

KVAM HERAD



Varmeløsninger i Kvam herad



Norheimsund
Øystese
Strandebarm

Fredrikstad, desember 2006

COWI

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	3
2	Generelt om alternative varmeløsninger	3
2.1	Varmepumpe.....	3
2.2	Bioenergi.....	4
3	Varmegrunnlaget i Norheimsund.....	5
4	Aktuelle varmesentraler i Norheimsund	6
5	Varmesentral basert på varmpumpe i Norheimsund	7
6	Varmesentral basert på flisfyring i Norheimsund	7
7	Aktuelt fjernvarmenett i Norheimsund	8
8	Økonomi Norheimsund	10
8.1	Investeringskostnader	10
8.2	Lønnsomhetsvurderinger Norheimsund.....	10
8.3	Følsomhetsvurderinger	11
9	Varmeløsningen i Øystese	13
10	Utvidet energiledning i Øystese	14
11	Økonomi Øystese	15
11.1	Energibesparelser.....	15
11.2	Lønnsomhetsvurderinger Øystese.....	16
11.3	Følsomhetsvurderinger	17
12	Energiløsninger Strandearm	17
12.1	Lønnsomhetsvurderinger Strandearm.....	19
12.2	Følsomhetsvurderinger	20
13	Konklusjoner og anbefaling.....	21

Tegning forside: Berit Sømme

1 Bakgrunn

Kvam Kraftverk AS som er heleid av Kvam kommune, har fått i oppdrag av Kvam Heradsstyre å vurdere utbygging og drift av energianlegg for vannbåren varme i Kvam herad.

Kvam herad står foran en stor utbygging av skoler i kommunen. Man ønsker å benytte vannbåren varme i skolene, og det kan være aktuelt å etablere nær-/fjernvarmeanlegg i de to tettstedene Norheimsund og Strande barm samt en eventuell utvidelse av eksisterende anlegg i Øystese.

Målet med denne studien er å avklare om det kan være lønnsomhet i en slik utbygging. Varmepumpe basert på sjøvann og uteluft samt bioenergi er de mest aktuelle alternativene man ønsker å vurdere.

Kvam Kraftverk AS har engasjert COWI AS til å gjennomføre forstudien. Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært Olav Solheim i kraftverket og Tore Skeie i kommunen. Rapporten er basert på NS 8402 og er ført i pennen av Egil Erstad i COWI AS.

2 Generelt om alternative varmeløsninger

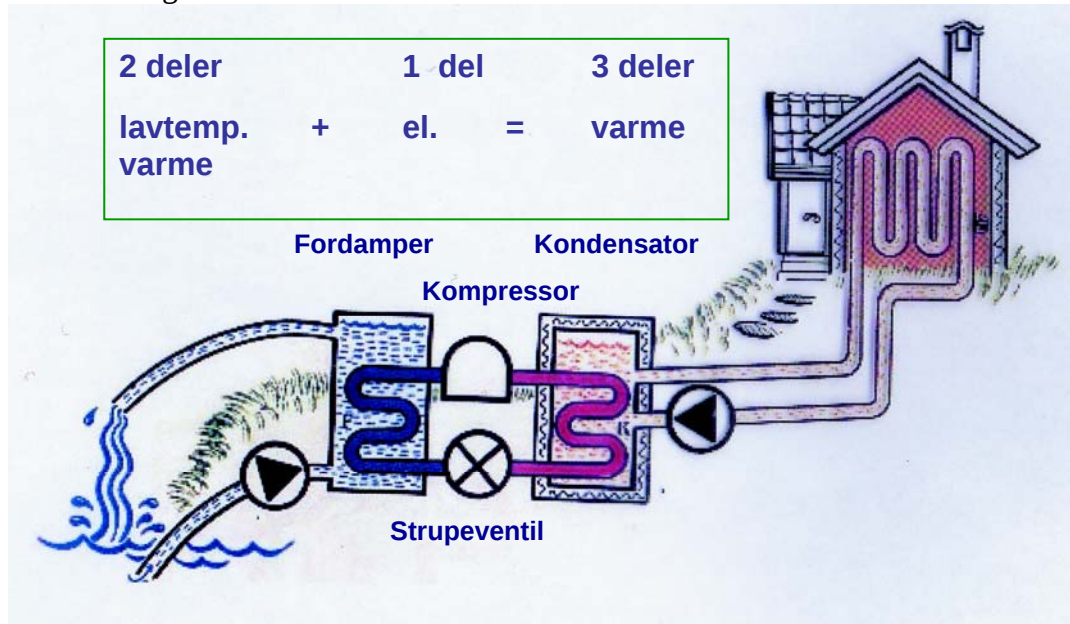
2.1 Varmepumpe

En varmpumpe utnytter lavtemperatur varmeenergi i luft, jord, sjøvann eller berggrunn. Ved å tilføre elektrisitet kan en få ut 2-4 ganger så mye energi. Det er en fordel at varmekilden har stabil temperatur. Se prinsippsskisse av varmpumpe i fig. 1. I Øystese og ved Tolo er det sjøvann som er benyttet som varmekilde til varmpumpene.

Varmepumper består av et lukket system der det sirkulerer et arbeidsmedium som enten er gass eller væske, avhengig av hva slags temperatur og trykk arbeidsmediet har. Når gass omdannes til væske, avgis varme, og den avgitte varmen kan benyttes til for eksempel oppvarming av boliger og næringsbygg.

På vei gjennom fordampere får arbeidsmediet tilført så mye energi at det fordampes (går over fra væske til gass). Denne gassen suges inn i kompressoren der den komprimeres. Som følge av komprimeringen, øker trykket og temperaturen i gassen kraftig. Gass med høy temperatur skyves så inn i kondensatoren, der den møter vannet som har sirkulert i bygningen, og blir nedkjølt. Som følge av denne nedkjølingen kondenserer gassen, og kretsløpet kan starte på nytt. Dette er i prinsippet den samme prosessen som foregår i et kjøleskap. Også der utvikles varme som slippes ut bak på kjøleskapet.

Flere typer varmpumper kan også benyttes som klimakjølemaskiner om sommeren.



Figur 1 Prinsippskisse for varmepumpe.

2.2 Bioenergi

Bioenergi er omformet plante- og dyremateriale. Gjennom fotosyntesen produseres biomassen ved hjelp av sollys, karbondioksid, næringsstoffer og vann. Bioenergi kan sies å være lagret solenergi. Ved å erstatte fossile brensel med bioenergi reduseres netto utslipp av karbondioksid, se figur 2.



