

Prosjekt:

Sjukehuset Nordmøre og Romsdal

Tittel:

C.2 Energikonsept Psykiatri- og habiliteringsbygg



Kontraktor/leverandørs logo:		Bygg nr:	Etasje nr.:	Systemgr.:	Antall sider:	
		1240	0		Side 1 av 16	
Prosjekt:	Utgivernr:	Fag:	Dok.type:	Løpenr:	Rev.nr.:	Status:
SNR	8302	Y	NO	0004	01	I

01	Konkurransesgrunnlag	07.10.21	ESOL	MAGA	MAGA
Rev.	Beskrivelse	Rev. Dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent



Innhold

1	Oppsummering.....	3
2	Innledning.....	3
3	Energikrav.....	3
3.1	TEK17.....	4
3.2	Prosjektspesifikke krav	4
3.2.1	Passivhusnivå.....	4
3.2.2	Energimerke	5
3.3	Reelt energibudsjett	5
3.4	Definisjoner	5
4	Beregninger	6
4.1	Metode	6
4.2	Beskrivelse av bygg.....	6
4.3	Standardiserte inndata	7
4.4	Teknisk inndata.....	8
4.4.1	Ventilasjon.....	8
4.4.2	Lokal kjøling	8
4.4.3	Termisk energiforsyning	9
4.5	Inndata for klimaskillende konstruksjoner og installasjoner	9
5	Resultater	10
5.1	TEK-evaluering.....	10
5.2	Energimerke	11
5.3	Passivhusevaluering	12
5.4	Reelt energibudsjett	13
6	Konklusjon	14
7	Referanser	14
8	Vedlegg A – Beregning av reelt energibudsjett	15
9	Vedlegg B – Inndata til beregningsmodell for reelt energibudsjett	16

1 Oppsummering

Bygningsegenskaper	Benyttet i simulering	Isolasjons-tykkelse [mm]	Kommentar
U-verdi yttervegg mot det fri [W/m²K]	0,21	≥ 250	Tilsvarende 198+48 mm isolert bindingsverkvegg med 48 mm tykke stendere. $\Lambda \leq 0,035$ W/mK.
U-verdi yttervegg mot terreng, ekvivalent verdi [W/m²K]	0,21	≥ 150	Betongvegg med kontinuerlig isolasjon på utsiden. $\Lambda_D \leq 0,038$ W/mK
U-verdi gulv mot grunnen, ekvivalent verdi [W/m²K]	Gangbro: 0,21 Øvrig: 0,13	≥ 150 ≥ 200	Gulv på grunn med kontinuerlig isolasjon under betong. $\Lambda \leq 0,038$ W/mK
U-verdi tak/takterrasser [W/m²K]	Gangbro: 0,19 Øvrig: 0,12	≥ 200 ≥ 350	Kompakt tak med kontinuerlig isolasjon over bærekonstruksjon. $\Lambda \leq 0,038$ W/mK
Solfaktor generelt [-]	0,10 (0,37)	-	3-lags glass m/utvendig screen. Utvendig screen på fasade Ø, S og V, foruten mot atrium på bakkeplan
Solfaktor gangbro [-]	0,25	-	Redusert solfaktor i glass
U-verdi glassfasader, vindu og ytterdører [W/m²K]	0,90	-	Gjennomsnittlig verdi inkl. karm/ramme.
Andel vindusareal av BRA [%]	23,0		
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,05	100	Min. 100 mm kuldebrobryter på utsiden av bæresystem.
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [h⁻¹]	0,3	-	Dokumenteres av utførende.
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad på varmegjenvinner [%]	84%		
SFP i og utenfor driftstid [kW/m³/s]	1,5		

2 Innledning

Dette notatet inneholder energiberegninger for psykiatri- og habiliteringsbygget ved akuttsykehuset på Hjelset. Hensikten med notatet er å avdekke og beskrive hvilke bygningsmessige og tekniske kvaliteter som må til for å nå målsetningene for energiytelse og tilfredsstille overordnede forskriftskrav. Dette i funksjonsprosjektet. Notat og beregninger må oppdateres og valideres i den videre prosjekteringen.

3 Energikrav

Bygget skal tilfredsstille energikravene gitt i TEK17 (1), i tillegg til miljø- og klimakrav angitt i **C.1 Kravdokument energi og miljø (miljøplan – krav til miljøoppfølging)**, utarbeidet av Helse Møre og Romsdal, Sykehusbygg og med innspill fra PG. Viktige krav innenfor energi er oppsummert under:

- Sykehuset skal oppnå *passivhusnivå*. Krav til enkeltkomponenter mm. iht. passivhusstandarden NS 3701:2012 (2) gjelder ikke.
- Sykehuset skal oppnå energikarakter A med minimum lysegrønn oppvarmingskarakter iht. energimerkeforskriften.

Overskuddsvarme fra energikrevende utstyr skal om mulig gjenvinnes/utnyttes i energiproduksjonen.

