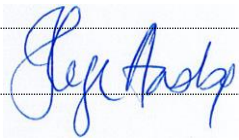


Stavanger kommune

Notat om valg av energikilde

Madlamark skole

Resultater og konklusjoner

Tittel	
Energirapport – Madlamark skole	
Utførende organisasjon	Oppdragsgiver
Niras Postboks 8034, 4068 Stavanger Prof. O. Hanssensvei 7A, 4021 Stavanger Tlf: 51 87 44 90 E-post: norgeadmin@niras.com Website: www.nirasnorge.no	Stavanger kommune Øvre Kleivegate 15 4005 Stavanger Tlf: 971 17 501 v/ Stein-Are Walstad stein-are.walstad@stavanger.kommune.no
Prosjektansvarlig, utførende organisasjon	
Hege Åsbø haas@niras.com 951 76 592	
Prosjektmedarbeidere	
Erlend Kulander Kvitrud Pål Bårdsen	erku@niras.com palb@niras.com
Sammendrag Det er satt opp energimodell for skolebygg fra arkitektskisser. Modellen er delt i 2 bygningskategorier – Skolebygg og idrettsbygg. Vurderinger, og resultatene fra simuleringer er beskrevet i notatet «Madlamark skole Energinotat» Med bakgrunn i overnevnte modell er det utført energisimuleringer for valg av varmeløsning etc. 3 energiløsninger er sammenlignet med hensyn på økonomi og miljø. Anbefalt energiløsning for prosjektet med gitte forutsetninger er varmepumper fra energibrønner samt solfangere og elektrokjel som spisslast. Løsningen kommer best ut i både på økonomi og miljø. Gråvannsvarmegjenvinning og/eller solseller anbefales vurdert på et senere prosjektstadium.	
Prosjektnr	
17-14257	
Dato	Utgave
24.11.2017	01
Prosjektleder	Signatur
Hege Aasbø	
Kvalitetssikrer	Signatur
Pål Bårdsen	PALB

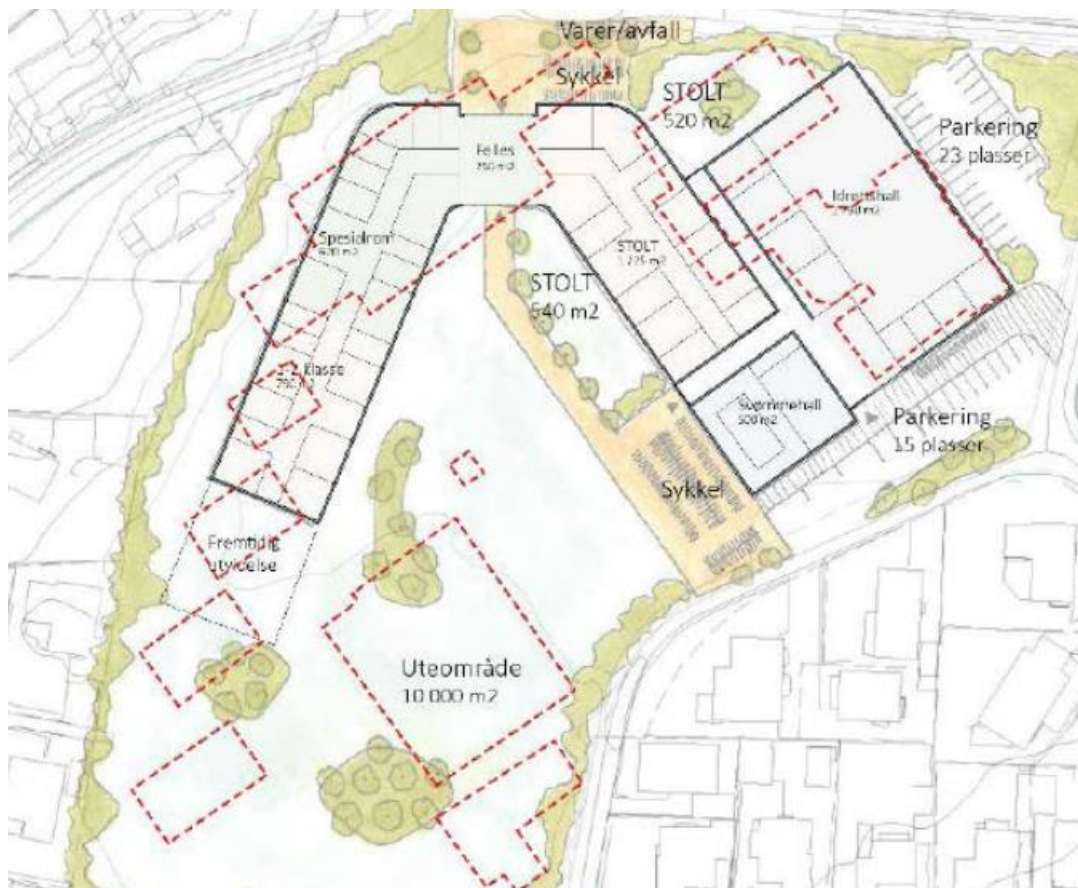
Innholdsfortegnelse

1	Generelt	4
1	Estimert Energibehov	5
2	Vurdering av energikilder	7
2.1	Alternative energikilder	7
2.2	Aktuelle og ekskluderte teknologier	10
2.3	Lønnsomhetsbetraktning energiløsning	11
2.4	Arealbehov	12
2.5	Miljøpåvirkning alternative energiløsninger	12
2.6	Vurdering av alternativene	13
3	Gråvannsvarmegjenvinning	14
4	Sol	14
4.1	Solselleanlegg	15
4.2	Solvarme	15
5	Støttemuligheter	16
6	Konklusjon	16

1 Generelt

Dette notatet omhandler nybygg til Madlamark barneskole i Stavanger kommune i 2 etasjer. Rapporten er utført i forprosjektet.

