



Folke Bernadottes
Vei 40, 5147
Fyllingsdalen

Postboks 1417,
5844 Bergen

Organisasjonsnr.:
952 391 992 MVA

Tittel

ENØK-analyse av Dreggsallmenningen 3

Dato

28. februar 2018

Forfatter

Maria Korsgren og Kristine Klementsén

Oppdragsgiver

Stiftelsen Bryggens Museum

Referanse / kontaktperson

Tore Klyve

Prosjektnummer

30357767

Antall sider / vedlegg

23/1

Sammendrag

GK Inneklima AS ble engasjert i februar 2018 av Stiftelsen Bryggens Museum ved Dreggsallmenningen 3 for å bistå med en enkel ENØK-analyse. Formålet med gjennomgangen er å oppnå energibesparelser i bygget, finne alternativ til den eksisterende oljekjelen, samt vurdere energiproduksjon på taket som skal skiftes ut. Bygget har og potensial for å bedre inneklima, et aspekt som er hensyntatt ved vurdering av aktuelle energiltak. Enøkanalysen avdekker energi- og effektsparepotensialet for den representative bygning.

Ut fra ren energi- og effektmessig lønnsomhet anbefaler GK gjennomføring av følgende tiltak i gitte tiltakskategorier:

1. Strakstiltak; 0-3 års tilbakebetalingstid: Tiltak 1, 3, 5 og 6
2. Langsiktige tiltak; 3-10 års tilbakebetalingstid: Tiltak 9
3. Mindre lønnsomme tiltak; over 10 års tilbakebetalingstid: Tiltak 0, 2, 4, 7, 10, 11 og 12

Med tanke på forbudet mot fyring av fossilt brensel til oppvarming av bygg anbefales at tiltak vedr. oljekjel og/eller varmpumpe utføres innen kort tid. For å opprettholde driftssikkerhet ved ventilasjonsanlegg anbefales det å vurdere hurtig utskiftning, spesielt ved aggregat 36.01, 36.02, 36.03 og 36.05. Det vil være hensiktsmessig å utføre tiltak som berører ett og samme tekniske rom samtidig, eks. utskiftning av aggregat 36.01 og 36.02.



Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	3
2	Beskrivelse av bygningen.....	3
2.1	Bygningsteknisk.....	3
2.2	Varmesystem.....	3
2.3	Ventilasjonsystem	3
2.4	Styring, regulering og overvåkingssystem.....	4
2.5	Drift- og vedlikeholdsrutiner	4
2.6	Energiforbruk før gjennomføring av tiltak	4
3	Energi- og effekt sparepotensial	5
3.1	Tiltakene	6
3.1.0	Oppgradering av automatikk og SD-anlegg.....	7
3.1.1	Skifte ut 36.01 - ventilasjonsanlegg med gjenvinning (omluft)	8
3.1.2	Skifte ut 36.02 - ventilasjonsanlegg med gjenvinning	10
3.1.3	Skifte ut 36.03 - ventilasjonsanlegg kontor med roterende gjenvinner.....	11
3.1.4	Skifte ut 36.04 - ventilasjonsanlegg påbygg med roterende gjenvinner.....	13
3.1.5	Skifte vifte på 36.05 toalettavtrekk	14
3.1.6	Isolere og bytte feil isolasjon på rør, ventiler, pumper, flenser osv.	15
3.1.7	Vannbehandling av vannbårent oppvarmingssystem	16
3.1.8	Ombygging av oljekjel til biokjel	17
3.1.9	Installasjon av luft/vann varmepumpe	18
3.1.10	Utskifting av eldre vinduer	19
3.1.11	Installasjon av solceller på taket ifm. rehabilitering	20
3.1.12	Andre tiltak.....	21
4	Enovastøtte.....	22
5	Konklusjoner og anbefalinger	22

Vedlegg

- 1 Forutsetninger for kalkyler

1 Bakgrunn

GK Inneklima AS ble engasjert i februar 2018 av Bergen Museum ved Dreggsallmenningen 3 for å bistå med en enkel ENØK-analyse. Formålet med gjennomgangen er å oppnå energibesparelser i bygget, finne alternativ til den eksisterende oljekjelen, samt vurdere energiproduksjon på taket som skal skiftes ut. Bygget har og potensial for å bedre inneklima, et aspekt som er hensyntatt ved vurdering av aktuelle energiltak. Enøkanalysen skal avdekke energi- og effektsparepotensialet for den representative bygning. Bygget ble befart 26. februar 2018 av Maria Korsgren fra GK, Tore Klyve og Dag Jensen.

2 Beskrivelse av bygningen

Oppvarmet bruksareal: ca. 3 819 m²

Byggeår: 1976 og påbygg i 4.etg fra ca. år 1995.

2.1 Bygningsteknisk

Det er kun gjort visuell befaring av vegger, tak og gulv. Det er altså ikke utført destruksjonstest for å undersøke oppbygging og tilstand av bygningskroppen.

2.2 Varmesystem

Romoppvarming: Romoppvarming i kjeller, samt 1.-3. etg. dekkes av oppvarming av ventilasjonsluften. Ventilasjonsaggregatene har vannbårne varmebatteri, og enkelte ettervarmebatteri/induksjonsapparater for mulighet til å holde forskjellig temperatur i forskjellige rom. Påbygget i 4. etg. varmes opp av radiatorer. Ventilasjonsvarmebatterier og radiatorer i 4.etg. varmes i hovedsak av en elkjel på 225 kW. Det er i bygget installert en oljekjel men det opplyses at denne ikke har vært i bruk på flere år.

Varmtvannsberedning: Varmtvannoppvarmingen dekkes delvis av elkjelen og delvis av en elkolbe i berederen. Returvannet fra elkjelen går innom, varmtvannsberederen og forvarmer tanken. Det er i bygget installert en 900 l tank med sirkulasjonsledning.

2.3 Ventilasjonssystem

Det er 4 stk. ventilasjonsanlegg i bygget, samt en avtrekksvifte. Tabell 1 viser anleggenes betjeningsområde, styring, installasjonsår og luftmengdekapasitet. Tabell 2 viser en oversikt over hvilke komponenter ventilasjonsanleggene består av i dag. Ventilasjonsanlegg 36.01 har en befukter i tilluft for å sikre riktige forhold i utstillingslokalet.