3.1 TEK17

I innledningen til kap. 14 i TEK17 oppgis det at "Reglene i forskriftens kapittel 14 skal bidra til at bygninger som oppføres eller oppgraderes, har lavt energibehov og miljøvennlig energiforsyning."

I TEK17 stilles det krav til byggets energibehov i form av et rammekrav. Krav til netto energibehov for bygget ser man i Tabell 1. Gjennomsnittlig rammekrav er beregnet ut fra forholdet mellom luftmengder med hhv. høy og lav gjenvinningsgrad derom det er arealer med risiko for spredning av forurensning/smitte. For psykiatri- og habiliteringsbygget er det ikke aktuelt med lav gjenvinningsgrad.

TABELL 1. ENERGIRAMMEKRAV IHT. TEK17

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m ² oppvarmet BRA pr. år)
Sykehus	225,0

I tillegg setter TEK17 krav til minsteverdier for enkeltkomponenter, se Tabell 2:

TABELL 2. MINSTEKRAV IHT. TEK17

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ² K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling pr. time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

Utover dette gjelder følgende krav:

- Rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem skal isoleres. Isolasjonstykkelsen skal være økonomisk optimal beregnet etter norsk standard eller en likeverdig europeisk standard
- Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel
- Bygningen skal ha energifleksible varmesystemer og det skal tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsning.

3.2 Prosjektspesifikke krav

3.2.1 Passivhusnivå

Bygget skal oppnå *passivhusnivå*, og for å ha handlerom for å skape energieffektive og bærekraftige løsninger sees det bort fra alle komponentkrav angitt i passivhusstandarden NS 3701. Det er også enkelte komponentkrav som ikke på en effektiv måte er forenelig med funksjoner i sykehus, eksempelvis lysstyringskrav. Minstekrav til U-verdi vindu er også utfordrende, da det bla. er strenge

lydkrav, samt krav til sikkerhet. Det er laget en prosjektspesifikk definisjon av passivhusnivå som presenteres påfølgende.

Det tas utgangspunkt i å tilfredsstille krav til oppvarmingsbehov og kjølebehov angitt i passivhusstandarden, men at øvrige krav kan fravikes. Byggets oppvarmingsbehov består av både varme avgitt fra varmeanlegget (romoppvarming) og varmebatteri i ventilasjonsanlegget (ventilasjonsvarme). Kvaliteten på klimaskallet og ventilasjonsanlegget er avgjørende parametere. Gode U-verdier og tetthet, kompakt bygning med lav glassandel i fasade, behovsstyring av ventilasjon og høy varmegjenvinning bidrar bla. til et lavt oppvarmings- og kjølebehov.

Krav til oppvarmingsbehov og kjølebehov for psykiatri- og habiliteringsbygget iht. NS 3701 med utgangspunkt i lokalt klima for Hjelset, er angitt i tabell under. Relevante klimadata fremkommer under pkt. 4.3.

TABELL 3. KRAV TIL BYGGETS OPPVARMINGS- OG KJØLEBEHOV.

Krav iht. NS 3701	
Netto oppvarmingsbehov [kWh/m ²]	22,3
Netto kjølebehov [kWh/m ²]	0,9

I andre sammenlignbare prosjekter som har som målsetning å overholde alle krav til passivhus iht. NS 3701, har man sett at det typisk er et behov for netto levert energi på ca. 130-145 kWh/m² ved simulering etter NS 3701.

Basert på dette settes også et prosjektspesifikt krav til netto levert energi på maksimalt 150 kWh/m² ved lokalt klima og normert beregning etter NS 3701. Denne målsetningen vil måtte vurderes nærmere i den videre prosjekteringen.

3.2.2 Energimerke

Alle yrkesbygg over 1 000 m² skal alltid ha en gyldig energiattest. Se www.energimerking.no. Iht. karakterskala oppdatert 15.06.15, må akuttsykehuset på Hjelset ha et behov for levert energi på mindre enn 175 kWh/m² for å oppnå energikarakter A.

For å oppnå lysegrønn oppvarmingskarakter må andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov være lavere enn 47,5 %.

3.3 Reelt energibudsjett

For yrkesbygning skal det også beregnes energibudsjett med reelle verdier for den konkrete bygningen. Denne beregningen kommer i tillegg til kontrollberegningen med normerte verdier. Ettersom reelle verdier for drift ikke foreligger, kan erfaringstall for tilsvarende bygg legges til grunn for denne beregningen. Mer informasjon om denne beregningen finnes i TEK17 § 14-2 (5).

3.4 Definisjoner

Totalt netto energibehov

Totalt netto energibehov er den energien bygningen trenger i drift, og som det stilles krav til i forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17), se Figur 1. Det inkluderer ikke energi til å dekke systemtap ved distribusjonen av energien i bygningen. Netto energibehov er altså *uavhengig* av type energiforsyning.