Det eksisterende skolebygget skal rives, mens svømmehallen skal stå igjen. Det skal bygges nytt undervisningsbygg med planlagt grunnflate ca. 3500 m², og idrettshall på en etasje med grunnflate ca. 2300 m².



Figur 1 Madlamark skole Oversikts tegning. Stiplede linjer er eksisterende bygg. heltrukne linjer er foreløpig plan for nybygg

Notatet tar utgangspunkt i estimert energibehov med valgte verdier fra notatet «Madlamark skole Energinotat»

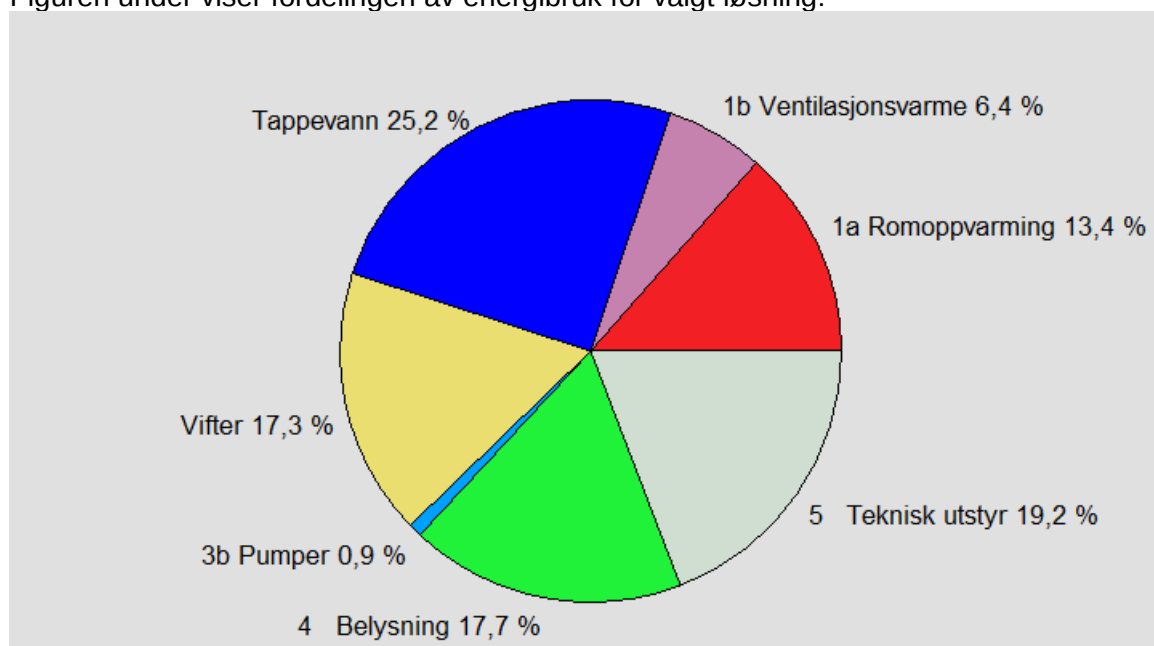
Anbefalt energiløsning er varmepumpe med varmeopptak fra energibrønner og med solkollektor på fasader. Løsningen kommer også best ut i forhold til CO₂ regnskapet. Gråvannsvarmegjenvinning, og solseller anbefales vurdert i senere prosjektstadium. Bygget vil med foreslåtte ytelser kunne oppfylle krav til passivhus.

1 Estimert Energibehov

Simuleringene forsøker å reflektere reell drift. Disse tar utgangspunkt i en energimodell for hele bygget med svømmehall, med valgte ytelser for nybygg, og eksisterende ytelser for svømmehall. Energimodellen tar utgangspunkt i tegninger fra konsept som ikke nødvendigvis vil gjenspeile utforming av ferdig bygg, men denne benyttes som grunnlag for å velge energiløsning for bygget.

Det er i simuleringer ikke forutsatt kjøling i bygget. Solavskjerming vil derfor være viktig, men ikke omhandlet i denne rapporten.

Figuren under viser fordelingen av energibruk for valgt løsning:



Figuren over viser at romoppvarming og ventilasjonsvarme til sammen står for ca. 50 % av byggets energibehov. Dette er høyt for et moderne bygg, men skyldes delvis at den eksisterende svømmehallen beholdes.

