

Halden Kommune

# ENERGIBEREGNINGER - OS SKOLE OG IDRETTSHALL **RAPPORT**

---

**Dato: 28.09.2020**  
**Versjon: 1**

## Dokumentinformasjon

<b>Oppdragsgiver:</b>	Halden kommune
<b>Tittel på rapport:</b>	Energiberegninger - Os skole og idrettshall
<b>Oppdragsnavn:</b>	Os prosjektet, skole og idrettsarena
<b>Oppdragsnummer:</b>	628777
<b>Utarbeidet av:</b>	Erik Heggelund
<b>Oppdragsleder:</b>	Natalia Rodriguez
<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen

## Kort sammendrag

Asplan Viak er engasjert av Halden Kommune for å bistå med rådgivning innenfor blant annet bygningsfysikk og energi i forbindelse med rehabilitering av Os barneskole, i tillegg til prosjektering av nytt tilbygg til Os barneskole og ny idrettsarena. Prosjektet har som målsetning at det skal oppnå passivhusstandard for nybyggene.

Dette notatet gir en oppsummering av utførte energiberegninger. Hensikten med beregningene er å kontrollere at de planlagte nye byggene tilfredsstillere energikravene i TEK17 og kravene til passivhus i NS 3701. 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 både idrettsbygg og nytt skoletilbygg an til å tilfredsstillere kravene til kjøle- og oppvarming som angitt i passivhusstandarden, i tillegg til å oppnå energimerke A og 11 ENE 01-poeng og 2 ENE 23-poeng.

01	28.09.20		EH	EL
<b>VERSJON</b>	<b>DATO</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	<b>UTARBEIDET AV</b>	<b>KS</b>

## Innhold

<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
1.1. Metodikk og simuleringsprogram .....	4
1.2. Energiberegningene .....	4
<b>2. FORUTSETNINGER OG SENTRALE INNDATA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Klimadata .....	5
2.2. Soneinndeling.....	5
2.3. Tegningsunderlag .....	5
2.4. Klimaskall .....	5
2.5. Termisk masse.....	6
2.6. Solskjerming.....	7
2.7. Energikilde og oppvarmingsløsning .....	7
2.7.1. Fjernvarme .....	7
2.7.2. Direkte el.....	7
2.8. Ventilasjon .....	8
<b>3. RESULTATER.....</b>	<b>9</b>
3.1. Minstekrav til bygningsdeler .....	9
3.2. Netto energibehov - krav til bygningens energieffektivitet .....	10
3.3. Levert energibehov - Energimerkeordningen .....	10
3.3.1. BREEAM Ene 01 - Energieffektivitet .....	12
3.4. Passivhusstandard.....	12
3.4.1. BREEAM Ene 23 - Bygningskonstruksjonens energiytelse .....	14
<b>4. OPPSUMMERING .....</b>	<b>15</b>
<b>VEDLEGG 1 - SJEKKLISTE FOR DOKUMENTASJON AV INNDATA .....</b>	<b>16</b>

## 1. INNLEDNING

Denne rapporten inneholder forutsetninger og resultater fra energiberegningene foretatt for ny idrettsarena og nytt tilbud til Os barneskole i Halden kommune.

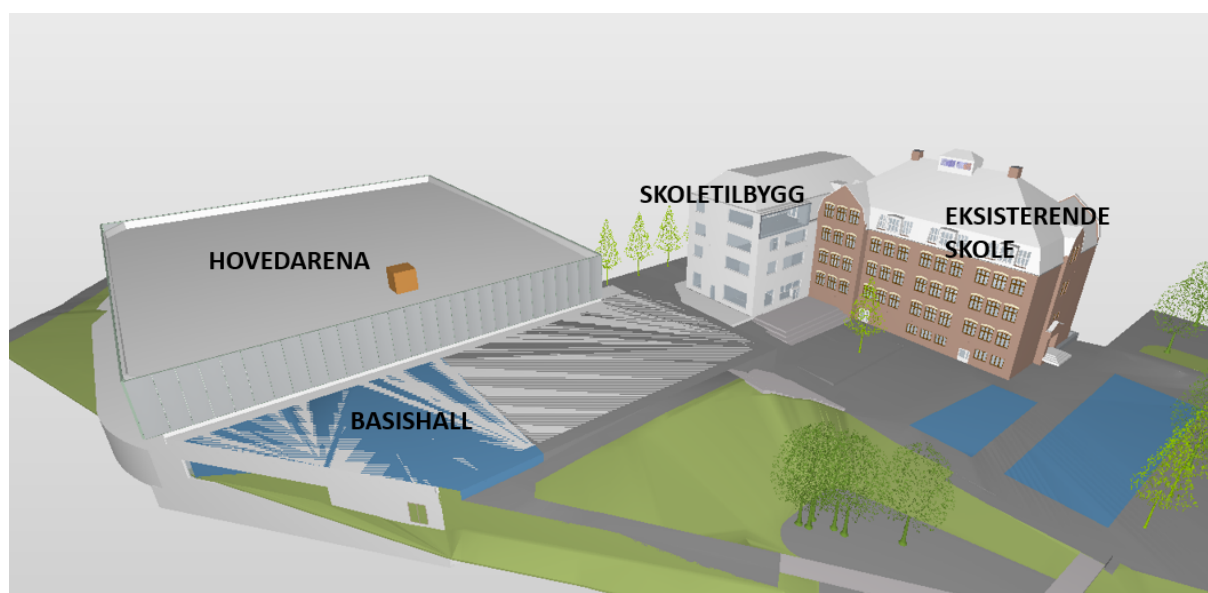
Hensikten med energiberegningen er å kontrollere at det planlagte bygget ved slutten av skisseprosjektet vil oppnå:

- **netto energibehov** som oppfyller kravene i Byggeteknisk forskrift (TEK 17)
- **passivhusnivå på kjøle- og oppvarmingsbehov** som angitt i passivhusstandarden (NS 3701:2012).

I tillegg er det gjort en vurdering av mulig/sannsynlig poengoppnåelse for **Ene 01 og Ene 23 i BREEAM-NOR**.

De nye byggene skal bygges i sentrum av Halden på samme tomt som Os barneskole i dag ligger. Den eksisterende bygningsmassen skal rehabiliteres.

Figur 1 viser plan for utvikling av tomten.



Figur 1: Fløybyen – Situasjonsplan

Kommune: Halden  
Gårdsnummer: 66  
Bruksnummer: 473  
Bruksareal<sup>1</sup>: ca. 11 021 m<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Her er ikke eksisterende skolebygg inkludert, da dette bygget ikke er med i energiberegningsvurderingene i denne fasen.

### 1.1. Metodikk og simuleringsprogram

Beregningene er foretatt i henhold til reglene i NS 3031:2014 (Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data) 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 3701.

Beregningene er utført i programmet SIMIEN, versjon 6.014. 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:

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 ENE01-poeng (BREEAM).
3. PH-beregningen: Kriterier for passivhusstandard. Standardiserte inndata fra 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 Halden.

Tabell 1: Klimadata

Klimasted	Midlere temp. dim. sommer	Midlere temp. dim. vinter	Årsmiddeltemperatur	Årsmiddel vindhastighet
Halden	20,6 °C	-22,2 °C	5,0 °C	5,0
Oslo	21,5 °C	-20 °C	6,3 °C	2,2

### 2.2. Soneinndeling

Idrettsbygget er simulert med 5 soner. Soneinndelingen er bestemt av de ulike bygningsdelenes totale høyde, av måletekniske grunner.

Idrettsbygget består av sonene:

- Hovedarena: består av to store idrettsarenaer, med tilhørende tribuner i plan U1, samt diverse nytterom i plan U1 og plan 1, samt tekniske rom i plan 2.
- Buet sone: sone vest for hovedarena, med buet form, som består av nytterom med annen høyde enn hovedarenaen.
- Basishall: Består av en mindre idrettsflate, i tillegg til diverse nytterom i plan U1 og U2.
- Kjellergang: Områder i plan U2 som ligger under hovedarena.
- Mellomgang: et område i plan U1 som leder fra idrettsbygg til skolebygg. Her finnes tekniske rom, i tillegg til garderober ol.

Skoletilbygget består kun av én sone.

### 2.3. Tegningsunderlag

Arealer (BRA, gulv, tak og fasader) er målt opp elektronisk fra tegninger i DWG-format datert 07.09.2020. Vindusarealer er oppmålt i ifc-fil datert 12.09.2020.

### 2.4. Klimaskall

Tabell 2 viser en oversikt over bygningskomponentenes egenskaper og tilhørende minstekrav i Byggeteknisk forskrift og passivhusstandarden.

Tabell 2: Bygningskomponentenes egenskaper og minstekrav i TEK17 og NS3701.