Leverert energi

Leverert energi er den energien som må tilføres bygningen, det vil si totalt netto energibehov pluss energibehov til å dekke opp for tap i varme-/kjøledistribusjonen i bygningen, og fratrasket energi som er generert lokalt (varmepumper, solenergi m.m.). Energikarakteren i energimerkesystemet baserer seg på leverert energi. Leverert energi er den energien som må kjøpes eller tilføres bygningen.

Systemtap

Systemtap betyr tap av varme eller kjøling i distribusjonssystemet i bygningen, mellom sentral eller der energiforsyningen kommer inn i bygningen, og varme-/kjølepunkt.

Energiramme

Byggets krav til energieffektivitet er overholdt dersom beregnet energiramme for et bygg er lavere enn bygningskategoriens rammekrav. Rammekravet er oppgitt i Byggteknisk forskrift.

Kontrollberegning utføres i henhold til NS 3031:2014 (3). Beregningen utføres med faste og standardiserte verdier for bruksavhengige data som innetemperatur, driftstider, med mer. Klimadata for Oslo skal benyttes.

Energimerke

Energimerket oppsummerer energitilstanden for bygningen med en energikarakter og en oppvarmingskarakter. Energikarakteren blir gitt ut ifra beregnet leverert energi, mens oppvarmingskarakteren avgjøres av andelen av leverert energi som stammer fra elektrisitet og fossile energikilder. Energimerking av bygninger er styrt av Energimerkeforskriften. Kontrollberegning utføres i henhold til NS 3031:2014. Beregningen utføres med faste og standardiserte verdier for bruksavhengige data som innetemperatur, driftstider, med mer. Klimadata for Oslo skal benyttes.

4 Beregninger

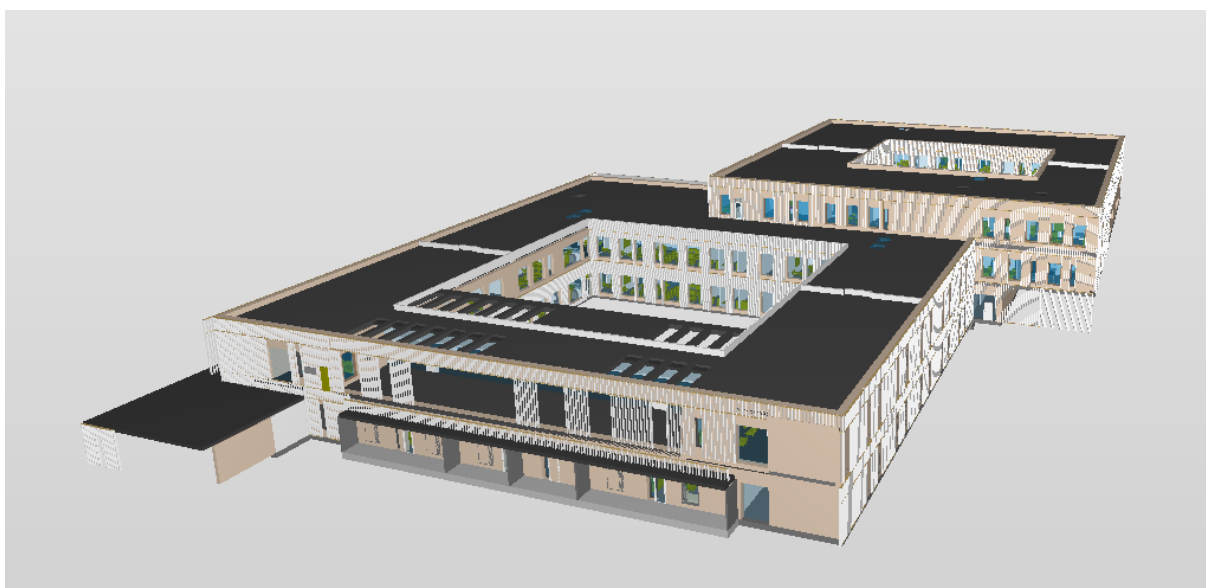
4.1 Metode

Det utføres beregninger for å undersøke om bygget tilfredsstiller forskriftskrav i TEK17, det prosjektspesifikke kravet til energimerke, samt relevante krav til passivhusnivå.

Simuleringsverktøyet SIMIEN v6.016 (4) er benyttet til beregningene.

4.2 Beskrivelse av bygg

Det nye akuttsykehuset er grovt sett fordelt på tre deler; somatikkbygget, teknisk sentral og psykiatri- og habiliteringsbygget. Figuren under viser psykiatri- og habiliteringsbygget. Bygget er tilknyttet somatikken via en glasskorridor som går over to etasjer. Korridoren fremkommer ikke av figuren under, men er medtatt i energimodellen til psykiatri- og habiliteringsbygget. I psykiatri- og habiliteringsbygget er det tre etasjer, som i hovedsak ligger over terrengnivå. Slik som figuren under viser så etableres det to store gårdsrom i midten av bygningsmassen. Bygningen fundamenteres med gulv på grunn med ringmur og takene bygges som kompakte konstruksjoner med bærende hulldekker. Yttervegger utføres som isolerte bindingsverkvegger med luftet kledning.



