	
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter	
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3700:2013	
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller alle krav til passivhus	

Tabell 11: Varmetapsbudsjett

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,09
Varmetapstall tak	0,05
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,07
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,09
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,05
Totalt varmetapstall	0,39
Krav varmetapstall	0,43

Tabell 12: Energiytelse

Beskrivelse	Energiytelse	
	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	14,9 kWh/m ²	15,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Energibruk el./fossile energibærere	60,9 kWh/m ²	63,3 kWh/m ²

Samlet netto energibehov fordelt på de ulike energipostene beregnet iht. beregningsreglene for passivhus (NS 3700:2013) er gitt i Tabell 13.

Tabell 13: Beregnet årlig netto energibehov (inndata fra NS 3701)

Energibudsjett (NS 3700)		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	8823 kWh	13,5 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	868 kWh	1,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	19393 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	3016 kWh	4,6 kWh/m ²
3b Pumper	11 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Belysning	7416 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	11409 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	50935 kWh	78,2 kWh/m ²

Forskjellen i inndata fra kontrollen mot rammekravet i TEK17 (Tabell 7) er at simuleringen er utført med lokale klimadata.

3.4.1. BREEAM Ene 23 - Bygningskonstruksjonens energiytelse

I ENE 23 kan man oppnå 2 poeng for å ha et netto energibehov til oppvarming og kjøling (beregnet iht NS 3031 og NS 3700) som er lavere enn kravene for passivhus.

I tillegg må det utføres tetthetsprøving og termografiske undersøkelser i samsvar med NS-EN 13829 og NS-EN 13187. For å oppnå 2 poeng må målt lekkasjetall være under 0,6.

Beregningene ovenfor viser at bygget tilfredsstiller de aktuelle kravene for passivhus. Det kan dermed forventes 2 poeng på Ene 23 i dette prosjektet.

4. Resultater personaldel

4.1. Minstekrav til bygningsdeler

Som for boligdelen viser tabellene under viser at alle krav er oppfylt mot TEK 17 og NS 3701 (passivhusstandarden).

Tabell 14: Minstekrav TEK17

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,15	0,22
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m²K]	0,17	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,7	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,5	1,5

Tabell 15: Minstekrav NS3701

Minstekrav enkeltkomponenter		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,70	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	82	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	1,40	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,50	0,60

4.2. Netto energibehov - krav til bygningens energieffektivitet

Som for boligdelen benyttes energirammemodellen for å oppfylle energikravene i TEK17. Beregnet netto energibehov for personaldelen skal være mindre enn rammekravet for kontorer, som er på 115 kWh/m²

Iht. beregningen som er utført, har personaldelen et netto energibehov på 110,9 kWh/m². Kravet til energieffektivitet iht. teknisk forskrift er dermed oppfylt med god margin. Beregningen er utført med klimadata for Oslo.

Tabell 16: Beregnet netto energibehov

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	13,1 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	11,1 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	5,0 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	13,0 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,4 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	25,1 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	34,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	7,8 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	110,9 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	115,0 kWh/m ²