Systemnummer	Betjeningsområde	Type ventilasjon	Installasjonsår	Prosjekterte luftmengder [m ³ /h] (tilluft/avtrekk)
36.01	Hovedaggregat	CAV / To hastigheter	1976	Hel hast: 28000/18000 Halv hast: 14000/9000
36.02	Auditorium	CAV / To hastigheter	1976	Hel hast: 6000/5000 Halv hast: 3000/2500
36.03	Kontorer 3.etg.	CAV / To hastigheter	1976	Hel hast: 6500/5000 Halv hast: 3250/2500
36.04	Påbygg, 4.etg.	CAV/to hastigheter	Ca. 1995	Ukjent, antatt kapasitet ca. 3 000/3000
36.05	Toaletter, kjøkken, lager	CAV / To hastigheter	1976	Hel hast: 4000 Halv hast: 2000

Tabell 1 - Oversikt over aggregatenes betjeningsområde, type, styring og installasjonsår.

Systemnr.	Tilluftsvifte	Avtrekksvifte	Varme- gjenvinner	Varme- batteri	Kjøle- batteri	Filter for tilluft og avkast
36.01	Reimdreven	Reimdreven	Ingen (omluft)	Vannbårent	Nei	Kun på tilluft
36.02	Reimdreven	Reimdreven	Ingen	Vannbårent	Nei	Antar kun på tilluft
36.03	Reimdreven	Reimdreven	Batteriveksler	Vannbårent	Nei	Kun på tilluft
36.04	Reimdreven	Reimdreven	Kryssveksler	Vannbårent	Nei	Ja
36.05	-	Reimdreven	-	-	-	-

Tabell 2 - Oversikt over de mest relevante komponenter i ventilasjonsanleggene.

2.4 Styring, regulering og overvåkingssystem

Bygget har et eldre SD-anlegg for styring av ventilasjonsanlegg, romstyring av temperaturer og oversikt over varmeanlegget. SD-anlegget har og en oversikt over byggets energiforbruk de siste tre dager av fast og tilfeldig kraft.

2.5 Drift- og vedlikeholdsrutiner

Vaktmester holder hovedsakelig service og vedlikehold av ventilasjonsanlegg. GK har årlig service av byggets SD-anlegg og annen automatikk.

2.6 Energiforbruk før gjennomføring av tiltak

Det er for bygget oppgitt et energiforbruk på samlet ca. 680 000 kWh/år, se Tabell 3. Bygget har to energimålere, en for ventilasjon og varme og en for annet strømforbruk. Årlig energiforbruk i bygget er 178 kWh/m², et spesifikt energiforbruk som ikke er veldig høyt, men ved befaring er det likevel oppdaget flere energitiltak som kan senke byggets energiforbruk.

Det er ved bygget ikke oppgitt tariff eller målinger for effektuttak.

Normalt graddagstall (1981-2010):	3 687	Total tilført [kWh]
Energibærer	Klimaavhengig del	2017
Elektrisitet fastkraft	60%	194 155
Kjølkraft el	90%	441 120
Olje ($\eta = 0,70$)	90%	0
Totalt energiforbruk	-	635 275
<i>Graddager for perioden</i>	-	3 390
Temperaturkorrigert forbruk	-	680 263

Tabell 3 – Byggets årlige energiforbruk, med graddagskorrigering.

3 Energi- og effekt sparepotensial

Tiltakene som beskrives i kapittel 3 er priset med svært grove prisestimat og er ekskl. mva. og offentlig støtte. Se Vedlegg 1 for informasjon om økonomiske forutsetninger som benyttes i lønnsomhetsberegningene. Det er ikke oppgitt reell pris for energiforbruk og effekttopper for Dreggsallmenningen 3, og det er derfor benyttet erfaringstall for disse prisene.

Energiltakenes beregnede energibesparelser [kWh/år] er i hovedsak estimert etter erfaringstall. Ved tiltakene er det ikke medregnet eventuelle økonomiske besparelser i forbindelse med reduserte drifts- og vedlikeholdskostnader.

Ved de fleste tiltak er det beregnet energibesparelser sammenliknet med dagen situasjon, og tar ikke høyde for at flere tidligere/senere anbefalte tiltak utføres. Dersom ventilasjonsaggregat skifte ut før varmepumpe installeres vil det eksempelvis byggets oppvarmingsbehov reduseres fra dagens tilstand, og besparelsen ved installasjon av varmepumpe etter utskiftning av aggregat vil ikke være like høy.

3.1 Tiltakene

Tabellen nedenfor viser nøkkelverdier for alle tiltak som er beskrevet i kapittel 3, foruten tiltak som omtales i kapittel 3.1.12 *Andre tiltak*. Tabellen viser beregnet energibesparelse i kWh, kW og kr pr. år, beregnet investeringskostnad, inntjeningsstid og nåverdi.

Tiltak	Årlig besparelse			Investering [kr]	Inntjeningsstid [år]	Nåverdi [kr]
	[kWh/år]	[kW/år]	[kr/år]			
0 - Oppgradering av automatikk og SD-anlegg	11 796	0	9 437	500 000	-	-423 456
1 - Skifte ut 36.01 - ventilasjonsanlegg med gjenvinning (omluft)	300 000	110	289 445	431 000	1,6	3 502 650
2 - Skifte ut 36.02 - ventilasjonsanlegg med gjenvinning	10 000	5	10 255	183 000	31,9	-43 633
3 - Skifte ut 36.03 - ventilasjonsanlegg kontor med roterende gjenvinner	55 000	25	55 053	188 000	3,7	560 187
4 - Skifte ut 36.04 - ventilasjonsanlegg påbygg med roterende gjenvinner	9 246	5	9 651	163 000	28,7	-31 835
5 - Skifte vifte på 36.05 toalettavtrekk	5 460	2	5 120	16 000	3,4	40 922
6 - Isolere og bytte feil isolasjon på rør, ventiler, pumper, flenser osv.	13 640	2	11 616	24 000	2,2	105 152
7 - Vannbehandling av vannbårent oppvarmingssystem	914	0	834	126 500	-	-119 733
8 - Ombygging av oljekjel til biokjel	0	0	0	71 300	-	-71 300
10 - Installasjon av luft/vann varmpumpe	200 000	50	182 549	1 000 000	6,3	1 029 649
11 - Utskifting av eldre vinduer	2 948	1	2 739	92 000	-	-44 643
12 - Installasjon av solceller på taket ifm. rehabilitering	11 000	3	10 217	350 000	-	-190 383
Sum, alle tiltak	620 004	202	586 916	3 144 800	11,6	4 313 577
Sum, tiltakspakken	585 896	187	553 220	2 159 000	4,3	4 815 104

3.1.0 Oppgradering av automatikk og SD-anlegg

Beskrivelse av tiltak:

Dagens SD-anlegg er av eldre type, og automatikk regnes normalt til å ha en levetid på 10 år. Det antas at eksisterende automatikk er moden for utskiftning.