FIGUR 1. ØVERSIKTSBILDE AV PSYKIATRI- OG HABILITERINGSBYGGET, SETT FRA SØRVEST

Arealer for vegger, tak og gulv samt volum oppgitt i Tabell 4 baserer seg på underlag fra ARK datert 30.09.2021. Vindus- og dørarealer for de ytre fasadene er hentet fra fasadetegninger med samme datering, mens vindu- og dørarealer i gårdsrom er hentet fra IFC-modell datert 14.09.2021. Høyder er også hentet fra ifc-modellen.

TABELL 4. AREALER OG VOLUMER FOR OPPVARMET BRUKSAREAL I PSYKIATRI- OG HABILITERINGSBYGGET

Bygningsdel	Verdi
Areal yttervegg [m ²] – inkl. vinduer/dører	5 171
Areal tak [m ²]	3 459
Areal gulv [m ²]	3 465
Areal vinduer, glassfasade og ytterdører (inkl. karm/ramme) [m ²]	1 626
Oppvarmet BRA [m ²]	7 064
Oppvarmet luftvolum [m ³]	27 596
Formfaktor [Σ Areal klimaskall / oppvarmet BRA]	1,7
Vindusandel, areal vinduer og dører / oppvarmet BRA [%]	23,0

4.3 Standardiserte inndata

Ved energimerking, evaluering mot TEK17 og passivhusstandarden benyttes en rekke standardiserte inndata.

Klimadata

For energimerking og energirammeberegning er det benyttet klimadata for Oslo, mens det ved simulering for kontroll mot passivhusnivå og beregning av reelt energibudsjett er benyttet klimadata

for Hjelset. Klimadata for Hjelset er generert fra Meteonorm (5), og man får en årsmiddeltemperatur på 5,8 °C.

Driftstid

Driftstid for ventilasjon, lys, utstyr, personer og varmtvann er som gitt i NS 3031 tillegg A (16/7/52 for ventilasjon, belysning og utstyr, 24/7/52 for personer).

Interne varmetilskudd

Interne varmetilskudd angis av NS 3701, basert på driftstider gitt i NS 3031, se Tabell 5.

TABELL 5. INTERNLASTER IHT. NS3701.

Bygningskategori	Belysning	Utstyr	Personer	Internvarme (gj.snitt)	Varmtvann
Sykehus	7* [W/m ²]	8 [W/m ²]	2 [W/m ²]	10,7 [W/m ²]	3,4 [W/m ²]

*Gjennomsnittlig effektbehov for belysning er justert i samråd med RIE ift. verdien som forutsettes i NS3701, ettersom graden av lysstyring som forutsettes der kommer i konflikt med sykehusfunksjoner på flere rom. Denne justerte verdien benyttes ved TEK17-beregning.

4.4 Teknisk inndata

4.4.1 Ventilasjon

For validering mot TEK17 settes det krav til minste tillatte luftmengde ved simulering på 10 og 2 m³/hm² hhv. i og utenfor driftstiden dersom reelle/prosjekterte verdier er lavere enn dette. Ved validering mot TEK kan man dessuten benytte luftmengder oppgitt i NS3031 tab. B.1 dersom reelle luftmengder er høyere enn 16 og 3 m³/hm² hhv. i og utenfor driftstiden. Passivhusstandarden setter krav til minste tillatte luftmengde ved simulering på 9 og 3 m³/hm² hhv. i og utenfor driftstiden dersom reelle/prosjekterte luftmengder er lavere enn dette.

Ettersom den prosjekterte luftmengden er lavere enn minimumsverdiene så er de normerte verdiene benyttet, da altså 10 og 2 m³/hm² hhv. i og utenfor driftstiden ved validering mot TEK17, og 9 og 3 m³/hm² hhv. i og utenfor driftstiden ved validering mot passivhuskrav.

Tilluftstemperaturen er satt lik 19 °C for hele året. Det er simulert med varme- og kjølebatterier på ventilasjonen, slik at tilluftstemperaturen vil være konstant. Det er lagt til grunn ventilasjonsaggregater med roterende varmegjenvinner med temperaturvirkningsgrad på 84 % (iht. info fra RIV). SFP er i beregningene forutsatt å være 1,5 kW/m³s både i og utenfor driftstiden.

4.4.2 Lokal kjøling

Kjøling av bygget skal i hovedsak skje som sentral kjøling via ventilasjonsluften. Lokal kjøling vil kunne benyttes til formål knyttet til drift av funksjoner med særlig høy varmeavgivelse (større maskiner, serverrom etc.), noe som defineres som prosessenergi, og derfor ikke tas med her i normerte beregninger. Dette inkluderes i reelt energibudsjett. Det tilrettelegges for lokal kjøling i rom med administrative funksjoner med høy intern belastning, der man ser behov for det ut ifra bruken, men dette er pr d.d. ikke inkludert i beregningsmodellen. Noe av dette kan ansees som prosesskjøling grunnet høye internlaster og bruk satt i dRofus.