Beskrivelse	Idrettsbygg	Skoletilbygg	Minstekrav (TEK17)	Minstekrav NS3701
U-verdi yttervegger - Bindingsverk [W/m <sup>2</sup> K]	0,15	0,15	≤ 0,22	-
U-verdi yttervegger - Kjellervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,25*	-	≤ 0,22	-
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	0,11	≤ 0,18	-
U-verdi gulv mot grunn [W/m <sup>2</sup> K]	0,35*	-	≤ 0,18	-
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	0,80	≤ 1,2	≤ 0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03	-	≤ 0,03
Lekkasjetall [luftvekslinger per t.]	0,6	0,45	≤ 1,5	≤ 0,6

\*U-verdi eks. grunnens varmemotstand.

Oppvarmet del av BRA for bygget er beregnet til 11 021 m<sup>2</sup>. Dette inkluderer de tekniske rommene (det forutsettes at disse er innenfor byggets klimaskall), jfr. kap. 4.2 i NS 3031.

Glassareal i forhold til oppvarmet BRA er beregnet til 2,2 % for idrettsbygg og 26,2 % for skoletilbygg.

## 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.

Tabell 3 viser hvilke termiske masser som er forutsatt for idrettsbygg og skoletilbygg ved Os skole.

Tabell 3: Termiske masser

Bygningsdel	Innvendig sjikt	Varmelagringsevne Wh/m <sup>2</sup> K
Gulv	Tungt gulv	63
Himling idrettsbygg	Tung himling	3
Himling skoletilbygg	Lukket akustisk himling + betong/hulldekke	8
Etasjeskiller gulv idrettsbygg	Tungt gulv	63
Etasjeskiller gulv skoletilbygg	Gulvbelegg (4 mm) + betong	63
Innside yttervegger	Lett vegg	3
Møbler/Interiør idrettsbygg	Lette møbler/lette skillekonstruksjoner	2
Møbler/Interiør skoletilbygg	Middels møblert rom	4

## 2.6. Solskjerming

Vinduer på fasade mot nord har fast solskjerming med en total solfaktor (glass + solskjerming) på 0,45.

På øvrige vinduer i alle fasader (unntatt mot nord), er det forutsatt innvendig manuelt styrt solavskjerming. Disse vinduenes solfaktor er 0,05 i aktivert stilling og 0,45 i ikke-aktivert stilling.

## 2.7. Energikilde og oppvarmingsløsning

Det er i skisseprosjektet forutsatt at det meste av romoppvarming og ventilasjonsvarme dekkes av varmepumpe. Direkte el. bidrar til oppvarming ved spisslast. Oppvarming av tappevann antas delt likt mellom direkte el. og varmepumpe.

Under følger en oversikt over dekningsgrad og virkningsgrader for de ulike energikildene. Samme energiforsyningssystem gjelder for idrettsbygg og skoletilbygg.

### 2.7.1. Direkte el.

El.		Olje	Gass	Fjernvarme	Biobrensel	Varmepumpe	Sol	Annen
Data energikilde	Dekningsgrad	energi	behov	Kommentar				
Systemvirkningsgrad romoppvarming:	0,81	Beregning av systemvirkningsgrad...						
Systemvirkningsgrad vamtvann:	0,98	Beregning av systemvirkningsgrad...						
Systemvirkningsgrad varmebatterier:	0,88	Beregning av systemvirkningsgrad...						
Gjennomsnittlig kjølefaktor romkjøling:	2,50	Typiske kjølefaktor...						
Gjennomsnittlig kjølefaktor kjølebatterier:	2,50							
CO2-faktor (CO2-ekv.) [g/kWh]:	130							
Energipris [kr/kWh]:	0,80							

El.		Olje	Gass	Fjernvarme	Biobrensel	Varmepumpe	Sol	Annen
Data energikilde	Dekningsgrad	energi	behov	Kommentar				
Romoppvarming [%]:	20,0	Total dekningsgrad romoppv. [%]:						100
Oppvarming av tappevann [%]:	50,0	Total dekningsgrad tappevann [%]:						100
Varmebatterier ventilasjon [%]:	20,0	Total dekningsgrad varmebatterier [%]:						100
Kjølebatterier ventilasjon [%]:	100,0	Total dekningsgrad kjølebatterier [%]:						100
Lokal kjøling (romkjøling) [%]:	100,0	Total dekningsgrad romkjøling [%]:						100
El. spesifikt energibehov* [%]:	100,0	Total dekningsgrad el. spesifikt [%]:						100
* Under el. spesifikt energibehov regnes energibruk til belysning, utstyr, vifter og pumper								
* For energikilden elektrisitet brukes en virkningsgrad på 1.0 for el. spesifikt energibehov.								