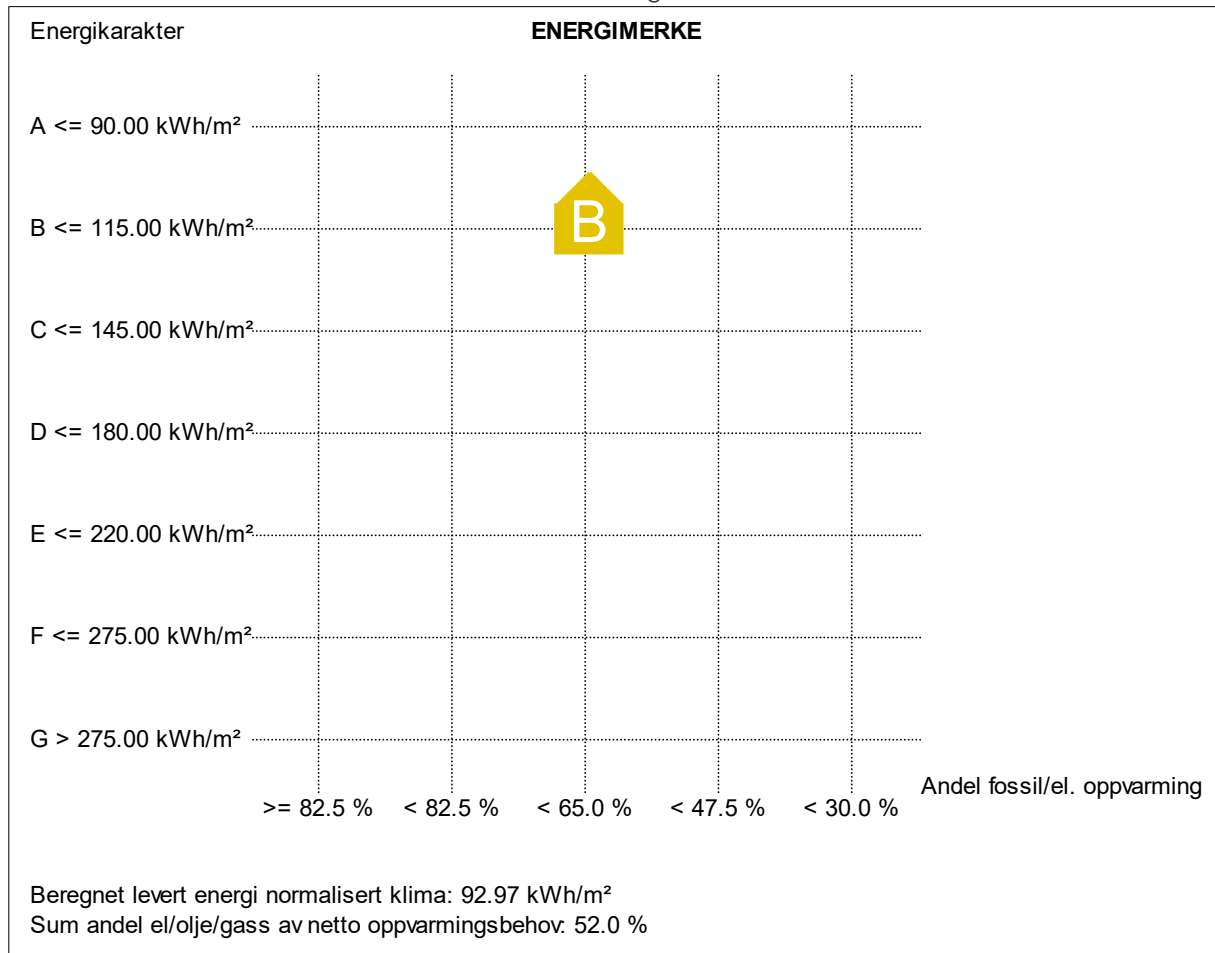
4.3. Levert energibehov - Energimerkeordningen

Behov for levert energi avhenger av valgt løsning for varmforsyning og energikilde. På Teigane er oppvarmingsbehovet forutsatt dekket med (hovedsakelig) energibrønner (se kap. 2.7 for detaljer).

Beregnet behov for levert energi er på 92,97 kWh/m². Beregningen er utført med klimadata for Oslo.

Kravet til energikarakter B i energimerkeordningen er på 115,0 kWh/m² for kontorbygg. Personaldelen ligger følgelig an til å oppnå energimerke B. Kravet til energimerke A i energimerkeordningen er på 90,0 kWh/m² for kontorbygg, så det skal ikke så store forbedringer til for å oppnå energikarakter A.

Tabell 17: Energimerke



4.3.1. BREEAM Ene 01 - Energieffektivitet

Antall oppnådde poeng baseres på den prosentvise forbedringen av beregnet leverte energi i forhold til nødvendig nivå for å oppnå energikarakter C i energimerkeordningen

Den prosentvise forbedringen brukes til å tildele antall poeng som vist i tabellen nedenfor.

Tabell 18: Prosentvis forbedring i forhold til energimerke C

Poeng	Prosentvis forbedring [%]	Behov for levert energi [kW/m ² år]
0	0	145,0
1	5	137,8
2	7	134,9
3	11	129,1
4	15	123,3
5	19	117,5
6	25	108,8
7	31	100,1
8	38	89,9
9	45	79,8
10	55	65,3
11	70	43,5
12	85	21,8

Med et beregnet behov for levert energi på 92,97 kWh/m² oppnås en prosentvis forbedring på over 31 % som da er tilstrekkelig for å oppnå 7 poeng på Ene 01.