4.4.3 Termisk energiforsyning

Oppvarmings- og kjølebehov er ved simulering forutsatt dekket ved hjelp av varmepumper, med biokjel og elektriske varmekolber som spisslast. I tillegg forventes det at ca. 80 % av det totale kjølebehovet kan dekkes gjennom frikjøling.

Følgende verdier for SCOP er lagt til grunn:

- Varmeproduksjon til rom- og ventilasjonsvarme: 3,8
- Varmeproduksjon til oppvarming av tappevann: 3,6
- Kjøleproduksjon: 20

SCOP for kjøleproduksjon er beregnet ved å anta 80 % kjøling via frikjøling, mens det øvrige produseres med kjølemaskiner med en SCOP på 4,0. Dette gir en total SCOP på 20 for beregningsformål. Tabellen under angir hvilke energiforsyninger og dekningsgrader som er lagt til grunn.

TABELL 6. ENERGIDEKNINGSGRAD FOR TERMISK ENERGIFORSYNING

Energibehov	Varme-/kjølemaskiner	Biokjel	Elektrisitet
Romoppvarming [%]	90	10	0
Varmt tappevann [%]	95	0	5
Ventilasjonsvarme [%]	90	10	0
Kjølebatterier ventilasjon [%]	100	0	0
Lokal kjøling [%]	100	0	0
El. spesifikt behov [%]	0	0	100

4.5 Inndata for klimaskillende konstruksjoner og installasjoner

Tabell 7 gjengir bygningssegenskaper benyttet i simuleringene. Ekvivalente U-verdier for bygningsdeler under grunnen er beregnet av RIBFy, der det bla. er oppgitt krav til deklarert varmekonduktivitet, λ_D . Benyttede solskjermingsløsninger er også beskrevet i tabellen

TABELL 7. INPUT FOR KLIMASKILLE

Element	Verdi	Isolasjons-tykkelse [mm]	Kommentar
U-verdi yttervegg mot det fri [W/m ² K]	0,21	≥ 200+50	Tilsvarende 198+48 mm isolert bindingsverkvegg med 48 mm tykke gjennomgående stendere. $\Lambda \leq 0,035$ W/mK iht. Ref. BKS.471.451. Ved bruk av prefabrikkerte elementer må leverandør dokumentere tilfredsstillende av U-verdi.

U-verdi yttervegg mot terreng (ekvivalent verdi) [W/m²K]	0,23 (0,21)	≥ 150	Betongvegg med kontinuerlig isolasjon på utsiden. $\Lambda_D \leq 0,038$ W/mK.
U-verdi gulv mot grunnen, (ekvivalent verdi) [W/m²K]	Gangbro: 0,23 (0,21) Øvrig: 0,18 (0,13)	≥ 150 ≥ 200	Gulv på grunn med kontinuerlig isolasjon under betong. Λ_D for isolasjon $\leq 0,038$ W/mK.
U-verdi tak/takterrasser [W/m²K]	Gangbro: 0,19 Øvrig: 0,12	≥ 200 ≥ 350	Kompakt tak med kontinuerlig isolasjon over bærekonstruksjon. Λ for isolasjon $\leq 0,038$ W/mK iht. Ref. BKS.471.013.
U-verdi glassfasader, vindu og ytterdører [W/m²K]	0,90		Gjennomsnittlig verdi inkl. karm/ramme. Verdi som må dokumenteres av leverandør.
Solfaktor generelt	0,10 (0,37)		3-lags glass m/utvendig screen. Utvendig screen på fasade Ø, S og V, bortsett fra mot atrium på bakkeplan. (G-faktor for kun glass 0,37).
Solfaktor glass i gangbro	0,25		Redusert solfaktor i glass.
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,05	100	Min. 100 mm kuldebrobryter på utsiden av bæresystem.
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [h⁻¹]	0,3	-	Velprøvde tettelsninger. Omlegg og teipede/klemte skjøter, og tetting rundt gjennomføringer o.l. Bruk av f.eks. ekspanderende fugemasser ved rue overflater, vindusinnsetting o.l. Dokumenteres av utførende.

5 Resultater

5.1 TEK-evaluering

Resultatene angitt i Tabell 8 til Tabell 11 nedenfor viser at energikravene i TEK 17 er oppfylt under de forutsetninger som er lagt til grunn.