Det anbefales ny automatikk for SD-anlegget på PC'en, ventilasjonsanlegg 36.01 – 36.05, varmeanlegg samt energiregistrering av to målere. Tilbudet omfatter leveranse av romkontroll for 41 stk. rom.

Henviser til tilbud 1-9IUQ1J levert av GK, datert 24.02.2016, for utdypende detaljer rundt oppgradering av automatikk og SD-anlegg.

Energi- og effektsparepotensial:

Det beregnes en energibesparelse på 3% av årlig energibehov til romoppvarming, tappevann og ventilasjonsanlegg ved installasjon av nytt SD-anlegg. Det kan antas at årlige energibesparelser hadde vært større dersom eksisterende SD-anlegg og automatikk ikke fantes i dag, eller hadde sluttet å virke.

Oppvarmet gulvareal dekket av tiltaket: 3 819 m²

Investering:

Henviser til overlevert tilbud på nytt SD-anlegg 1-9IUQ1J levert av GK datert 24.02.2016.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	11 796 kWh , som tilsvarer	9 437 kr	og	4 660 kg CO ₂
Effekt:	, som tilsvarer	0 kr		-
Totalt:		9 437 kr	og	4 660 kg CO₂

Investering:

Total investering:	500 000 kr	Økonomisk levetid:	10 år
---------------------------	------------	---------------------------	--------------

Lønnsomhet:

Nåverdi:	-423 456 kr
Internrente:	-22,6 %
Inntjeningstid:	-

3.1.1 Skifte ut 36.01 - ventilasjonsanlegg med gjenvinning (omluft)

Beskrivelse av tiltak:

Ventilasjonsanlegg 36.01, hovedaggregatet, har i dag reimdrevne vifter og ingen varmegjenvinning fra avtrekksluft. Anlegget går i hovedsak med halvfart og med friskluftstilførsel, men går i omluft hvis ikke anlegget klarer å levere ønsket temperatur. Anlegget har også installerer befukter. Anlegget er fra år 1976, og er svært modent for utskiftning. Normalt regnes levetiden for et ventilasjonsanlegg til 20-25 år, mens anlegg 36.01 er hele 42 år gammelt. Anlegget har en kapasitet på 28 000 m³/h, men er stilt inn til å gå med døgndrift på halv hastighet (14 000 m³/h) bl.a. grunnet støy i kanalnettet ved fulle luftmengder. Aggregatet fungerer som betjeningsområdets oppvarmingsanlegg, og bør derfor ha en omluftfunksjon som kan benyttes utenfor driftstid, men det anbefales tilførsel av friskluft i selve driftstiden til betjeningsområdet. Det anslås at anlegget betjener ca. 2700 m² oppvarmet gulvareal, grovt estimert.

Estimert energiforbruk for dagens aggregat er beregnet til å være svært høyt grunnet antatt høy SFP-verdi for de reimdrevne viftene, og stort oppvarmingsbehov av kald tilluft grunnet manglende gjenvinning. Det antas at kun en vifte går mens anlegget går i omluft, og SFP-verdi i omluft er derfor lavere. I omluftfunksjon har anlegget i prinsipp ingen varmetap, og har da en fiktiv gjenvinningsgrad på 100 %.

Tabell 4 viser beregnet årlig energiforbruk slik anlegget antas å gå i dag, med frisklufttilførsel i driftstid, og omluft utenfor driftstid, sammenliknet med nytt aggregat i lik driftstilstand. Nytt aggregat antas å ha energieffektive vifter og roterende gjenvinner. Som vist i Tabell 4 vil nytt aggregat ved gitte forutsetninger føre til årlige energibesparelsen på hele 300 000 kWh/år. Beregninger i Tabell 4 forutsetter en tilluftstemperatur på 21°C.

	Dagens anlegg med friskluft i driftstid		Nytt anlegg med friskluft i driftstiden	
	I driftstid	Utenfor driftstid	I driftstid	Utenfor driftstid
Luftmengde [m ³ /h]	14 000	14 000	14 000	14 000
SFP-verdi [kW/m ³ /s]	4,0	2,0 (kun en vifte)	1,8	0,9 (kun en vifte)
Gjenvinnings-grad [%]	0 %	100 % (kun omluft)	85 %	100 % (kun omluft)
Driftstid [timer/ukedag]	12/7	12/7	12/7	12/7
Årlig energiforbruk [kWh/år]	356 000	34 200	75 000	15 300
	390 200		90 300	

Tabell 4 – Beregnet energiforbruk for aggregat 36.01 for eksisterende aggregat, med og uten friskluftstilførsel i driftstid og for nytt aggregat med friskluftstilførsel i driftstid.

For å spare energiforbruk til både vifteenergi og til varmebatteriet, samt for å bedre inn klima, anbefales det at eksisterende aggregat skifte ut til et nytt med direktdrevne vifter, roterende gjenvinner, befukter og omluftfunksjon for bruk utenfor driftstid.

Investering:

Priser inkluderer nytt aggregat med lik kapasitet som det eksisterende aggregatet, demontering og fjerning av eksisterende aggregat samt montering av nytt aggregat. Eventuelt større bygningsmessig arbeid er ikke inkludert i prisen. Det presiseres at budsjettprisen er grovt beregnet, og er ikke en tilbudspris.

Økonomi:

Beregnete årlige energibesparelser - beregnet etter tilfelle med halve luftmengder.

