

# Energiforsyning Martineåsen

## Utredning

Status: **Endelig utgave**  
Dato: 29.02.2016  
Utarbeidet av: **Marie Haugen**  
Oppdragsgiver: Larvik Kommune

# Rapport

Oppdragsgiver:	<b>Larvik Kommune</b>	Dato:	29.02.2016
Prosjektnavn:	Forprosjekt Energiforsyning Martineåsen	Dok. ID:	32986-00011-2.0
Tittel.:	<b>Energiforsyning Martineåsen</b>		
Deres ref:	Ingerid Heggelund		
Utarbeidet av:	Marie Haugen		
Kontrollert av:	Anders Etestøl/Jon Tveiten		
Status:	Endelig utgave		

## Sammendrag:

---

### 1 Sammendrag

Norsk Energi er engasjert av Larvik Kommune for å utrede løsninger for energiforsyning til det planlagte boligområdet Martineåsen.

Martineåsen skal bygges ut gradvis og det er dermed en usikkerhet når hele området vil være ferdig utbygd og hva som blir den endelige bygningsmassen. Utbyggingstempoet vil være avhengig av etterspørselen. Et forsiktig antall boenheter er 1 500, men det kan bli så mange som 3 000.

#### 1.1 Fjernvarme/nærvarmeanlegg

Hammerdalen Fjernvarme AS har fjernvarmekonsesjon for området Hammerdalen og Bergløkka med Fritzøe Brygge i Larvik Sentrum. Martineåsen ligger utenfor konsesjonsområdet, og vil følgelig ikke omfattes av tilknytningsplikten. En eventuell tilknytning vil kreve en forholdsvis lang overføringsledning, samt en utvidelse av konsesjonsområdet. Det er noe begrenset kapasitet i eksisterende fjernvarmeanlegg. På bakgrunn av dette vurderes tilknytning til eksisterende fjernvarmeanlegg som lite aktuelt.

Å etablere et nytt fjernvarme-/nærvarmeanlegg til et moderne boligområde er utfordrende, dersom en ikke har tilgang på en svært rimelig energikilde som for eksempel spillvarme fra industri. Det skyldes hovedsakelig følgende forhold:

- Lav elpris (kundens alternative pris som regulerer fjernvarmeprisen)
- Lavt energibehov i nybygg som følge av nye energiregler
- Bygningsmassen består hovedsakelig av boliger uten kjølebehov, som kunne ha gitt bedre lønnsomhet for varmepumpeanlegg.

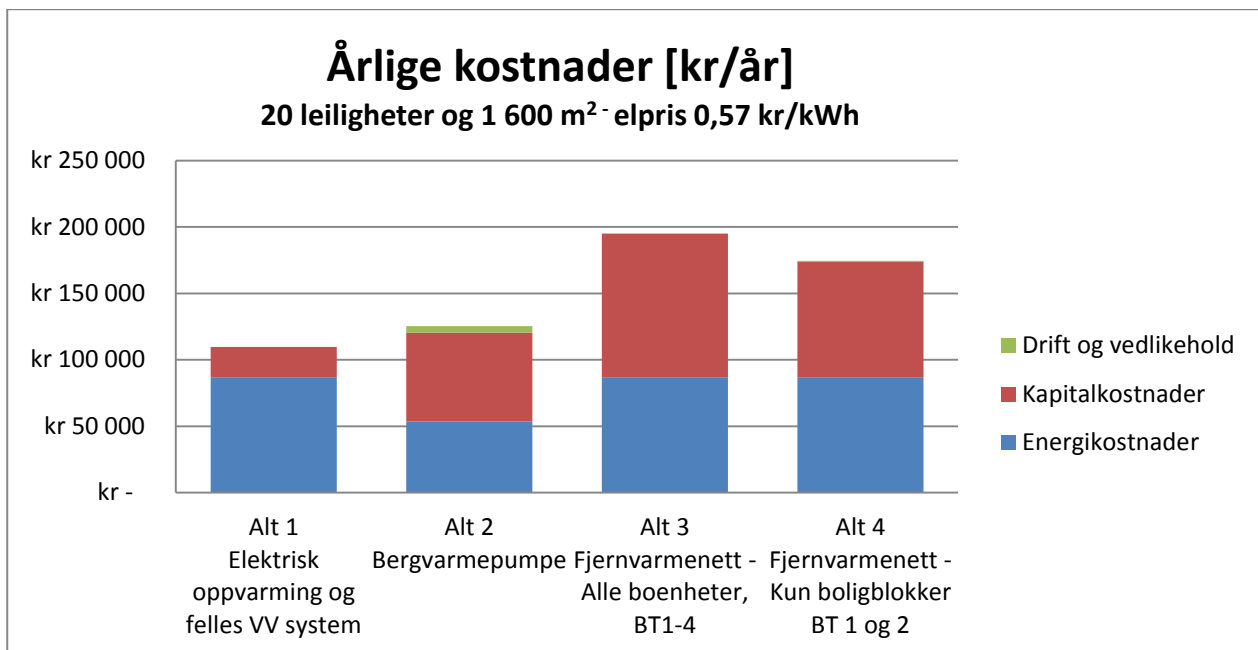
I tillegg gjør nye byggeregler det mulig å bygge med kun elektrisk oppvarming for bygg opptil 1 000 m<sup>2</sup>. Dette gjør at merkostnaden for vannbårne anlegg i bygget må tas med i sammenligning med direkte el. Tidligere var vannbårent oppvarmingsanlegg et *krav* for bygg over 500 m<sup>2</sup>, og kunne følgelig trekkes ut av sammenligningen.

Det er regnet på kostnadene ved å etablere et fjernvarme-/nærvarmeanlegg som forsyner hele eller en større del av planområdet. Beregningene viser at et slikt anlegg med gitte forutsetninger, ikke er

lønnsomt. Et stort nett som forsyner hele planområdet er mindre lønnsomt enn et mindre, kompakt nett, som kun forsyner yrkesbygg og boligblokker for de to første byggetrinnene.

## 1.2 Boligblokk, 20 leiligheter

Figuren nedenfor viser ulike alternativer for en boligblokk med 20 leiligheter. Her er kostnadene for å tilknytte seg et nyetablert nærvarmeanlegg, sammenlignet med elektrisk oppvarming og en lokal varmepumpecentral på bygget. Dagens elpris på **0,57 kr/kWh** for blokker som betaler effektledd er lagt til grunn.



Vannbåren varme med lokale varmesentraler kan vurderes, fortrinnsvis i boligblokker, i kombinasjon med solfangere eller bergvarmepumpe (evt. ferskvann fra Kleivertjern).

Med en elpris på **0,84 kr/kWh** blir alternativet med bergvarmepumpe konkurransedyktig med el for en boligblokk på 1 600 m<sup>2</sup>.