TABELL 8. OVERORDNET VURDERING AV EVALUERING MOT TEK17

Resultater av evalueringen		
Evaluering av	Beskrivelse	
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen iht. §14-2 (1)	
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-3	
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)	
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)	
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav	

TABELL 9. NETTO ENERGIBEHOV FOR ENERGIRAMMEBEREGNING (§14-1 i TEK17)

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	12,2 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	11,3 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	29,8 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	26,8 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,7 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	40,9 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	46,7 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	9,8 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	179,3 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	225,0 kWh/m ²

TABELL 10. MINSTEKRAV (§14-3 i TEK17)

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,21	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,12	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,9	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,3	1,5

TABELL 11. KRAV TIL ENERGIFORSYNING (§14-4 i TEK17)

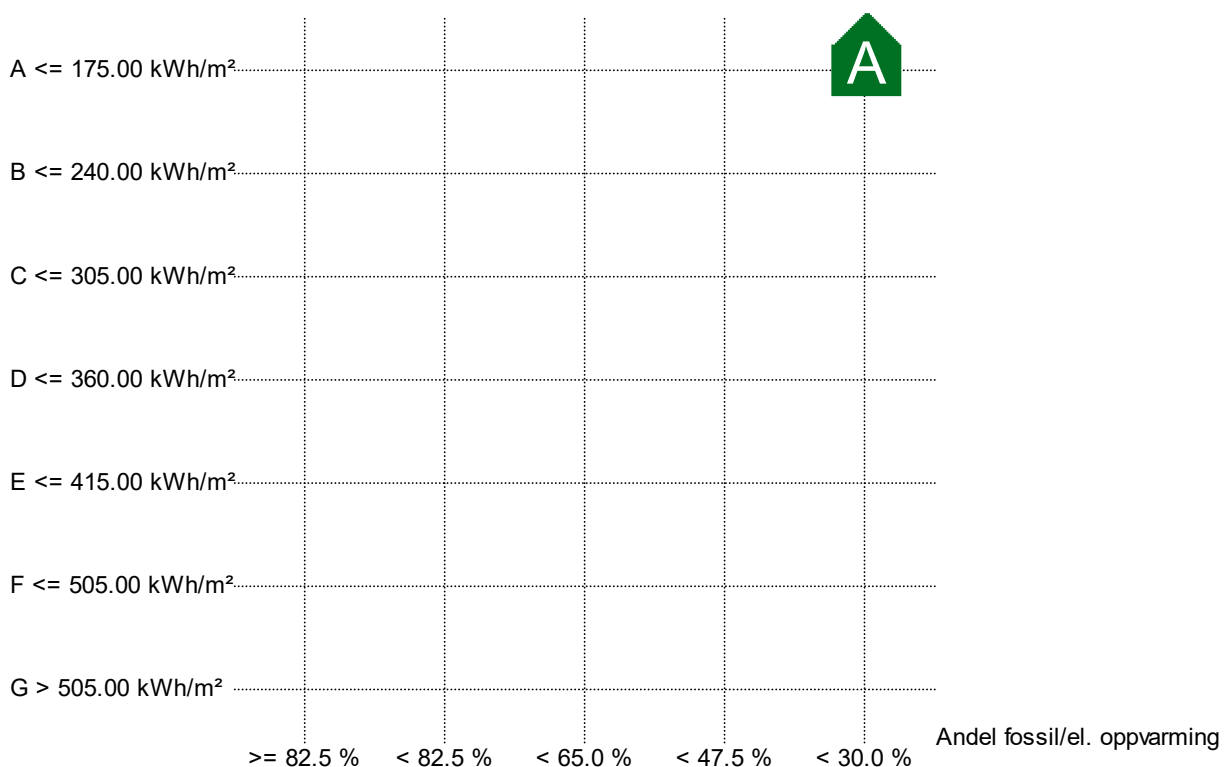
Energiforsyning (§14-4 (1))	
Beskrivelse	Verdi
Bruker fossilt brensel til oppvarming	Nei

5.2 Energimerke

Resultatene i Figur 2 viser at bygget oppnår kravet til energikarakter A og oppvarmingskarakter mørk grønn ved normerte beregninger.

Energikarakter

ENERGIMERKE



Beregnet levert energi normalisert klima: 135.48 kWh/m²
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 29.3 %

FIGUR 2. ENERGIKARAKTER OG OPPVARMINGSKARAKTER

5.3 Passivhusevaluering

Resultatene i Tabell 12 viser at kravene til netto oppvarmingsbehov og kjølebehov iht. NS3701 er oppfylt. Videre er også krav til temperaturvirkningsgrad, SFP og lekkasjetall oppfylt.

TABELL 12. ENERGIYTELSE VED EVALUERING MOT PASSIVHUSNIVÅ

Energiytelse			
Beskrivelse	Verdi		Krav
Netto oppvarmingsbehov	16,0 kWh/m²	22,3 kWh/m²	
Netto kjølebehov	0,8 kWh/m²	0,9 kWh/m²	
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	7,0 W/m²	5,0 W/m²	

TABELL 13. KRAV TIL ENKELTKOMPONENTER IHT. NS3701

Minstekrav enkeltkomponenter			
Beskrivelse	Verdi		Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,90	0,80	
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,05	0,03	
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	84	80	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	1,50	1,50	
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,30	0,60	

Energimålsetning

Tabell 14 nedenfor viser at beregnet netto levert energi til bygget er på 130,0 kWh/m². Dette er ved en passivhusberegning med lokalt klima der prosessenergi ikke er tatt med i beregningen. Dette er altså innenfor målsetningen på under 150 kWh/m² netto levert energi.