I tabellen nedenfor beregnes en arealvektet forbedring på levert energibehov i forhold til energikarakter C, for hele bygningen:

Tabell 19: Arealvektet forbedring på levert energibehov i forhold til energikarakter C

Areal Boligdel	651
Areal Personaldel	189
Beregnet levert energi boligdel	65,13
Beregnet levert energi personaldel	92,97
Krav til merke C (bolig)	112,3
Krav til merke C (kontor)	145,0
Prosentvis forbedring boligdel	42,0 %
Prosentvis forbedring personaldel	35,9 %
Vektet prosentvis forbedring for bygning	40,6 %

Totalt sett har bygningen en (arealvektet) prosentvis forbedring på 40,6 % i forhold til energimerke C, noe som gir **8 poeng på Ene 01**.

4.4. Passivhusstandard

Som for boligdelen viser tabellene under at alle kriterier for passivhus er oppfylt, også for personaldelen.

Tabell 20: Evaluering mot NS3701

Resultater av evalueringen	
Evaluering mot NS 3701	Beskrivelse
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller kravet for varmetapstall
Energiytelse	Bygningen tilfredsstiller krav til energiytelse
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekrav til enkeltkomponenter
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3701 (tabell A.2)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller alle krav til passivhus

Tabell 21: Varmetapsbudsjett

Varmetapsbudsjett	
Beskrivelse	Verdi
Varmetapstall yttervegger	0,12
Varmetapstall tak	0,12
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,02
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,13
Varmetapstall kuldebroer	0,03
Varmetapstall infiltrasjon	0,05
Totalt varmetapstall	0,47
Krav varmetapstall	0,47

Tabell 22: Energiytelse

Energiytelse			
Beskrivelse	Verdi		Krav
Netto oppvarmingsbehov	23,6 kWh/m ²	26,9 kWh/m ²	
Netto kjølebehov	0,7 kWh/m ²	5,0 kWh/m ²	
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,0 W/m ²	4,0 W/m ²	

Samlet netto energibehov fordelt på de ulike energipostene beregnet iht. beregningsreglene for passivhus (NS 3701:2012) er gitt i Tabell 13.

Tabell 23: Beregnet årlig netto energibehov (inndata fra NS 3701)

Energibudsjett (NS 3700)		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	8823 kWh	13,5 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	868 kWh	1,3 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	19393 kWh	29,8 kWh/m ²
3a Vifter	3016 kWh	4,6 kWh/m ²
3b Pumper	11 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Belysning	7416 kWh	11,4 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	11409 kWh	17,5 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	50935 kWh	78,2 kWh/m ²

Forskjellen i inndata fra kontrollen mot rammekravet i TEK17 (Tabell 7) er som følger:

- Passivhussimuleringen beregnes med gjennomsnittlig luftmengde i stedet for minimum og maksimum luftmengde i driftstid (se avsnitt 11)
- Luftmengde utenom driftstid redusert fra 2 m³/m²h til 1,2 m³/m²h
- Simuleringen er utført med lokale klimadata.

4.4.1. BREEAM Ene 23 - Bygningskonstruksjonens energiytelse

I ENE 23 kan man oppnå 2 poeng for å ha et netto energibehov til oppvarming og kjøling (beregnet iht NS 3031 og NS 3701) som er lavere enn kravene for passivhus.

I tillegg må det utføres tetthetsprøving og termografiske undersøkelser i samsvar med NS-EN 13829 og NS-EN 13187. For å oppnå 2 poeng må målt lekkasjetall være under 0,6.

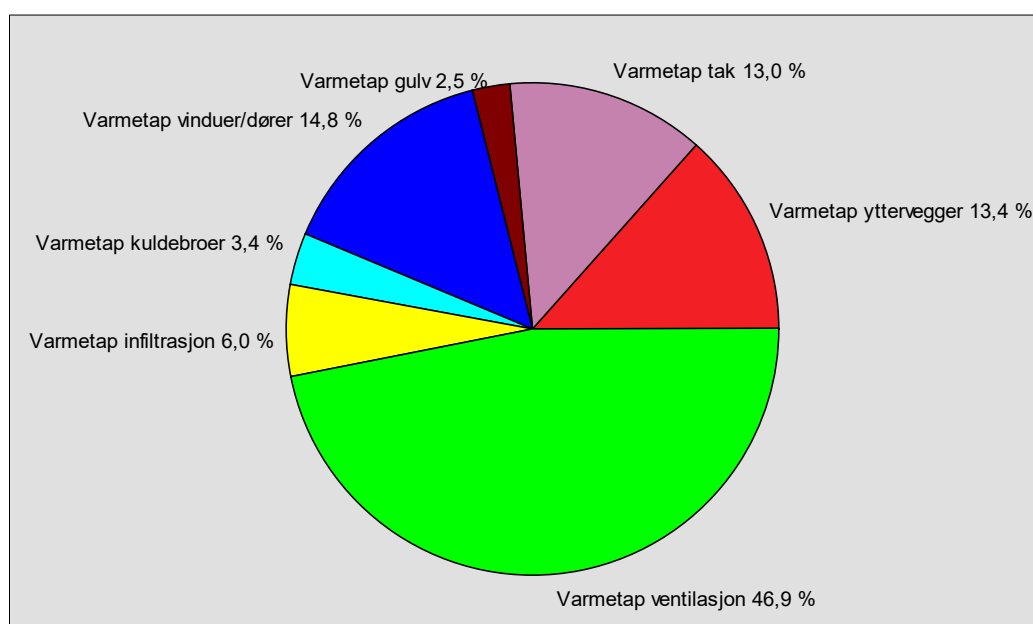
Beregningene ovenfor viser at bygget tilfredsstiller de aktuelle kravene for passivhus. Det kan dermed forventes 2 poeng på Ene 23 i dette prosjektet.