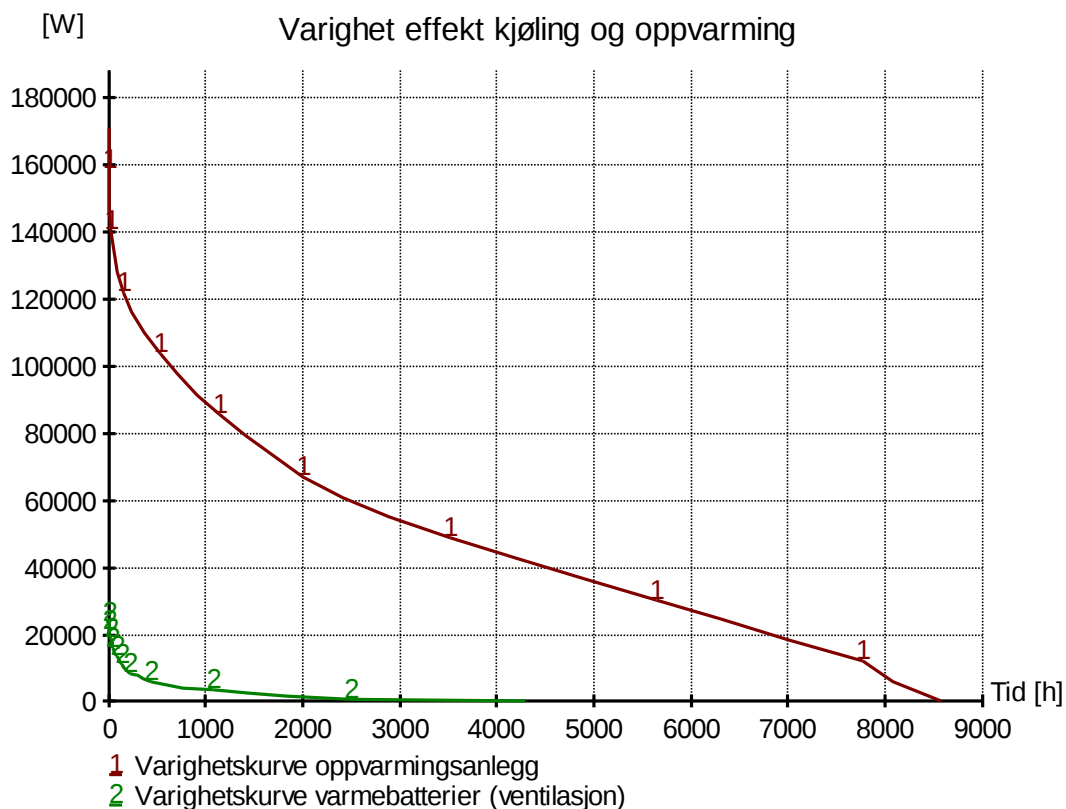
I simulering for vurdering av effektbehov benyttes en innetemperatur på ca. 23°C i undervisningsrom gi lavest antall misfornøyde jf. ISO7730. Dette avviker fra standardverdier i NS3031, men forutsettes være riktigere i forhold til hva som faktisk vil være tilfelle.

For å sikre tilstrekkelig kapasitet på varmeanlegget simuleres det med lavere internlaster i bygget (50%) enn NS3031 samt med innetemperatur på vinteren på 23°C i skolebygg og svømmehall, 21°C i idrettshall. Ved dimensjonerende forhold vil normalt ikke innetemperaturen senkes om natten for å redusere effekttopper. Simulering for å estimere effektbehov til oppvarming utføres derfor uten nattsinking. Simulering for å estimere varmebehov utføres med nattsinking til 19°C og 17°C for henholdsvis skolebygg/svømmehall og idrettshall.

Energibudsjettet med disse verdiene gir følgende energibudsjett:

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	342037 kWh	37,1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	25500 kWh	2,8 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	130357 kWh	14,2 kWh/m ²
3a Vifter	88527 kWh	9,6 kWh/m ²
3b Pumper	18881 kWh	2,1 kWh/m ²
4 Belysning	45755 kWh	5,0 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	49618 kWh	5,4 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0 kWh	0,0 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	700674 kWh	76,1 kWh/m ²

Følgende effektkurve kommer ut fra denne simuleringen:



Vi ser at det er kort tid det er behov for full effekt på varmeanlegget. En spiss på opp mot ca 180 kW for ventilasjon og romoppvarming. I tillegg kommer tappevann og bassengvann.

Tabellen under viser effekt mot dekningsgrad

Dekningsgrad effekt/energi oppvarming	
Effekt (dekning)	Dekningsgrad energibruk
160 kW (90 %)	100 %
142 kW (80 %)	100 %
124 kW (70 %)	99 %
106 kW (60 %)	98 %
89 kW (50 %)	94 %
71 kW (40 %)	88 %
53 kW (30 %)	77 %
35 kW (20 %)	60 %
18 kW (10 %)	34 %
Nødvendig effekt til oppvarming av tappevann er ikke inkludert	
	-

Vi ser at ved 70 kW vil omtrent 90% av energibehovene til oppvarming dekkes, men dette er uten tappevann og bassengvann. Nødvendig effektbehov til tappevann avhenger av løsning og akkumulering samt samtidighet. Tappevannsbehovet vil ha effekttopp når dusjanlegget er i bruk.