TABELL 14. NETTO LEVERT ENERGI TIL BYGGET VED PASSIVHUSBeregning

Levert energi til bygningen (NS 3701)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	817517 kWh	115,7 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	85927 kWh	12,2 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	14967 kWh	2,1 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	918410 kWh	130,0 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	918410 kWh	130,0 kWh/m ²

5.4 Reelt energibudsjett

I Tabell 15 og Tabell 16 er resultater fra beregning av reelt energibudsjett vist. En utvidet oversikt over beregningen er vist i Vedlegg A – Beregning av reelt energibudsjett.

Ved beregning av reelt energibudsjett er det benyttet en rekke inndata som avviker fra det som benyttes ved simulering for validering mot TEK17, energimerking og passivhusevaluering. Disse er listet i Tabell 17 i Vedlegg B – Inndata til beregningsmodell for reelt energibudsjett. Her er det forsøkt å simulere en bruk av bygget som ligger tett opptil det man forventer å ha ved drift, og som samsvarer med erfaringstall fra drift av sykehus, oppgitt av RIV.

TABELL 15. NETTO ENERGIBEHOV FORDELT PÅ ENERGIPOSTER

Netto energibehov	kWh/år	kWh/m ² år
Romoppvarming	175 000	3,3
Ventilasjonsvarme	11 000	0,2
Varmtvann	106 000	2,0
Vifter/pumper	167 000	3,1
Belysning innendørs	310 000	5,8
Teknisk utstyr	351 000	6,6
Ventilasjonskjøling	4 000	0,1
Romkjøling	50 000	0,9
Snøsmelteanlegg	225 000	4,2
Kjøling prosess og IKT	2 613 000	49,0
El til prosess og IKT	2 613 000	49,0
SUM	6 625 000	124,3

TABELL 16. LEVERT ENERGI TIL BYGGET FORDELT PÅ ENERGIVARE

Levert energi	kWh/år	kWh/m ² /år
1a Direkte el.	3 446 000	64,6
1b El. til varmepumpesystem	308 000	5,8
5 Biobrensel	26 000	0,5
Totalt levert energi, sum 1-7	3 780 000	70,9

Det er knyttet stor usikkerhet til enkelte av energipostene. Dette gjelder særlig de ventilasjonstekniske anleggene, da disse avhenger svært mye av driften av bygget. Dette er komplekse anlegg som det er vanskelig å modellere og beregne nøyaktig.

Resultatene må derfor ses i sammenheng med denne usikkerheten, og man vil kunne gjøre mer detaljerte vurderinger i samråd med leverandører og driftspersonell.

Det anslås derfor at man inntil videre bør tillegge beregningene en usikkerhet på $\pm 25\%$.

6 Konklusjon

Bygget vil tilfredsstille energikrav iht. TEK17, målsetningen for energimerke og energikarakter samt relevante energimålsetninger iht. NS3701. Bygget oppnår også målsetning for netto levert energi.

Bygget oppnår energikarakter grønn A.

Resultatene gjelder under de forutsetninger som er lagt til grunn i dette notatet. Av hensyn til dagslyskrav er det sannsynlig at vindusarealet må økes. Dette vil medføre økt energibehov, og må hensyntas/vurderes i videre prosjektering.

Beregningene må på det generelle oppdateres i den videre prosjekteringen, og ivaretatt måloppnåelse dokumenteres.

7 Referanser

1. **Direktoratet for byggkvalitet.** Byggeteknisk forskrift (TEK17) med veiledning.
2. **Standard Norge.** NS3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Yrkesbygninger. 2012.
3. —. NS3031:2014 - Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. 2014.
4. **Programbyggerne.** SIMIEN v. 6.014. 2020.
5. **Meteotest AG.** Meteonorm. 2020.