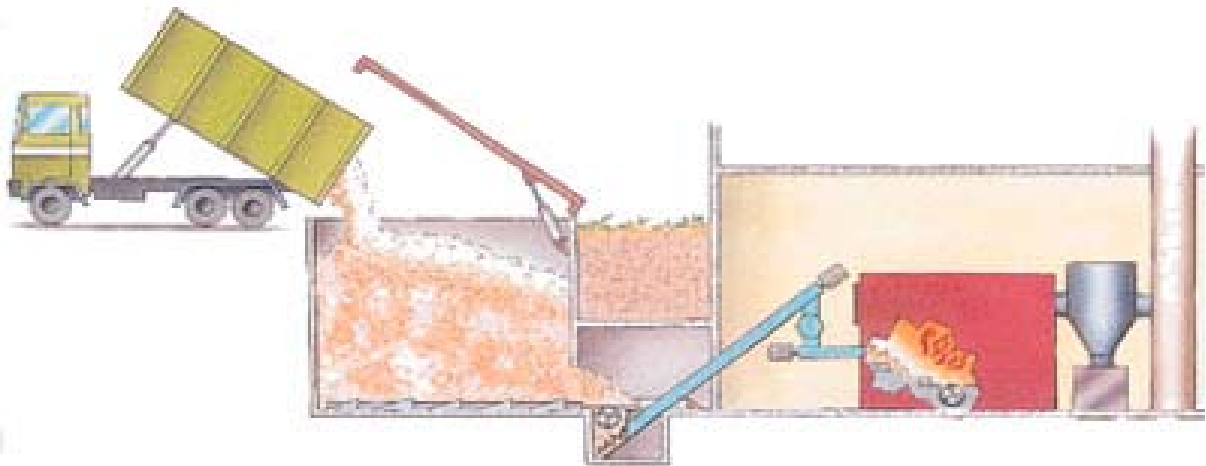
Figur 2. Under forbrenning av biomasse frigjøres CO₂, som igjen bindes i voksende trær og planter via fotosyntesen. Økningen av CO₂ skyldes fossile brensel. Kilde: Knut Dæhlen.

Biobrensel forbindes vanligvis med vedfyring. Det finnes også andre produkter: avfall, biogass fra kloakkrenseanlegg, deponigass fra avfallsdeponier, treavfall, husdyrgjødsel, halm, pellets, briketter og flis. Pellets og briketter er foredlet biobrensel, dvs. flis som er tørket, oppmalt og sammenpresset, se figur 3.



Figur 3. Biopellets er foredlet biomasse. Kilde NoBio.

I figuren nedenfor er det skissert et anlegg for flisfyring.



Figur 4. Eksempel på utforming av flisfyringsanlegg. Kilde: Bioenergi AS

3 *Varmegrunnlaget i Norheimsund*

I tabell 1 har vi listet opp de mest aktuelle bygningene i Norheimsund og angitt et mulig potensiale for levering av fjernvarme. Enkelte av byggene har i dag direkte elektrisk oppvarming og må i så fall bygge om til vannbåren varme til oppvarming og/eller ventilasjon. Vi velger å benytte en gjennomsnittlig kostnad på kr. 500,- pr. kvadratmeter for ombygging fra direkte elektrisk til vannbåren varme. Kostnaden for dette er lagt inn i lønnsomhetsberegningene.

Nr	Bygg	Varmebehov kWh/år	Effektbehov kW	Konverterings- kostnad NOK	Kommentar
1	Rådhuset	150 000	75	300 000	200 m2 + ventilasjon
2	Idrettshall	130 000	65		
3	Barneskolen	100 000	50	600 000	50% av arealet
4	Ungdomskolen	590 000	295		
	Sum trinn 1	970 000	485	900 000	
5	Kirke	80 000	85		
9	Sandven Hotell	150 000	144		
7	Straumen kjøpesenter	100 000	50		Eks. konverterings- kostnad
10	Leiligheter Back	130 000	70		
	Sum trinn 2	1 430 000	834		

Tabell 1. Potensielle fjernvarmekunder i Norheimsund

4 Aktuelle varmesentraler i Norheimsund

Fra lokalt hold opplyses det at det er relativt grunt i fjorden rett utenfor Norheimsund. Man må 1-1,5 km ut i fjorden for å komme ned på 40 meters dybde som er mest ideelt for sjøvannsvarmepumpe. Det hevdes imidlertid at Movatnet er 35-40 m dypt og dette kan da være en aktuell kilde for varmpumpe. Eventuelle andre varmpumpeløsninger er da bergvarmpumpe eller uteluftvarmpumpe. Sistnevnte har lavest investering men gir mindre varme når det er som kaldest.

For varmeleveranse til eksisterende bebyggelse kan varmedekningen fra varmpumpe bli mindre enn ønskelig fordi kravet til temperatur i bygningenes varmeanlegg er høyere enn det varmpumpa kan levere. Andelen topplast som må dekkes med andre energikilder blir da større.

Et alternativ til varmpumpe er biobrensel, enten i form av pellets eller flis. Pellets er et mer homogent brensel, og anleggene for pellets er driftsikre og krever lite tilsyn. For flis er det noe mer tilsyn og investeringene er noe høyere. Prisen på flis er imidlertid lavere enn for pellets og man har ofte mindre transportavstander. Dersom det er lokal tilgang på flis, er dette ofte avgjørende for valget.

Det er tatt kontakt både med Vestskog BA og med Granvin bruk. Vestskog arbeider for å etablere flisfyringsanlegg basert på leveranser fra lokale skogbrukere etter det såkalte "bondevarme"-prinsippet. Det er foreløpig liten aktivitet på dette i Kvam.

Granvin Bruk ligger 49 km fra Norheimsund. Disse har overskudd på kutterspon og sagflis men mest i sommerhalvåret. Overskuddsflis selges i dag for ca 50 kr/lm³. Dette tilsvarer ca 10 øre/kWh. Et avtak derfra betinger i så fall sesonglagring av flis, noe som fordyrer på grunn av omlastninger etc. Et lager for å dekke hele fyringssesongen på 1 GWh må romme 2000 lm³ (32x32x2 meter) og ha overdekning.

Før det er avklart om det er interessenter i nærområdet som kan stå for leveranse av enten skogsflis eller flis fra Granvin Bruk, velger vi å se på lønnsomheten både i en

varmepumpe og et flisfyringsanlegg. For flisfyringsalternativet velger vi å benytte 20 øre/kWh som energipris levert varmesentralen.

5 Varmesentral basert på varmepumpe i Norheimsund

Vi ser her på et alternativ med uttak av vann på ca 35 meters dyp i Movatnet. Vannet pumpes i ledning opp til varmesentralen som foreslås lagt i tilknytning til fyrrommet på idrettshallen. Her varmeveksles det mot varmepumpa og sendes tilbake til Movatnet. Eksisterende el-kjele (225 kW) og oljekjele (440 kW) fungerer da som topplast og reserve.

Effektbehovet i trinn 1 av utbyggingen er ca 500 kW. Normalt dimensjoneres varmepumpe for 50% av maksimal effekt. Den dekker da om lag 85% av varmebehovet, dvs ca 825.000 kWh.

Vi får da følgende data for vanninntak og varmesentral med tilhørende kostnader:

Anleggsdel	Dimensjon	Kostnad (NOK eks. mva)
Vannledning fra Movatnet t/r	725 + 300 m x DN200	1 500 000
Pumpe m/hus, inntaksgrind etc		150 000
Varmepumpe	250 kW	500 000
Tilbygg	30 m ²	250 000
Fjernvarmepumpe		30 000
Varveveksler		20 000
Rørarbeid sentral		100 000
Elektro, styring, automatikk		130 000
Uspesifisert/uforutsett		200 000
Adm. /prosjektering		150 000
SUM		3 030 000

Tabell 2 Varmesentral med varmepumpe i Norheimsund

6 Varmesentral basert på flisfyring i Norheimsund

Varmesentralen foreslås å få samme plassering som den alternative løsningen med varmepumpe, men vil ha et noe større arealbehov pga. brenselssilo. Også her foreslås det å benytte eksisterende kjeler i idrettshallen som topplast og reserve. Anlegget bygges med nedgravd flissilo med hydrauliske luker, der lastebil tipper rett i flissilo. Fra silo mates flisa inn i fyrrommet med stangutmatere. Derfra skrus flisa med skruer fram til kjelen.