Vi forutsetter at det er tilstrekkelig akkumuleringsvolum i systemet slik at nødvendig økning av spiseeffekt til oppvarming av tappevann vil være ca. 30kW.

Et varmeanlegg med en spiseeffekt på ca. 210 kW vil da være nødvendig.

Lagring av energi kan redusere spiseeffekten, det samme kan temperaturstyringen, eks avslutte nattsinking i lokaler på forskjellige tidspunkt. Samtidig må varmeanlegget være dimensjonert for å kunne varme opp lokalene igjen om varmen har vært borte, f.eks. etter strømbrudd. I skissen er ikke dette vurdert nærmere.

2 Vurdering av energikilder

Følgende verdier legges til grunn for vurdering av varmeanlegg:

	Verdi	Kommentar
Spiseeffekt varme	Ca 210 kW	Inkludert tappevann
Grunnlast varme	100 kW	90% energidekning, 50% effektdekning inkludert tappevann
Energibehov varme	455 000 kWh	Hvorav energibehov til tappevann 100 000 kWh

2.1 Alternative energikilder

Det er flere alternative energikilder til oppvarming av bygget. Tabellen under gir en oversikt over mulige alternativer med merknader om fordeler og ulemper.

Energikilde	Fordeler	Ulemper
Fjernvarme	«Grønn» energi i forhold til energimerke - Tilgjengelig fjernvarme er basert	Må forvente anleggsbidrag

	- på trepellets (Grønn) • Lite plassbehov • Grunnlast og spisslast	
Varmepumpe med energibrønner til varme og kjøling (Grunnvann eller berg)	• Mulig å bruke overskuddsvarme fra kjøling • Gunstig for energimerking (karakteren) • Rimelig varme kombinert med kjøling • Kan kombineres med forvarming av ventilasjonsluft ved frikjøling, eller direkte frikjøling mot brønner. • Gunstig sammen med solvarme. • Ingen synlige installasjoner utendørs • Kjølemiddel kan være naturlig og miljøvennlig (Tilvalg)	• Normalt lav maksimal turtemperatur • Separat spiss / backupkilde må installeres • Kjølemiddel kan være miljøskadelig
Varmepumpe med tørrkjølere til varme	• Mulig å bruke overskuddsvarme fra kjøling • Gunstig for energimerket • Rimelig varme om kombinert med kjøling • Mulig med frikjøling om vinteren • Kjølemiddel kan være naturlig og miljøvennlig (Tilvalg)	• Normalt lav maksimal turtemperatur • Lav varmeeffekt ved lave utetemperaturer. • Dyr installasjon om den skal dekke hele spisseffekten såfremt den ikke er nødvendig for kjøling. • Separat spiss / backuplast må installeres • Utedel nødvendig • Kjølemiddel kan være miljøskadelig (Standardløsninger)
Biogass	• Grønn energi • Enkel effektregulering • Relativt rimelig installasjon • Lite plassbehov i forhold til effekt. • Positivt i forhold til klimagassregnskap	• Krav til sertifisering av driftspersonell • Krav til årlig sertifisering og 3. parts verifisering hvert annet år. • Krav til plassering i bygg • Høy energipris • Behov for pipe • Leveranse av gass med bil • Plassbehov til lager.
Bioenergi Med trepellets	• «Grønn» energi • Enkelt anlegg (pellets) • Høy turtemperatur • Skalerbart • Rimelig brensel • Ikke krav om årlig sertifisering av anlegg som for gass • Brensel kan lagres over lang tid. • Relativt rimelig installasjon • Kan være både grunn og spisslast • Positivt i forhold til	• Noe mer plasskrevende enn fjernvarme og gass • Krever leveranse av brensel med bil • Behov for pipe

	klimagassregnskap	
Bioenergi med briketter	• «Grønn» energi • Enkelt anlegg • Høy turtemperatur • Høy energitetthet i brensel • Skalerbart • Lav energipris • Ikke krav om årlig sertifisering av anlegg som for gass • Brensel kan lagres over lang tid. • Relativt rimelig installasjon • Kan være både grunn og spisslast • Positivt i forhold til klimagassregnskap	• Mer plasskrevende enn fjernvarme og gass • Krever leveranse av brensel med bil • For lavt behov til optimal kjelestørrelse. • Behov for pipe
Bioenergi med flis	• «Grønn» energi • Lav energipris • Enkelt anlegg • Høy turtemperatur • Skalerbart • Ikke krav om årlig sertifisering av anlegg som for gass • Kan være både grunn og spisslast • Positivt i forhold til klimagassregnskap	• Relativt plasskrevende • Forholdsvis lav energitetthet krever stor lagersilo • Krever leveranse av brensel med bil • Krav til driftspersonell • For lavt behov til optimal kjelestørrelse. • Behov for pipe
Biokjele med kogenerering varme og elektrisitet	• «Grønn» energi • Lav energipris • Produserer elektrisitet • Høy turtemperatur • Kan være både grunn og spisslast • Positivt i forhold til klimagassregnskap	• Plasskrevende • Kostnads-krevende • Krevende drift • Støyer noe • Behov for pipe
Bioolje	• «Grønn» energi • Lite plassbehov • Enkelt anlegg • Høy energitetthet (lite lagerbehov) • Høy turtemperatur • Skalerbart • Positivt i forhold til klimagassregnskap	• Høy energipris • Krever leveranse av brensel med bil • Krav til driftspersonell • Krav til 3. parts verifisering hvert annet år. • Behov for pipe
Elektrokjel	• Rimelig installasjon • Modulerer bra • Lite vedlikehold	• Dyr energi • Belaster el-nettet mest når dette er hardest belastet. • Ikke beste bruken av elektrisk kraft.
Solseller	• Grønn energi • Enkel installasjon • Positivt på energimerke • Kan passe inn som fasadeelement (Prisgunstig)	• Ikke til spisseffekt • Relativ lav virkningsgrad • Ikke til oppvarming

