

Energirapport

Bjørnarhallen



For detaljregulering Arna. Gnr. 284, Bnr. 64 m.fl., Øvre Seimsmark - Bjørnarhallen.

Arealplan-ID 70560000

Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
0	31.05.23	Første versjon.	Øystein Heggebø	Elin Skjerven Talhaug	

Sammendrag

Bjørnarhallen er en idrettshall på Garnes i Arna utenfor Bergen. Den eksisterende hallen fra 1986 skal rives og det skal bygges en ny, større idrettshall på ca. 4000 m² oppvarmet BRA. Dette notatet utarbeides som del av planarbeidet for prosjektet. I denne rapporten presenteres prosjektets energiambisjoner samt hvordan disse kan oppfylles.

Bygget skal også kobles på et felles nærvarmeanlegg som bygges for Garnes ungdomsskole, Garnes svømmehall, Bjørnarhallen og Garnes Skule. Asplan Viak har tidligere gjort en utredning av nødvendig levert varmeeffekt til disse byggene, som benyttes for å dimensjonere nærvarmeanlegget. Forutsetningene for den nye Bjørnarhallen har senere endret seg, derfor presenteres også reviderte effektbehov i denne rapporten.

Etablering av felles varmesentral og nærvarmeanlegg for disse byggene ble anbefalt som løsning i utredningen utført av Asplan Viak. Utredningen vektlegger lavere investerings- og driftskostnader. I tillegg er det enklere å drifte en felles varmesentral sammenlignet med en varmesentral pr bygg. Løsningen utgjør færre komponenter, og er mindre plasskrevende. Bruk av varmepumpe reduserer også behov for levert termisk energi veldig mye sammenlignet med elektrisk oppvarming (se side 8).

Prosjektet har et mål om å oppnå beregnet behov for vektet levert energi under 18,75 kWh/m² (25% lavere sammenlignet med FutureBuilt NZEB). For å klare dette skal bygget utføres som passivhus. I tillegg vil det installeres utstyr for lokal energiproduksjon. For eksempel kan det installeres solceller på tak, det er da beregnet at ca. 720 m² solceller vil være tilstrekkelig for å tilfredsstille mål knyttet til levert energi.

Sweco Norge AS	967032271
Prosjekt	Bjørnarhallen - Cubus
Prosjektnummer	10222290
Kunde	Arkitektgruppen Cubus AS

Opprettet av Øystein Lunde Heggebø
Dato 2023-05-24
Dokumentreferanse \\nobgofs001\OPPDRA\32253\10222290_Bjørnarhallen_-_Cubus\000\06 Dokumenter\10 Klima og Miljø\04 Energiberegning\Notat\Energirapport Bjørnarhallen.docx

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Krav og miljømål	4
1.2	Sentrale forutsetninger	4
2	Energiberegning	7
2.1	Energibudsjett	7
2.1.1	Passivhus	9
2.2	Lokal energiproduksjon	10
2.3	Effektbehov oppvarming	12
	Vedlegg – Inndata fra Simien	13

1 Innledning

Bjørnarhallen er en idrettshall på Garnes i Arna utenfor Bergen. Den eksisterende hallen fra 1986 skal rives og det skal bygges en ny, større idrettshall på ca. 4000 m² oppvarmet BRA. Dette notatet utarbeides som del av planarbeidet for prosjektet. I denne rapporten presenteres prosjektets energiambisjoner samt hvordan disse kan oppfylles.

Bygget skal også kobles på et felles nærvarmeanlegg som bygges for Garnes ungdomsskole, Garnes svømmehall, Bjørnarhallen og Garnes Skule. Asplan Viak har tidligere gjort en utredning av nødvendig levert varmeeffekt til disse byggene, som benyttes for å dimensjonere nærvarmeanlegget. Forutsetningene for den nye Bjørnarhallen har senere endret seg, derfor presenteres også reviderte effektbehov i denne rapporten.

Etablering av felles varmesentral og nærvarmeanlegg for disse byggene ble anbefalt som løsning i utredningen utført av Asplan Viak. Utredningen vektlegger lavere investerings- og driftskostnader. I tillegg er det enklere å drifte en felles varmesentral sammenlignet med en varmesentral pr bygg. Løsningen utgjør færre komponenter, og er mindre plasskrevende. Bruk av varmepumpe reduserer også behov for levert termisk energi veldig mye sammenlignet med elektrisk oppvarming (se side 8).