Med utgangspunkt i det aktuelle effekt- og varmebehovet velges det å dimensjonere biobrenselanlegget for 50% av maksimal effekt dvs. 250 kW. Anlegget vil da dekke ca 90% av energibehovet, dvs. ca 870.000 kWh. De øvrige 10% dekkes med olje/el.

Vi får da følgende data for varmesentralen:

Enhet	Dimensjon	Innfyrte energi kWh/år	Nyttiggjort energi kWh/år	Brenselsmengde tonn/år	Investering NOK eks. mva
Flisfyringsanlegg	250 kW	967 000	870.000	300	550 000
Flissilo m/utmating	70 m ³				400 000
Bygning	30 m ²				300 000
Fjernvarmepumpe					30 000
Varmeveksler					20 000
Rørarbeid					100 000
Elektro, styring, automatikk					130 000
Uspesifisert/uforutsett					200 000
Adm. /prosjektering					150 000
Sum					1 880 000

Tabell 3. Data for den flisfyrte varmesentralen

Siloen for flis bør være av en slik størrelse at anlegget kan gå minimum 1 uke på full effekt mellom hver silofylling. Aktuell flismengde blir da:

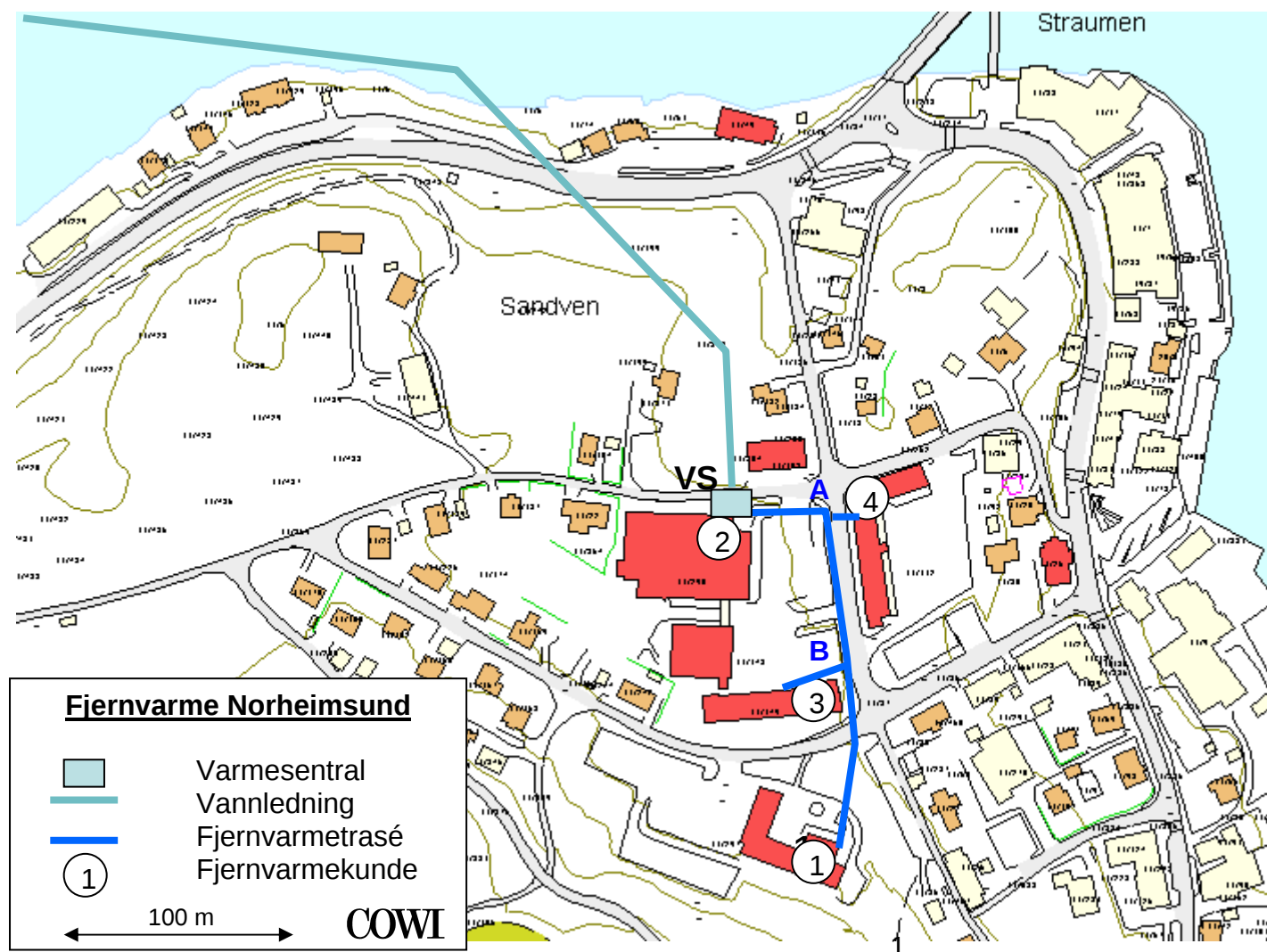
$$(250 \text{ kW} \times 24 \text{ timer} \times 7 \text{ døgn}) / 3 \text{ kWh/kg} = 14\,000 \text{ kg}$$

Med en densitet på 200 kg/lm³ (gjennomsnitt skogsflis og sag-/kutterflis) tilsvarer dette et silovolum på minimum 70 m³ (4x7x2,5 meter).

Askemengden blir om lag 3 tonn pr. år (1%).

7 **Aktuelt fjernvarmenett i Norheimsund**

Med en plassering av varmesentralen ved idrettshallen, har vi skissert et fjernvarmenett til de øvrige aktuelle byggene i sentrum. Det er sett på dimensjoner for ledningsstrekke og kostnadene er beregnet. Se figur 5 og tabell 4.



Figur 5 Oversikt over aktuell fjernvarmetrasé i Norheimsund

Strekning	Effekt (kW)	Dimensjon	Lengde (meter)	Kostnad eks. mva (1000 NOK)
VS –A	900	DN 100	35	123
VS-2	75	DN 40	15	35
A-4	300	DN 65	22	77
A-B	200	DN 65	82	312
B-3	50	DN 40	30	90
B-1	150	DN 65	70	190
Sum ledning				827
Abonnentsentraler				425
Uforutsett				200
Prosjektering				150
SUM				1 602

Tabell 4 Fjernvarmenett Norheimsund trinn 1

8 Økonomi Norheimsund

8.1 Investeringskostnader

For de to alternativene varmepumpe og bioenergi kan vi da sette opp følgende investeringsbehov (alle tall eks. mva):

Anleggsdel	Varmepumpeløsning NOK	Bioenergi NOK
Varmesentral	3 030 000	1 880 000
Fjernvarmenett	1 602 000	1 602 000
Konverteringskostnader el til vannbåren	900 000	900 000
SUM	5 532 000	4 382 000

Tabell 5 Investeringskostnader for energiløsninger Norheimsund

8.2 Lønnsomhetsvurderinger Norheimsund

I lønnsomhetsberegningene legges det inn følgende forutsetninger:

Energipriser:

I dag benytter Kvam herad rimelig konsesjonskraft til egne bygninger. Dersom denne prisen skal legges til grunn for beregning av lønnsomhet, vil det bli vanskelig å få realisert alternative varmeløsninger i Kvam. Ved utbygging av alternativer som reduserer uttaket av elektrisitet, kan overskuddet selges i kraftmarkedet. I beregningene velges det derfor å benytte en gjennomsnittlig markedspris for olje- og elektrisitet på 55 øre/kWh eks. mva levert forbruker.