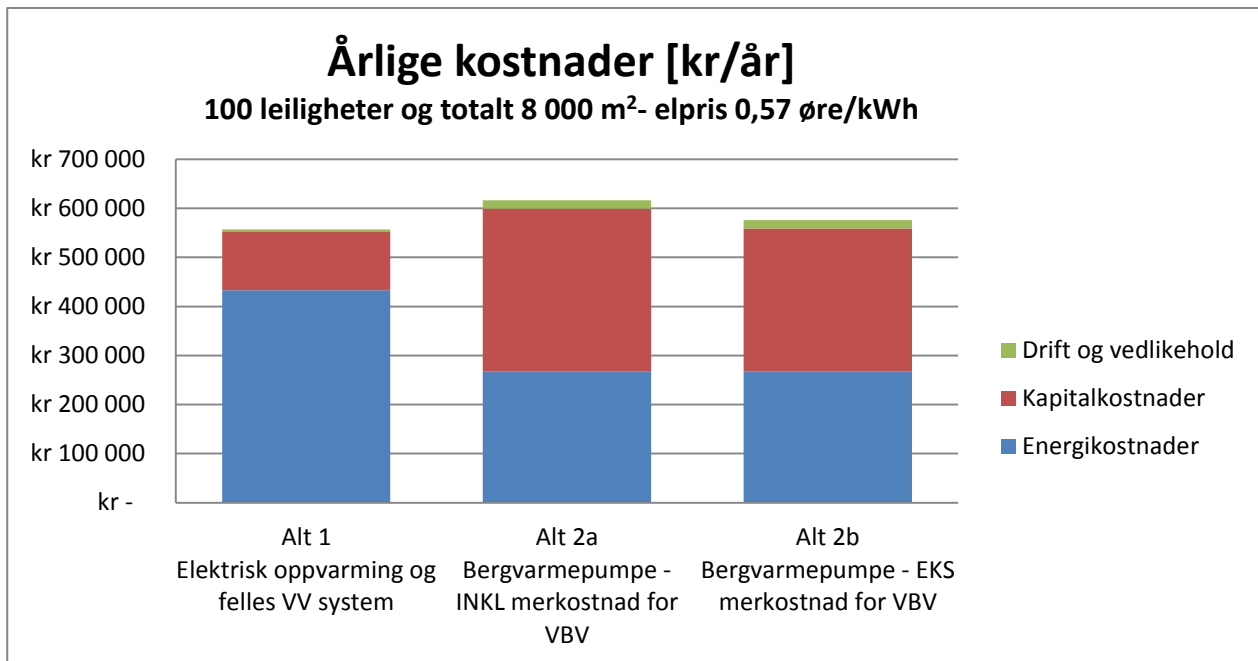
*Et nyetablert fjernvarmeanlegg/nærvarmeanlegg for området, med nybygg for varmesentral og lengre rørstrekk i bakken vil ikke kunne bli konkurransedyktig for Martineåsen, sammenlignet med lokale løsninger for et eller noen få bygg.*

## 1.3 Felles varmesentral for store blokker

Dersom det bygges noen større boligblokker med flere etasjer, eller blokkene bygges så tett at de kan kobles sammen uten store ekstrakostnader med rør i bakken, kan det gi bedre lønnsomhet for en felles energiløsning som for eksempel varmepumpe.

Det er regnet på et eksempel med en felles energiløsning for 100 leiligheter, på til sammen 8 000 m<sup>2</sup>. Det er ikke medtatt kostnader for bygg til energisentralen eller for å knytte byggene sammen, da det forutsettes at utstyret plasseres i blokken, og at byggene står tett sammen. Figuren nedenfor viser årlige kostnader for et varmepumpeanlegg, sammenlignet med direktevirkende elektrisk oppvarming med felles varmtvannsforsyning.

Det er vesentlig om man tar med kostnadene for å etablere vannbåren varme (VBV) i bygget, eller om man velger å holde dette utenom. Begge alternativer er vist her. Dagens elpris på **0,57 kr/kWh** for blokker som betaler effektledd er lagt til grunn.



Dersom man ser bort fra *merkostnadene* ved å etablere VBV i bygget, kan et felles varmepumpeanlegg nærme seg å være konkurransedyktig med elektrisk oppvarming. Med en liten økning av elprisen til **0,64 kr/kWh** blir de årlige kostnadene for alt. 2b like som for alt.1.

Dersom elprisen øker til **0,77 kr/kWh** blir de årlige kostnadene for bergvarmepumpe *inkludert* merkostnadene for det vannbårne distribusjonssystemet i bygget, alt. 2a, like som for alt. 1.

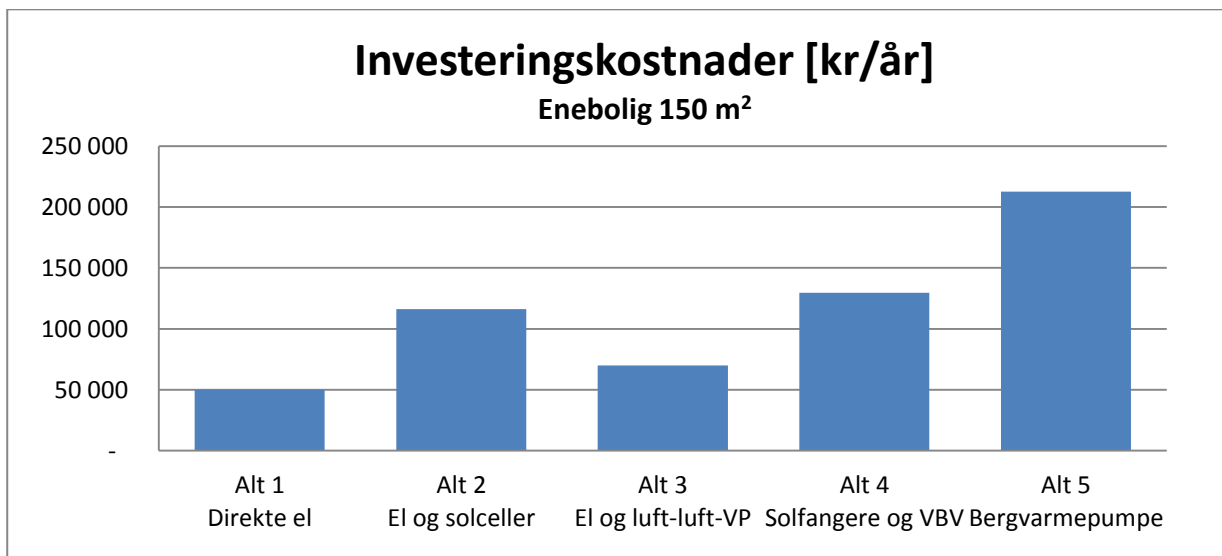
Vi vet ikke hvordan energiprisen vil utvikle seg i fremtiden, men de fleste prognosene tilsier at elprisen vil forbli lav for de nærmeste 10 årene.

Å bygge vannbåren varme gir økte investeringskostnader, men god fleksibilitet i forhold til ulike energikilder og utnyttelse av lokale ressurser. Vannbåren varme gir i tillegg god komfort i form av meget jevn innetemperatur.