1.1 Krav og miljømål

Under følger en liste over energirelaterte krav og miljømål som ligger til grunn for beregningene presentert i denne rapporten.

- Bygget skal ha et varme- og kjølebehov tilsvarende passivhusnivå.
- Vektet levert energi skal være 25 % lavere sammenlignet med krav i FutureBuilt kriterier for nær-nullenergi (nZEB).
 - o FutureBuilt krav for idrettsbygg: 25 kWh/(m²·år)
 - o Mål for Bjørnarhallen: 18,75 kWh/(m²·år)
- Det skal tilrettelegges for lokal energiproduksjon.

1.2 Sentrale forutsetninger

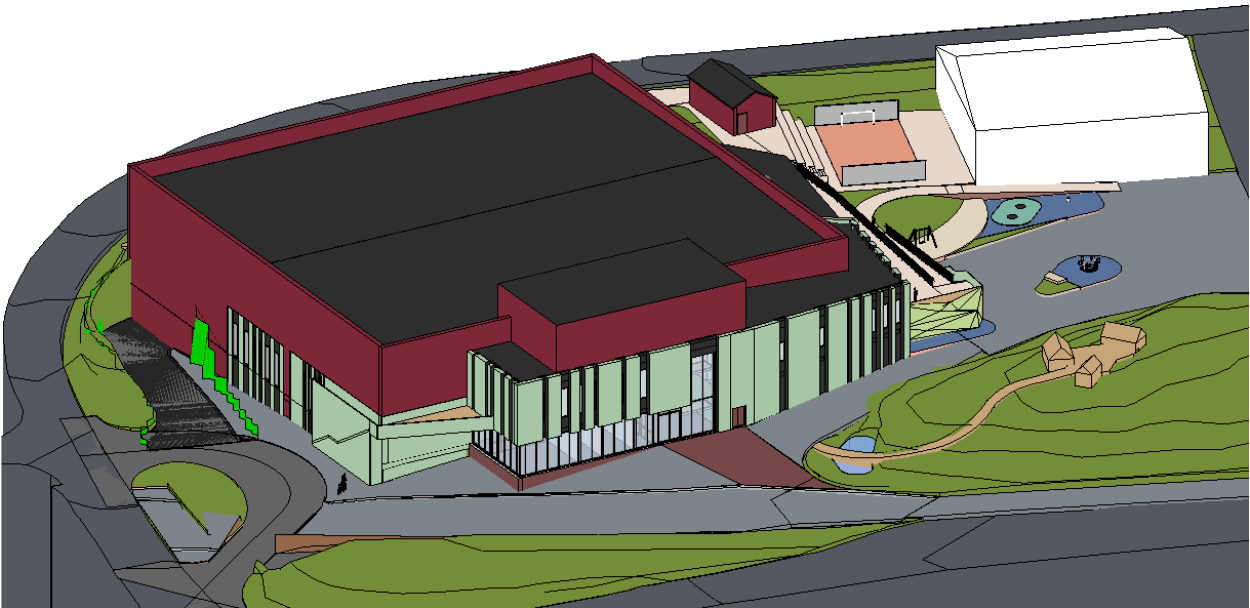
Energiberegningen er basert på Revit-modell fra arkitekt datert 04.05.23. Det er forutsatt at hele kjelleren på bygget er uoppvarmet, øvrig areal inkluderes i oppvarmet areal. En komplett oversikt over inndata til energiberegningen legges ved til slutt i rapporten, de viktigste forutsetningene er listet opp i tabell på neste side.

Det er lagt til grunn en normalisert kuldebroverdi på 0,03, som vil kreve kuldebroregnskap og gode detaljer. I tillegg er lekkasjetallet satt ganske lavt på 0,3, som krever godt utført tetting rundt vindu og andre «hull» i klimaskallet.