	• «Grønn» profilering • Positivt i forhold til klimagassregnskap • Lang levetid • Lav vekt • Lite vedlikeholdsbehov	
Solfangere	• «Grønn» energi • Positivt på energimerke • Relativt rimelig installasjon • Kan være gunstig sammen med energibrønner ved varmebehov • Positivt i forhold til klimagassregnskap	• Ikke til spisseffekt eller grunnlast
Vindmølle	• Produserer elektrisitet • Grønn energi • Gode støtteordninger • Positivt i forhold til klimagassregnskap	• Plassering på tomt vanskelig • Topografi lite egnet • Genererer støy
Gråvannsvarmegjenvinning	• Enkel teknisk løsning • Utnytter gratisvarme	• Krever separatavløp for gråvann • Krever jevnlig rengjøring/vedlikehold.

2.2 Aktuelle og ekskluderte teknologier

Av de listede alternativene er flere ikke egnet for skolen, både pga. plassering og behov.

Fjernvarme er ikke tilgjengelig i området, og ekskluderes derfor.

Biogass og bioolje ekskluderes pga. høye driftskostnader, både til selve brenselet, men også på grunn av krav til sertifiseringer av driftspersonalet.

Varmepumper med tørrkjølere (luft/vann) å gi en lav årsmidler COP pga. lav temperatur om vinteren. Tørrkjølere må bli svært store for å kunne hente ut tilstrekkelig energi om vinteren, og gir også utfordringer med plassering. Det vurderes at en løsning med varmepumpe bør utnytte grunnvann eller bergvarme.

Solseller og solfangere kan ikke benyttes som grunnlast alene, og vil vurderes som supplement. Ettersom svømmehallen har varmebehov hele året vil solvarme kunne være en gunstig løsning for dette bygget. Solfangere vil kunne dekke en stor andel av varmebehovet til bassengvann om sommeren. Solfangere vil særlig være en gunstige som supplement til energibrønner, ettersom de kan brukes til å varme opp brønnene utenom fyringssesongen. Solfangere/solseller anbefales vurdert opp mot en eventuell plussusambisjon, og det bør vurderes utført LCC-analyse på et senere prosjektstadium.

Gråvannsvarmegjenvinning vil kunne dekke en stor andel av tappevannsbehovet. Ettersom Madlamark skole inkluderer en svømmehall vil gråvannsgjenvinning kunne være særlig gunstig for dette prosjektet. Det anbefales utført LCC-analyse på dette på et senere prosjektet stadium. I forhold til spisseffekt på anlegget betyr dette lite. En løsning med gråvannsvarmegjenvinning anbefales vurdert, men den vil i liten grad påvirke valg av varmeanlegg.

Vindmøller vurderes ikke som aktuelle på tomten og tas ikke med i videre vurderinger.

Følgende alternativer vurderes videre:

- Varmepumpe med energibrønner og elektrokjel som spisslast.
- Varmepumpe med energibrønner og solfangere og elektrokjel som spisslast
- Varmepumpe med energibrønner og pelletskjel som spisslast, og el kjel som backup

Følgende alternativer benyttes videre:

Alternativ	Løsning	Energi dekning [%]	Effekt dekning [%]	kommentarer
A1	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Elektrokjel	90 10	50 50	Forutsetter varmpumpe med propan. Systemvirkningsgrad 3,2
A2	Grunnlast: Energibrønner Supplement: Solfangere* Spisslast: Elektrokjel	75 15 10	50 0 50	Forutsetter at solfangere brukes til å varme opp brønner. Dette medfører at systemvirkningsgrad for varmpumpe øker til 3,6.
A3	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Pelletskjel	90 10	50 50	

*Vurderes å dekke 50 % av varmebehov til tappevann og bassengvann, men kan ikke dekke andel av effektbehovet. Estimert basert på antakelse om flatt tak. Antall kWt/m² kan øke dersom byggets utforming optimaliseres med hensyn på solkollektorer.

Solseiler, gråvannsvarmegjenvinning osv tas ikke inn i kildevalget direkte, men beskrives i separat avsnitt.

2.3 Lønnsomhetsbetraktning energiløsning

En energiløsning har kostnader relatert til installasjon, drift og vedlikehold. De forskjellige løsninger har forskjellig levetid, vedlikeholdsbehov og energipriser.