### 2.7.2. Direkte el.

El.		Olje	Gass	Fjernvarme	Biobrensel	Varmepumpe	Sol	Annen
Data energikilde	Dekningsgrad	energi	behov	Kommentar				
Systemvirkningsgrad romoppvarming:	2,45	Beregning av systemvirkningsgrad...						
Systemvirkningsgrad vamtvann:	2,60	Beregning av systemvirkningsgrad...						
Systemvirkningsgrad varmebatterier:	2,67	Beregning av systemvirkningsgrad...						
Gjennomsnittlig kjølefaktor romkjøling:	2,50	Typiske kjølefaktor...						
Gjennomsnittlig kjølefaktor kjølebatterier:	2,50							
CO2-faktor (CO2-ekv.) [g/kWh]:	130							
Energipris [kr/kWh]:	0,80							

El.		Olje	Gass	Fjernvarme	Biobrensel	Varmepumpe	Sol	Annen
Data energikilde	Dekningsgrad	energi	behov	Kommentar				
Romoppvarming [%]:	80,0	Total dekningsgrad romoppv. [%]:						100
Oppvarming av tappevann [%]:	50,0	Total dekningsgrad tappevann [%]:						100
Varmebatterier ventilasjon [%]:	80,0	Total dekningsgrad varmebatterier [%]:						100
Kjølebatterier ventilasjon [%]:	0,0	Total dekningsgrad kjølebatterier [%]:						100
Lokal kjøling (romkjøling) [%]:	0,0	Total dekningsgrad romkjøling [%]:						100
El. spesifikt energibehov* [%]:	0,0	Total dekningsgrad el. spesifikt [%]:						100
* Under el. spesifikt energibehov regnes energibruk til belysning, utstyr, vifter og pumper								
* For el. spesifikt energibehov brukes systemvirkningsgrad oppvarming.								



## 2.8. Ventilasjon og internlast

- Ventilasjon i driftstid: I beregningene er det modellert CAV med luftmengder satt til 6 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> i PH-beregningen og 8,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h i øvrige beregninger for idrettsbygg, og 8 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> i PH-beregningen og 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h i øvrige beregninger for skoletilbygg. For PH-beregningene er luftmengdene beregnet iht. retningslinjer i tillegg A i NS 3701:2012. For øvrige beregninger er luftmengden beregnet av RIV.
- Ventilasjon utenfor driftstid: Det er forutsatt 1 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> i PH-beregningen og 2 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> i de øvrige beregningene. Dette er minste tillatte verdi i disse beregningstypene. I praksis betyr dette at ventilasjonen i hovedsak er forutsatt avskrudd utenom driftstid.
- Det er forutsatt at ventilasjonsanleggene i skoletilbygget er utstyrt med kjølebatterier. Dette gjelder ikke for idrettstilbygg.
- SFP-faktor (snitt for alle anlegg): Det er forutsatt 1,5 kW/m<sup>3</sup>s i driftstid og 0,75 kW/m<sup>3</sup>s utenom driftstid. SFP-verdien må dokumenteres av leverandør.
- Årsgjennomsnittlig virkningsgrad for varmegjenvinner: Gjennomsnittlig gjenvinningsgrad på 84 % er forutsatt for både idrettsbygg og skoletilbygg (for mekanisk ventilasjon). Virkningsgraden må dokumenteres av leverandør.
- Settpunkttemperatur ventilasjon: Satt til 19 °C hele året.
- Behovsstyrt belysning, gjennomsnittlig effektbehov på 5,5 W/m<sup>2</sup> for idrettsbygg og 4,5 for skoletilbygg, tilsvarende passivhuskravet. Verdien forutsetter energieffektive armaturer + styring etter dagslys og tilstedeværelse. Verdien må dokumenteres i LENI-beregning fra leverandør.
- Øvrige internlast som spesifisert i hhv. NS 3031 og NS 3701.

### 3. RESULTATER

#### 3.1. Minstekrav til bygningsdeler

I tillegg til krav til bygningens netto energibehov, stiller TEK 17 og NS 3701 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 mot NS 3701.