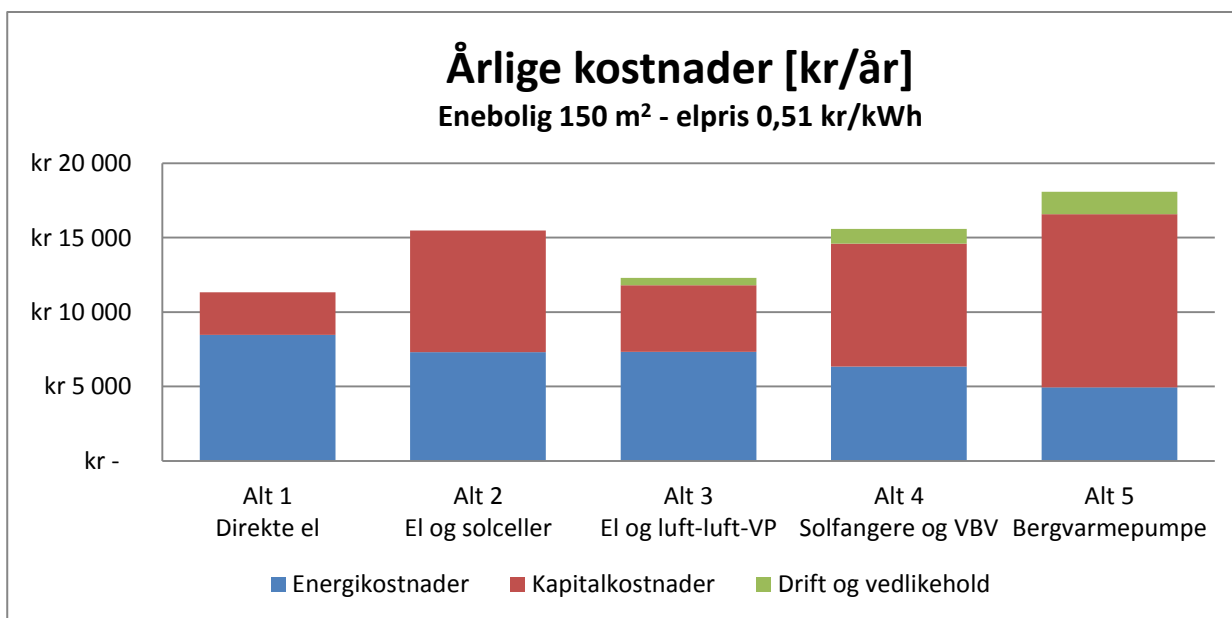
*Dersom kommunen ønsker å legge til rette for bruk av lokale energiresurser og energifleksible oppvarmingssystemer i bygg, er det å bygge større blokker i tett bebyggelse det alternativet som kostnadmessig kommer nærmest ren elektrisk oppvarming.*

## 1.4 Eneboliger

Eneboliger har lavere energibehov enn blokker, og det vil ikke kunne bli lønnsomt å knytte seg til et nyetablert fjernvarmeanlegg. For eneboliger er derfor lokale energiløsninger sammenlignet. Figuren nedenfor viser investeringskostnadene for de ulike alternativene:



For alternativ 1-3 er kostnad for skorstein og elektrisk oppvarming medtatt i investeringen. For alternativ 4-5 er kostnadene for å etablere vannbåren varme i bygget medtatt. Enova-støtten er trukket fra der det er aktuelt. De årlige kostnadene er vist i figuren under.



Med dagens elpris (**0,51 kr/kWh** for eneboligene uten effektledd) er det ingen alternative energikilder som gir lavere årlige energikostnader enn et rent elektrisk oppvarmingsanlegg, når man tar med kapitalkostnadene.

Dersom en ønsker å benytte fornybare energikilder for småhus på Martineåsen, er elektrisk oppvarming med luft-luft-varmepumpe det alternativet som kostnadmessig kommer nærmest ren elektrisk oppvarming.

Dersom elprisen øker til **0,96 kr/kWh** blir luft-luft-varmepumpe konkurransedyktig, sammenlignet med el.

I de nye energireglene stilles det krav om skorstein for småhus, dersom det ikke bygges vannbårent oppvarmingsanlegg. Dette kravet skal sikre en viss energifleksibilitet i småhus, selv om oppvarming hovedsakelig er elektrisk. En luft-luft-varmepumpe kan dermed kombineres med pelletsaminer eller vedfyring for ytterligere å redusere strømforbruket.

Selv om anlegg som utnytter solenergi totalt sett gir dyrere anlegg enn ren elektrisk oppvarming, kan disse tiltakene vurderes opp mot andre (f.eks bygningsmessige) tiltak for å redusere strømforbruket. For solceller og solfangere er det forutsatt ekstern montasje. Dersom det i stedet velges bygningsintegreerte solceller eller solfangere, kan kostnaden for alternativ kledning trekkes fra investeringskostnadene og gjøre anlegget mer lønnsomt.

## Innhold

Innhold.....	6
2 Innledning .....	7
3 Bakgrunn .....	7
4 Områdebeskrivelse .....	8
5 Rammevilkår .....	9
6 Forutsetninger .....	10
6.1 Bygningsmasse og utbyggingstakt.....	10
6.2 Effekt- og energibehov .....	11
7 Lokale, fornybare energiresurser .....	13
7.1 Varme .....	13
7.1.1 Varmepumpe basert på grunnvarme .....	13
7.1.2 Varmepumpe basert på uteluft/avkastluft.....	16
7.1.3 Varmepumpe basert på vann .....	17
7.1.4 Solvarme .....	17
7.1.5 Bioenergi.....	18
7.1.6 Fjernvarme.....	19
7.1.7 Andre kilder .....	20
7.2 Elektrisitet.....	21
7.2.1 Vindkraft .....	21
7.2.2 Solceller .....	21
8 Nærvarmeanlegg .....	21
8.1 Forutsetninger .....	22
8.1.1 Effekt- og energibehov .....	22
8.1.2 Energisentral.....	23
8.1.3 Nett.....	24
8.1.4 Elpris .....	25
8.2 Kontantstrømanalyse .....	25
9 Sammenligning av energiløsninger.....	29
9.1 Regneeksempel boligblokk – lokale og kollektive løsninger .....	29
9.1.1 Regneeksempel med lokal energiforsyning for større boligblokker .....	31
9.2 Regneeksempel med lokale løsninger for eneboliger .....	32
10 Konklusjon.....	34
Vedlegg 1 – investeringsstøtte fra Enova .....	37
Vedlegg 2 – BREEAM Communities .....	38
Vedlegg 3 – Kilder .....	39
Vedlegg 4 – tabeller og beregninger .....	40

## 2 Innledning

Norsk Energi er engasjert av Larvik Kommune for å utrede løsninger for energiforsyning til det planlagte boligområdet Martineåsen. Utredningen omhandler blant annet:

- Hvordan de geografiske og klimatiske forholdene ligger til rette for ulike fornybare energikilder
- Felles varmforsyning
- Muligheter for Enovastøtte
- Kan avfallsforbrenning utnyttes til energiforsyning for området?
- Kan utredningen oppfylle noen av delkravene som stilles for BREEAM Communities? Hva må utredes videre for å oppnå en høyere skår?

## 3 Bakgrunn

Det er både nasjonalt og regionalt utarbeidet en rekke planer for energibruk og energiplanlegging. På nasjonalt plan er det fokus på reduksjon av innenlandske nasjonale utslipp gjennom blant annet energibruk og overgang til fornybare brensler i varmforsyning. Gjennom EUs fornybardirektiv er Norge pålagt å øke fornybarandelen i energiforbruket frem til 2020.