Parameter	Beregning	Varmepumpe- løsning	Bioenergiløsning
Strøm til varmepumpe m/ effektfaktor lik 3	0,55 kr/kWh x 0,33 x 825000 kWh	149 740,-	
Innkjøp biobrensel	0,2 kr/kWh x 970 000 kWh		193 400,-
Energi til topplast	0,55 kr/kWh x ..	79 750,-	55 000,-
Erstattet olje/el	970 000 kWh x 0,55 kr/kWh	533 500,-	533 500,-
Årlig drift & vedlikehold	2% på bio 1% på VP	55 300,-	87 600,-
5% tap i fjernvarmenett		9 000,-	9 700,-
Årlig besparelse før kapitalkostnader		239 700,-	187 800,-
Investeringsstøtte Enova (50 øre/kWh fornybar energi)		272.000,-	435 000,-

Tabell 6. Nøkkeltall for alternativene i Norheimsund

Avkastningskrav (realrente)	:	7%
Økonomisk levetid tekniske anlegg	:	18 år
Alle kostnader er ekskl. mva.		

Enova SF kan gi investeringsstøtte både til varmepumpeløsningen og bioenergiløsningen. Satsen varierer avhengig av prosjektets lønnsomhet, andel fornybar energi samt konkurranseforhold til andre søkere i samme søknadsrunde. Vi velger å benytte en sats på 50 øre/kWh fornybar energi.

Resultater fra lønnsomhetsberegninger:

	Varmepumpe	Bioenergi
Investeringskostnader netto (NOK)	5 260 000,-	3 947 000,-
Årlige besparelser netto (NOK)	239 700,-	187 800,-
Nåverdi (mill NOK)	-2,8	-2,1
Internrente (%)	-2,0	-1,6
Pay-back (år)	22	21

Tabell 7. Lønnsomhet for alternativene i Norheimsund

Som vi ser, viser beregningene en negativ nåverdi og en internrente som er betydelig lavere enn realavkastningskravet på 7%. Pr. definisjon er da prosjektet ikke lønnsomt ved de valgte forutsetningene. I neste kapittel har vi forandret enkelte parametere og løsninger for å se hvilken betydning dette har for lønnsomheten i prosjektet.

8.3 Følsomhetsvurderinger

I utgangspunktet viser de to alternativene relativt dårlig lønnsomhet. I tillegg til å variere parametrene for disse løsningene, velger vi også å trekke inn to alternativer med varmepumpe basert på uteluft og varmepumpe basert på bergvarme. Vi velger her kun å forsyne idrettshallen og ungdomskolen i et første trinn. Løsningen kan eventuelt senere utvides til de øvrige bygningene etter at de er konvertert til vannbåren varme. Følgende nøkkeldata gjelder for disse alternativene:

Varmepumper:

	<u>Uteluft:</u>	<u>Bergvarme:</u>
Avgitt effekt fra varmepumpe	: 200 kW	200 kW
Varmedekning fra varmepumpe	: 470 000 kWh	575.000 kWh
Varmedekning fra olje/elkjel	: 250 000 kWh	145.000 kWh
Investering varmesentral	: 950.000 kr	1 895.000 kr
Investering fjernvarmenett	: 600.000 kr	600.000 kr
Strøm til varmepumpe	: 85.000 kr	105.000 kr
Energi til topplast	: 137.500 kr	80.000 kr
Erstattet olje/el	: 396.000 kr	396.000 kr
Årlig drift & vedlikehold	: 25.000 kr	25.000 kr
5% tap i fjernvarmenett	: 5.000 kr	5.000 kr
Årlig besparelse før kapitalkost.	: 143.500 kr	181.000 kr
Investeringsstøtte Enova	: 165.000 kr	190.000 kr

Situasjon	Netto investering NOK	Nåverdi mill NOK	Intern- rente %	Kommentar
VARMEPUMPE:				
a) Basis	5 260 000	-2,8	-2,0	Ikke lønnsomt
b) 54% redusert investering	2 411 000	0	7	Lønnsomt
c) Olje/elpris lik 1,08 kr/kWh	5 260 000	0	7	Lønnsomt
d) 520 000 kWh økt salg	5 260 000	0	7	Lønnsomt
BIOENERGIANLEGG:				
a) Basis	3 947 000	-2,1	-1,6	Ikke lønnsomt
b) 52% redusert investering	1 889 090	0	7	Lønnsomt
c) Olje/elpris lik 0,80 kr/kWh	3 947 000	0	7	Lønnsomt
d) 580 000 kWh økt salg	3 947 000	0	7	Lønnsomt
VARMEPUMPE UTELUFT				
a) Basis	1 385 000	0,06	7,6	Lønnsomt
BERGVARMEPUMPE				
a) Basis	2 305 000	-0,5	3,9	Ikke lønnsomt
b) 21% redusert investering	1 820 000	0	7	Lønnsomt
c) Olje/elpris lik 68 øre/kWh	2 305 000	0	7	Lønnsomt

Tabell 8. Følsomhetsanalyse Norheimsund

Prosjektet er følsomt for endringer både i energipris og solgt energimengde. Dersom energiprisen eks. mva stiger til henholdsvis 0,80 og 1,08 øre/kWh, er det lønnsomhet i de to opprinnelige bioenergi- og varmepumpealternativene. Likeså dersom energisalget øker med drøye 500 000 kWh innenfor de samme investeringsrammene, vil prosjektet bli lønnsomt. Det opplyses at det er planer om to nye forretningsbygg på arealet mellom varmesentralen og Movatnet. Samlet areal kan bli ca 8000 m² med et varmebehov på ca 600.000 kWh. Dersom dette realiseres bør man gå i forhandlinger med utbyggerne med tanke på en mulig plassering av varmesentralen i tilnytning til en av bygningene. Dette kan representere det økte varmesalget som gjør dette alternativet lønnsomt.

For varmepumpe basert på uteluft gir prosjektet lønnsomhet ved leveranse til idrettshall og ungdomskole under de gitte forutsetningene. For bergvarmepumpealternativet må energiprisen stige til 68 øre/kWh (eks. mva) for at løsningen skal bli lønnsom.

For bergvarme- og varmepumpe fra Movatnet har vi regnet en turtemperatur fra varmepumpe på 60 °C og 50 °C fra uteluftalternativet. For å dekke de eksisterende byggene på de kaldeste dagene vil temperaturen i fjernvarmenettet måtte ligge opp mot 85 -90 °C. Returtemperaturen fra kundene kan da på disse dagene ligge over turtemperaturen fra varmepumpene og vi får da ikke utnyttet varmepumpene. Dersom man velger å realisere alternativet med uteluftvarmepumpe, må man gå nærmere inn i de eksisterende byggene og innregulere varmeanleggene og se hvilke minimumskrav som stilles.

9 Varmeløsningen i Øystese

I Øystese er det i dag 4 bygg som er tilkoblet en vann/glykol-ledning og som ved hjelp av individuelle varmepumper dekker deler av eget varmebehov. De fire byggene er Kabuso, Mikkelsflaten omsorgsboliger, Øystese barneskole og Øysteseheimen. Vann/glykolkreten varmeveksles mot sjøvann som hentes ute i fjorden via en 8 toms ledning på ca 40 meters dybde. Varmeveksler står i pumpehuset på stranda. Vann/glykolblandingen går i en tur og returledning opp til bygningene. Tur/ retur ligger i samme grøft. Dimensjonene er 6 toms

fra pumpehus til Mikkelsflaten og 4 toms videre. Mikkelsflaten og Øysteseheimen henter vann fra turledning og slipper varmevekslet vann tilbake på returledningen. Kabuso og barneskolen slipper varmevekslet vann tilbake på turledningen.