Tabell 4: Minstekrav TEK17 idrettsbygg

<b>Minstekrav (§14-3)</b>		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,15	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	0,09	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	1,50

Tabell 5: Minstekrav TEK17 skolebygg

<b>Minstekrav (§14-3)</b>		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m <sup>2</sup> K]	0,15	0,22
U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	0,11	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,45	1,50

Tabell 6: Minstekrav NS3701 idrettsbygg

<b>Minstekrav enkeltkomponenter</b>		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	84	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,60	0,60

Tabell 7: Minstekrav NS3701 skolebygg

<b>Minstekrav enkeltkomponenter</b>		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m <sup>2</sup> K]	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]	0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	84	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m <sup>3</sup> /s]:	1,50	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,45	0,60

### 3.2. Netto energibehov - krav til bygningens energieffektivitet

Energikravene i de tekniske forskriftene til plan- og bygningsloven (TEK 17) gjelder for alle bygg som rammesøkes etter 01.01.17 (med en overgangsordning på ett år). Energikravene regnes som oppfylt dersom beregnet netto energibehov for bygget er mindre enn et fastsatt rammekrav. Rammekravet er forskjellig for ulike typer bygg; for idrettsbygg er rammekravet 145 kWh/m<sup>2</sup>, og for skolebygg er rammekravet 110 kWh/m<sup>2</sup>.

Iht. beregningen som er utført, har idrettsbygget et netto energibehov på 100 kWh/m<sup>2</sup>, og skolebygget et netto energibehov på 75,2 kWh/m<sup>2</sup>. Kravet til energieffektivitet iht. teknisk forskrift er dermed oppfylt med god margin for begge bygg. Beregningene er utført med klimadata for Oslo.

Tabell 8: Beregnet netto energibehov, idrettsbygg

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	3,4 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	16,5 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	50,4 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	11,6 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	14,6 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	2,7 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	100,0 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	145,0 kWh/m <sup>2</sup>

Tabell 9: Beregnet netto energibehov, skolebygg

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	14,1 kWh/m <sup>2</sup>
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	9,6 kWh/m <sup>2</sup>
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m <sup>2</sup>
3a Beregnet energibehov vifter	11,9 kWh/m <sup>2</sup>
3b Beregnet energibehov pumper	1,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Beregnet energibehov belysning	9,9 kWh/m <sup>2</sup>
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	13,3 kWh/m <sup>2</sup>
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	4,4 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt beregnet energibehov	75,2 kWh/m <sup>2</sup>
Forskriftskrav netto energibehov	110,0 kWh/m <sup>2</sup>

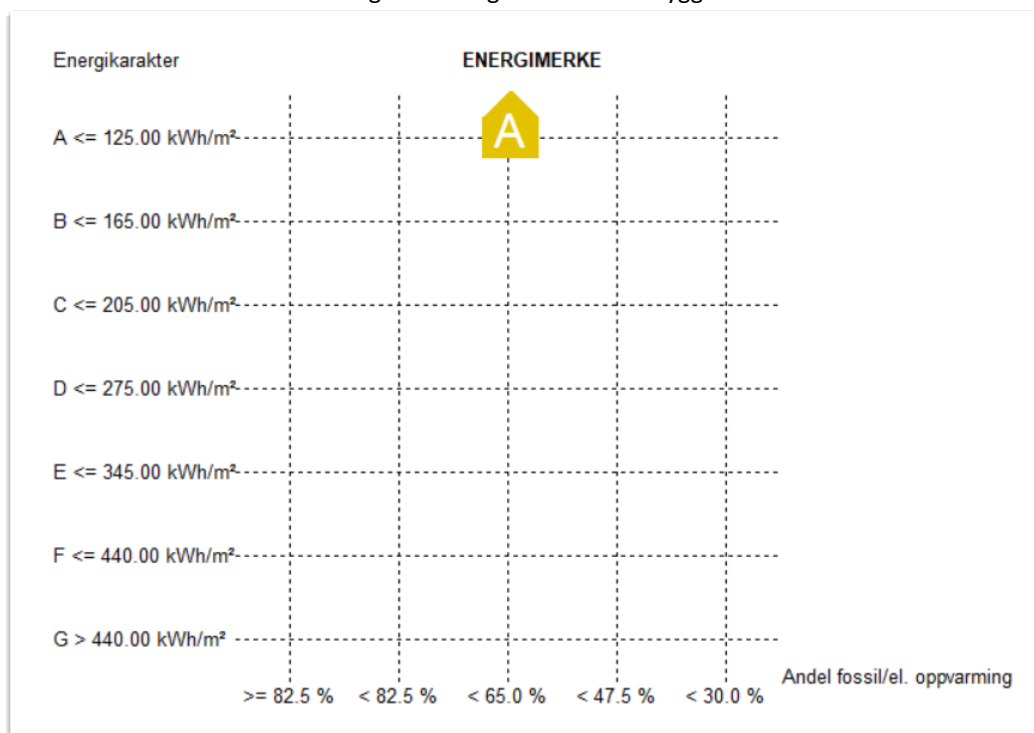
### 3.3. Levert energibehov - Energimerkeordningen

Behov for levert energi avhenger av valgt løsning for energiforsyning. På Os skole og idrettshall er varmebehovet for det meste dekket av varmpumpe, med bistand fra direkte el. ved spisslast. Total andel av el. til oppvarming blir 64 % for idrettsbygg og 57 % for skolebygg.