Regional plan for bærekraftig arealpolitikk (RPBA) for Vestfold fokuserer på miljøvennlig energibruk, når det gjelder energibruk pr innbygger, andel av forbruket som dekkes av fornybar energi og utslipp av klimaskadelige gasser. Også i kommunale planer for Larvik kommune er det satt fokus på utnyttelsen av fornybare energiresurser, for eksempel i klima- og energiplan (KOU 2009:1) og Kommuneplan 2010-2022:

Klima- og energiplan (KOU 2009:1)

- Klimagassutslippene skal reduseres med 20 prosent av 1990-nivå innen 2020.
- Ny fornybar energi skal utgjøre 20 % av det stasjonære energiforbruket innen 2012 og 40 % innen 2020.
- Det stasjonære energiforbruket skal reduseres med 10 % innen 2020, med 2006 som basisår.
- Kommunens egen virksomhet skal være et forbilde på miljøvennlig energibruk.
- Innen 2016 skal kommunens egen virksomhet være klimanøytral på energibruk.

Kommuneplan 2010-2022

- Varmeplan: Før 1. gangs behandling av kommunedelplaner, områdeplaner og detaljerte reguleringsplaner over 15 boenheter skal det foreligge en varmeplan for området basert på ny, fornybar energi. Tilknytning til nærvarmeanlegg eller til fjernvarmeanlegg skal avklares i varmeplanen.
- Energiregnskap og alternative varmeløsninger: Sammen med byggesøknad for områder over 15 boenheter skal det framlegges dokumentasjon som viser utbyggingens energiregnskap, og gjøre rede for varmeløsninger basert på ny, fornybar energi.



## 4 Områdebeskrivelse

Martineåsen er et område på 2 000 dekar, som ligger som en åsrygg rett syd for E18 ved Farriseidet, i retning Porsgrunn. Prosjektområdet ligger 1,5 km fra Larvik Indre Havn. Høydeforskjellen fra havneområdet, opp til Kleiverplatået, er på 90 meter. Fra denne flaten stiger så Martineåsen ytterligere 70 meter opp til høyeste punkt.

Området skal primært bygges ut til boliger, ca. 750 dekar. Det er planlagt mellom 1 400-1 900 boenheter, men fullt potensial er på 3 000 boenheter. Sky skole som ligger innenfor området skal utvides. Videre er det planlagt et nytt idrettsanlegg (svømmehall/flerbrukshall), samt noe sentrumsstruktur.

Planen er at området skal være ferdig utbygd ca. 2040, med byggestart ca. 2020.



Figur 1 Flyfoto av området (kilde Områdeplan Martineåsen)



Figur 2 Kart over området (kilde Områdeplan Martineåsen)

## 5 Rammevilkår

I årene fremover forventes strengere krav fra sentrale myndigheter til energieffektivitet i nye bygg. Samtidig ser man at energigjerrige bygg har en konkurransefordel i salgs- og utleiemarkedet.

1.januar 2016 kom det nye energiregler til teknisk byggeforskrift. I de nye reglene er energirammene, det vil si byggets totale tillatte netto energibehov pr m<sup>2</sup>, redusert som vist i Tabell 1.

De nye energireglene åpner for bruk av ren direktevirkende elektrisk oppvarming for bygninger (næringsbygg, seks-, åttemannsboliger og boligblokker) på under 1000 m<sup>2</sup> oppvarmet bruksareal (BRA). I veilederen står det at 50 % av oppvarmingsbehovet for bygg over 1000 m<sup>2</sup> kan dekkes av direktevirkende elektrisitet, mens øvrig varmebehov må tilrettelegges med energifleksibelt anlegg. Til sammenligning tillot de gamle energireglene bruk av el til varme for opptil 40 % av netto varmebehov for bygninger over 500 m<sup>2</sup>, og opptil 60 % for bygg under 500 m<sup>2</sup>.

Andre krav i de nye energireglene er:

- Bygning med over 1 000 m<sup>2</sup> oppvarmet bruksareal (BRA) skal ha energifleksible varmesystemer, og tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger<sup>1</sup>
- Forbud mot å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel.
- Boenheter i småhus skal oppføres med skorstein<sup>2</sup>

Tabell 1 Energirammer netto energibehov

	TEK10	Nye energiregler
	[kWh/m <sup>2</sup> /år]	[kWh/m <sup>2</sup> /år]
Småhus (forutsatt 140m <sup>2</sup> )	132	111
Boligblokk	115	95
Barnehage	142	135
Kontorbygning	148	115
Skolebygning	122	110
Universitet/ høyskole	159	125
Sykehus (80% gjenvinning)	296	225
Sykehus (70% gjenvinning)	332	265
Sykehjem (80% gjenvinning)	216	195
Sykehjem (70% gjenvinning)	248	230
Hotell	221	170
Idrettsbygning	172	145
Forretningsbygning	212	180
Kulturbygning	166	130
Lett industri, verksteder (80% gjenvinning)	175	140
Lett industri, verksteder (70% gjenvinning)	192	160

<sup>1</sup> Kravet gjelder ikke for småhus (eneboliger, to- til firemannsboliger, rekkehus og kjedehus).

<sup>2</sup> Kravet gjelder ikke dersom boenheten oppføres med vannbåren varme, eller årlig netto energibehov til oppvarming ikke overstiger kravet til passivhus

## 6 Forutsetninger

### 6.1 Bygningsmasse og utbyggingstakt

Området er fortsatt under planlegging og endelig bebyggelsesareal og type bygg er ikke fastlagt. For denne rapporten har det vært nødvendig å velge seg et utbygningsvolum for å kunne beregne og vurdere nødvendige kapasiteter.

Forutsatt bygningsmasse er satt opp i samråd med kommunen. Det er planlagt en blandet bygningsmasse for området med blant annet rimelige boliger for barnefamilier og eldreboliger. Martineåsen har et forventet salgspotensial på ca. 50 nye boliger pr år de første 10 årene, og deretter noe økende salg som følge av økende etterspørsel etter eldreboliger. Det er lagt til grunn en utbygging av totalt **1500 boliger** og 164 500 m<sup>2</sup> over en periode på 20 år. Dette er et forsiktig anslag. Fullt potensiale er ca. 3 000 boenheter.

Tabell 2 Antall boenheter og forutsatt utbyggingstakt

Utbyggingstakt	BT 1	BT 2	BT 3	BT 4	SUM
	2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	
Eneboliger (småhus)	0	50	50	100	200
2-4 leiligheter (småhus)	0	100	150	150	400
6-8 leiligheter (blokk)	150	150	150	50	500
10-20 leiligheter (blokk)	100	100	0	0	200
Eldrebolig (blokk)	100	0	50	50	200
Skole	1	0	1	0	2
Forretningsbygg	0	1	1	0	2
Idrettsanlegg	0	1	0	0	1
<b>Antall boenheter totalt</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>350</b>	<b>1500</b>

Tabell 3 Areal forutsetninger

Snittareal pr enhet [m <sup>2</sup> ]	BT 1	BT 2	BT 3	BT 4
Eneboliger (småhus)	150	150	150	150
2-4 leiligheter (småhus)	110	110	110	110
6-8 leiligheter (blokk)	100	100	100	100
10-20 leiligheter (blokk)	80	80	80	80
Eldrebolig (blokk)	85	85	85	85
Skole	2000		1500	
Forretningsbygg		1000	1000	
Idrettsanlegg		2000		

## 6.2 Effekt- og energibehov

Dersom de nye energirammene legges til grunn får vi følgende energibehov i MWh/år:

Tabell 4 Forutsatt effekt- og energibehov

Energibehov [GWh/år]	Småhus	Blokk	Skole	Forretningsbygg	Idrettsanlegg	Totalt
Varme	5,90	5,20	0,20	0,13	0,21	<b>11,64</b>
Kjøling	-	-	-	0,06	-	<b>0,06</b>
El	2,25	2,70	0,18	0,17	0,08	<b>5,39</b>
<b>Totalt</b>	<b>8,15</b>	<b>7,90</b>	<b>0,38</b>	<b>0,36</b>	<b>0,29</b>	<b>17,09</b>
Effektbehov [MW]	Småhus	Blokk	Skole	Forretningsbygg	Idrettsanlegg	Totalt
Varme	2,56	2,21	0,13	0,14	0,24	<b>5,29</b>
Kjøling	-	-	-	0,03	-	<b>0,03</b>

Om man antar at hele energibehovet skal dekkes av elektrisitet er det et behov for 17 GWh/år når området er ferdig utbygd. Romoppvarming, ventilasjonsvarme og tappevann utgjør til sammen 68 % av det totale energibehovet for området. Varmeeffektbehovet er beregnet til 5,3 MW

Antageligvis vil deler av bygningsmassen i planområdet bli bygget etter fremtidige bygningsforskrifter med lavere energirammer, eller lavenergi- eller passivhusstandard. Likevel viser erfaringer fra mange bygg, spesielt boliger, som nylig er bygget etter passivhusstandard er at reelt varme- og kjølebehov ofte er høyere enn de teoretiske beregnede verdiene. Årsakene til dette kan være mange og sammensatte, men ofte at de brukerstyrt, dvs. at brukerne har andre bruksmønstre enn det som er forutsatt i standarden. Eksempler kan være høyere romtemperatur, lufting, mer dusjing etc. I tillegg kan også tekniske ytelser fra varmegjennvinnere være dårligere enn forutsatt.

Erfaringer fra både bolig og næringsbygg er at årlig varmebehov er i størrelsesorden 10 -20 % høyere enn beregnede verdier. På grunn av dette er det valgt å beholde energibehovet over, beregnet etter gjeldende forskrifter, uten å redusere dette ytterligere.

Mens næringsarealer ofte har både varme- og kjølebehov, bygges boliger normalt uten kjøling i Norge. Skoler og idrettsbygg har normalt ingen eller lite kjølebehov. Det er forutsatt lokale løsninger for å dekke kjølebehov i forretningsbygg, og følgelig er det kun sett på kollektive anlegg for varme. Fordelingen av varmeeffekten fremover er som følger:

Tabell 5 Effektbehov pr byggetrinn

Varmeeffektbehov [MW]	BT 1	BT 2	BT 3	BT 4	SUM
	2020-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	
Eneboliger (småhus)	0,0	0,3	0,3	0,5	1,0
2-4 leiligheter (småhus)	0,0	0,4	0,6	0,6	1,5
6-8 leiligheter (blokk)	0,4	0,4	0,4	0,1	1,3
10-20 leiligheter (blokk)	0,2	0,2	0,0	0,0	0,4
Eldrebolig (blokk)	0,2	0,0	0,1	0,1	0,5
Skole	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Forretningsbygg	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
Idrettsanlegg	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
<b>SUM</b>	<b>0,9</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>5,3</b>

Tabell 6 Varmeenergibehov pr byggetrinn

Varmeenergibehov [GWh/år]	BT 1	BT 2	BT 3	BT 4	SUM
Eneboliger (småhus)	-	0,60	0,60	1,20	2,39
2-4 leiligheter (småhus)	-	0,88	1,31	1,31	3,51
6-8 leiligheter (blokk)	0,94	0,94	0,94	0,31	3,14
10-20 leiligheter (blokk)	0,50	0,50	-	-	1,00
Eldrebolig (blokk)	0,53	-	0,27	0,27	1,07
Skole	0,11	-	0,09	-	0,20
Forretningsbygg	-	0,06	0,06	-	0,13
Idrettsanlegg	-	0,21	-	-	0,21
<b>SUM</b>	<b>2,09</b>	<b>3,19</b>	<b>3,27</b>	<b>3,09</b>	<b>11,64</b>

## 7 Lokale, fornybare energiresurser

I dette kapitlet er det sett på fornybare energiresurser i tilknytning til planområdet. For å vurdere energikildenes aktualitet er det innhentet informasjon fra offentlig tilgjengelige kilder (kart osv.), samt benyttet erfaringstall.

### 7.1 Varme

#### 7.1.1 Varmepumpe basert på grunnvarme

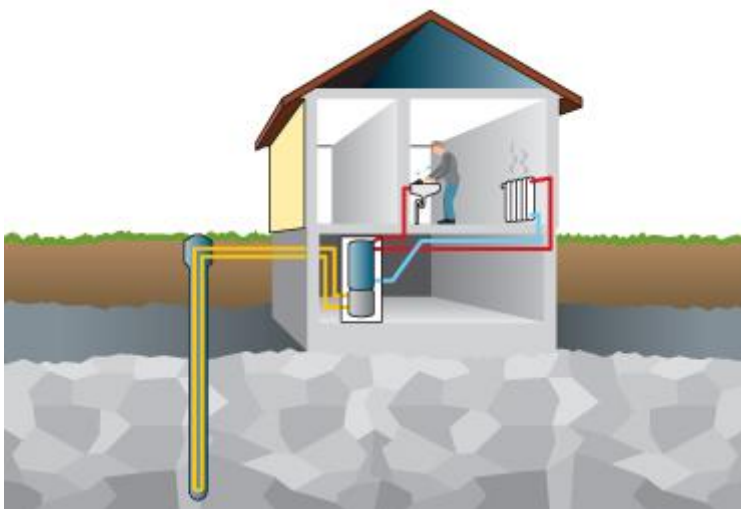
Grunnvarme vil si å utnytte varme lagret i berg, jord eller grunnvann og er et kortreist og miljøvennlig energialternativ. Den stabile temperaturen i jord, berg og grunnvann over året gir gode driftsbetingelser for varmepumpen.

##### 7.1.1.1 Bergvarme

Ved utnyttelse av bergvarme til varmepumpeformål borer man hull på ca. 100-300 meters dybde, og sirkulere frostsikker væske i en ledning hvor man enten kan hente energi fra grunnen eller dumpe energi til grunnen om sommeren.

Bergvarmeanlegg er spesielt egnet for bygg med kjølebehov, da distribusjonsanlegget også kan benyttes til frikjøling. Med en hovedvekt av boliger i utbyggingen, er kjølebehovet i planområdet svært lavt. Uten kjøleleveransen kan det være utfordrende å få lønnsomhet i en slik investering.

Normalt regner man at man kan få 30-40 W/m borehull. Det er vanlig å dimensjonere et varmepumpeanlegg for opp mot 40 % av effektbehovet, mens øvrig effektbehov dekkes av enten lokale kjeler eller eventuelt spisslastleveranse fra et fjernvarmeanlegg. Løsningen krever lite areal på overflaten, og det eneste som blir synlig er et vanlig kumlokk.