5. Oppsummering

Bygget ligger an til å tilfredsstillere energikravene i byggt teknisk forskrift (TEK17) og kravene til passivhus (NS 3700 og NS 3701). Boligdelen ligger an til å oppnå energimerke A, mens personaldel har foreløpig energimerke B, men med energimerke A innenfor rekkevidde dersom det gjøres enkelte forbedringer. Foreløpige beregninger viser at bygget kan oppnå 8 BREEAM-poeng under ENE 01, grunnet en forbedring av beregnet leverte energi på over 38 % i forhold til nivået for å oppnå energimerke C. I tillegg er det sannsynlig at det vil kunne oppnås 2 poeng på Ene 23.

Bygget tilfredsstiller alle krav til passivhus, men det er liten margin til netto oppvarmingsbehov for boligdelen og kravet til totalt varmetapstall er bare så vidt tilfredsstillt for personaldelen. Høyere infiltrasjon, økt overflateareal eller høyere U-verdier, vil føre til varmetapstallet overstiger minstekravet i passivhusstandarden. Dette vil i så fall medføre at bygget ikke kan kalle seg et passivhus, men dette har ikke betydning for poengoppnåelse på Ene 23, ettersom Ene 23 ikke stiller krav til maksimalt varmetapstall.

Kravet til kjølebehov er oppfylt med god margin.



Figur 4: Oversikt over varmetap, personaldel

Figur 4 viser en oversikt over varmetapet fra personaldelen. Som en kan se så er det ventilasjon som står for den største andelen av varmetapet.

Vedlegg 1 - Sjekkliste for dokumentasjon av inndata, boligdel

Størrelser		Inndata Bolig	Dokumentasjon ^b
Arealer [m ²]	Yttervegger ^b	428	
	Tak ^b	306	
	Gulv ^b	434	
	Vinduer, dører og glassfelt ^b	82	
Oppvarmet del av BRA (A_{B}) [m ²]		651	
Oppvarmet luftvolum (V) [m ³]		2300	
U-verdi for bygningsdeler [W/m ² K]	Yttervegger ^c	0,14	
	Tak ^c	0,11	
	Gulv ^c	0,11	
	Vinduer, dører og glassfelt ^c	0,75	
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt (Π_{sol}) [%]		12,5	
Normalisert kuldebroverdi (Ψ') [W/m ² K]		0,03	Forutsatt. Krever fokus på å unngå kuldebroer. Tilsvarende passivhuskravet.
Normalisert varmekapasitet (C') [Wh/m ² K]		90	
Lekkasjetall (n_{50}) [h ⁻¹]		0,6	Forutsatt. Krever meget høy fokus på tetthet i prosjektering og utførelse.
Temperaturvirkningsgrad (η_{D}) for varmegjenvinner [%]		85	Forutsatt verdi
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/m ³ /s]		1,20	Forutsatt verdi
Gjennomsnittlig spesifikk ventilasjonsluftmengde i driftstiden [m ³ /m ² h]		1,96	
Gjennomsnittlig spesifikk ventilasjonsluftmengde utenfor driftstiden [m ³ /m ² h]		0	
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingssystemet [%] ^h		1,69	
Settpunkt-temperatur for oppvarming [°C] ⁱ		20,3	
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) (kW/(l/s))		0,0/0,5	
Driftstid for ventilasjon, oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann og personer ^{d, i}		16/24	
Spesifikt effektbehov for belysning i driftstiden [W/m ²] ⁱ		1,95	Forutsatt
Spesifikt varmetilskudd for belysning i driftstiden (q''_{lys}) [W/m ²] ⁱ		1,95	Som over

