

Bergen kommune
HAUKELAND SKOLE
ENERGIKONSEPT

Dato: 18.08.2020
Versjon: 01



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Bergen kommune
Tittel på rapport: Energikonsept
Oppdragsnavn: Haukeland skole nybygg
Oppdragsnummer: 624985-01
Utarbeidet av: Kjersti Fosso og Trygve Mongstad
Sidemannskontroll: Ingvild Haktorson
Oppdragsleder: Olav Turøy
Tilgjengelighet: Åpen

01	18.08.20	Nytt dokument	KF	IH
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Innhold

1. INNLEDNING	4
2. KRAV	5
2.1. Energikrav iht. TEK17	5
2.2. Energimerke	6
2.3. nZEB – nær nullenergibygg iht. FutureBuilt	6
2.4. BREEAM-NOR Ene 23 – bygningskonstruksjonens energiytelse	6
2.5. BREEAM-NOR Ene 01 – energieffektivitet.....	7
3. METODIKK OG SIMULERINGSPROGRAM	8
4. FORUTSETNING OG SENTRALE INNDATA	9
4.1. Energiforsyning	9
4.2. Solenergi mulighetsstudie.....	9
4.3. Oppvarming.....	9
4.4. Kjøling.....	9
4.5. Ventilasjon	10
4.6. Solavskjerming	10
4.7. Sentrale inndata.....	10
5. RESULTATER.....	12
5.1. Netto energibehov – krav til bygningen energieffektivitet	12
5.2. Energimerkeberegning.....	13
5.3. Evaluering mot BREEM-NOR Ene 23	13
5.4. Evaluering mot BREEAM-NOR Ene 01	14
5.5. nZEB – Nær nullenergibygg	14
6. KONKLUSJON	15
7. VEDLEGG.....	16
7.1. Solcellepanel - Forutsetninger for energiproduksjon.....	16
7.2. Sentrale inndata for energiberegning	19

1. INNLEDNING

Denne rapporten inneholder forutsetninger, krav og resultater fra energiberegningene for evaluering mot TEK17, foretatt for nybygget ved Haukeland Skole i Bergen.

Nybygget ved Haukeland skole omfatter ca. 1200 m² oppvarmet BRA og skal oppføres på østsiden av eksisterende skolebygg. Bygget omfatter tre etasjer med en forskjøvet og utvidet 2. etasje (Figur 1). Tiltaket skal tilfredsstillere energikrav iht. TEK17. Øvrige energimål for prosjektet omfatter oppnåelse nær nullenergibygg iht. nZEB Futurebuilt, samt BREEAM-NOR nivå Excellent og skal bygges etter passivhusnivå iht. BREEAM Ene 23.

Byggets bærekonstruksjon består hovedsakelig av massivtredekker og -søylor, med yttervegger av isolert bindingsverk.

Hensikten med rapporten er å beskrive hvilke tiltak som er nødvendig for å oppå prosjektets energimål, samt oppfylle energikrav iht. TEK17.



Figur 1: Rendering av nybygg ved Haukeland skole [ARK]

Kommune: Bergen

Gårdsnummer: 163

Bruksnummer: 385

2. KRAV

Bygget skal tilfredsstillere energikrav iht. TEK17, og oppføres etter passivhusnivå iht. klima- og miljøplan. Prosjektet skal også bygges som et nær nullenergibygg iht. FutureBuilt definisjonen.

2.1. Energiforsyning iht. TEK17

TEK17 §14 stiller følgende energikrav:

Krav iht. TEK17	Beskrivelse	Dokumentasjon										
§14-2	Krav til energieffektivitet											
	§14-2 (1) Totalt netto energibehov skal ikke overstige energirammen for bygningskategorien: <table border="1"><thead><tr><th>Bygningskategori</th><th>Totalt netto energibehov [kWh/m² oppvarmet BRA per år]</th></tr></thead><tbody><tr><td>Skolebygning</td><td>110</td></tr></tbody></table>	Bygningskategori	Totalt netto energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA per år]	Skolebygning	110	Denne rapporten						
Bygningskategori	Totalt netto energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA per år]											
Skolebygning	110											
	§14-2 (5) stiller krav til beregning av energibudsjett med reelle verdier for den konkrete yrkesbygningen, og kommer i tillegg til kontrollberegning ved normerte verdier.	Utføres i detaljprosjekt										
	§14-2 (6) Boligblokker med sentralt varmeanlegg og yrkesbygninger skal ha formålsdelte energimålere for oppvarming og tappevann	Forutsatt ivaretatt av RIV/RIE										
§14-3	Minimumskrav	Denne rapporten										
	§14-3 (1) Bygget skal også tilfredsstillere følgende minimumskrav: <table border="1"><tbody><tr><td>U-verdi Yttervegger [W/m²K]</td><td>≤ 0,22</td></tr><tr><td>U-verdi tak [W/m²K]</td><td>≤ 0,18</td></tr><tr><td>U-verdi gulv på grunn/mot det fri [W/m²K]</td><td>≤ 0,18</td></tr><tr><td>U-verdi vindu og dør inkl. karm/ramme [W/m²K]</td><td>≤ 1,2</td></tr><tr><td>Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell [h⁻¹]</td><td>≤ 1,5</td></tr></tbody></table>	U-verdi Yttervegger [W/m ² K]	≤ 0,22	U-verdi tak [W/m ² K]	≤ 0,18	U-verdi gulv på grunn/mot det fri [W/m ² K]	≤ 0,18	U-verdi vindu og dør inkl. karm/ramme [W/m ² K]	≤ 1,2	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell [h ⁻¹]	≤ 1,5	
U-verdi Yttervegger [W/m ² K]	≤ 0,22											
U-verdi tak [W/m ² K]	≤ 0,18											
U-verdi gulv på grunn/mot det fri [W/m ² K]	≤ 0,18											
U-verdi vindu og dør inkl. karm/ramme [W/m ² K]	≤ 1,2											
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell [h ⁻¹]	≤ 1,5											
	§14-3 (2) Stiller krav til isolering av rør, utstyr og kanaler som er knyttet til bygningens varmesystem.	Forutsatt ivaretatt av RIV										
§14-4	Krav til løsninger for energiforsyning											
	§14-4 stiller følgende krav: (1) Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel. (2) Bygning med over 1000 m ² oppvarmet BRA skal: a. Ha energifleksible varmesystemer b. Tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger	Forutsatt ivaretatt av RIV										

2.2. Energimerke

Bygget skal energimerkes etter energimerkeforskriften. Energiattest er obligatorisk for alle bygg ved salg eller utleie. Alle yrkesbygg over 1000 m² skal alltid ha en gyldig energiattest.

Prosjektet har ikke satt krav til energikarakter.

2.3. nZEB – nær nullenergibyggt iht. FutureBuilt

Iht. notat for kriterier til nær nullenergibyggt for FutureBuilt-prosjekter, skal tiltaket ha en energibruk som er lavere enn 70 % sammenliknet med TEK10-nivået, beregnet som netto vektet levert energi.

Krav til vektet levert energi for skolebygg med nZEB-nivå er på 35 kWh/m² per år.

For å ta hensyn til miljøvekting av fjernvarme benyttes forenklete vektingsfaktorer som multipliseres med levert energi, som oppgitt i FutureBuild definisjonen.

Tabell 1: Vektingsfaktorer for miljøvekting av levert energi

Fjernvarme	0,43
Biovarme	0,37
Elektrisitet	1,0

Netto energibehov og levert energi skal beregnes iht. NS 3031 og utføres med utgangspunkt i statistiske klimadata for stedet eller nærmeste målestasjon. Bergen er benyttet som klimasted.

2.4. BREEAM-NOR Ene 23 – bygningskonstruksjonens energiytelse

I forbindelse med at bygget skal oppnå BREEAM-NOR nivå Excellent, innebærer dette oppnåelse av to poeng i emnet Ene 23, kriterium 1-6. Iht. BREEAM-NOR teknisk manual v. 1.2 må følgende kriterier være oppfylt:

1. Byggets netto energibehov til oppvarming og kjøling beregnes iht. passivhusstandarden NS 3701
2. Bygget utformes for å redusere omfanget av luftlekkasjer
3. Energibehovet beregnet i punkt 1 er mindre eller lik til oppvarming- og kjølebehov for passivhus for den aktuelle bygningskategorien, som angitt i NS 3701.
4. Det utføres en tetthetsprøving kombinert med en termografisk undersøkelse av bygningskonstruksjonen for å bekrefte følgende:
 - a. Isolasjonskontinuitet i samsvar med byggetegninger
 - b. Unødvendige kuldebroer er unngått
 - c. Ingen veier for luftlekkasje gjennom konstruksjonen (bortsett fra åpninger som er laget med hensikt).
 - d. Tetthetstall $\leq 0,6$ luftutskiftning per time målt ved 50 Pa trykkforskjell.
5. Tetthetsprøvingen og den termografiske undersøkelsen gjennomføres i samsvar med reglene i NS-EN ISO 9972:2015 og NS-EN 13187
6. Eventuelle feil som ble oppdaget under inspeksjonen og tetthetsprøvingen, utbedres, og bygget inspiseres på nytt for å bekrefte at det oppfyller kriteriene i punkt 4.

I forbindelse med kontrollberegning av energiytelse er kriterium 1 - 3 vurdert i denne rapporten. Kriteriene 4-6 skal gjennomføres av entreprenør.

De forskjellige kriterier for kategorien Skolebygning iht. passivhusstandarden NS 3701 er listet opp under.

Netto energibehov iht. passivhusstandarden NS 3701.