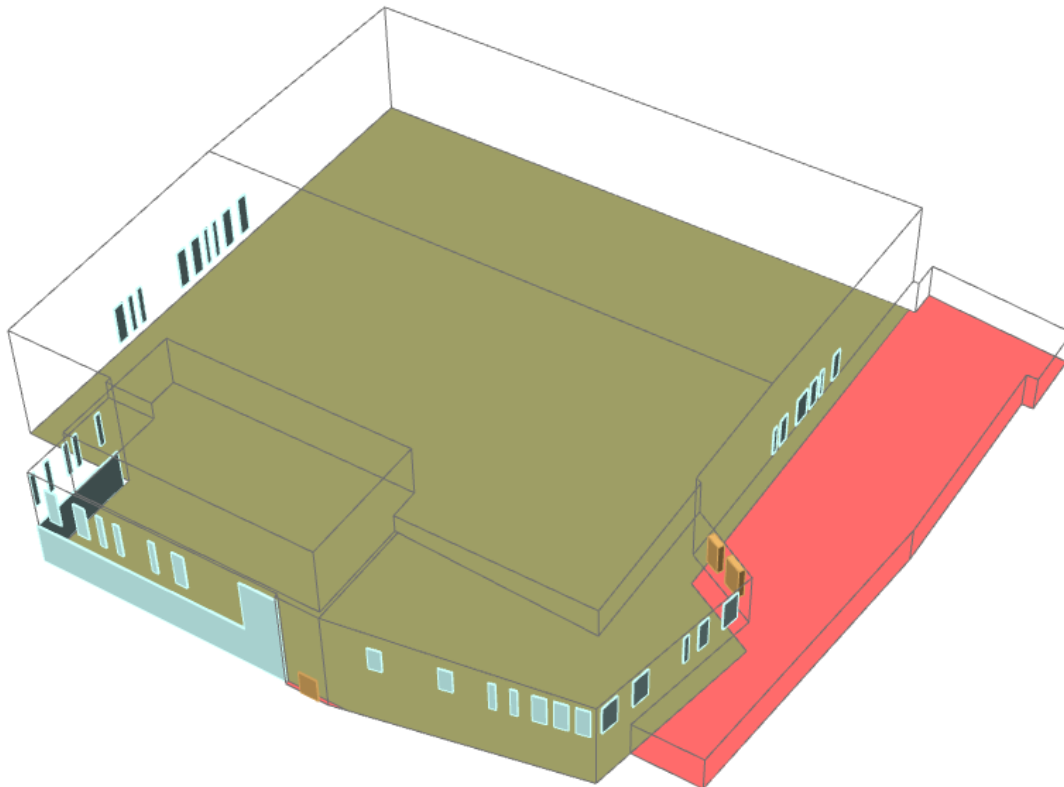
Det er lagt til grunn en SCOP på 3,5 for varmepumpen. Denne forutsetningen er hentet fra Asplan Viaks utredning for nærvarmeanlegget, og avviker fra veiledende verdier gitt i tillegg B i NS 3031:2014. Ved endelig energiberegning må SCOP dokumenteres etter NS-EN 15316-serien eller tilsvarende metoder.

Normalisert kuldebroverdi	0,03 W/(m²·K)	
Lekkasjetall	0,3 h ⁻¹	
U-verdier		
Vegger	0,17 W/(m²·K)	
Tak	0,10 W/(m²·K)	
Gulv mot uoppvarmet parkeringsgarasje	0,14 W/(m²·K)	
Gulv mot grunn	0,09 W/(m²·K) (ekvivalent U-verdi)	
Vindu/dører	0,8 W/(m²·K)	
Energiforsyning	El.	Varmepumpe
Romoppvarming ⁽¹⁾	0,81 / 10 %	3,06 / 90 %
Varmtvann ⁽¹⁾	0,98 / 50 %	3,50 / 50 %
Varmebatteri ⁽¹⁾	0,88 / 10 %	3,22 / 90 %
Kjølebatteri ⁽¹⁾		2,50 / 100 %
Lokal energiproduksjon - Solceller		
Areal	720 m2	
Orientering	øst/vest (70°/250°)	
Hellningsvinkel	10°	
Nominell virkningsgrad	0,18	
Tapsfaktor panel	0,89	
Tapsfaktor inverter	0,95	
Ventilasjon		
Gjenvinningsgrad	83 %	
SFP – i drift / utenfor drift	1,2 / 0,4 kW/(m³/s)	
Luftmengder – i drift / utenfor drift	8,0 / 2,0 m³/(h·m²)	
Tilluftstemp. – normal / sommer	19 / 17 °C	
Internlaster		
Belysning – i drift / utenfor drift	4,0 / 0,0 W/m²	
Teknisk utstyr – i drift / utenfor drift	1,0 / 0,0 W/m²	
Tappevann – i drift / utenfor drift	1,9 / 1,9 W/m²	
Personer – i drift / utenfor drift	10,0 / 0,0 W/m²	
Merknad 1: systemvirkningsgrad / dekningsgrad energibehov. SCOP varmpumpe satt lik 3,5 iht. rapport fra Asplan Viak.		