Størrelser	Inndata Bolig	Dokumentasjon ^b
Spesifikt effektbehov for utstyr i driftstiden $[W/m^2]^i$	3,0	
Spesifikt varmetilskudd for utstyr i driftstiden $(q''_{uts}) [W/m^2]^i$	1,8	
Effektbehov varmtvann på driftsdager $[W/m^2]^i$	3,4	
Spesifikt varmetilskudd for varmtvann i driftstiden $[W/m^2]^i$	0	
Varmetilskudd fra personer (q''_{pers}) i driftstiden $[W/m^2]^i$	1,5	
Total solfaktor ($\bar{g}_t$) for vindu og solskjerming ($\emptyset/S/V/N$) ^e	0,17	
Gjennomsnittlig karmfaktor (F_F)	0,20	Forutsatt
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nærliggende bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring ^f	0,93/0,91/ 1,00/0,79	

^a I mange tilfeller er inndata i denne tabellen summerte/aggregerte verdier som må beregnes. I praksis vil derfor dette inndataskjemaet ofte være et resultat i et dataprogram, og dermed en sjekklister på innlagte data i programmet.

^b Areal for bygningsdeler/konstruksjoner som vender mot uoppvarmede soner/rom eller mot grunnen skal også tas med her. Det kan gjerne angis i dokumentasjonsfeltet en oppdeling av hva som vender hhv. Mot friluft, uoppvarmede soner og grunnen.

^c I U-verdien for de ulike bygningsdeler skal det angis en gjennomsnittlig U-verdi (arealmidler). For bygningsdeler /konstruksjoner mot uoppvarmede rom/soner skal en effektiv U-verdi angis som er produktet av U-verdien til konstruksjonen mot uoppvarmede sonen og varmetapsfaktoren b : $U_{eff} = b \times U$. Verdier for b er gitt i tabell B.7. Forkonstruksjoner mot grunnen skal ekvivalent U-verdi for grunnen på grunn (U_g) og kjellervegger (U_{bw}) angis.

^d I tilfeller der det er ulik driftstid for ventilasjon, oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann og personer, skal dette angis

^e I tilfeller der systemfaktorer, $\bar{g}_t$, varierer for ulike fasadeorienteringer, skal det angis separate verdier for øst (Ø), sør (S), vest (V) og nord (N). Orientering for øst regnes som fra 46° til 135°, sør fra 136° til 225°, vest fra 226° til 315° og nord fra 316° til 45°, der retning nord er 0° og rett sør er 180°. I tilfeller der systemfaktoren varierer mye over året, skal en gjennomsnittsverdi for de fire varmeste månedene angis (mai - august). For bevegelig (regulerbar) solskjerming skal verdien for aktivisert stilling angis.

^f I tilfeller der denne solskjermingsfaktoren varierer mye over året, skal en gjennomsnittsverdi for de fire varmeste månedene angis (mai – august).

^g Hvilke standarder, metoder, dokumentasjon fra byggevareprodusenter og verdier fra tabeller i dette dokumentet som inndata er basert på, skal angis i dette feltet.

^h Ikke nødvendig for energibehov og kontrollberegning etter TEK.

ⁱ Ved kontrollberegning mot offentlige krav velges inndata fra tillegg A.

Vedlegg 2 - Sjekkliste for dokumentasjon av inndata, personaldel

Størrelser		Inndata Bolig	Dokumentasjon ^b
Arealer [m ²]	Yttervegger ^b	150	
	Tak ^b	418	
	Gulv ^b	24	
	Vinduer, dører og glassfelt ^b	35	
Oppvarmet del av BRA (A _{RI}) [m ²]		189	
Oppvarmet luftvolum (V) [m ³]		869	
U-verdi for bygningsdeler [W/m ² K]	Yttervegger ^c	0,15	
	Tak ^c	0,10	
	Gulv ^c	0,17	
	Vinduer, dører og glassfelt ^c	0,70	
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt (U _{sol}) [%]		18,8	
Normalisert kuldebroverdi (Ψ') [W/m ² K]		0,03	Forutsatt. Krever fokus på å unngå kuldebroer. Tilsvarende passivhuskravet.
Normalisert varmekapasitet (C') [Wh/m ² K]		120	
Lekkasjetall (n ₅₀) [h ⁻¹]		0,5	Forutsatt. Krever meget høy fokus på tetthet i prosjektering og utførelse.
Temperaturvirkningsgrad (η _D) for varmegjenvinner [%]		82	Forutsatt verdi
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/m ³ /s]		1,40	Forutsatt verdi
Gjennomsnittlig spesifikk ventilasjons-luftmengde i driftstiden [m ³ /m ² h]		8,85	
Gjennomsnittlig spesifikk ventilasjons-luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /m ² h]		2,0	Minstekrav i NS 3031 tillegg A
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingssystemet [%] ^h		1,83	
Settpunkt-temperatur for oppvarming [°C] ⁱ		20	Krav i NS 3031, tillegg A
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) (kW)/(l/s)		0,0/0,5/0,6	
Driftstid for ventilasjon, oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann og personer ^{d, i}		12/24	Krav i NS 3031, tillegg A (timer per dag/dager per uke/uker per år)
Spesifikt effektbehov for belysning i driftstiden [W/m ²] ⁱ		4,0	Forutsatt. Tilsvarende passivhuskravet. Overholdelse av kravet må dokumenteres i LENI-beregninger fra leverandøren.