Energi: 300 000 kWh , som tilsvarer 240 000 kr og 118 500 kg CO₂

Effekt: 110 kW , som tilsvarer 49 445 kr -

Totalt: 289 445 kr og 118 500 kg CO₂

Investering:

Total investering: 431 000 kr

Økonomisk levetid: 20 år

Lønnsomhet:

Nåverdi: **3 502 650 kr**

Internrente: **67,2 %**

Inntjeningstid: **1,6 år**

3.1.2 Skifte ut 36.02 - ventilasjonsanlegg med gjenvinning

Beskrivelse av tiltak:

Aggregat 36.02 er, likt som aggregat 36.01, 42 år gammelt, har ingen gjenvinner og reimdrevene vifter med antatt høy SFP-verdi. Aggregat 36.02 hadde tidligere en omluftsfunksjon, men denne er ikke lenger i bruk. Det opplyses om at luftkvaliteten i auditoriet ikke er god nok, og det antas at luftmengder bør minimum være som prosjektert, på 6 000 m³/h. Tabell 5 viser beregnet energiforbruk med eksisterende og nytt aggregat ved tilfeller med både halve og hele luftmengder. Energibesparelsen ved å skifte ut anlegg 36.02 er på 4 700 kWh/år ved halve luftmengder og 10 000 kWh/år ved hele luftmengder. Beregninger i Tabell 5 forutsetter en tilluftstemperatur på 21°C.

	Dagens anlegg		Nytt anlegg	
	Halv luftmengde	Hel luftmengde	Halv luftmengde	Hel luftmengde
Luftmengde [m ³ /h]	3 000	6 000	3 000	6 000
SFP-verdi [kW/m ³ /s]	2,5	4,5	0,9	1,8
Gjenvinnings-grad [%]	0 %	0 %	85 %	85 %
Driftstid [timer/ukedag]	7,5/1	7,5/1	7,5/1	7,5/1
Årlig energiforbruk [kWh/år]	5 700	12 600	1 000	2 600

Tabell 5 - Beregnet energiforbruk for aggregat 36.02 for eksisterende aggregat, med hele og halve luftmengder, og for nytt aggregat med hele luftmengder.

For å spare energiforbruk til både vifteenergi og til varmebatteriet, samt for å bedre inn klima, anbefales det at eksisterende aggregat skifte ut til et nytt med direktdrevene vifter, roterende gjenvinner og omluftsfunksjon for bruk utenfor driftstid.

Investering:

Priser inkluderer nytt aggregat med lik kapasitet som det eksisterende aggregatet, demontering og fjerning av eksisterende aggregat samt montering av nytt aggregat. Eventuelt større bygningsmessig arbeid er ikke inkludert i prisen. Det presiseres at budsjettprisen er grovt beregnet, og er ikke en tilbudspris.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	10 000 kWh , som tilsvarer	8 000 kr og	3 950 kg CO ₂
Effekt:	1 kW , som tilsvarer	451 kr	-
Totalt:		8 451 kr og	3 950 kg CO₂

Investering:

Total investering:	183 000 kr	Økonomisk levetid:	20 år
---------------------------	------------	---------------------------	--------------

Lønnsomhet:

Nåverdi:	-68 148 kr
Internrente:	-0,7 %
Inntjeningstid:	51,3 år

3.1.3 Skifte ut 36.03 - ventilasjonsanlegg kontor med roterende gjenvinner

Beskrivelse av tiltak:

Ventilasjonsanlegg 36.03 som forsyner kontorarealet har i dag reimdrevne vifter, dårlig gjenvinning av avtrekksluft, da det er installert batteriveksler med 30 % glykol. Anlegget er fra år 1976, og er svært modent for utskiftning. Normalt regnes levetiden for et ventilasjonsanlegg til 20-25 år, mens anlegg 36.03 er hele 42 år gammelt. Anlegget har en kapasitet på 6 500 m³/h, men er stilt inn til å gå på halv hastighet grunnet støy i kanalnettet ved fulle luftmengder. Aggregatet fungerer som betjeningsområdets oppvarmingsanlegg, og bør derfor ha en omluftfunksjon som kan benyttes utenfor driftstid, men dette finnes ikke pr. i dag. Det anslås at anlegget betjener ca. 650 m² oppvarmet gulvareal.

Estimert energiforbruk for dagens aggregat er høyt grunnet antatt høy SFP-verdi for de reimdrevne viftene, og en lav estimert virkningsgrad for batteriveksleren.

Tabell 6 viser beregnet energiforbruk med eksisterende og nytt aggregat ved tilfeller med både halve og hele luftmengder. Energibesparelsen ved å skifte ut anlegg 36.03 er på 26 000 kWh/år ved halve luftmengder og 55 000 kWh/år ved hele luftmengder.

	Dagens anlegg		Nytt anlegg	
	Halv luftmengde	Hel luftmengde	Halv luftmengde	Hel luftmengde
Luftmengde [m ³ /h]	3 250	6 500	3 250	6 500
SFP-verdi [kW/m ³ /s]	2,5	4,0	0,9	1,8
Gjenvinnings-grad [%]	40 %	40 %	85 %	85 %
Driftstid [timer/ukedag]	12/5	12/5	12/5	12/5
Årlig energiforbruk [kWh/år]	35 700	79 500	9 700	24 500

Tabell 6 – Beregnet energibesparelse for å skifte ut aggregat 36.03.

For å spare energiforbruk til både vifteenergi og til varmebatteriet, samt for å ha mulighet til å bedre inn klima i kontordelen, anbefales det at eksisterende aggregat 36.03 skiftes ut til ett nytt med direktdrevne vifter, roterende gjenvinner og omluftfunksjon for bruk utenfor driftstid. Det er ikke beregnet besparelser for bruk av omluftfunksjon utenfor driftstid da det er usikkert om eksisterende aggregat ble startet ved behov for varme i kontorarealet utenfor driftstid.

Investering:

Priser inkluderer nytt aggregat med lik kapasitet som det eksisterende aggregatet, demontering og fjerning av eksisterende aggregat samt montering av nytt aggregat. Eventuelt større bygningsmessig arbeid er ikke inkludert i prisen. Det presiseres at budsjettprisen er grovt beregnet, og er ikke en tilbudspris.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser beregnet med fulle luftmengder:

Energi:	55 000 kWh , som tilsvarer	44 000 kr og	21 725 kg CO ₂
Effekt:	25 kW , som tilsvarer	11 053 kr	-
Totalt:		55 053 kr og	21 725 kg CO₂

Investering:

Total investering: 188 000 kr

Økonomisk levetid: 20 år

Lønnsomhet:

Nåverdi: 560 187 kr

Internrente: 29,1 %

Inntjeningstid: 3,7 år

3.1.4 Skifte ut 36.04 - ventilasjonsanlegg påbygg med roterende gjenvinner

Beskrivelse av tiltak:

Ventilasjonsanlegg 36.04, som forsyner påbygget i 4.etg., har i dag reimdrevene vifter og en antatt dårlig gjenvinning av avtrekksluft, da det er installert kryssveksler. Anlegget er ca. fra år 1995, og er dermed modent for utskiftning da det er 23 år gammelt. Anlegget har en kapasitet på 6 500 m³/h, men er stilt inn til å gå på halv hastighet grunnet støy i kanalnettet ved fulle luftmengder. Det anslås grovt at anlegget betjener ca. 650 m² oppvarmet gulvareal.