Krav til energibehov for skolebygg over 1000 m² oppvarmet areal iht. NS 3701 er presentert i Tabell 2. Kravene varierer i forhold til areal, type bygg og klima.

Tabell 2: Krav til energibehov iht. NS 3701

Egenskap	Beskrivelse	Krav iht. NS 3701
Netto oppvarmingsbehov	Omfatter avgitt varme til romoppvarming og varmebatterier, beregnet i lokalt klima.	≤ 20 kWh/m ² år
Netto kjølebehov	Maksimalt beregnet kjølebehov relativ til dimensjonerende utetemperatur DUT_s	$\leq 2,7$ kWh/m ² år

2.5. BREEAM-NOR Ene 01 – energieffektivitet

Det er mulig å oppnå opp til 12 poeng i BREEAM emnet Ene 01 basert på prosentvis forbedring av byggets beregnede leverte energi (kWh/m² år) i forhold til krav for å oppnå energikarakter C i energimerkeordningen, fra energikarakterskala oppdatert 15.06.2015.

Lvert energi for energikarakter C for skolebygg er etter energikarakterskala 135 kWh/m² år.

Lvert energi til bygget beregnes iht. NS 3031: 2014.

Tabell 3: prosentvis forbedring i forhold til kravene til energikarakter C, iht. BREEAM-NOR Ene 01.

Poeng	Næringsbygg	Boligbygg
1	5 %	4 %
2	7 %	6 %
3	11 %	8 %
4	15 %	10 %
5	19 %	13 %
6	25 %	16 %
7	31 %	19 %
8	38 %	23 %
9	45 %	30 %
10	55 %	42 %
11	70 %	60 %
12	85 %	85 %

3. METODIKK OG SIMULERINGSPROGRAM

Beregningene er foretatt i henhold til reglene i NS3031:2014 (Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data). Det vil si at det er benyttet standardiserte inndata for energibehov til persontetthet, belysning, teknisk utstyr og varmtvann, driftstider, minimumsventilasjon og settpunkttemperaturer.

Beregningene er utført i programmet SIMIEN, versjon 6.015. 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.

4. FORUTSETNING OG SENTRALE INNDATA

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

Det er tatt utgangspunkt i plantegninger og IFC-modell fra ARK for oppmåling av arealer og volum. Plantegninger er sist revidert 02.06.2020 og IFC-modell med revisjonsdato 17.06.2020.

4.1. Energiforsyning

Bygget skal ha vannbåren oppvarming og kobles til fjernvarmenettet som skal dekke byggets oppvarmingsbehov til romoppvarming, ventilasjonsvarme og tappevann. Energiforsyning til El-spesifikt behov dekkes av delvis solceller og elektrisitet. Det er beregnet at solcellepanel på tak og delvis på fasade kan levere opp til 28.700 kWh/år med forutsetning som er lagt til grunn i kap. 4.2. Dette tilsvarer en dekningsgrad på ca. 60 % av el-spesifikt behov.

Tabell 4: Energiforsyning

Energikilde	Rom-oppvarming	Oppvarming Tappevann	Varmebatteri ventilasjon	El. Spesifikt behov
Fjernvarme	100 %	100 %	100 %	
Elektrisitet (inkl. solceller)	0			100 %
Systemvirkningsgrad fjernvarme / elektrisitet	0,87 /-	0,98 / 0,98	0,91 / 0	

4.2. Solenergi mulighetsstudie

Det er i forprosjekt beregnet mulig oppnåelse av energiproduksjon fra solcellepanel på tak og fasade. Det vil være mulig å oppnå en produksjon på 28.700 kWh/år, med følgende forutsetninger:

1. Maks utnyttelse av tak, som krever unntak fra NEK400: under 1 m fra gesims.
2. Bruk av markedets beste teknologi for solceller på tak
3. Samtidig utnyttelse av fasade mot sør med horisontale bånd på totalt 4 m høyde og 17 meter bredde
4. Fasadepaneler må være svarte solcellepaneler med høy virkningsgrad.
5. Lokal skygge fra blokker i sør lagt inn i beregninger

Utfyllende info om forutsetninger og utforming i vedlegg 6.1.

4.3. Oppvarming

Det er forutsatt vannbåren romoppvarming i hovedsak via radiatorer, med tur/retur temperatur på 60/40 iht. RIV.

4.4. Kjøling

Det er ikke medtatt kjøling i bygget, verken sentralt eller lokalt.

Det er forutsatt nattkjøling/frikjøling med økte ventilasjonsluftmengder utenfor driftstid med følgende forutsetninger:

- Ventilasjonssystemet brukes til nattkjøling (frikjøling)
- Hensikten med nattkjøling er å utnytte lavere utetemperaturer om natten til å kjøle ned bygningen før neste dag. Ved nattkjøling slås oppvarmingsanlegget og alle komponenter i ventilasjonsanlegget av.
- Nattkjølingen kjøres i timene utenfor driftstiden til ventilasjonsanlegget. Driftstiden må derfor settes slik at perioden med nattkjølingen legges til de kaldeste timene av døgnet.