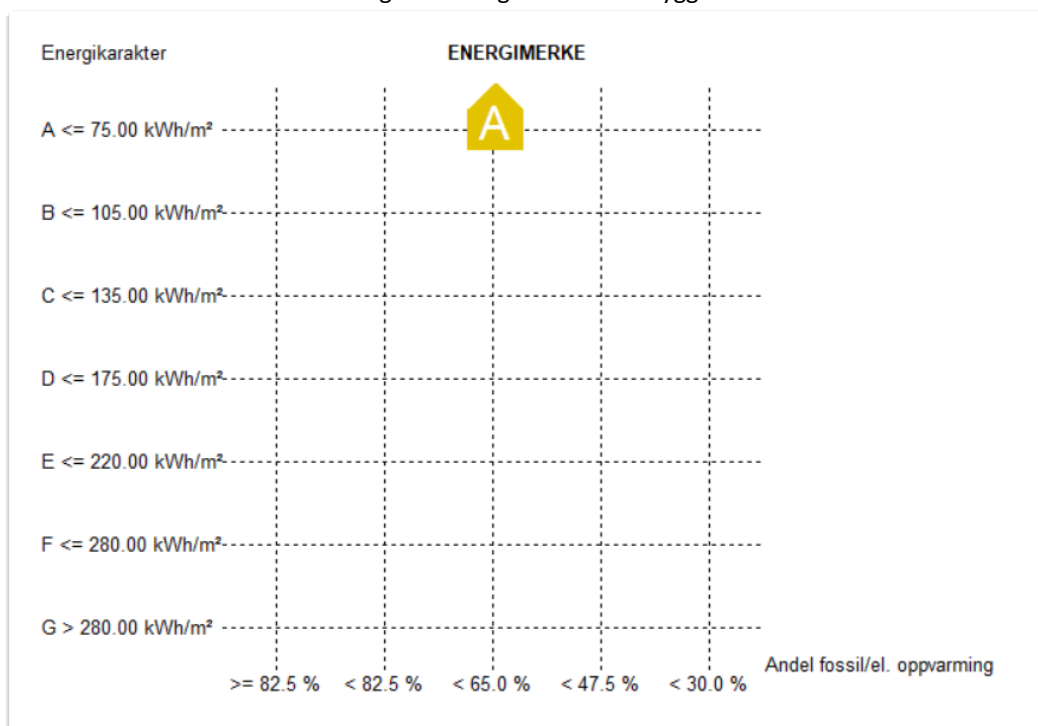
Beregnet behov for levert energi er på 76 kWh/m<sup>2</sup> for idrettsbygg og 56 kWh/m<sup>2</sup> for skolebygg. Byggene ligger dermed an til å oppnå energimerke A, men er svært god margin.

Beregningen er utført med klimadata for Oslo.

Figur 2: Energimerke idrettsbygg



Figur 3: Energimerke skolebygg



### 3.3.1. 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 tabell 10 nedenfor.

Tabell 10: Prosentvis forbedring i forhold til energimerke C

Poeng	Prosentvis forbedring [%]	Behov for levert energi skolebygg [kW/m <sup>2</sup> år]	Behov for levert energi idrettsbygg [kW/m <sup>2</sup> år]
0	0	135	205
1	5	128,3	194,8
2	7	125,6	190,7
3	11	120,2	182,5
4	15	114,8	174,3
5	19	109,4	166,1
6	25	101,3	153,8
7	31	93,2	141,5
8	38	83,7	127,1
9	45	74,3	112,8
10	55	60,8	92,3
11	70	40,5	61,5
12	85	20,3	30,8

Med et beregnet behov for levert energi på 89,7 kWh/m<sup>2</sup> oppnås en prosentvis forbedring på 38 % som da akkurat er tilstrekkelig for å oppnå 8 poeng på Ene 01.

Med et beregnet behov for levert energi på hhv. 76 kW/m<sup>2</sup>år og 56 kW/m<sup>2</sup>år for idrettsbygg og skolebygg, oppnås en prosentvis forbedring på hhv. 63 % og 59 % for idrettsbygg og skolebygg. Dette tilsvarer 11 BREEAM-poeng for både idrettsbygg og skolebygg.