Energiledningen er i følge Normann Etek AS dimensjonert for 400 kW effekt og i dag hentes ca. 260 kW ut av ledningen. Ut fra dette, er det da kun tilgjengelig 140 kW effekt for nye bygg.

Da det allerede er nedlagt investeringer i denne løsningen, vil det være riktig å se hvilke muligheter det ligger i å utvide anlegget og hva dette vil gi av kostnader og besparelser. Løsningen som vil kunne gi størst kapasitetsøkning med minst mulig inngrep, er å gjøre om dagens returledning til en turledning slik at det blir to turledninger fram til et avgreinsingspunkt ved barneskolen. Derfra går man så videre med en større turledning i ring via Kvam ungdomskole (evt. også Øystese gymnas), Øystese idrettshall, Hardangerfjord Hotell og tilbake til pumpestasjonen. Avhengig av gjenværende kapasitet kan eventuell planlagt badeland også kobles på ledningen, alternativt legge egen sjøvannsledning. Dette er skissert i figur 6. Med en slik løsning ligger det også en framtidig mulighet i at virksomheter med spillvarme som for eksempel Meieriet kan levere varme inn på ledningen ved hjelp av en enkel varmeveksler. Dette vil øke kapasiteten på anlegget ytterligere og være med å utnytte spillvarme til f.eks. det nye badelandet.

En slik ombygging er drøftet med Normann Etek AS som var med under leggingen av den opprinnelige ledningen. De samtykker i at en ringledning vil være den mest hensiktsmessige løsningen.

I tabell 9 har vi listet opp de byggene som i dag forsynes fra sjøvannsledningen samt de mest aktuelle bygningene for tilkobling til ledningen. Enkelte av byggene har i dag direkte elektrisk oppvarming og må i så fall bygge om til vannbåren varme til oppvarming og/eller ventilasjon. Det har vært kontakt med Hordaland fylkeskommune som driver Øystese gymnas og de mener det kan være aktuelt å konvertere gymnaset fra direkte elektrisk oppvarming til vannbåren varme. I tabellen er det lagt inn en kostnad på kr. 2200 pr. kW for installasjon av varmepumpe for de byggene som ikke har dette i dag. Kostnaden for dette er lagt inn i lønnsomhetsberegningene.

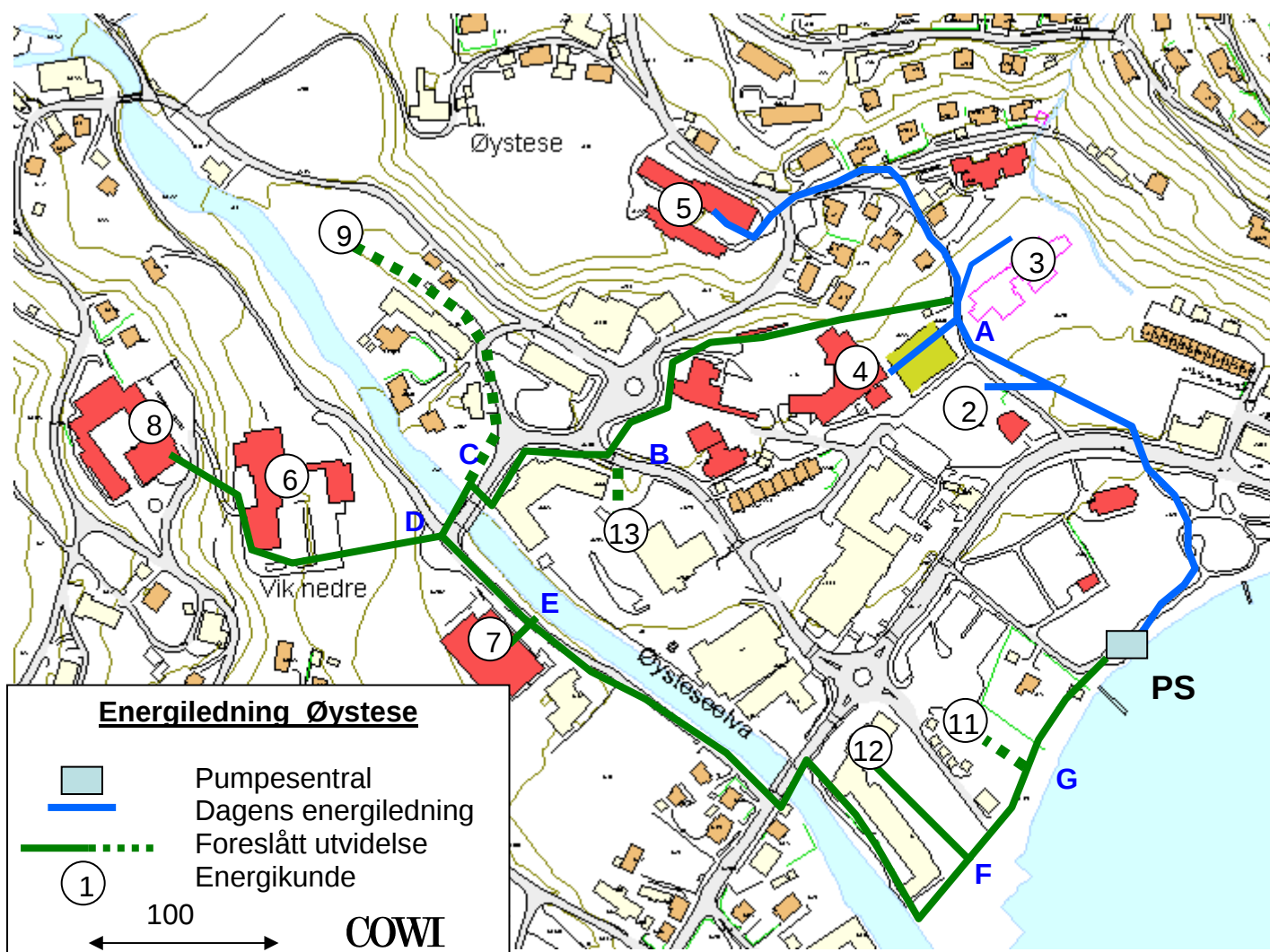
	Bygg	Varmebehov kWh/år	Effektbehov kW (kW VP)	Varmepumpe- kostnad NOK	Kommentar
2	Kabuso				Er tilkoblet
3	Mikkelsflaten Omsorgsbustader				Er tilkoblet
4	Øystese barneskule				Er tilkoblet
5	Øysteseheimen				Er tilkoblet

6	Kvam Ungdomskule	350 000	175 (90)	200 000,-	
7	Øystese Idrettshall	200 000	100 (50)	110 000,-	
8	Øystese gymnas	300 000	150 (75)	165 000,-	
9	Planlagt ny barnehage	80 000	40 (30)	70 000,-	
11	Framtidig badeland	500 000	250 (125)	275 000,-	
12	Hardangerfjord Hotell	200 000	100 (50)	110 000,-	
13	Tine Meieri Øystese				Kan evt. levere varme
	SUM	1 630 000	815 (420)	930 000,-	

Tabell 9. Dagens samt framtidige potensielle varmekunder i Øystese

10 Utvidet energiledning i Øystese

Som nevnt i foregående avsnitt, vil en ombygging av dagens energiledning til en ringledning trolig være den mest hensiktsmessige løsningen for å dekke en økt etterspørsel. Løsningen er skissert i figur 6. I tabell 10 er satt opp et kostnadsoverslag for en slik ombygging og videreføring.