Luftmengder ved nattkjøling			
Tilluft [m^3/hm^2]:	<input type="text" value="10,00"/>	Luftmengde ved gitt gulvareal:	12180 m^3/h
Avtrekk [m^3/hm^2]:	<input type="text" value="10,00"/>	Luftmengde ved gitt gulvareal:	12180 m^3/h

Nattkjølingen aktiveres når minst to av disse kriteriene oppfylles:

Gjennomsnittlig utetemperatur i driftstiden overstiger [$^{\circ}\text{C}$]:

Gjennomsnittlig romlufttemperatur i driftstiden overstiger [$^{\circ}\text{C}$]:

Maksimal romlufttemperatur i driftstiden overstiger [$^{\circ}\text{C}$]:

Nattkjølingen aktiveres også når neste dag er en helg-/feriedag

Nattkjølingen avbrytes hvis en av disse kriteriene inntreffer:

Tilluftstemperaturen blir lavere enn denne grenseverdien [$^{\circ}\text{C}$]:

Romlufttemperaturen blir lavere enn denne grenseverdien [$^{\circ}\text{C}$]:

Nattkjølingen avbrytes også når tilluftstemperaturen er høyere enn romlufttemperaturen.

Figur 2: forutsetning for frikjøling

4.5. Ventilasjon

Ventilasjonsanlegget skal iht. RIV være behovsstyrt med VAV spjeld. Aggregatet skal ha vannbårent varmebatteri med $\text{dT } 30^{\circ}\text{C}$. I kontrollberegninger er ventilasjonsluftmengder forutsatt som balansert ventilasjon etter minste tillatte luftmengder iht. NS3031 på 10 og 2 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ i og utenfor driftstid.

SFP-verdi skal iht. RIV settes til maksimum 1,5 $\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$. Gjenvinningsgrad på roterende varmegjenvinner er forutsatt å være 85 %.

4.6. Solavskjerming

Det er iht. kravspesifikasjon forutsatt utvendig zip-screen på alle solutsatte fasader. Forutsetninger for solfaktor er satt iht. NS 3031 med g-verdi for aktivert og ikke aktivert solavskjerming på hhv. 0,4 og 0,04. Zip-screen er forutsatt manuelt styrt iht. NS 3031 tab. E.4.

4.7. Sentrale inndata

Tabell viser en oversikt over sentrale inndata for kontrollberegning mot TEK17. U-verdier beregnes som gjennomsnitt for de ulike bygningsdeler.

Tabell 5: Sentrale inndata ved kontrollberegning

Komponent		Verdi	Beskrivelse
Klimaskall	U-verdi yttervegger [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]	0,15	Tilsvarende 296+48 mm isolert stenderverk, $\lambda\text{d} = 0,035 \text{ W}/\text{mK}$ iht. byggdetaljer 471.401 tab. 42.
	U-verdi yttervegg mot terreng – betong [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]	0,18 (0,14*)	Tilsvarende 200 mm utvendig kontinuerlig isolasjon, $\lambda\text{d} = 0,038 \text{ W}/\text{mK}$ iht. byggdetaljer 471.451 tab. 41. *Ekvivalent U-verdi

	U-verdi gulv mot grunn [W/m ² K]	0,10	Ekvivalent U-verdi. Tilsvarende 300 mm trykkfast isolasjon under bunnplate iht. Simien-beregning
	U-verdi gulv mot fri, massivtre 200 mm [W/m ² K]	0,16	Tilsvarende 200 mm isolasjon under massivtredekket. Iht. SINTEF byggforsk prosjektrapport 30
	U-verdi tak, lett-tak [W/m ² K]	0,10	Tilsvarende i gjennomsnitt 400 mm isolasjon, $\lambda_d = 0,035$ W/mK, Iht. byggdetaljblad 471.013 tab. 55
	U-verdi takterrasse, massivtre 200 mm [W/m ² K]	0,10	Tilsvarende i gjennomsnitt 350 mm isolasjon over massivtredekke, $\lambda_d = 0,037$ W/mK, Iht. SINTEF byggforsk prosjektrapport 30
	U-verdi vinduer/dører [W/m ² K]	0,70	Forutsatt gjennomsnittsverdi for alle vinduer og dører inkl. karm/ramme.
	Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,03	Forutsatt verdi iht. passivhusnivå. Tilsvarende generelt minimum 150 mm kuldebrobryter. Normalisert kuldebroverdi må beregnes i detaljprosjekt.
	Lekkasjetall ved 50 Pa [h ⁻¹]	0,5	Forutsatt verdi. Krevende høyt fokus på tettelsesløsninger. Lekkasjetall skal måles ved ferdigstillelse iht. NS-EN 13829.
Øvrige inndata	Solavskjerming - ikke aktivert stilling - Aktivert stilling	0,4 0,04	Forutsatt automatisk styrt utvendig zip screen på solutsatte vindusoverflater. Solfaktor er forutsatt iht. NS 3031. Vurdering av termisk inn klima iht. TEK §13-4 er ikke en del av denne rapporten.
	Gjennomsnittlig Ventilasjonsluftmengder i/utenfor driftstid [m ³ /hm ²]	10 / 2	Forutsatt minste tillatte luftmengder ved kontrollberegning iht. NS 3031. Må verifiseres av RIV
	SFP-verdi [kW/(m ³ /s)]	1,5	Forutsatt verdi iht. RIV.
	Gjenvinningsgrad varmegjenvinner [%]	85	Forutsatt verdi, må verifiseres av RIV.
	Settpunkttemperatur i / utenfor driftstid [°C]	21 / 19	Ved kontrollberegning er verdier forutsatt iht. NS 3031.
	Driftstid	10/5/44	Forutsatt iht. NS 3031
	Effektbehov/tilskudd Belysning i driftstid [W/m ²]	8	Forutsatt med styringssystem iht. NS 3031