Driftstider er ved aggregatet oppgitt, mens luftmengder, SFP-verdi og gjenvinningsgrad er kun estimert, se tabell nedenfor.

Energi- og effektsparepotensial:

Andel nyttiggjort vifteenergi: 30%

	Før	Etter
Driftstid	9,5 timer/dag 5 dager/uke 52 uker/år	Uendret
Gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden	2 500 m ³ /h	Uendret
SFP	3,5 kW/(m ³ /s)	1,8 kW/(m ³ /s)
Varmegjenvinners virkn.grad	50%	85%

Resulterende energibesparelse: **9 246 kWh/år**

Investering:

Priser inkluderer nytt aggregat med lik kapasitet som det eksisterende aggregatet, demontering og fjerning av eksisterende aggregat samt montering av nytt aggregat. Eventuelt større bygningsmessig arbeid er ikke inkludert i prisen. Det presiseres at budsjettprisen er grovt beregnet, og er ikke en tilbudspris.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi: 9 246 kWh , som tilsvarer 7 396 kr og 3 652 kg CO₂
 Effekt: 5 kW , som tilsvarer 2 255 kr -

Totalt: 9 651 kr og 3 652 kg CO₂

Investering:

Total investering: 163 000 kr **Økonomisk levetid: 20 år**

Lønnsomhet:

Nåverdi: -31 835 kr
 Internrente: 1,7 %
 Inntjeningstid: 28,7 år

3.1.5 Skifte vifte på 36.05 toalettavtrekk

Beskrivelse av tiltak:

Avtrekksvifte 36.05 er trolig fra år 1976, og er reimdreven med en antatt høy SFP-verdi. Det anbefales å skifte ut viften til en reimdreven vifte for å redusere strømforbruket til viftedrift. Driftstider og luftmengder er oppgitt, se tabell nedenfor, og SFP-verdi før og etter utførelse av tiltak er estimert.

Dersom avtrekken ikke inneholder farlige stoffer/gasser kan det som alternativ vurderes å sørge for at matlukt/fett i avtrekk fra kjøkken minimeres vha. gode avtrekksventiler, og føre avtrekksluften inn til nærmeste aggregat. Dersom avtrekksluften kan føres inn til et aggregat vil varmen i avtrekken kunne gjenvinnes, og tilføres til kald tilluft. Et nytt aggregat med ny roterende gjenvinner har svært lav smittefare mellom tilluft og avtrekk. Dette alternativet bør vurderes før ev. nye aggregater bestilles slik at luftmengdene i avtrekken kan tas høyde for.

Energi- og effektsparepotensial:

	Før	Etter
Driftstid	9,0 timer/dag 7 dager/uke 52 uker/år	Uendret
Gjennomsnittlig luftmengde i driftstiden	4 000 m ³ /h	Uendret
SFP	2,5 kW/(m ³ /s)	1,0 kW/(m ³ /s)

Resulterende energibesparelse: **5 460 kWh/år**

Oppvarmet gulvareal dekket av tiltaket: ca. 300 m²

Investering:

Utskiftning av eksisterende reimdrevne vifte til en ny direktdreven vifte. Investeringskostnad er grovt estimert.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	5 460 kWh , som tilsvarer	4 368 kr og	2 157 kg CO ₂
Effekt:	2 kW , som tilsvarer	752 kr	-

Totalt:		5 120 kr og	2 157 kg CO₂
----------------	--	--------------------	--------------------------------

Investering:

Total investering:	16 000 kr	Økonomisk levetid:	15 år
---------------------------	-----------	---------------------------	--------------

Lønnsomhet:

Nåverdi: 40 922 kr
Internrente: 31,5 %
Inntjeningstid: 3,4 år

3.1.6 Isolere og bytte feil isolasjon på rør, ventiler, pumper, flenser osv.

Beskrivelse av tiltak:

Enkelte pumper, ventiler og flenser i fyrrømmet er uisolert, og forårsaker dermed et unødig varmetap til omgivelsene. Det bemerkes at flere varme rør er isolert med cellegummi, et isolasjonsmateriale som normalt benyttes for kalde rør, og som ofte ikke tåler høye temperaturer. Ved befaring er det bemerket at cellegummien er sprø (altså skadet), og at varmen fra rørene kjennes godt gjennom isolasjonen. Det antas at eksisterende isolasjon av cellegummi har en svært redusert isolasjonsevne. Det anbefales at de uisolerte komponentene isoleres, og at cellegummi på varme rør byttes om til isolasjon av mineralull. Det vil med redusert varmetap være enklere å oppnå ønsket tur-temperatur i hele anlegget.

Varmetap pr. komponent er avhengig av hvor mange løpemeter med uisolerte rør komponenten tilsvarer, rør-dimensjoner, temperaturdifferanse mellom uisolert del og omgivelsestemperatur samt fyringssesongens lengde. Energibesparelsen beregnes ut ifra parameterne som er satt opp i tabellen nedenfor. De fleste parameterne er svært grovt estimert.

Ekvivalent gjennomsnittlig rørdimensjon	Ø70 mm
Ekvivalent rørlengde	35 m
Isolasjonstykkelse før tiltak (est. snitt mellom uisolerte komponenter og feil isoleringstype)	5 mm
Varmetap før tiltak	1,759 W/mK
Isolasjonstykkelse etter tiltak	50 mm
Varmetap etter tiltak	0,272 W/mK
Gjennomsnittlig temperaturdiff.	50 °C
Andel varmetap som kommer bygget til gode	40%
Brukstid per dag	24 timer
Bruksdager per uke	7 dager
Bruksuker per år	52 uker
Beregnet energibesparelse	13 640 kWh

Energi- og effektparepotensial:

Se øvrig tekst og tabell. Besparelser regnes etter formel oppgitt i Prenøk 5.14.