Tabell 1: Sentrale forutsetninger.



Figur 1: Skjermbilde av Revit-modell oversendt fra arkitekt.



Figur 2: Bygningsgeometri benyttet i energiberegningen som del av oppvarmet areal. Brunt gulv er gulv mot uoppvarmet parkeringskjeller, rødt gulv er gulv mot grunn. Vindu er markert med lyseblått, dører med oransje.

2 Energiberegning

2.1 Energibudsjett

Under følger resultater fra årssimulering i Simien.

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	18617 kWh	4,8 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	57836 kWh	14,8 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	39427 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	32984 kWh	8,4 kWh/m ²
3b Pumper	4287 kWh	1,1 kWh/m ²
4 Belysning	41499 kWh	10,6 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	10375 kWh	2,7 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	7971 kWh	2,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	212997 kWh	54,4 kWh/m ²

Figur 3: Netto energibehov.

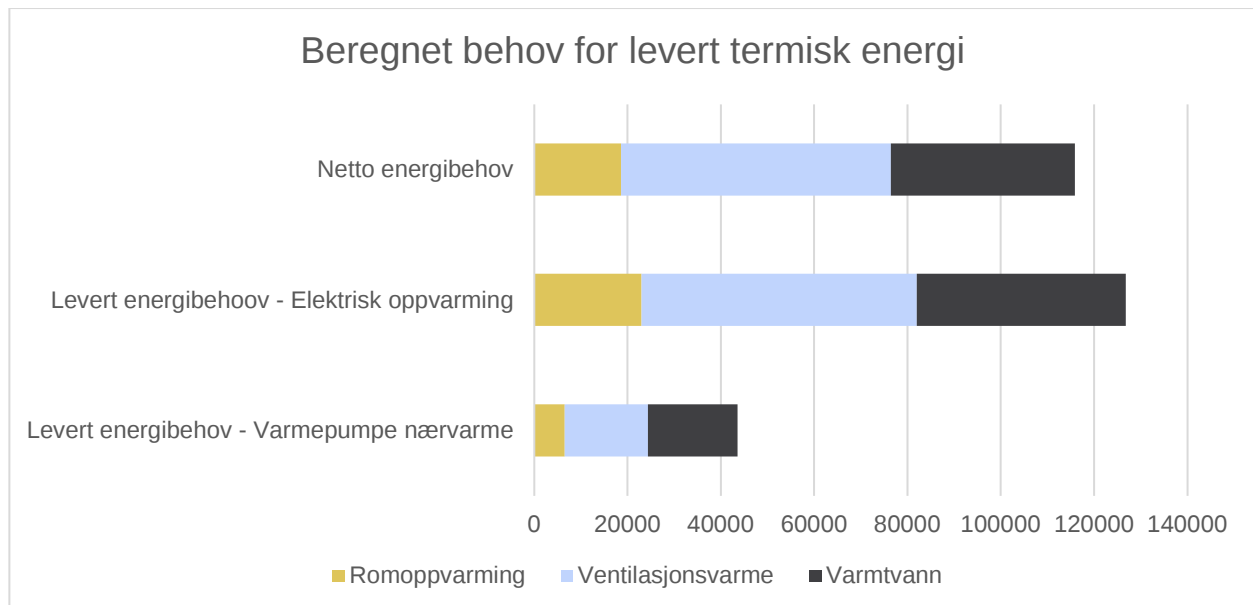
Figuren under viser beregnet vektet levert energi iht. FutureBuilt kriterier for nær-nullenergi (NZEB) v2.2.