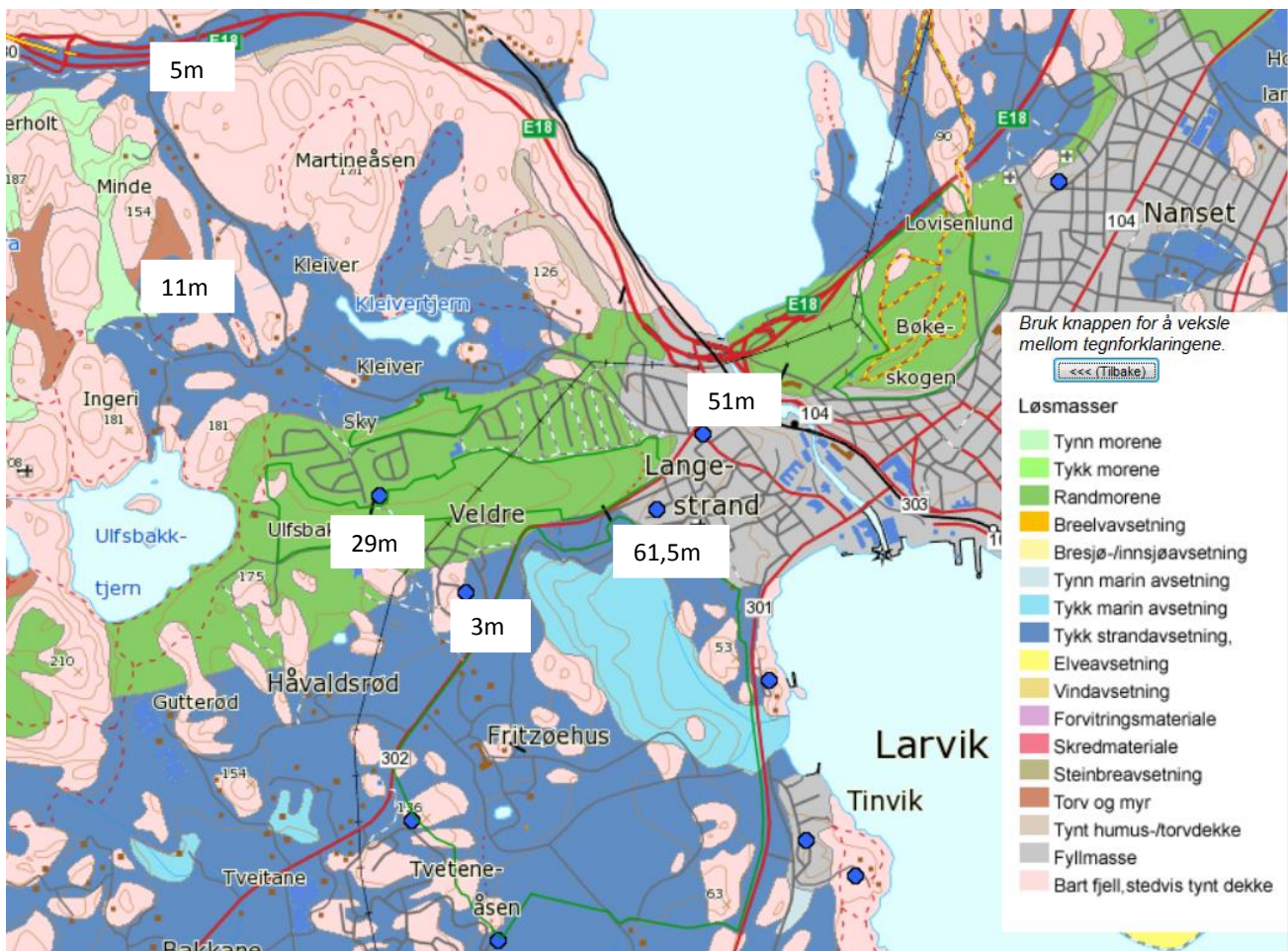


Figur 3 Bergvarmeanlegg (kilde: miljoenergiboring.no)

Investeringskostnadene avhenger blant annet av tykkelsen på løsmassedekket over fjelloverflaten og berggrunnens varmeledende egenskaper. Boring i løsmasser er vesentlig dyrere enn i fast fjell. Planområdet er omkranset av fjell i dagen og morenemasser. I området rundt og nordøst for Kleivertjern er det forekomster av tykk, finkornet strandavsetning. I øvrige områder er det bart fjell og lite løsmasser. Figur 4 viser løsmassesammensetningen og innrapporterte bergvarmebrønner i nærheten av planområdet (blå sirkler). Dybde til fjell enkelte steder er vist i figuren.

Bergartene i området består hovedsakelig av monzonitt (larvikitt), som har en varmeledningsevne på ca. 2,4 W/mK. I utgangspunktet virker forholdene i området gunstige for uttak av bergvarme.

Hvorvidt grunnen i spesifikke lokasjoner på Martineåsen vil være godt egnet bør kartlegges i en forundersøkelse, eventuelt med boring av testbrønner og termisk responstest dersom det er behov for mer enn 10-15 energibrønner. Det er planlagt både tunell og jernbane gjennom planområdet. Ved valg av lokasjon bør disse planene hensyntas.



### 7.1.1.2 Jordvarme

Jordvarme kan være et alternativ i områder hvor det er stort dyp fjell og lav bebyggelsesgrad, da løsningen krever et betydelig areal. Vanlige jordvarmeanlegg henter varme fra kollektorslanger som er gravd ned ca. 1-1,5 meter dype grøfter med minimum 1-2 meters innbyrdes avstand. Slangene legges gjerne i hage eller omkringliggende arealer med et typisk arealbehov på 2-3000 m<sup>2</sup> per hus. Varmeuttaket avhenger av jordartstype og er 15-30 Watt per meter slange. Setninger (innsynkning av terrenget) kan forekomme, og slangene må derfor ikke legges slik at det oppstår setningsskader på hus, vei eller mur. Det meste av varmen hentes ut ved utfrysing av vann (faseovergang fra væske til is). Høyt fuktinnhold i jorda er derfor gunstig og favoriserer jordtyper som myr, matjord, leire osv., mens tørr sandjord er mindre egnet.

Store deler av planområdet består av bart fjell og tynt løsmassedekke. Dersom jordvarme skal være aktuelt er det først og fremst i det blå området i Figur 4. Det planlegges en relativt tett bebyggelse innenfor planområdet, samt å beholde myrene rundt Kleivertjern som et rekreasjons/friluftsområde. Hvorvidt jordvarme som energikilde er egnet avhenger av lokasjon og tilgjengelig areal, men anses i utgangspunktet ikke som aktuelt.