Figur 6 Ombygging til ringledning i Øystese

Strekning	Effekt (kW)	Dimensjon	Lengde (meter)	Kostnad eks. mva (1000 NOK)
A-B		DN 200	245	367
B-13		DN 200 x 2	50	100
B-C		DN 200	140	210
C-9	30	DN 80 x 2	200	300
C-D		DN 200	20	60
D-6	90	DN 125 x 2	160	270
6-8	75	DN 100 x 2	100	150
D-E		DN 200	80	120
E-7	50	DN 80 x 2	40	60
E-F		DN 200	370	560
F-12	50	DN 80 x 2	80	100
F-G		DN 200	70	100
G-11	125	DN 150 x 2	50	50
G-PS		DN 200	90	135
Sum ledning				2 582
Varmepumper				930
Tilkoblinger				300
Rør, el, omlegging				400
Uforutsett				200
Prosjektering				300
SUM				4 712

Tabell 10 Data og kostnader for ombygging til ringledning i Øystese

Det nevnes at energiledningen i Øystese også kan benyttes til klimakjøling om sommeren. Ved hjelp av enkle tiltak kan varmpumperne benyttes som kjølemaskiner. Alternativt kan også vann/glykolløsningen benyttes direkte til kjøling, såkalt frikjøling. I de tilfeller dette erstatter elektriske klimakjølemaskiner på uteluft, er dette riktige energiøkonomiske løsninger. Besparelsene på dette kommer som et tillegg som vil bedre lønnsomheten i tiltaket.

11 Økonomi Øystese

11.1 Energibesparelser

Vi tar utgangspunkt i at bygningene som knyttes på, vil få dekket 90% av energibehovet sitt fra varmpumper. 2/3 av denne energimengden hentes fra energiledningen, resterende 1/3 er strøm til varmpumpe. Som tidligere setter vi en pris på 55 øre/kWh for spart energi. Tabellen nedenfor viser da hvor mye energi som hentes ut fra energiledningen for de nytilkoblede byggene. Ledninger og investeringer til eksisterende bygg holdes utenom beregninger av kostnader og inntekter da dette er allerede gjennomførte tiltak.

Nr	Bygg	Varmebehov kWh/år	Energi fra ledning kWh/år	Besparelse kr/år
6	Kvam Ungdomskole	350 000	208 000	114 400,-
7	Øystese Idrettshall	200 000	119 000	65 340,-
8	Øystese Gymnas	300 000	178 200	98 010,-
9	Ny barnehage	80 000	47 520	26 140,-
11	Framtidig badeland	500 000	297 000	163 350,-
12	Hardangerfjord Hotel	200 000	119 000	65 340,-
	SUM	1 630 000	968 720	532 520,-

Tabell 11. Potensielle energikunder i Øystese

11.2 Lønnsomhetsvurderinger Øystese

I lønnsomhetsberegningene legges det inn følgende forutsetninger:

Energipriser:

I dag benytter Kvam herad rimelig konsesjonskraft til egne bygninger. Dersom denne prisen skal legges til grunn for beregning av lønnsomhet, vil det bli vanskelig å få realisert alternative varmeløsninger i Kvam. Ved utbygging av alternativer som reduserer uttaket av elektrisitet kan overskuddet selges i kraftmarkedet. I beregningene velges det derfor å benytte en gjennomsnittlig markedspris for olje- og elektrisitet på 55 øre/kWh eks. mva levert forbruker.

Årlig besparelse (968 720 x 0,55 øre/kWh)	:	kr. 532 500,-
Total investering	:	kr. 4 712 000,-
Avkastningskrav (realrente)	:	7%
Økonomisk levetid	:	18 år
Økte årlige drifts- og vedlikeholdskostnader (2%)	:	kr. 95.000,-
Alle kostnader er ekskl. mva.		

Enova SF kan gi investeringsstøtte til prosjektet. Satsen varierer avhengig av prosjektets lønnsomhet, andel fornybar energi samt konkurranseforhold til andre søkere i samme søknadsrunde. Vi velger å benytte en sats på 50 øre/kWh fornybar energi, dvs et søknadsbeløp på kr. 485 000,-.

Resultater fra lønnsomhetsberegninger:

Investeringskostnader netto (NOK)	4 227 000,-
Årlige besparelser netto (NOK)	437 500,-
Nåverdi (mill NOK)	0,2
Internrente (%)	7,6
Pay-back (år)	10

Tabell 12. Lønnsomhetsberegning for utvidelse av energiledning i Øystese

Som vi ser, viser beregningene en positiv nåverdi og en internrente som er høyere enn realavkastningskravet på 7%. Pr. definisjon er da prosjektet lønnsomt ved de valgte forutsetningene. I neste kapittel har vi forandret enkelte parametere for å se hvilken betydning dette har for lønnsomheten i prosjektet.

11.3 Følsomhetsvurderinger

Situasjon	Netto investering NOK	Nåverdi mill NOK	Intern- rente %	Kommentar
a) Basis	4 227 000	0,2	7,6	Lønnsomt
b) Uten nytt badeland	4 052 000	-1,3	2,2	Ikke lønnsomt
c) Som b) men med olje-/elpris på 74 øre/kWh	4 052 000	0	7	Lønnsomt
d) Som a) men med olje-/lepris på 74 øre/kWh	4 227 000	2,0	13	Lønnsomt

Tabell 13. Følsomhetsvurderinger Øystese

Vi ser at prosjektet ikke er lønnsomt uten at det planlagte badelandet knyttes til ledningen. Uten nytt badeland må energiprisen stige til 74 øre/kWh (eks. mva) for å få lønnsomhet i prosjektet.

12 Energiløsninger Strandebarm

I Strandebarm er de fleste byggene oppvarmet med direkte elektrisitet. Det er kun barnehagen som har vannbårent oppvarmingssystem. Det planlegges ny skole på 4 800 m² rett sydvest for idrettsbanen (se tabell 14 og figur 7). Avstanden til sjøen er mindre enn 100 meter og forholdene skulle derfor ligge vel til rette for en sjøvannsvarmepumpe.

Den tidligere husmorskolen er under rehabilitering og kunne eventuelt lagt opp nytt vannbårent varmeanlegg. Det kan antydes kostnader på ca. 1 mill. kr for en slik konvertering.

Nr	Bygg	Oppvarmingssystem	Oppvarmingsbehov kWh/år	Effektbehov kW
1,2	Strandebarm u- og barneskole	Dir. el	400 000	200
3	Strandebarm barnehage	Vannbåren, el	45 000	23
4	Helsesenter	Dir. el	60 000	30
5	Ny skole	Vannbåren	450 000	225
6	Tidl. husmorskole	Dir. el.	150 000	100
7	Idrettshus	Dir. el.	50 000	25
	SUM		1 095 000	

Tabell 14 Aktuelle bygninger i Strandebarm

I skolene som fases ut ved bygging av ny skole, planlegges det bl.a. leiligheter. Ved ombygginger bør man vurdere vannbårne varmeanlegg f.eks. basert på bergvarme- eller uteluftvarmepumper. Det er da svært viktig at man velger lavtemperatur varmeanlegg.