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	121320 kWh	31,0 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	27273 kWh	7,0 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	0 kWh	0,0 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	-38466 kWh	-9,8 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	110128 kWh	28,1 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-37620 kWh	-9,6 kWh/m ²
Netto levert energi	72509 kWh	18,5 kWh/m ²

Figur 4: Levert energi.

Figur under illustrerer hvor mye nærvarmeanlegget reduserer årlig behov for levert termisk energi sammenlignet med elektrisk oppvarming. Netto energi viser hvor mye termisk energi som trengs i bygget. Levert elektrisk energi til dette formålet er noe høyere enn netto behov på grunn av varmetap i systemet.

Ettersom det benyttes varmepumpe i nærvarmeanlegget produseres termisk energi i stor grad lokalt, dermed reduseres behovet for levert energi. Nærvarmeanlegget med varmepumpe reduserer behov for levert termisk energi med 66 % sammenlignet med elektrisk oppvarming.



Figur 5: Effekt av nærvarmeanlegg som termisk energikilde.

2.1.1 Passivhus

Figurer under viser at med forutsetningene lagt til grunn i denne rapporten vil bygget tilfredsstille kravene i passivhusstandarden NS 3701:2012.

Resultater av evalueringen	
Evalueringskriterium	Beskrivelse
Evalueringskriterium mot NS 3701	
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

Energiytelse			
Beskrivelse		Verdi	Krav
Netto oppvarmingsbehov		19,5 kWh/m ²	20,0 kWh/m ²
Netto kjølebehov		2,0 kWh/m ²	3,2 kWh/m ²
Gjennomsnittlig effektbehov belysning		4,0 W/m ²	5,5 W/m ²

Minstekrav enkeltkomponenter			
Beskrivelse		Verdi	Krav
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]		0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]		0,03	0,03
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]		83	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:		1,20	1,50
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]		0,30	0,60

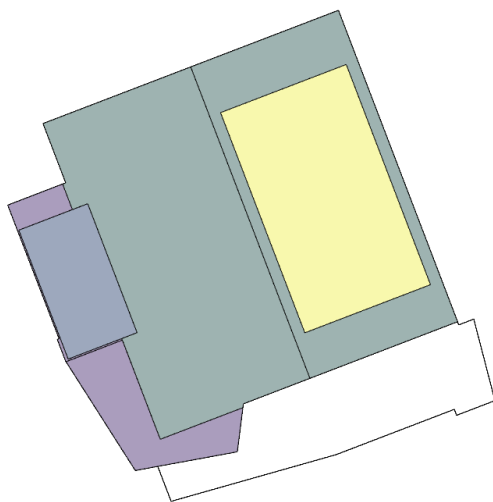
2.2 Lokal energiproduksjon

Det termiske energibehovet skal i all hovedsak dekkes med tilkobling til nærvarmeanlegg. Varme levert fra nærvarmeanlegget produseres lokalt av en væske/vann varmepumpe som henter varme fra en brønnpark. Spisslast antas å dekkes med el-kjel i bygget, som også vil fungere som backup.

For å tilfredsstille krav til levert energi kreves det en viss andel lokalt produsert elektrisitet. Følgende teknologier er relevant for dette formålet:

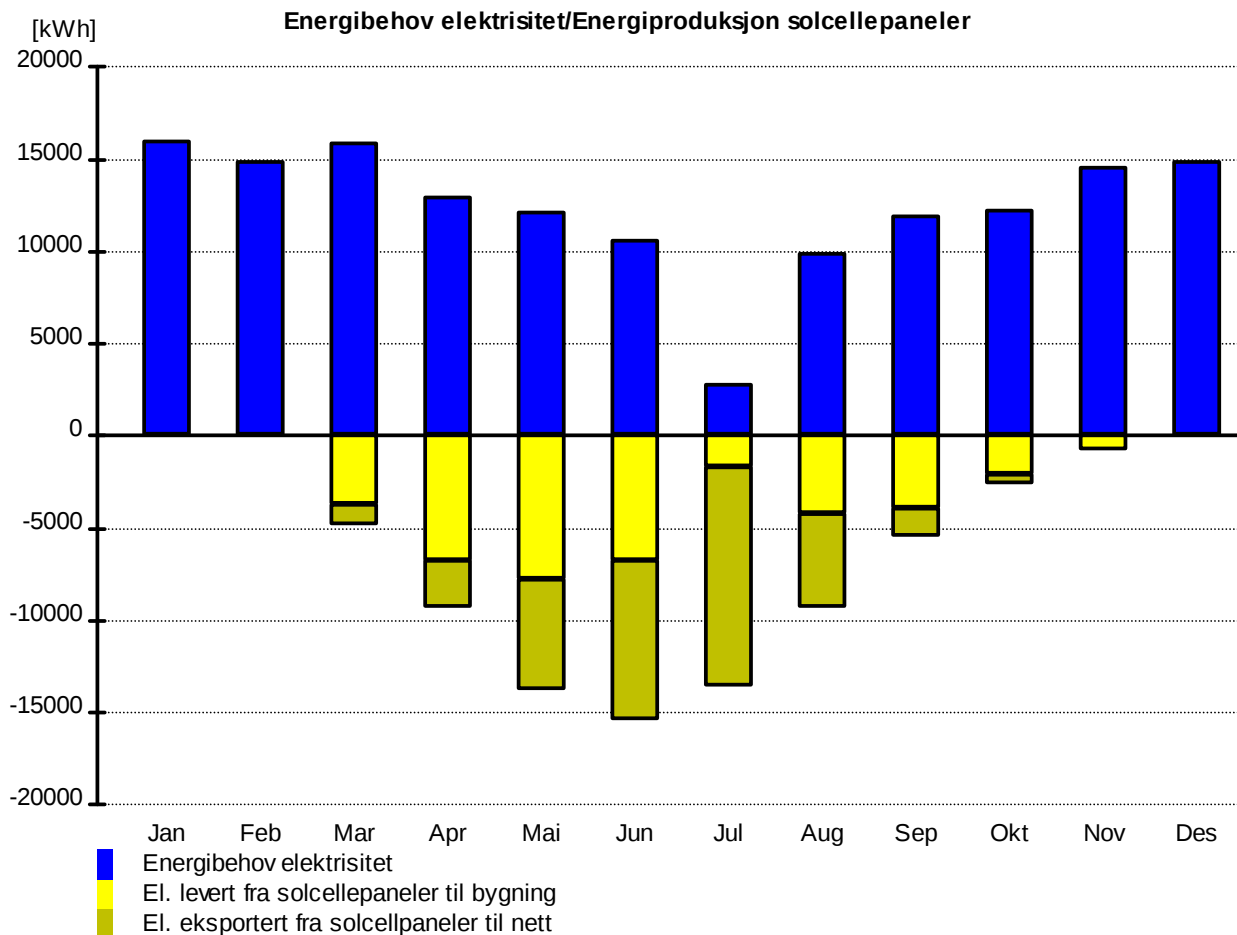
- **Solceller**
 - o Solcelleanlegg er en utbredt og vanlig teknologi som er relativt rimelig og enkel å installere og drifte.
- **PVT-moduler (kombinert solcelle og solfangerpanel)**
 - o Dette er solcellemoduler som i tillegg produserer varmtvann. PVT-moduler er for eksempel tatt i bruk på Varden Skole i Bergen kommune.
- **Vindturbiner**
 - o Vindturbiner krever gode og stabile vindforhold for å kunne produsere nok strøm til å forsvare investeringen. Det er sjeldent gode vindforhold i tettbygde områder. I tillegg må problemstillinger knyttet til støy, estetikk og arealbehov håndteres.
- **CHP-systemer (Combined Heat and Power)**
 - o Kombinert kraft-varmeanlegg er ikke veldig utbredt i Norge, men et eksempel er et flisbasert system på Campus Evenstad. Systemet kan levere 100 kW varme, i tillegg til at det produserer strøm.

Da det termiske energibehovet til Bjørnarhallen skal dekkes av varme fra nærvarmeanlegget, og hallen ligger i et tettbygd område, anses solceller som den mest aktuelle teknologien. For å produsere nok strøm til å tilfredsstille prosjektets mål for maks levert energi kreves ca. 720 m² solcellepanel. Med en takflate på ca. 2750 m² tilsvarer dette at ca 25 % av takflaten utnyttes til solceller.



Figur 6: Tilgjengelige takflater på nye Bjørnarhallen, 720 m² solceller markert med gult, dette med øst/vest orientering som maksimerer solcellenes arealutnyttelse.