5. RESULTATER

I dette kapittelet følger en oversikt over resultater fra kontrollberegning mot energikrav iht. TEK17. Evaluering av energieffektivitet mot energikrav skal ikke benyttes som effektbehovsberegninger til å dimensjonere oppvarmingsanlegg.

5.1. Netto energibehov – krav til bygningen energieffektivitet

Ved evaluering mot energirammen benyttes Oslo-klima og gitte verdier for driftstid og internlast basert på bygningskategori. Figur 3 viser at Haukeland skole oppfyller energirammekravet iht. §14-2, med totalt netto energibehov på 80 kWh/m².

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	15,5 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	7,6 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	15,4 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,5 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	17,7 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	13,3 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	80,0 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	110,0 kWh/m ²

Figur 3: Energiramme iht. TEK17 §14-2, resultat fra beregning

Figur 4 viser at bygget totalt sett oppfyller minstekrav iht. §14-3

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,15	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,10	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,12	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,7	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,5	1,5

Figur 4: Oppfyllelse av minstekrav iht. §14-3

Figur 5 viser at bygget oppfyller samlet evaluering av energikravene i 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

Figur 5: Samlet evaluering mot energikrav i TEK17

5.2. Energimerkeberegning

Evaluering mot energimerkeforskriften, med de forutsetninger som er lagt til grunn, viser at Haukeland skole oppnår energikarakter A og oppvarmingskarakter grønn.

Grensen for energikarakter A er 75 kWh/m² levert energi per år ved normalisert klima. For Haukeland skole nybygg er levert energi med forutsatt solcelleanlegg beregnet til 64 kWh/m² for normalisert klima.



Beregnet levert energi normalisert klima: 64.27 kWh/m²
 Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 20.0 %

Beregnet levert energi	
Beskrivelse	Verdi
Energibruk normalisert klima	64 kWh/m ²
Energibruk lokalt klima	58 kWh/m ²

Figur 6: Beregnet levert energi

5.3. Evaluering mot BREEM-NOR Ene 23

Bygget vil iht. BREEM-NOR Ene 23 oppnå kriteriet 1 og 3 til netto energibehov til oppvarming og kjøling iht. NS 3701, se Figur 8.

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,7 kWh/m ²	20,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov	0,9 kWh/m ²	2,7 kWh/m ²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,5 W/m ²	4,5 W/m ²

Figur 7: Beregnet netto oppvarmings- og kjølebehov

5.4. Evaluering mot BREEAM-NOR Ene 01

Lvert energi i normalisert klima vil være på 64 kWh/m² med oppnåelse av forutsatt solcelleproduksjon. Dette tilsvarer en forbedring på 52,5 % i forhold til energimerke C, og bygget oppnår dermed 9 poeng iht. ENE 01.

Tabell 6: Evaluering mot BREEAM-NOR ENE 01

	Lvert energi – Energimerke C	Lvert energi, Haukeland skole	Forbedring	BREEAM-poeng
Skolebygg	135	64	52,5 %	9

5.5. nZEB – Nær nullenergibyg

Tabell under viser beregnet lvert energi og energiproduksjon til egen bruk og eksport. Bygget oppnår krav til nær nullenergibyg, nZEB iht. Futurebuilt.