Kostnader som er felles for alle løsningene er ikke tatt med.

Det er gjort vurderinger med middels energipris for de forskjellige energikilder. Dette er en forenklet metode som ikke tar hensyn til varierende energikost over året. Avvik på grunn av dette vil være lite og variere relativt likt for alle alternativene. Energipriser er vurdert ut fra midlere energikost og inkluderer effektledd, nettleie etc, med fokus på fyringssesongen.

Alternativene er vurdert med investeringskostnader for energiforsyning uten intern fordeling, styring osv. som vil være likt for alle alternativene. Basisinvestering er bygg komplett med fordeling, pumper og utstyr og tilrettelagt teknisk rom, og elektrokjel til spisslast/backup. Merinvestering er kun relatert til energikilde, ikke distribusjon eller regulering i bygget. I tillegg til rene lønnsomhetsbetraktninger vil også problemstillinger i forhold til miljø, drift og vedlikehold samt ambisjonsnivå spille inn, dette er vurdert i eget avsnitt under.

Alt.	Beskrivelse	Mer-investering [kr]	Totale årlige driftskostnader middels energipris	Livssyklus kostnad over 20 år
A1	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Elektrokjel	Varmepumpe: 650 000 12 Brønner: 1 200 000 <u>Totalt: 1 850 000,-</u>	406 000,-	8 200 000,-
A2	Grunnlast: Energibrønner Supplement: Solfangere* Spisslast: Elektrokjel	Varmepumpe: 650 000 10 Brønner: 1 000 000 Solfangere: 1 000 000 <u>Totalt: 2 650 000,-</u>	320 000,-	7 600 000,-
A3	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Pelletskjel **	Varmepumpe: 650 000 12 Brønner: 1 200 000 Pelletskjel: 300 000 <u>Totalt: 2 150 000,-</u>	343 000,-	7 900 000,-

*Forutsetter 200 m2 solfangere på flatt tak med 70 % virkningsgrad. Dette tilfører ca. 65 000 kWt varme/år tilført bygget. Solfangerne produserer i tillegg ca. 25 000 kWt overskuddsvarme/år som kan brukes til å varme opp energibrønnene. Simuleringen for A2 fanger opp dette ved at varmepumpen får bedre systemvirkningsgrad enn i A1 og A3.

**Beregning tar utgangspunkt i T4 Pelletskjel fra SGP på 120 kW. Pris er inkl. silo.

Av oppsummeringen ser vi at en løsning basert på varmepumpe med energibrønner, solfangere og elektrokjel som spisslast kommer gunstigst ut i livsløpet. Dette bildet vil være enda tydeligere hvis man ser på en periode lengre enn 20 år.

2.4 Arealbehov

Løsning med el kjel til spisslast vil ha mindre plassbehov enn pelletskjel. Dette skyldes at denne løsningen krever et brensellager. Alle vurderte alternativ vil ha behov for varmeakkumulering for å få til jevn drift på anleggene samt behov for selve produksjonsutstyret.

2.5 Miljøpåvirkning alternative energiløsninger

De forskjellige energiløsningene har forskjellige påvirkninger på miljøet. Løsningen med pelletskjel bidrar til lokale støv, CO₂ og NO_x utslipp, mens for løsningene med varmepumper skjer utslippene andre steder.

Det er forutsatt at varmepumper benytter propan med GWP<5 (Global Warming Potential). (F-gassdirektivet som legger føringer om at kjølemedier med høy GWP skal kvotereguleres og fases ut mot 2025. Dette direktivet gjelder også i Norge.)

Energikilde	Utslipp [g CO ₂ /kWt]	Kommentar
Elektrisitet	212	CO ₂ -faktor hentet fra ZEB for perioden 2018-2038
Trepellets	25	CO ₂ -faktor hentet fra Klimagassregnskap.no

Under oppstilling med verdier fra beregninger for de forskjellige alternativene:

CO2-utslipp fra de ulike alternativene, mot en referanse med 100% elektrisitet. (Summene inkluderer alt behov i bygget inkludert belysning, teknisk utstyr etc).

Alt	Beskrivelse	Tonn CO2e/år	Reduksjon i forhold til referanse [%]
A0	Referanse: Elektrokjel	175	0 %
A1	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Elektrokjel	85	50 %
A2	Grunnlast: Energibrønner Supplement: Solfangere Spisslast: Elektrokjel	70	60 %
A3	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Pelttskjel	75	55 %

2.6 Vurdering av alternativene

Å velge riktig energiløsning kan avhenge av mange parametere som økonomi, miljø og gjerne flere parametere. De ulike alternativene er satt opp og gruppert i forhold til overnevnte kategorier og en vekting pr emne mellom 0 og 5 poeng det 5 er best.

Score på de forskjellige emner er forsøkt vurdert så objektivt som mulig.

Følgende vurderinger ligger til grunn for de forskjellige vektingene:

Klimagass – vekting ut fra tabell over. Beste løsning gis full score. Dårligste løsning vil være referansen som ville gitt 0 poeng.