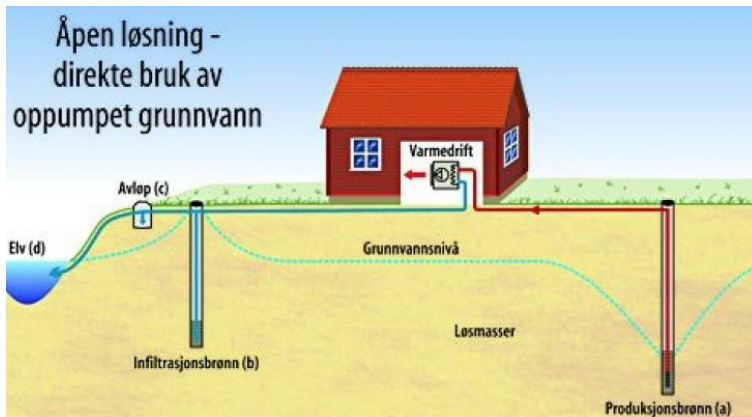


Figur 5 Jordvarmeanlegg (kilde: [www.byggahus.se](http://www.byggahus.se))

### 7.1.1.3 Grunnvann

I et varmepumpesystem med grunnvann pumper man grunnvann opp til en varmeveksler hvor man henter ut varmen. En grunnvannsvarmepumpe forutsetter at det er tilstrekkelige mengder grunnvann tilgjengelig. Grunnvannsnivået varierer med terrenget, og er som regel 1-10 meter under terrengoverflaten. På en bakketopp kan det være lenger ned til grunnvannsnivået. Grunnvann som energikilde egner seg godt til lokasjoner som befinner seg i hellinger eller nede i et dalføre, da grunnvannet blir presset ned fra overliggende landområder og er i bevegelse. Teknologien er ennå ikke vanlig for privatboliger i Norge. Det er i hovedsak lite grove løsmasseavsetninger i grunnen i planområdet. Hvorvidt grunnvann som energikilde er egnet avhenger av lokasjon og grunnvannsnivå, men anses i utgangspunktet ikke som aktuelt.





Figur 6 Grunnvannsanlegg (Kilde NGU)

### 7.1.2 Varmepumpe basert på uteluft/avkastluft

Uteluft kan benyttes som energikilde for luft-luft-varmepumper og for luft-vann-varmepumper. Varmepumpene består av en innedel og en utedel med luftkjøler.

En luft-luft-varmepumpe benyttes typisk som et supplement til elektrisk varme i småhus. Denne oppvarmingsløsningen har ikke et sentralvarmeanlegg og har derfor også lave anleggsinvesteringer. Inne delen monteres normalt på vegg og blåser varm luft (f.eks 21°C) inn i rommet. Ulempen er at hver enhet kun varmer opp et rom (eller flere dersom bygget har åpen løsning), og at øvrige rom må benytte f.eks panelovner. Årlig besparelse ved bruk av luft-luft-varmepumpe i en vanlig enebolig er mellom 30-60 % av elektrisiteten som brukes til oppvarming av boligen.

En av hovedutfordringene med bruk av uteluft som energikilde er at temperaturen på luften ofte er i motfase med behov for oppvarming. Luft-luft varmepumpe har lav årsvirkningsgrad på grunn av høyt elforbruk ved utetemperaturer under 2 til 5 °C. På de kaldeste dagene har man tilnærmet ren elektrisk oppvarming. Det er også ulemper i tett bebyggelse med støy og synlige luftkjølere.

En luft-vann varmepumpe henter varmen fra ute- eller avkastluft. Inne delen er koblet opp mot et vannbårent varmeanlegg og distribuerer varmen ut til bygget via radiatorer og/eller gulvvarme. Løsningen gir dårligere årsvirkningsgrad enn en luft-luft varmepumpe, da varmen må avgis ved høyere temperatur. Luft-vann varmepumper gir begrenset mulighet til å koble ut elforbruket i korte perioder med høye elpriser. Dette vil være en utfordring ved innføring av smarte målere, som skal installeres innen 2019.

Avkastluft er avtrekksluft fra oppholdsrom etter den har gått gjennom en varmegjenvinner. Nye varmegjenvinnere har høye virkningsgrader på over 80 %. Avkastluften vil derfor holde en noe høyere temperatur enn uteluften, men lavere enn romluften. En varmepumpe basert på avkastluft får derfor noe bedre driftsforhold enn en varmepumpe basert på uteluft. Tilsvarende er også denne løsningen sensitiv ift utetemperatur, og går ut av drift ved lave temperaturer.

På bakgrunn av lav årsvirkningsgrad anbefales ikke varmepumper basert på ute- eller avkastluft (luft-vann) for sentrale varmeanlegg. Hvis det derimot etableres lokale energiløsninger i hvert bygg, vil luft-luft-varmepumpe kunne være en aktuell energikilde.

### 7.1.3 Varmepumpe basert på vann

#### 7.1.3.1 Sjøvann/ferskvann

På et visst dyp holder vann en stabil temperatur på ca. 4 °C gjennom hele året, og kan benyttes som varmekilde for varmepumper. Hvis forholdene ligger til rette for det, kan dette være en rimeligere løsning enn bergvarmepumpe. En boligvarmepumpe som utnytter sjøvann som varmekilde vil gi omtrent samme energisparing som ved bruk av grunnvarme, men investeringskostnaden vil være lavere. For at vann skal være en gunstig varmekilde bør det være relativt kort avstand til bygg, for å holde kostnader og varmetap nede.

På samme måte som i jordvarmebaserte anlegg overføres varmen fra varmekilden (vannet) til varmepumpens fordampere via et kollektorsystem. Plastrørene påmonteres ballast (betonglodd e.l.) for at de skal ligge stabilt og ikke flyte opp ved eventuell påfrysing. Kollektorsystemet for sjøvannsbaserte anlegg legges gjerne i bunnslammet og i stor nok dybde til at rørene får ligge i ro for is og bevegelser i vannmassene. Typisk verdi for mulig varmeuttak fra sjøvann innsjøer og innsjøer og elver med lukket kollektor er 10 - 40 W per meter slange.

I likhet med bergvarmepumper er vann-vann-varmepumper spesielt godt egnet til bygninger som både har kjøle- og oppvarmingsbehov, da anlegget også kan benyttes til frikjøling.

Deler av planområdet ligger i nærheten av en innsjø (Farris), men på motsatt side av E18. Det anses ikke som aktuelt å etablere ledning på tvers av veien.

Innenfor planområdet ligger vannet Kleivertjern. Ferskvann har høyere frysepunkt enn sjøvann (0 °C kontra -2,5 °C), noe som begrenser varmeopptaket og kan medføre behov for frostsikring.

Om Kleivertjern er en egnet energikilde avhenger blant annet av dybde og avstand til bebyggelse. Dersom bebyggelse og energisentral plasseres gunstig i forhold til vannet, og vannet har gunstig dybde og temperaturer gjennom året, vil kostnadene for varmeopptakssystemet kunne bli noe lavere sammenlignet med bergvarme.

#### 7.1.3.2 Gråvann

Gråvann er avløpsvann fra husholdninger (oppvask, vask, dusj osv.). Gråvann kan benyttes til forvarming av vann eller som varmekilde for en varmepumpe. Det er en mulig løsning for bl.a. boligblokker og leilighetskomplekser med felles varmtvannsystem. Løsningen krever et spesialutformet oppsamlingskar (tank) for utjevning av døgntilsig av gråvann. Ettersom man må ha en betydelig produksjon av gråvann per døgn for å oppnå en brukbar gangtid på anlegget, er løsningen først og fremst implementert i svømmehaller, storkjøkken og vaskerier.

### 7.1.4 Solvarme

Aktiv utnyttelse av solvarme krever et anlegg bestående av solfanger (kollektor), varmelager og distribusjonssystem. Solfangeren (kollektoren) er typisk en svart, isolert plate som absorberer energien fra solen. Varmen blir transportert ut av kollektoren ved hjelp av væske (vann) eller luft, og kan brukes til romoppvarming og oppvarming av tappevann.