Investering:

Rørisolasjon og formsydde «puter» for flenser, ventiler og pumper kjøpes og monteres. Pris for rørisolasjon er estimert til kr. 200,- pr.meter rør (estimert 20 meter rør), og det er grovt estimert pris på formsydde puter til kr 2000 pr. stk (10 stk).

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	13 640 kWh , som tilsvarer	10 912 kr og	5 388 kg CO ₂
Effekt:	2 kW , som tilsvarer	704 kr	-
Totalt:		11 616 kr og	5 388 kg CO₂

Investering:

Total investering:	24 000 kr	Økonomisk levetid:	15 år
---------------------------	-----------	---------------------------	-------

Lønnsomhet:

Nåverdi:	105 152 kr
Internrente:	48,3 %
Inntjeningstid:	2,2 år

3.1.7 Vannbehandling av vannbårent oppvarmingssystem

Beskrivelse av tiltak:

Det er i dag lite til ingen behandling av væsken som sirkulerer i varmesystemet i bygget. Ved dårlig og manglende behandling av et vannbårent system kan det samle seg slam og metaller etter korrosjon av anlegget og pH-verdien kan synke. Luftbobler i anlegget som ikke skilles ut vil bidra til økt korrosjon og redusert sirkulasjon og virkningsgrad i anlegget. Tegning av varmeanlegget i ENØK-rapporten fra 1993 viser at anlegget har en luftutskiller, men denne er ikke inspisert/kontrollert.

Det anbefales å ta vannprøver av vannet som sirkulerer i varmesystemet, og utføre tiltak dersom det måles høye mengder luft og partikler. Dersom dette er tilfellet anbefales det installasjon av et vannbehandlingsanlegg som fjerner luft og partikler i kretsen. Behovet for ettersyn og vedlikehold av det vannbårne anlegget reduseres vesentlig (systemet passer automatisk på trykk og påfyllingsfunksjon), levetiden for en rekke av komponentene forlenges og det oppnås energibesparelser grunnet virkningsgrad.

Energi- og effektsparepotensial:

Det beregnes energibesparelse tilsvarende 5% av energien til romoppvarming. Besparelsen belager seg på at alle øvrige tiltak gjennomføres. Dersom flere øvrige tiltak ikke gjennomføres vil besparelsen ved tiltaket kunne øke. Besparelsen vil i hovedsak avhenge av hvordan kvaliteten på vannet er i varmesystemet i dag.

Investering:

Installasjon av vannbehandlingsanlegg inkl. rørarbeider og elektrisk tilkobling. Det investeres i både permanent vannbehandlingsanlegg samt en engangsrens (står i ca. 2 uker) av hele vannmengden.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	478 kWh , som tilsvarer	382 kr og	189 kg CO ₂
Effekt:	0 kW , som tilsvarer	54 kr	-
Totalt:		436 kr og	189 kg CO₂

Investering:

Total investering:	126 500 kr	Økonomisk levetid:	10 år
---------------------------	------------	---------------------------	--------------

Lønnsomhet:

Nåverdi:	-122 965 kr
Internrente:	-37,5 %
Inntjeningstid:	-

3.1.8 Ombygging av oljekjel til biokjel

Beskrivelse av tiltak:

Fra år 2020 blir det forbudt å bruke oljekjel som baserer seg på fossilt brensel til oppvarming av bygg, selv som spisslast. Dersom det ønskes å beholde kjelen slik at denne kan startes på kalde dager, og dermed unngå høye effektbelastninger på strømtilførsel kan oljekjelen bygges om slik at det kan fyres med miljøvennlig bioolje.

Et bytte til biobrensel vil kunne påvirke oppvarmingskarakteren (fargen) i energimerket for bygget til en større andel fornybar energi.

Energi- og effektsparepotensial:

Pris for fyringsolje og biofyringsolje varierer gjennom sesonger og år, men gjennomsnittlig pris ligger på hhv. 80 og 105 øre/kWh. Pris er oppgitt uten korrigerende virkningsgrad, men virkningsgrad for begge fyringsoljene er tilnærmet lik. En utskiftning fra fossil olje til bioolje vil med dagens situasjon ikke forårsake årlige energibesparelser eller økonomiske besparelser, men som nevnt vil fossil olje være forbudt å benytte fra år 2020, og fremtidig bruk av bioolje kan ende opp med å bli en lønnsom investering dersom den tas i bruk når strømpris og effekttariff er høy.

Lokale utslipp fra biofyringsolje har, sammenliknet med fossil olje, fornybart CO₂-utslipp, ingen svovelutslipp, ingen aromater og 30 % reduksjon i NO_x-gasser.

Investering:

Utskiftning av nåværende oljebrenner og montering av ny oljebrenner som er godkjent for bioolje. Pris inkluderer ny oljebrenner, flow control for bio og nye filter samt isolering av frontplate og oppstart/justering. Pris inkluderer oljemengdemåler, rensing av oljetank og pulsteller for SD-anlegget. Pris inkluderer ikke selve oppkoblingen til SD-anlegget.

Investering:

Total investering: 71 300 kr

Økonomisk levetid: 20 år

Lønnsomhet:

Nåverdi: -71 300 kr

Internrente: -

Inntjeningstid: -

3.1.9 Installasjon av luft/vann varmepumpe

Beskrivelse av tiltak:

Det anbefales at en luft/vann varmepumpe installeres og kobles til det eksisterende vannbårne oppvarmingssystemet. En varmepumpe vil kunne redusere byggets energiforbruk til oppvarming og kan forbedre energimerket (både energikarakter og oppvarmingsmerket). En luft/vann varmepumpe henter energi fra omgivelsene utenfor, og kan med dette levere mer varmeenergi til bygget enn hva den bruker av elektrisk energi.

Som spisslast bør eksisterende elkjel eller eventuell ombygget kjel beholdes til kalde dager når varmepumpen alene ikke kan levere ønsket turtemperatur ut i systemet. Det estimeres installert effekt for varmepumpen på 72 kW og en årsvarmefaktor (gjennomsnitt over året, SCOP) på rundt 2,2.

Dersom varmepumpen skal kunne fundere optimalt må det utføres tiltak som gjør det mulig å drive varmesystemet med lavere tur-/returtemperaturer enn det som kjøres i dag (ca.80/60 °C). Omfanget av dette arbeidet er ikke utredet. Ny varmepumpe er tatt ut for tur-/returtemperatur på 50/45 °C.