Kjølemidler – Konvensjonelle kjølemaskiner med kjølemidler med GWP over 2000 gir 0 poeng, under 1400 gir 2 poeng. Konvensjonelle systemer med lekkasjedeteksjon 3. poeng og tillegg med automatisk nedtappingssystem 4. poeng. Naturlige kjølemidler med GWP > 5 gir 5 poeng. Forutsatt GWP<5 for alle alternativer.

NOx/Svovel/støv – Oljefyr og gir 0 poeng, ingen brennerløsning gir 5 poeng. Euro 6 brennere bio 4 poeng, kun syklofilter 3poeng.

Investeringskost vektes mot rimeligste alternativ.

Drift-Energikost og vedlikehold – vektes mot rimeligste alternativ

De enkelte delscorene summeres og man får en totalvekting som rangerer alternativene i forhold til valgt vekting.

Alt		Miljø			Økonomi		Miljø-score	Økonomi-score	Total score [%]
	Vekting hovedkategori	50 %			50 %				
	Vekting kategori	60 %	20 %	20 %	50 %	50 %			
		Klima gass	Kjøle-midler *	Nox-Svovel-støv	Invest-ering	Drift			
A1	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Elektrokjel	4	5	5	5	3	0,88	0,8	84 %
A2	Grunnlast: Energibrønner Supplement: Solfangere Spisslast: Elektrokjel	5	5	5	4	5	1	0,9	95 %
A3	Grunnlast: Energibrønner Spisslast: Pelltskjel	5	5	3	3	4	0,92	0,7	81 %

*Forutsatt kjølemiddel med GWP < 5 i alle tilfeller.

Ut fra disse kriteriene vil alternativet med energibrønner, solfangere og elektrokjel være den beste løsningen for bygget. Løsningen er teknisk enkel og vil kreve lite vedlikehold/utskifting.

3 Gråvannsvarmegjenvinning

Oppvarming av dusjvann vil utgjøre en stor andel av byggets varmebehov. Dette er energi som normalt går rett ut i avløpet uten varmegjenvinning. Med passiv gråvannsvarmegjenvinner kan ca 50% av energien i avløpsvannet gjenvinnes. For å kunne utnytte dette må gråvann (avløp fra dusj/vasker) skilles fra kloakkvann fra toaletter. Dette krever separat rør, men dimensjon vil være mindre enn for kloakk (Ø75) og man minimerer i tillegg risiko for tilbakeslag av kloakk til vasker og sluk.

Det anbefales også å vurdere aktiv gråvannsvarmegjenvinning med varmepumper fordampere i (henter varme fra) gråvannet. En slik løsning vil kunne gjenvinne mer varme fra gråvannet enn en passiv løsning. Aktiv gråvannsvarmegjenvinning kan kombineres med en buffertank som kan ta imot gråvann, og en akkumulatortank for oppvarmet tappevann, slik at varmepumpen oppnår lang driftstid, og variasjoner i tilgang på gråvann jevnes ut. Et slikt anlegg vil ha høy systemvirkningsgrad ettersom fordampere jobber med stabile og relativt høye temperaturer.

En gråvannsvarmegjenvinner krever noe vedlikehold, men sparepotensialet er stort slik at dette bør vurderes i prosjektet.

Gråvannsvarmegjenvinner vil ikke redusere byggets spisseffektbehov slik at det vil ikke spille inn i forhold til valg av energiløsning eller effekt, men det årlige energibehovet vil bli redusert.

4 Sol

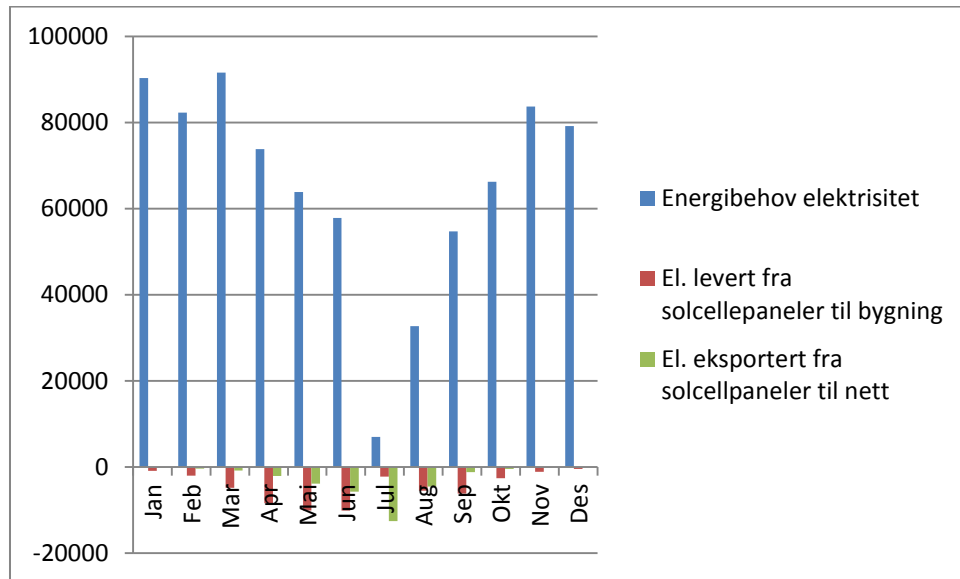
Deler av byggets varmebehov og elektriske behov kan dekkes med solfangere eller solseller. Solfangere og solseller er begge robuste løsninger med lang levetid som også i Norge kan ha god økonomi.