I vurderingene av energiløsninger i Strandebarm, vil vi se nærmere på to aktuelle prosjekter: Installasjon av uteluftvarmepumpe ved Strandebarm barnehage og sjøvannsvarmepumpe i ny skole. For skolen foreligger det kun opplysninger om et planlagt areal. Våre tall for energiforbruk og kostnader er derfor kun veiledende. I tabell 15 har vi angitt nøkkeltall for de to prosjektene:

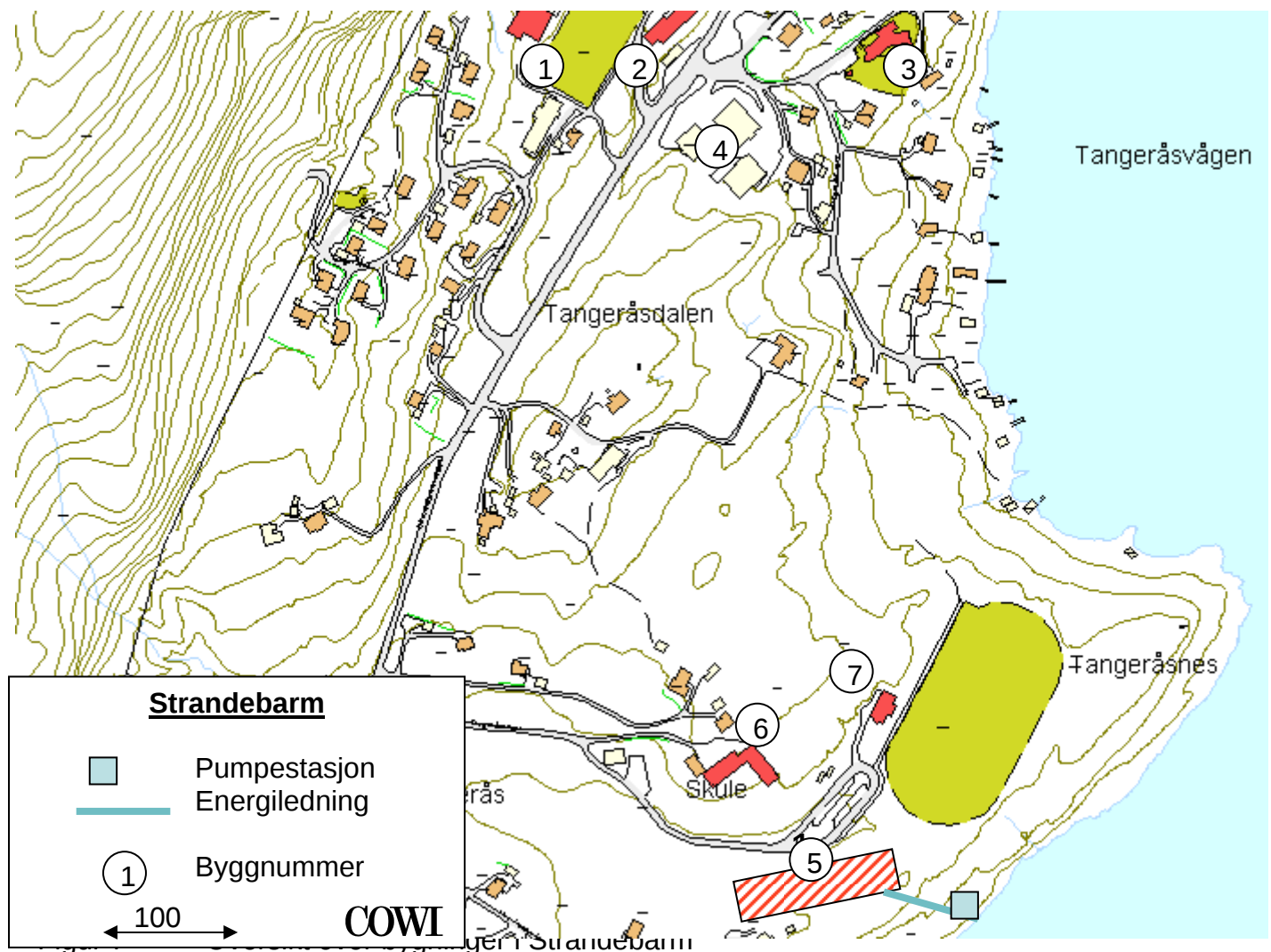
Nr	Bygg	Effekt varmepumpe kW	Energi fra varmepumpe kWh/år	Investeringer NOK	Besparelse NOK/år
3	Strandebarm barnehage	15	40 000	85 000,-	14 500,-
5	Ny skole	150	400 000	800 000,-	145 000,-

Tabell 15 Aktuelle energiprojekter i Strandebarm

For barnehagen foreslås montasje av uteluftvarmepumpe på taket av barnehagen. Varmepumpen kobles på den dobbeltmantlede berederen og det legges opp en kurs til et nytt vannbasert varmebatteri i ventilasjonsanlegget. Eksisterende kolber og elektrisk ventilasjonsbatteri beholdes for å dekke topplast og reserve.

For den nye skolen er det svært viktig at man legger opp til et lavtemperatur varmeanlegg slik at man får utnyttet varmepumpen best mulig. I tillegg kan varmepumpen leveres med overheter for å dekke varmtvannsforbruket. Ved nybygging er det ellers viktig at man vurderer tiltak for å redusere energibehovet. Dette kan være tiltak som økt isolering og automatikk for styring av lys og teknisk utstyr. Investeringer og besparelser knyttet til dette kan også tas med i søknaden til Enova. Før dimensjoneringen foretas, bør det i tillegg avklares om den tidligere husmorskolen er interessert i å kjøpe varme fra anlegget. Størrelsen på sjøvannsinntak og varmepumpe tilpasses da det samlede behovet.

Figuren på neste side viser et oversiktskart over Strandebarm.



12.1 Lønnsomhetsvurderinger Strandebarm

I lønnsomhetsberegningene legges det inn følgende forutsetninger:

Energi priser:

I dag benytter Kvam herad rimelig konsesjonskraft til egne bygninger. Dersom denne prisen skal legges til grunn for beregning av lønnsomhet, vil det bli vanskelig å få realisert alternative varmeløsninger i Kvam. Ved utbygging av alternativer som reduserer uttaket av elektrisitet kan overskuddet selges i kraftmarkedet. I beregningene velges det derfor å benytte en gjennomsnittlig markedspris for olje- og elektrisitet på 55 øre/kWh eks. mva levert forbruker.

Enova SF kan gi investeringsstøtte til prosjektene dersom det fornybare energipotensialet overstiger 500 000 kWh pr. år. Alene er prosjektene i Strandbarm ikke tilskuddsberettiget men dersom det søkes om en samlet støtte samtidig med

Øystese-prosjektet, kan støtte gis. Satsen varierer avhengig av prosjektets lønnsomhet, andel fornybar energi samt konkurranseforhold til andre søkere i samme

søknadsrunde. Vi velger å benytte en sats på 50 øre/kWh fornybar energi, dvs et søknadsbeløp på kr. 132 000,- til skolen og kr. 13 000,- til barnehagen.