Tabell 7: Evaluering mot nZeb

Energibærer		Lvert og eksportert energi, kWh	Vektingsfaktor	Vektet lvert energi kWh/m ² år iht. futurebuilt nZEB
Lvert energi	Fjernvarme	29920	0,43	10,5
	Elektrisitet	55042	1,0	45
Totalt lvert		84962		55,5
Eksportert energi	Solenergi til egen bruk	-15274	1,0	-12,5
	Solenergi til eksport	-13422	1,0	-11
Totalt eksportert		-28696		-23,5
Totalt netto lvert		56266		32

Lvert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Lvert energi	Spesifikk lvert energi
1a Direkte el.	55042 kWh	45,2 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	0 kWh	0,0 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	29920 kWh	24,6 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-15274 kWh	-12,5 kWh/m ²
Totalt lvert energi, sum 1-7	69688 kWh	57,2 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-13422 kWh	-11,0 kWh/m ²
Netto lvert energi	56266 kWh	46,2 kWh/m ²

Figur 8: Netto lvert energi

6. KONKLUSJON

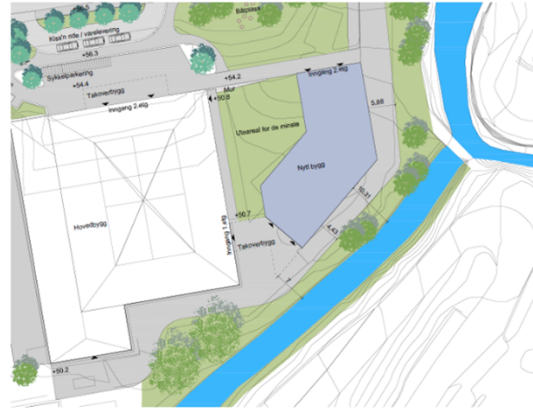
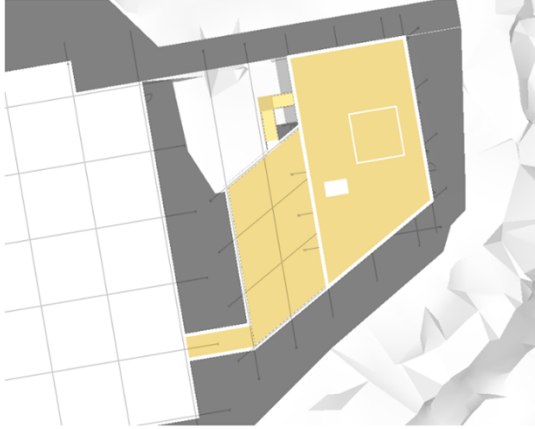
Med de forutsetninger som er lagt til grunn i denne rapporten vil nybygget ved Haukeland skole tilfredsstillende energikrav iht. TEK17, samt nær nullenergibygg som definert i Futurebuilt.

Bygget vil også iht. BREEAM-NOR kunne oppnå 2 poeng i emnet Ene 23, og 9 poeng i Ene 01.

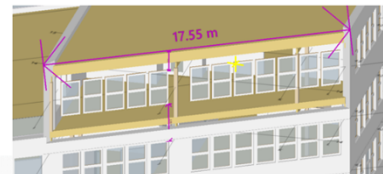
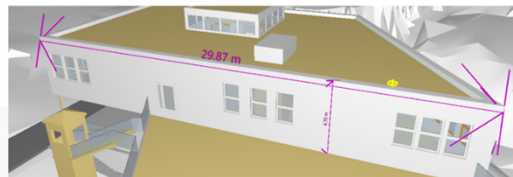
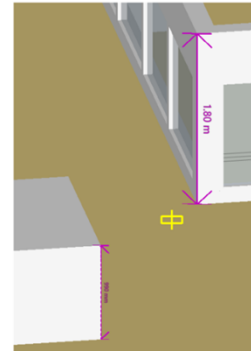
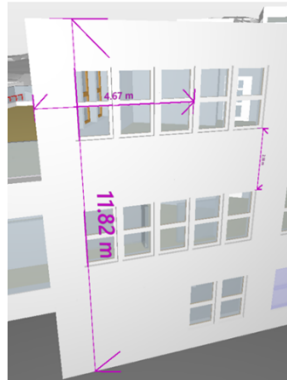
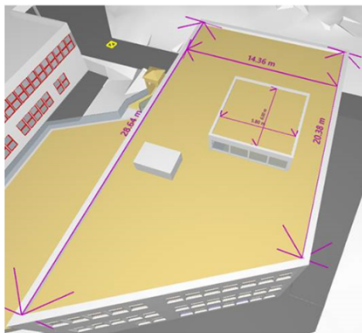
7. VEDLEGG