Solvarme anses som godt egnet på dette bygget, ettersom bygget vil ha et kontinuerlig effektbehov til oppvarming av bassengvann. Dette fører til at man får utnyttet en stor del av

solfangerens varmeproduksjonen om sommeren. Dersom solfangere kombineres med energibrønner kan i tillegg overskuddsvarme lagres i brønnene.

4.1 Solselleanlegg

Spiseseffekt fra solseller er typisk rundt 100-140W/m². Figuren under viser overslag på hva som potensielt kan produseres med ca. 500m² flatt monterte solseller på aktuelt bygg sammenlignet med byggets totale energibehov.

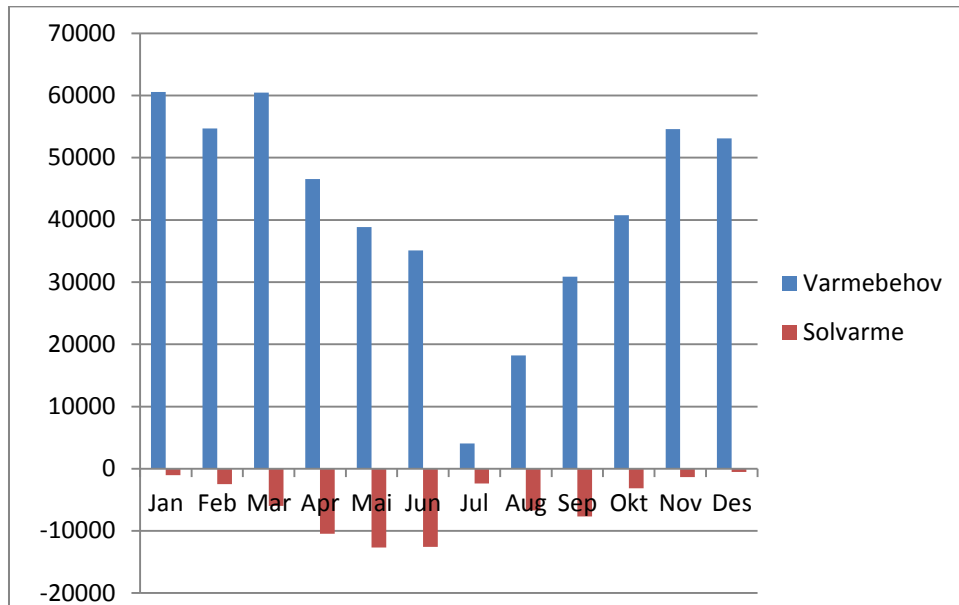


Dersom solselleinstallasjon planlegges med bygget kan dette være en lønnsom investering, men vil ha forholdsvis lang inntjening med dagens strømpriser. Vi har ikke gjort lønnsomhetsberegninger for solselleanlegg. her.

4.2 Solvarme

Solvarmeanlegg er rimelige og enkle anlegg som kan integreres i tak eller fasade. Størrelsen på et lokalt anlegg vil begrenses av behovene om sommeren og lagringskapasitet. solfangeranlegg har høy virkningsgrad og vil ved installasjon i varmeanlegg ofte ha god lønnsomhet. Solvarme vil være aktuelt på dette bygget, ettersom bygget har et konstant behov for oppvarming av bassengvann.

Figuren under viser Byggets estimerte varmebehov, og andelen som kan dekkes av et solfangeranlegg på denne størrelsen.



5 Støttemuligheter

For bygg som oppføres med egenskaper utover krav i byggeforskriftene er det flere tilgjengelige støtteordninger. Enova har program for «Støtte til energieffektive bygg» hvor inntil 60% av merkostnader til installasjoner potensielt kan dekkes. For å få mulighet til støtte, må bygget minst oppfylle krav til passivhuskrav i henhold til NS3700 / NS 3701.

Å bygge passivhus oppfyller ikke krav til støtte alene, men løsninger som går videre – eks solskjermingsløsninger, smarte styringer, samspill med tilknyttede bygg osv.

Enovas rådgivere kan svare på spørsmål om ordningene.

6 Konklusjon

Dette notatet at en energiløsning med energibrønner som grunnlast, supplert med solfangere, og elektrokjel til spisslast kommer best ut både med hensyn til økonomi og miljø. Vurderingene i dette notatet er basert på skisse av bygg orientering fra skisseprosjekt. Ettersom endelig utforming av bygget ikke er valgt er det stor usikkerhet knyttet til vurderingene på dette prosjektstadiet.

Det anbefales at byggets utforming optimaliseres bedre med hensyn på energibehov og dagslys, og at resultatene i dette notatet evalueres i forprosjekt når usikkerhet knyttet til endelig byggdesign er redusert.

Med vennlig hilsen

NIRAS Norge



Erlend Kulander Kvitrud
Energirådgiver