Størrelser	Inndata Bolig	Dokumentasjon ^b
Spesifikt varmetilskudd for belysning i driftstiden (q''_{lys}) [W/m ²] ⁱ	4,0	Som over
Spesifikt effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m ²] ⁱ	11	Krav i NS 3031, tillegg A / NS 3701
Spesifikt varmetilskudd for utstyr i driftstiden (q''_{uts}) [W/m ²] ⁱ	11	Krav i NS 3031, tillegg A / NS 3701
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²] ⁱ	0,8	Krav i NS 3031, tillegg A
Spesifikt varmetilskudd for varmtvann i driftstiden [W/m ²] ⁱ	0	
Varmetilskudd fra personer (q''_{pers}) i driftstiden [W/m ²] ⁱ	4,0	Krav i NS 3031, tillegg A
Total solfaktor ($\bar{g}_t$) for vindu og solskjerming (Ø/S/V/N) ^e	0,20	
Gjennomsnittlig karmfaktor (F_F)	0,20	Forutsatt
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nærliggende bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring ^f	1,00/0,96/ 0,30/1,00	

^a I mange tilfeller er inndata i denne tabellen summerte/aggregerte verdier som må beregnes. I praksis vil derfor dette inndataskjemaet ofte være et resultat i et dataprogram, og dermed en sjekkliste på innlagte data i programmet.

^b Areal for bygningsdeler/konstruksjoner som vender mot uoppvarmede soner/rom eller mot grunnen skal også tas med her. Det kan gjerne angis i dokumentasjonsfeltet en oppdeling av hva som vender hhv. Mot friluft, uoppvarmede soner og grunnen.

^c I U-verdien for de ulike bygningsdeler skal det angis en gjennomsnittlig U-verdi (arealmidler). For bygningsdeler /konstruksjoner mot uoppvarmede rom/soner skal en effektiv U-verdi angis som er produktet av U-verdien til konstruksjonen mot uoppvarmede sonen og varmetapsfaktoren b : $U_{eff} = b \times U$. Verdier for b er gitt i tabell B.7. Forkonstruksjoner mot grunnen skal ekvivalent U-verdi for grunnen på grunn (U_g) og kjellervegger (U_{bw}) angis.

^d I tilfeller der det er ulik driftstid for ventilasjon, oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann og personer, skal dette angis

^e I tilfeller der systemfaktorer, $\bar{g}_t$, varierer for ulike fasadeorienteringer, skal det angis separate verdier for øst (Ø), sør (S), vest (V) og nord (N). Orientering for øst regnes som fra 46° til 135°, sør fra 136° til 225°, vest fra 226° til 315° og nord fra 316° til 45°, der retning nord er 0° og rett sør er 180°. I tilfeller der systemsolfaktoren varierer mye over året, skal en gjennomsnittsverdi for de fire varmeste månedene angis (mai - august). For bevegelig (regulerbar) solskjerming skal verdien for aktivisert stilling angis.

^f I tilfeller der denne solskjermingsfaktoren varierer mye over året, skal en gjennomsnittsverdi for de fire varmeste månedene angis (mai – august).

^g Hvilke standarder, metoder, dokumentasjon fra byggevareprodusenter og verdier fra tabeller i dette dokumentet som inndata er basert på, skal angis i dette feltet.

^h Ikke nødvendig for energibehov og kontrollberegning etter TEK.

ⁱ Ved kontrollberegning mot offentlige krav velges inndata fra tillegg A.