Figur under viser behov for levert elektrisitet sammenlignet med energiproduksjon fra solceller, samt hvor stor andel av strøm produsert fra solceller som eksporteres til nett.



Figur 7: Energiproduksjon solcellepaneler.



Figur 8: Eksempel på øst/vest orientert solcelleanlegg.

2.3 Effektbehov oppvarming

Tabell under viser beregnet effektbehov for romvarme, varmebatteri ventilasjon og tappevann.

Romvarme er beregnet ut fra varmetapstall fra Simien, hvor varmetapstallet til ventilasjon er trukket fra.

Ventilasjonsvarme er beregnet ved å anta en aggregatstørrelse på 42 500 m³/h (som tilsvarer 10,9 m³/h·m²), samt en samtidighet på 75 % ved dimensjonerende forhold, og varmegjenvinnerens temperaturvirkningsgrad er satt lik 83 %.

Effektbehov for tappevann er beregnet ut fra tall fra NSPEK 3031:2020 (4,5 W/m²)

Post	Effektbehov [kW]
Romvarme	65
Ventilasjonsvarme	63
Tappevann	18
SUM	146

Tabell 2: Effektbehov oppvarming Bjørnarhallen.

Vedlegg – Inndata fra Simien

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Idrettsbygg
Simuleringsansvarlig	Øystein Heggebø
Kommentar	

Inndata klima	
Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Bergen
Breddegrad	60° 23'
Lengdegrad	5° 20'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	7,5 °C
Midlere solstråling horisontal flate	87 W/m²
Midlere vindhastighet	3,6 m/s

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m²]:	2415	
Areal tak [m²]:	3278	
Areal gulv [m²]:	3278	
Areal vinduer og ytterdører [m²]:	129	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m²]:	3912	
Oppvarmet luftvolum [m³]:	30821	
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,17	
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	
U-verdi gulv [W/m²K]	0,12	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m²K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	3,3	
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m²K]	57	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,30	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	83	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	83,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,20	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	8,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,38	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	18,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	4,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	4,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	1,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	1,90	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	10,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,38	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	1,00/1,00/1,00/1,00	

Inndata energiforsyning	
Beskrivelse	Verdi
1a Direkte el.	Systemvirkningsgrad romoppv.: 0,81 Systemvirkningsgrad varmtvann: 0,98 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 0,88 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 10,0% Andel oppv, tappevann: 50,0% Andel varmebatteri: 10,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %
1b El. til varmepumpesystem	Systemvirkningsgrad romoppv.: 3,06 Systemvirkningsgrad varmtvann: 3,50 Systemvirkningsgrad varmebatterier: 3,22 Kjølefaktor romkjøling: 2,50 Kjølefaktor kjølebatterier: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 130 g/kWh Andel romoppvarming: 90,0% Andel oppv, tappevann: 50,0% Andel varmebatteri: 90,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %

Inndata solcellepanel	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	solceller øst
Effektivt areal	360.0 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	70 °
Takvinkel	10 °
Nominell virkningsgrad	0.18
Tapsfaktor panel	0.89
Tapsfaktor inverter	0.95
Panelet er dekket av snø	Fra 12.01 til 03.01
Eksporterer overskudd til nett	Ja
Pris eksportert energi	0.45 kr/kWh
Horisont	N-NØ: 5 ° NØ-Ø: 5 ° Ø-SØ: 5 ° SØ-S: 5 ° S-SV: 5 ° SV-V: 5 ° V-NV: 5 ° NV-N: 5 °

Inndata solcellepanel	
Beskrivelse	Verdi
Navn:	solceller vest
Effektivt areal	360.0 m ²
Retning (0=Nord, 180=Sør)	250 °
Takvinkel	10 °
Nominell virkningsgrad	0.18
Tapsfaktor panel	0.89
Tapsfaktor inverter	0.95
Panelet er dekket av snø	Fra 12.01 til 03.01
Eksporterer overskudd til nett	Ja
Pris eksportert energi	0.45 kr/kWh
Horisont	N-NØ: 5 ° NØ-Ø: 5 ° Ø-SØ: 5 ° SØ-S: 5 ° S-SV: 5 ° SV-V: 5 ° V-NV: 5 ° NV-N: 5 °