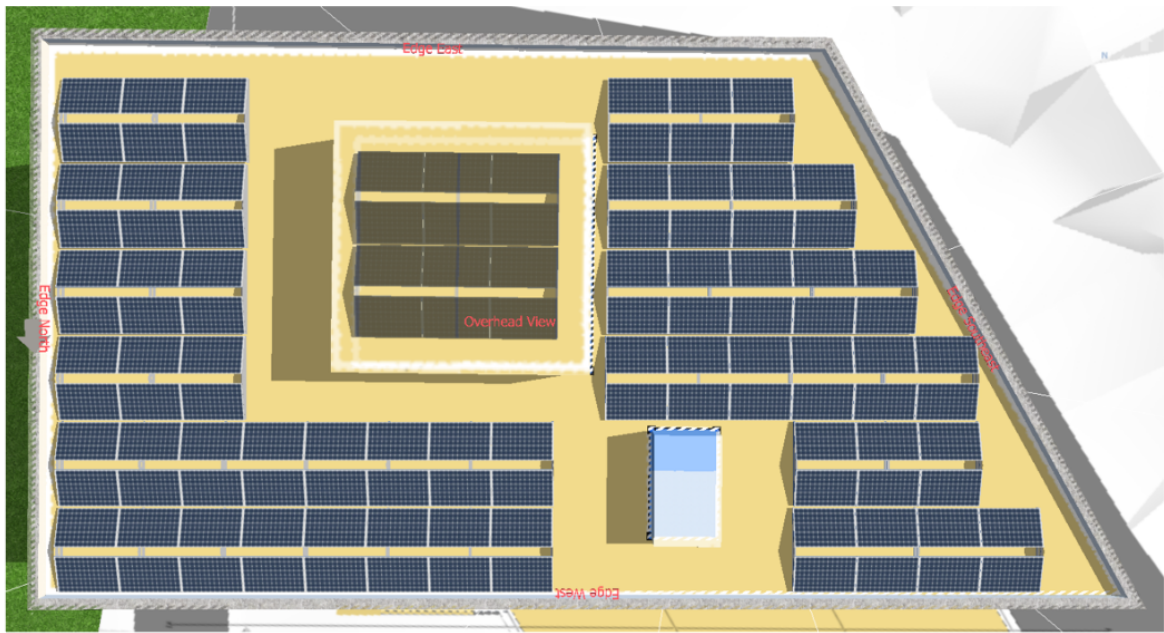
7.1. Solcellepanel - Forutsetninger for energiproduksjon

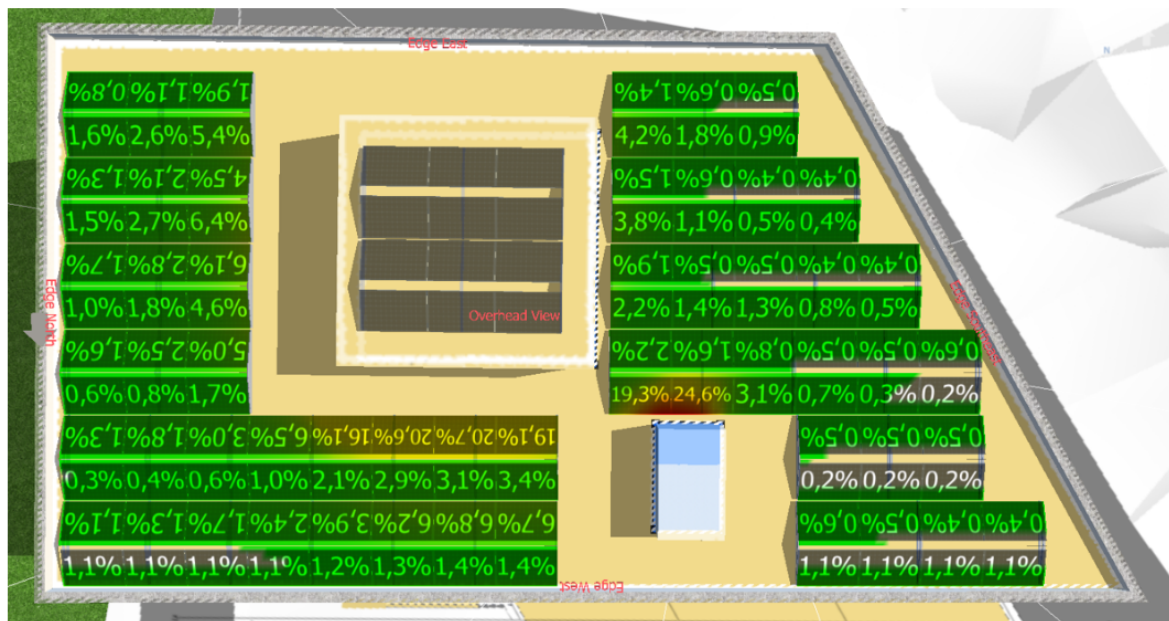
Takplan og situasjonsplan



Mål







Fasade sør



Felt C: 1 m * 17 m

Felt D: 2 m * 17 m

Felt E: 1m * 17 m

Orientering: 33 ° mot øst

Virkningsgrad: 163 Wp/m²

90% dekning av feltene

Yield: 502 kWh/kWp

Regner henholdsvis skyggetap 5, 7 og 10% på felt C, D og E.