### 3.4. Passivhusstandard

For å oppnå status som passivhus, må man tilfredsstillere en rekke kriterier definert i passivhusstandarden NS 3701:2012 «Kriterier for lavenergi- og passivhus – Yrkesbygg». I dette prosjektet er målet å tilfredsstillere kravene til kjøle- og oppvarming som angitt i passivhusstandarden, men ikke å oppnå status som passivhus. Både idrettsbygget og skolebygget når dette målet, som vist i tabell 11 og 12.

Tabell 11: Energiytelse idrettsbygg.

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	20,8 kWh/m <sup>2</sup>	22,4 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,0 kWh/m <sup>2</sup>	5,2 kWh/m <sup>2</sup>
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	5,5 W/m <sup>2</sup>	5,5 W/m <sup>2</sup>

Tabell 12: Energiytelse skolebygg.

Energiytelse		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov	19,7 kWh/m <sup>2</sup>	22,2 kWh/m <sup>2</sup>
Netto kjølebehov	0,4 kWh/m <sup>2</sup>	4,3 kWh/m <sup>2</sup>
Gjennomsnittlig effektbehov belysning	4,5 W/m <sup>2</sup>	4,5 W/m <sup>2</sup>

Samlet netto energibehov fordelt på de ulike energipostene beregnet iht. beregningsreglene for passivhus (NS 3701:2012) er gitt i Tabell og 14.

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

Energibudsjett (NS 3701)		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	32112 kWh	3,5 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	160912 kWh	17,3 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	467447 kWh	50,4 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	107828 kWh	11,6 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	7153 kWh	0,8 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	135304 kWh	14,6 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	24598 kWh	2,7 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	935353 kWh	100,8 kWh/m <sup>2</sup>

Tabell 14: Beregnet årlig netto energibehov skolebygg (inndata fra NS 3701)

Energibudsjett (NS 3701)		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	24285 kWh	13,9 kWh/m <sup>2</sup>
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	10049 kWh	5,8 kWh/m <sup>2</sup>
2 Varmtvann (tappevann)	17589 kWh	10,1 kWh/m <sup>2</sup>
3a Vifter	15240 kWh	8,7 kWh/m <sup>2</sup>
3b Pumper	1674 kWh	1,0 kWh/m <sup>2</sup>
4 Belysning	17355 kWh	9,9 kWh/m <sup>2</sup>
5 Teknisk utstyr	15428 kWh	8,8 kWh/m <sup>2</sup>
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m <sup>2</sup>
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	612 kWh	0,4 kWh/m <sup>2</sup>
Totalt netto energibehov, sum 1-6	102231 kWh	58,6 kWh/m <sup>2</sup>

Forskjellen i inndata fra kontrollen mot rammekravet i TEK17 er som følger:

- Minimum luftmengde i driftstid er redusert fra 8,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h til 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h for idrettsbygg. For skolebygg er minimum luftmengde i driftstid redusert fra og 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h til 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h.
- Luftmengde utenom driftstid redusert fra 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h til 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h for begge bygg.
- Simuleringen er utført med lokal 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 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. Forutsatt lekkasjetall er på 0,6/h for idrettsbygg og 0,45/h for skolebygg.

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

## 4. OPPSUMMERING

Bygget ligger an til å tilfredsstille energikravene i Byggteknisk forskrift (TEK17) og å tilfredsstille kravene til kjøle- og oppvarming som angitt i passivhusstandarden (NS 3701).

Byggene ligger an til å oppnå energimerke A med god margin. Foreløpige beregninger viser at både idrettsbygg og nytt skolebygg kan oppnå 11 BREEAM-poeng under ENE 01, grunnet en forbedring av beregnet leverte energi på hhv. 63 % og 59 % for idrettsbygg og skolebygg i forhold til nivået for å oppnå energimerke C. I tillegg er det sannsynlig at det vil kunne oppnås 2 poeng på Ene 23.

Byggene tilfredsstiller passivhuskravet til netto oppvarmingsbehov og kjølebehov.