Energi- og effektsparepotensial:

Grovt estimert beregnes det at dagens energiforbruk til oppvarming, på ca. 450 000 kWh/år, kan reduseres med 200 000 kWh/år ved installasjon av en varmepumpe som kan fungere optimalt. Besparelsen belager seg på dagens forbruk og forutsetter dermed at ingen andre energiltak i bygget foretas.

Investering:

Pris inkluderer innkjøp og tilkobling av luft/vann varmepumpe, akkumulatortank og tilhørende komponenter som må til for tilkobling til eksisterende varmeanlegg. Det forutsettes at det finnes nok el.kraft på bygget og i nærmeste tavle samt at varmepumpen kan plasseres ved, eller nært, varmesentralen. Prisen inkluderer ikke større bygningsmessig arbeid eller elektroarbeid/-kostnader.

Det er ikke priset endringer i varmesystemet (utover fyrrommet) for tilrettelegging for lavere tur-/returtemperatur da det er for mye usikkerheter rundt denne kostnaden.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	200 000 kWh , som tilsvarer	160 000 kr	og	79 000 kg CO ₂
Effekt:	50 kW , som tilsvarer	22 549 kr		-
Totalt:		182 549 kr	og	79 000 kg CO₂

Investering:

Total investering:	1 000 000 kr	Økonomisk levetid:	15 år
---------------------------	--------------	---------------------------	--------------

Lønnsomhet:

Nåverdi:	1 029 649 kr
Internrente:	16,4 %
Inntjeningstid:	6,3 år

3.1.10 Utskifting av eldre vinduer

Beskrivelse av tiltak:

Dersom det finnes vinduer i bygget som er fra opprinnelig byggeår og/eller er mer enn 25 år gamle antas det at disse vinduene har dårlig (høy) u-verdi, og har dermed mye varmetap ila. året. Utskifting av vinduer kan vurderes ved rehabilitering, oppussing eller at vinduenes levetid er passert. Utskifting av vinduer vil, i tillegg til å redusere transmisjonsvarmetapet i bygget, trolig redusere luftlekkasje gjennom utettheter i karm.

Formelen nedenfor kan benyttes for å regne potensielle energibesparelser. Eventuelt vindusareal med gamle vinduer er ikke målt opp, men som eksempel regnes det på et tilfelle hvor gamle vinduer står for 20 m², og har en U-verdi på 2,4 W/m²K. Normalgraddagstall for Bergen er = 3 687.

$$\Delta E = 24 \cdot G \cdot (U_{\text{før}} - U_{\text{etter}}) \cdot A / 1000$$

Energi- og effektsparepotensial:

Se tekst over og tabeller nederst. Besparelser avhenger av vindusareal og u-verdi på eksisterende vinduer. Dersom det installeres varmepumpe i bygget vil besparelsene med utskifting av vinduer være lavere enn det som regnes i dette tilfellet.

Investering:

Demontering av eksisterende vinduer, innkjøp og montering av nye vinduer. Med vinduer som har en gjennomsnittsstørrelse på 1,8 m², og en u-verdi på 0,8 W/m²K regnes en grov kvadratmeterpris på kr 4 600.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	2 948 kWh , som tilsvarer	2 359 kr og	1 165 kg CO ₂
Effekt:	1 kW , som tilsvarer	380 kr	-
Totalt:		2 739 kr og	1 165 kg CO₂

Investering:

Total investering:	92 000 kr	Økonomisk levetid:	30 år
---------------------------	-----------	---------------------------	--------------

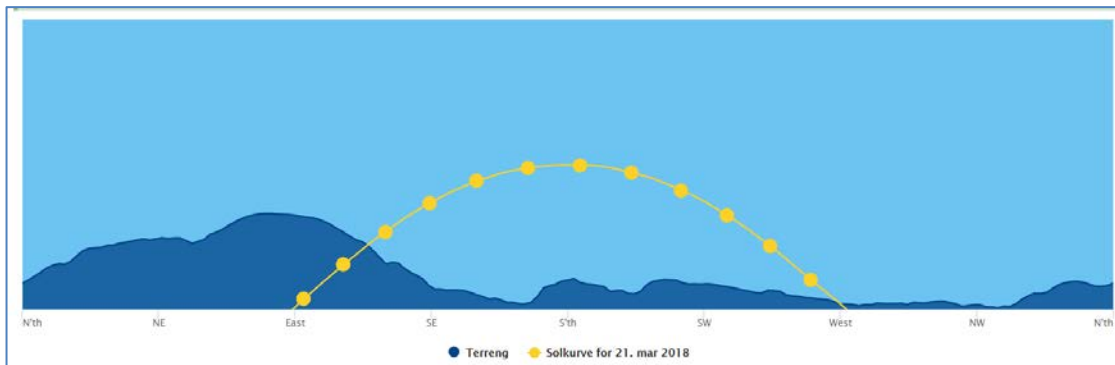
Lønnsomhet:

Nåverdi:	-44 643 kr
Internrente:	-0,7 %
Inntjeningstid:	-

3.1.11 Installasjon av solceller på taket ifm. rehabilitering

Det opplyses at taket på bygget skal rehabiliteres, og at det dermed kan være aktuelt å installere integrerte solcellepanel på taket. Solcellepanel vil produsere strøm som kan brukes direkte i bygget, selges på strømmettet eller lagres i batteri for senere bruk i bygget.

I tillegg til å være et enøk-tiltak vil installasjon av solceller kunne føre til positiv omtale og markedsføring rundt bygget. Ved installasjon av eksempelvis 100 m² med solcellepanel estimeres en årlig strømproduksjon på 11 000 kWh. Det er av erfaringstall beregnet en produksjon på 110 kWh/m² installert solcellepanel. Årlig produksjon vil avhenge av hvilke solcellepanel som velges, vinkel på panelet samt solforhold på adressen. Bilde 1 viser relativt gode solforhold for Dreggsallmenningen 3.



Bilde 1 - Solkurve (for 21. mars) med terreng for Dreggsallmenningen 3.

Energi- og effektsparepotensial:

Valgt årlig produksjon på 11 000 kWh.

Investering:

Det beregnes en totalpris på 3500 kr pr m² med installert solcellepanel. Dette er svært grovt beregnet.