8 Vedlegg A – Beregning av reelt energibudsjet

Energibudsjet							
Total - inkludert prosessenergi	Netto energibehov kWh/år	Netto energibehov kWh/m² år	System-virkningsgrad	Leverte energi kWh/år	Fra SIMIEN (ikke inkludert prosessenergi)		
Romoppvarming	175 000	3,3	2,42	73 000	Energibudsjet		
Ventilasjonsvarme	11 000	0,2	2,60	5 000	Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
Varmtvann	106 000	2,0	1,88	57 000	1a Romoppvarming	174153 kWh	24,7 kWh/m²
Vifter/pumper	167 000	3,1	1	167 000	1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	10819 kWh	1,5 kWh/m²
Belysning innendørs	310 000	5,8	1	310 000	2 Varmtvann (tappevann)	105770 kWh	15 kWh/m²
Teknisk utstyr	351 000	6,6	1	351 000	3a Vifter	160903 kWh	22,8 kWh/m²
Ventilasjonskjøling	4 000	0,1	20	1 000	3b Pumper	5964 kWh	0,8 kWh/m²
Romkjøling	50 000	0,9	20	3 000	4 Belysning	309397 kWh	43,8 kWh/m²
Snøsmelteanlegg	225 000	4,2	2,42	94 000	5 Teknisk utstyr	350709 kWh	49,6 kWh/m²
Kjøling prosess og IKT	2 613 000	49,0	20	131 000	6a Romkjøling	0 kWh	0 kWh/m²
El til prosess og IKT	2 613 000	49,0	1	2 613 000	6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	3686 kWh	0,5 kWh/m²
SUM	6 625 000	124,3		3 810 000	Totalt netto energibehov, sum 1-6	1121402 kWh	158,7 kWh/m²
					Fra SIMIEN (ikke inkludert prosessenergi)		
					Leverte energi til bygningen (beregnet)		
					Energivare	Leverte energi	Spesifikk leverte energi
					1a Direkte el.	832370 kWh	117,8 kWh/m²
					1b El. til varmepumpesystem	79105 kWh	11,2 kWh/m²
					1c El. til solfangersystem	0 kWh	0 kWh/m²
					2 Olje	0 kWh	0 kWh/m²
					3 Gass	0 kWh	0 kWh/m²
					4 Fjernvarme	0 kWh	0 kWh/m²
					5 Biobrensel	25244 kWh	3,6 kWh/m²
					6. Annen energikilde	0 kWh	0 kWh/m²
					7. Solstrøm til egenbruk	0 kWh	0 kWh/m²
					Totalt leverte energi, sum 1-7	936718 kWh	132,6 kWh/m²
					Solstrøm til eksport	0 kWh	0 kWh/m²
					Netto leverte energi	936718 kWh	132,6 kWh/m²

Beregning av reelt energibudsjet													
Prosjekt:	ASH - Akuttsykehuset på Hjelset												
Areal:	53 315												
Nr.	Energipost	Areal [m²]	[W/m²]	[kW]	Bruktid [h]	Energibehov [kWh/m²]	[kWh]	Elektrisitet [kWh]	Termisk varme [kWh]	Termisk kjøling [kWh]	Energibehov [kWh/m²]	Systemvirkningsgrad [-]	Leverte energi [kWh]
1	Snøsmelteanlegg	1500				150	225000		225000		4,22	2,42	93130
Opplyst ca. 150 kWh fra RIV/Jørn. Beregner Virkningsgrad basert på 90 % fra varmepumpe med COP 3,8, og 10 % spisslast med virkningsgrad ca. 0,9. 1500 m² snøsmelting, hentet fra NOT_ASH-Termisk energiforsyning.													
2	Prosessenergi	53 315					2612435	2612435			49,00	1,00	2612435
Foreløpig satt lik prosesskjøleenergiebehov.													
3	Prosesskjøling (lokal kjøling)	53 315				49	2612435			2612435	49,00	20,00	130622
Energibehov til kjøling ca. 50 kWh/m² totalt (prosess- og ventilasjon/komfortkjøling) hentet fra NOT_ASH-Termisk energiforsyning. Antatt 80 % frikjøling, og SCOP 4 for resten, som da gir ca. 4/0,2 = 20 SCOP.													
4	Ventilasjonskjøling og lokal kjøling	53 315				1	53315			53315	1,00	20,00	2666
Energibehov til kjøling ca. 50 kWh/m² totalt (prosess- og ventilasjon/komfortkjøling) hentet fra NOT_ASH-Termisk energiforsyning. Antatt 80 % frikjøling, og SCOP 4 for resten, som da gir ca. 4/0,2 = 20 SCOP.													

9 Vedlegg B – Inndata til beregningsmodell for reelt energibudsjett

TABELL 17. INNDATA TIL BEREGNINGSMODELL FOR REELT ENERGIBUDSJETT

Belysning	Effektbehov i driftstid [W/m²]	Effekt utenfor driftstid [W/m²]	Varmetilskudd til sonen	Driftstid
Verdi	7	1	100 %	07-23
Teknisk utstyr	Effektbehov i driftstid [W/m²]	Effekt utenfor driftstid [W/m²]	Varmetilskudd til sonen	Driftstid
Verdi	8	1	60 %	07-23
Personbelastning	Effektbehov i driftstid [W/m²]	Effekt utenfor driftstid [W/m²]	Varmetilskudd til sonen	Driftstid
Verdi	3	-	100 %	24 h
Ventilasjon	Luftmengde i driftstid [m³/hm²]	Luftmengde utenfor driftstid [m³/hm²]		Driftstid
Verdi	6,2	-	-	24 h
Varmt tappevann	Midlere effektbehov [W/m²]	Energibehov [kWh/m²]	Varmetilskudd til sonen	
Verdi	1,71	15,0	0 %	
Oppvarming	Settpunkt i drift [°C]	Settpunkt utenfor drift [°C]		Driftstid
Verdi	22	-		24 h