## VEDLEGG 1 - SJEKLISTE FOR DOKUMENTASJON AV INNDATA

Størrelser		Inndata kontor Idrettsbygg/ skolebygg	Dokumentasjon <sup>b</sup>
Arealer [m <sup>2</sup> ]	Yttervegger <sup>b</sup>	4045/896	Oppmålt av RIEn
	Tak <sup>b</sup>	6125/516	Oppmålt av RIEn
	Gulv <sup>b</sup>	6619/0	Oppmålt av RIEn
	Vinduer, dører og glassfelt <sup>b</sup>	201/458	Oppmålt av RIEn
Oppvarmet del av BRA ( $A_{fl}$ ) [m <sup>2</sup> ]		9276/1745	Oppmålt av RIEn
Oppvarmet luftvolum ( $V$ ) [m <sup>3</sup> ]		69664/9416	Oppmålt av RIEn
U-verdi for bygningsdeler [W/m <sup>2</sup> K]	Yttervegger <sup>c</sup>	0,15/0,15	Se kapittel 2.4
	Tak <sup>c</sup>	0,11/0,11	Se kapittel 2.4
	Gulv <sup>c</sup>	0,09/-	Se kapittel 2.4
	Vinduer, dører og glassfelt <sup>c</sup>	0,80/0,80	Se kapittel 2.4
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt ( $V_{sol}$ ) [%]		2,2/26,2	Oppmålt av RIEn
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi'$ ) [W/m <sup>2</sup> K]		0,03/0,03	Forutsatt. Krever fokus på å unngå kuldebroer. Tilsvarer passivhuskravet.
Normalisert varmekapasitet ( $C$ ) [Wh/m <sup>2</sup> K]		144/124	Se forutsetninger kapittel 2.5
Lekkasjetall ( $n_{50}$ ) [h <sup>-1</sup> ]		0,6/0,45	Forutsatt verdi
Temperaturvirkningsgrad ( $\eta_{\dots}$ ) for varmegjenvinner [%]		84/84	Forutsatt verdi
Spesifikk vifteeffekt ( $SFP$ ) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/m <sup>3</sup> /s]		1,50/1,5	Forutsatt verdi
Gjennomsnittlig spesifikk ventilasjonsluftmengde i driftstiden [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h]		8,22 /8	Minstekrav i NS 3031 tillegg A / Standardverdi fra NS 3701.
Gjennomsnittlig spesifikk ventilasjonsluftmengde utenfor driftstiden [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h]		2/1	Minstekrav i NS 3031 tillegg A / NS 3701. I tillegg benyttes nattkjøling ved behov, som medfører luftmengdene til venstre
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingssystemet [%] <sup>h</sup>		1,53/1,65	Beregnet, se kapittel 2.7.
Settpunkt-temperatur for oppvarming [°C] <sup>i</sup>		18/19,8	Krav i NS 3031, tillegg A
Spesifikk pumpeeffekt ( $SPP$ ) (kW/(l/s))		0,5/0,5	Standardverdi NS 3031, tillegg I
Driftstid for ventilasjon, oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann og personer <sup>d,i</sup>		12/5/52	Krav i NS 3031, tillegg A (timer per dag/dager per uke/uker per år)
Spesifikt effektbehov for belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>		5,5/4,5	Forutsatt. Tilsvarer passivhuskravet. Overholdelse av kravet må dokumenteres i LENI-beregninger fra leverandøren.
Spesifikt varmetilskudd for belysning i driftstiden ( $q''_{lys}$ ) [W/m <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>		5,5/4,5	Som over
Spesifikt effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>		1 / 4	Krav i NS 3031, tillegg A / NS 3701
Spesifikt varmetilskudd for utstyr i driftstiden ( $q''_{uts}$ ) [W/m <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>		1 / 4	Krav i NS 3031, tillegg A / NS 3701
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>		9,5/1,9	Krav i NS 3031, tillegg A
Spesifikt varmetilskudd for varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>		0/0	Krav i NS 3031, tillegg A
Varmetilskudd fra personer ( $q''_{pers}$ ) i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>		10/12	Krav i NS 3031, tillegg A
Total solfaktor ( $\bar{g}_t$ ) for vindu og		0,1/0,21	Gjennomsnittlig verdi for alle fasader.



Størrelser	Inndata kontor Idrettsbygg/ skolebygg	Dokumentasjon <sup>b</sup>
solskjerming (Ø/S/V/N) <sup>e</sup>		
Gjennomsnittlig karmfaktor ( $F_F$ )	0,20/0,20	Forutsatt
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nærliggende bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring <sup>f</sup>	0,92/0,91/1/0,91 / 0,83/0,88/0,85/0,93	Det er tatt hensyn til skygge fra omliggende bygninger.

<sup>a</sup> 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.

<sup>b</sup> 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.

<sup>c</sup> 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.

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

<sup>e</sup> 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.

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

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

<sup>h</sup> Ikke nødvendig for energibehov og kontrollberegning etter TEK.

<sup>i</sup> Ved kontrollberegning mot offentlige krav velges inndata fra tillegg A.