Energiproduksjon

	Areal (m ²)	Utnyttelsesgrad	Areal solceller	Wp/m ²	kWp	Montasje	Orientering	Ekstra skygge	Spesifikk ytelse	Arlig energiproduksjon (kWh)
Hovedtak	228				39,75	ø/v 10 °		5 %	574,75	21502,41
Tak overlys	24				4,50	ø/v 10 °		0 %	605	2562,353
Fasade sør, øverst	17	90 %	15,3	163	2,49	Fasade	33 ° øst	5%	476,9	1189,341
Fasade sør, mellom	34	90 %	30,6	163	4,99	Fasade	33 ° øst	7%	466,86	2328,604
Fasade sør, nederst	17	90 %	15,3	163	2,49	Fasade	33 ° øst	10%	451,8	1126,744
Totalt										28709,45

Soiling/snø iht NS3031

7.2. Sentrale inndata for energiberegning

Bygningskategori		Skolebygg	
Størrelser		Inndata	Dokumentasjon
Arealer [m ²]	Yttervegger ^b	716	Oppmåling tegninger av ARK sist oppdatert 12.06.2020
	Tak ^b	617	
	Gulv ^b	617	
	Vinduer, dører og glassfelt ^b	277	
Oppvarmet del av BRA (A_{fI}) [m ²]		1218	
Oppvarmet luftrom (V) [m ³]		4253	
U-verdier for bygningsdeler [W/(m ² K)]	Yttervegger ^c	0,15	Iht. energiberegning og oppbygning iht. denne rapport.
	Tak ^c	0,10	
	Gulv ^c	0,12	
	Vinduer, dører og glassfelt ^c	0,70	
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt (γ_{sol}) [%]		22,8	Beregnet iht. tegninger
Normalisert kuldebroverdi (Ψ') [W/(m ² K)]		0,03	Forutsatt verdi. Må dokumenteres med kuldebrobudsjett i detaljprosjekt. Evt. Benytte preakseptert ytelse dersom mulig.
Normalisert varmekapasitet (C') [Wh/m ² K]		100	Beregnet fra innvendig varmelagringsjikt. Forutsatt lettvegger og delvis tunge konstruksjoner i himling og innervegger – noe eksponert massivtre.
Lekkasjetall (n_{50}) [h ⁻¹]		0,5	Forutsatt verdi, må måles iht. NS-EN 13829. Krever fokus på gode tettelsninger
Temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner [%]		85 %	Forutsatt verdi
Estimert årgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring [%]		85 %	Forutsatt verdi
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder i driftstiden [kW/(m ³ /s)]		1,5	Forutsatt verdi
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder utenfor driftstiden [kW/(m ³ /s)]		1,2	Forutsatt verdi
Gjennomsnittlig spesifikk ventilasjonsluftmengde i driftstiden [m ³ /m ² h]		10	Forutsatt verdi iht. NS3031
Spesifikk ventilasjonsluftmengde utenfor driftstiden [m ³ /m ² h]		2,88	Forutsatt verdi iht. NS3031 inkludert nattkjøling/frikjøling.
Årgjennomsnittlig		92	Med forutsetninger gitt i

systemvirkningsgrad/varmefaktor for oppvarmingssystemet [%]		denne rapporten.
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m ²]	-	Ikke relevant ved kontrollberegning mot TEK
Settpunkttemperatur for oppvarming [°C]	21	Iht. NS 3031 tabell A.3
Settpunkttemperatur for kjøling [°C]	22	Iht. NS 3031 tabell A.3
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m ²]	-	Forutsatt nattkjøling/frikjøling
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(l*s)]	0,5	Forutsatt verdi
Driftstid for ventilasjon, oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann og personer	10/5/44	Iht. NS 3031 tabell A.3
Spesifikt effektbehov/varmetilskudd for belysning i driftstiden [W/m ²]	8	Forutsatt belysning med styringssystem iht. NS 3031 tabell A.1
Spesifikt effektbehov/varmetilskudd for utstyr i driftstiden [W/m ²]	6	Iht. NS 3031 tabell A.1
Spesifikt effektbehov/varmetilskudd for varmtvann i driftstiden [W/m ²]	1,9	Beregnet i Simien iht. NS 3031.
Varmetilskudd fra personer i driftstiden [W/m ²]	12	Iht. NS 3031 Tabell A.2
Total solfaktor (g_t) for vindu og solskjerming (ØSV/N)	0,10 (0,04/0,45)	Forutsatt utvendig zip-screen på solutsatte fasader med solfaktor ikke aktivert/aktivert: 0,40 / 0,04
Solskjermingsfaktor pga. horisont nærliggende bygninger, vegetasjon og eventuelle bygningsutspring. (N/Ø/S/V)	0,83/0,76/0,84/0,75	Horisont

^b Areal for bygningsdeler/konstruksjoner som vender mot uoppvarmede soner/rom eller mot grunnen, er også inkludert her.

^c U-verdier for de ulike bygningsdeler er oppgitt som gjennomsnittlig U-verdi.