Resultater fra lønnsomhetsberegninger:

	Varmepumpe barnehage	Varmepumpe ny skole
Investeringskostnader netto (NOK)	72 000,-	668 000,-
Årlige besparelser netto (NOK)	14 500,-	145 000,-
Økonomisk levetid (år)	15	18
Realavkastningskrav (%)	7	7
Nåverdi (mill NOK)	0,06	0,8
Internrente (%)	19	21
Pay-back (år)	5	4,6

Tabell 16. Lønnsomhetsberegninger Strandebarm

Som vi ser, viser beregningene en positiv nåverdi og en internrente som er høyere enn realavkastningskravet på 7% for begge prosjektene. Pr. definisjon er da prosjektene lønnsomme ved de valgte forutsetningene. I neste kapittel har vi forandret enkelte parametere for å se hvilken betydning dette har for lønnsomheten.

12.2 Følsomhetsvurderinger

Situasjon	Netto investering NOK	Nåverdi mill NOK	Intern- rente %	Kommentar
Barnehagen:				
a) Basis	72 000	0,06	19	Lønnsomt
b) Økt investering	132 000	0	7	Lønnsomt
Ny skole:				
a) Basis	668 000	0,8	21	Lønnsomt
b) Økt investering	1 450 000	0	7	Lønnsomt

Tabell 17. Følsomhetsanalyse Strandebarm

Fra følsomhetsvurderingen kan vi se at varmepumpen i barnehagen er lønnsom helt opp til en investering på 132 000 kroner. Tilsvarende er det lønnsomhet i en sjøvannsvarmepumpe ved den nye skolen opp til en investering på 1,45 mill. kr.

13 Konklusjoner og anbefaling

I denne rapporten har vi sett på alternative energiløsninger på tre ulike steder i Kvam herad. Kommunen står foran utbygginger og rehabilitering av flere skoler og det er derfor interessant å se om man samtidig kan etablere alternativ varmforsyning til skolene og eventuelle andre bygninger i nærheten.

Generelt har kommunen et ønske om å konvertere bygg med direkte elektrisk oppvarming over til vannbårne oppvarmingssystemer. Dette er i tråd med nasjonale og politiske mål og uttalelser. I seg selv gir en slik konvertering ingen redusert eller miljøvennlig energibruk. Imidlertid gir det muligheter til å ta i bruk alternative energikilder til oppvarming nå eller i framtiden. Et vannbårent anlegg gir stor fleksibilitet når det gjelder valg av energibærer.

I rapporten har vi sett på to alternative energikilder som grunnlag for varmforsyning. Dette er bioenergi i form av flisfyring og varmepumper basert på sjøvann, uteluft og bergvarme. Alle løsningene bidrar til redusert bruk av elektrisitet til oppvarming og redusert bruk av oljefyring. I en situasjon der det nasjonale elektrisitetsforbruket øker, vil både en frigjøring av elektrisitet og redusert bruk av fyringsolje bidra til redusert utslipp av klimagassen CO₂.

I overslagsberegninger kan vi benytte et redusert utslipp på 0,4 kg CO₂ –ekvivalenter pr kWh fornybar energi.

I beregningene har vi valgt å benytte en energipris på olje- og elektrisitet på 55 øre/kWh eks. mva. når vi har regnet besparelser ved overgang til alternativ varmforsyning. Vi har videre satt et avkastningskrav på 7% som lønnsomhetsgrense ved overgang til bioenergi eller varmepumper.

Ut fra de valgte forutsetningene kan vi da oppsummere prosjektene slik:

Norheimsund:

Vi har her både vurdert flisfyring og varmepumpe basert på pumping av vann fra Movatnet. I tillegg har vi sett på varmepumpeløsninger for uteluft og bergvarme for en begrenset bygningsmasse. Forholdet mellom investeringsbehov og varmegrunnlaget medfører at det ikke er lønnsomhet i de valgte alternativene der man ser på de 4 aktuelle byggene samlet. Dersom man kun tar med idrettshall og ungdomskole som i dag har vannbåren varme, og baserer seg på en uteluftvarmepumpe (luft til vann), kan man få lønnsomhet i prosjektet. Det betinger imidlertid en innregulering av varmeanleggene og en mer inngående undersøkelse av temperaturkravene. På sikt kan det være aktuelt å koble sammen de øvrige byggene, og vi vil derfor anbefale at man ved eventuelle rehabiliteringer av bygninger konverterer til vannbåren varme. Dersom interessen fra lokale skogbrukere er til stede, kan det da eventuelt tas opp en diskusjon også rundt biobrenselalternativet.

Imidlertid opplyses at det er planer om to nye forretningsbygg på arealet mellom varmesentralen og Movatnet. Samlet areal kan bli ca 8000 m² med et varmebehov på ca 600.000 kWh. Dersom dette realiseres, bør man gå i forhandlinger med utbyggerne med tanke på en mulig plassering av varmesentralen i tilnytning til en av bygningene. Dette kan representere det økte varmesalget som gjør dette alternativet lønnsomt (alternativ VARMEPUMPE d) i følsomhetsvurderingen).

Øystese:

Siden det allerede er etablert en energiledning basert på varmevekslet sjøvann, har vi vurdert en utvidelse av den eksisterende energiledningen slik at man etablerer en ringledning gjennom sentrum og tilbake til pumpestasjonen. En slik utvidelse er lønnsom under forutsetning av at de aktuelle byggene knytter seg på ledningen, herunder det planlagte badelandet. Det anbefales derfor at det innledes samtaler med eierne av gymnaset, Hardangerfjord Hotell og initiativtakerne bak badelandet, men tanke på inngåelse av energiavtaler. Videre foreslås det å utarbeide og sende søknad til Enova SF om investeringstilskudd til anlegget. Under forutsetning av inngåtte energiavtaler og tilskudd fra Enova, vil vi anbefale at anlegget prosjekteres og bygges.

Det vil imidlertid ta noe tid både å få på plass avtaler og tilskuddstilsagn. I tillegg er det usikkert når badelandet vil bli realisert. Kvam ungdomskole er imidlertid under rehabilitering og man må der velge en løsning relativt raskt. Vi vil da anbefale at man bygger det interne varmeanlegget på ungdomskolen som et lavtemperatursystem og at man som en midlertidig løsning, beholder eksisterende olje- og elektrokjele, evt. supplert med ytterligere kapasitet. Senere vil man da kunne installere en varmepumpe som enten kan hente varme fra ringledningen eller fra uteluft eller bergvarme.

Strandebarm:

I forbindelse med byggingen av ny skole i Strandebarm har vi vurdert etablering av sjøvannsvarmepumpe for dekking av behovet for oppvarming, ventilasjon og varmtvann ved skolen. Beregningene viser at det er god lønnsomhet i en slik løsning. Det bør avklares hvorvidt eierne av den tidligere husmorskolen er interessert i å konvertere til vannbåren varme og knytte seg på anlegget. Endelig dimensjonering av varmepumpe gjøres etter at dette er avklart og varmebehovet til skolen er nærmere bestemt. Det anbefales at prosjektet inngår i en samlesøknad til Enova sammen med Øysteseprosjektet. I søknaden bør også merkostnaden med det vannbårne varmeanlegget inngå.

Videre har vi vurdert en installasjon av luft til vann varmepumpe ved Øystese barnehage. Barnehagen har vannbårent anlegg og en varmepumpe vil ha god lønnsomhet. Som for skolen, vil vi anbefale at varmepumpen inngår i en fellessøknad til Enova om investeringsstøtte.

COWI AS vil takke for oppdraget med forstudien og står gjerne til tjeneste ved eventuell videreføring av arbeidet.

Fredrikstad, 5. desember 2006
COWI AS

Egil Erstad (sign.)