Økonomi:

Beregnete årlige besparelser:

Energi:	11 000 kWh , som tilsvarer	8 800 kr og	4 345 kg CO ₂
Effekt:	3 kW , som tilsvarer	1 417 kr	-

Totalt:		10 217 kr og	4 345 kg CO₂
----------------	--	---------------------	--------------------------------

Investering:

Total investering:	350 000 kr	Økonomisk levetid:	25 år
---------------------------	------------	---------------------------	-------

Lønnsomhet:

Nåverdi: -190 383 kr

Internrente: -2,3 %

Inntjeningstid: -

3.1.12 Andre tiltak

- **Utbedring av kanalnettet**

Det regnes ikke som et energitiltak å gjøre utbedringer på kanalnettet, slik at det blir mulig å la ventilasjonsanlegg gå med fulle luftmengder heller enn halve. Dette bør likevel vurderes å utføre da lave luftmengder kan forårsake dårlig inneklima. Det er uten befaring regnet en svært grov pris på utbedring av kanalnettet på kr. 600 000,- ekskl. mva, forutsatt at deler av spredenettet kan gjenbrukes, og det blir foretatt en del utskifting/ombygging av tilførselskanaler samt kanaler i teknisk rom.

- **Trykktesting og termografering**

En trykktest kan avdekke hvor stor luftlekkasje et bygg har, og kan ved høye lekkasjetall belyse et eventuelt behov for videre undersøkelse av området ved eks. termografering. En termografering vil kunne avdekke hvor lekkasjer, isolasjonsavvik og større kuldebroer finnes slik at utbedringer kan iverksettes for å forhindre unødig stort varmetap, luftlekkasje og ubehagelig trekk.

- **Utskiftning av varmtvannsbereder**

I dag er det installert en 900 liters varmtvannstank i bygget som trolig er fra opprinnelig byggeår. Det anbefales å vurdere utskiftning av varmtvannsbereder dersom varmtvannsbehovet i bygget kan dekket av en mindre tank og/eller dersom det er høyt varmetap i tanken grunnet gammel/dårlig isolasjon. Eventuelle energibesparelse vil avhenge av mengden redusert varmetap gjennom bedre isolert tank samt mindre tank.

- **Maksimalvokter for elektrisk effekt**

Det opplyses at bygget har mindre elektrisk kapasitet enn planlagt grunnet en manglende kabel inn til bygget. Eksisterende effektmåler av fast kraft (vises i dag i SD-anlegget) kan, dersom dette ikke allerede gjøres, programmeres til å iverksette tiltak for å sikre at effektforbruket ikke overstiger uønsket nivå. Varmtvannsberederen kan normalt kobles ut midlertidig når effektuttaket er høyt og varme og ventilasjons kan begrenses, spesielt i områder i bygget som ikke har personbelastning.

- **LED-belysning og lysstyring**

Det anbefales å vurdere installering av LED-belysning. For å estimere pris og besparelspotensiale på dette må antall og type armaturer kartlegges. Det bør også vurderes lysstyring i de soner der bruken er varierende.

- **EOS - Energioppfølgingsystem**

Det finnes energimåling i det eksisterende SD-anlegget men ingen oppfølging eller temperaturkorrigerende av energiforbruket. Enova stiller som krav at det må installeres energioppfølgingsystem hvis man skal søke støtte. Det regnes typisk en energibesparelse på 5 % av byggets samlede energiforbruk ved god utnyttelse av EOS.

4 Enovastøtte

Enova er i ferd med å utføre endringer i det mest aktuelle støtteprogrammet (*Energiltak i eksisterende bygg*) for tiltakene som anbefales i denne rapporten. Det vil være mulig å søke på dette støtteprogrammet frem til 15.mars 2018. Slik støtteprogrammet står pr. i dag vil det være mulig å søke om støtte til nytt SD-anlegg, energioppfølgingssystem, forbedring av SFP-verdi samt gjenvinningsgrad i ventilasjonsanlegg, permanent vannbehandling av vannbårent oppvarmingsanlegg (dersom anlegget og innreguleres), lysstyring og utskiftning til LED-belysning og utskiftning av vinduer.

Det vil fortsatt være mulig å søke om støtte til innkjøp av luft/vann varmepumpe, og typisk investeringsstøtte vil ligge på kr 1100,- pr. installert kW. Dette vil i tilfellet med en 72 kW varmepumpe tilsvare enovastøtte på kr 79 200,-.

5 Konklusjoner og anbefalinger

Ut fra ren energi- og effektmessig lønnsomhet anbefaler GK gjennomføring av følgende tiltak i gitte tiltakskategorier:

4. Strakstiltak; 0-3 års tilbakebetalingstid: Tiltak 1, 3, 5 og 6
5. Langsiktige tiltak; 3-10 års tilbakebetalingstid: Tiltak 10
6. Mindre lønnsomme tiltak; over 10 års tilbakebetalingstid: Tiltak 0, 2, 4, 7, 11 og 12

Med tanke på forbudet mot fyring av fossilt brensel til oppvarming av bygg anbefales at tiltak vedr. oljekjel og/eller varmepumpe utføres innen kort tid. For å opprettholde driftssikkerhet ved ventilasjonsanlegg anbefales det å vurdere hurtig utskiftning, spesielt ved aggregat 36.01, 36.02, 36.03 og 36.05. Det vil være hensiktsmessig å utføre tiltak som berører ett og samme tekniske rom samtidig, eks. utskiftning av aggregat 36.01 og 36.02.

Vedlegg 1 Økonomiske forutsetninger

Lønnsomhetsberegninger for tiltakene er gjennomført med følgende forutsetninger:

- Alle priser er ekskl. mva. og offentlig støtte
- Det brukes kalkulasjonsrente lik **4,0 %**
- Energipriser:

Elektrisitet fastkraft	0,8000 kr/kWh – Se oppstilling under: <ul style="list-style-type: none"> • Strømlleverandør: 0,3500 kr/kWh • Nettleie: 0,3135 kr/kWh • Forbruksavgift: 0,1365 kr/kWh • Enova-avgift: Fast 800 kr/stk, regnes ikke med.
Vektet varmesnittpris	0,8000 kr/kWh
Vektet totalgjennomsnitt	0,8000 kr/kWh

- Effektpris: **451 kr/kW·år**. For å komme til denne prisen er det brukt følgende satser:
 - 125 kr/kW·mnd (Vinter; desember - februar)
 - 65 kr/kW·mnd (Vår/Høst; mars + november)
 - 10 kr/kW·mnd (Sommer; april - oktober)
 - 0,78 (Omregningsfaktor for konvertering til pris for årlig makseffekt)