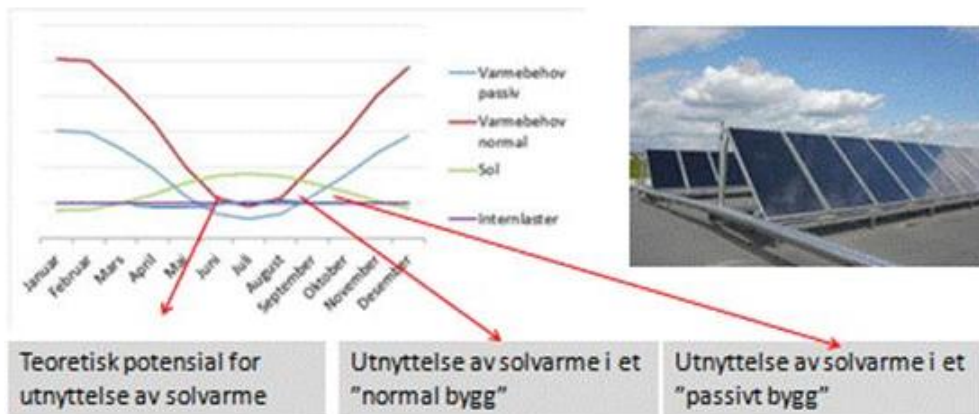
Solen har en betydelig effekt opp mot 1000 W/m<sup>2</sup>. Årlig innstrålt solenergi varierer mellom ca. 800 til 2000 kWh/m<sup>2</sup> avhengig av breddegrad og lokale klimaforhold.

Forholdene for utnyttelse av solenergi i Larvik er meget gode, med årlig solinnstråling på omlag 1100 kWh/m<sup>2</sup>. Intensiteten i solvarmen varierer fra om lag 1000 W/m<sup>2</sup> til nær null.

Hvor mye av energien man klarer å utnytte er avhengig av tilgang og behov for energi og mulighetene til å lagre energi for senere anvendelse. Lønnsomheten blir best i bygg som har stort varmtvannsforbruk hele året eller om sommeren, som sykehjem, hotell, badeanlegg, campingplasser

og lignende. For næringsarealer er ikke solfangere veldig aktuelt da en har lite termisk varmebehov i sommerhalvåret.

Erfaringer viser at sol vanskelig kan dekke mer en 30-40 % av energibehovet alene ved optimale forhold i en blokk. Kostnaden for varme fra solfangere bestemmes av investeringskostnadene for anlegget og de beskjedne driftskostnadene.



Figur 7 Potensial for solvarme

Figuren viser at all solenergi over den horisontale lille streken er teoretisk potensial for utnyttelse av solenergi. I et normalbygg er viser "trekanten" mellom rød linje som er varmebehovet og grønn som er solvarme, og lilla linje hva som er mulig å utnytte av solenergien. I et passivhus vil denne "trekanten" bli mindre da bygget har mindre effekt og energibehov. Ulempen med dette er at den har størst produksjon når varmebehovet er minst og tilnærmet ingen effekt om vinteren når varmebehovet er størst. Solvarme krever derfor 100 % reserve fra andre kilder.

Typiske verdier for termiske solfangere er en maksimal effekt på ca. 700 W/m<sup>2</sup> og en energiproduksjon på ca. 450 kWh/m<sup>2</sup>. Solfangeranlegg kan være et egnet energitilskudd for planområdet.

Dersom sol skulle dekke 30 % av varmebehovet på Martineåsen ville dette kreve et solfangerareal på ca. 3 200 m<sup>2</sup>. Nødvendig tak areal er ofte 2-3 ganger større dvs., ca. 8 000 m<sup>2</sup>.

### 7.1.5 Bioenergi

Bioenergi er energi som kommer fra forskjellige typer biologisk materiale som planteprodukter, skogsavfall og annet biologisk avfall. Biobrensel defineres som en fornybar og CO<sub>2</sub>-nøytral energikilde. Bioenergi kan deles inn i uforedlede faste biobrensler (ved, flis, bark, rivningsvirke), foredlede faste biobrensler (briketter, pellets, trepulver), biogass (metangass) og flytende biobrensler (alkoholer, oljer).

Det er mange fordeler med bruk av biobrensel men det er også noen ulemper, først og fremst i form av lokale luftutslipp. Sammenlignet med fossile energibærere dannes det lite svovel og tungmetaller ved forbrenning, men det produseres NO<sub>x</sub> (nitrogenoksid), svevestøv og PHA (polysykliske aromatiske hydrokarboner). Mengden av disse skadelige stoffene er direkte knyttet til kvaliteten på forbrenningen.

De vanligste bioenergikildene til oppvarmingsformål er ved for mindre boenheter, og pellets og tørr/fuktig flis for sentrale anlegg. En god pelletskamin har virkningsgrad opp mot 85 % og nye vedovner kan komme opp i 75 – 80 %. Til sammenligning har eldre vedovner gjerne en virkningsgrad på 50 %.

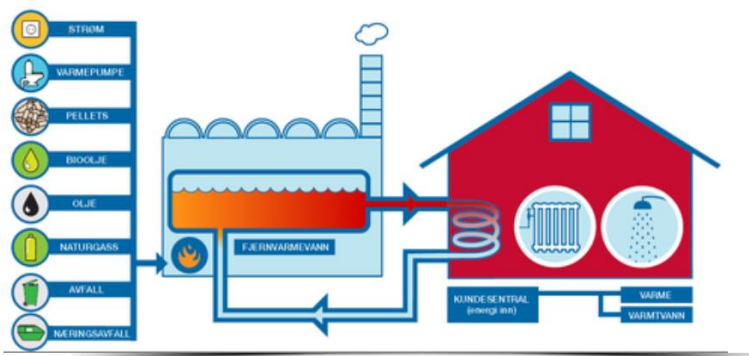
Innenfor Larvik kommune er det store skogsområder og betydelige bioenergiressurser tilgjengelig. Det er imidlertid bare deler av dette som utnyttes i dag. Det er god tilkomst på brenseltilførsel via E18 og en kan benytte biobrenselleverandører fra hele Østlandet.

### 7.1.6 Fjernvarme

Kollektive løsninger som fjernvarme er særlig egnet i urbaniserte områder med høy energitetthet. Fjernvarme basert på spillvarme eller avfallsforbrenning gir en stor samfunnsmessig gevinst ved at man utnytter energi som ellers ville gått til spille. En annen fordel er at man frigjør elektrisitet til andre formål, som f.eks elektrisk utstyr og transport. Større fjernvarmenett har gjerne flere varmekilder, og kan til enhver tid benytte det rimeligste brenselet.

Utbygging av kollektive løsninger er kapitalkrevende for utbygger, men mindre kapitalkrevende for byggeier da de kun betaler et anleggsbidrag for stikkledning og kundesentral til energiselskapet. Prisen på energi er regulert i energiloven til ikke å skulle koste mer en alternativ elektrisk kraft. Prisen på selve energikjøpet kan være dyrere enn ved lokale løsninger, men kollektive løsninger bidrar til mindre kapital-, drift- og vedlikeholdskostnader for byggeier.

Ved en fjernvarme- eller fjernkjøleleveranse er det en enkel installasjon i bygget, lite arealkrevende og enkelt å drifte for byggeier. Energileverandøren har ansvar for leveringsikkerhet og reserveløsninger.



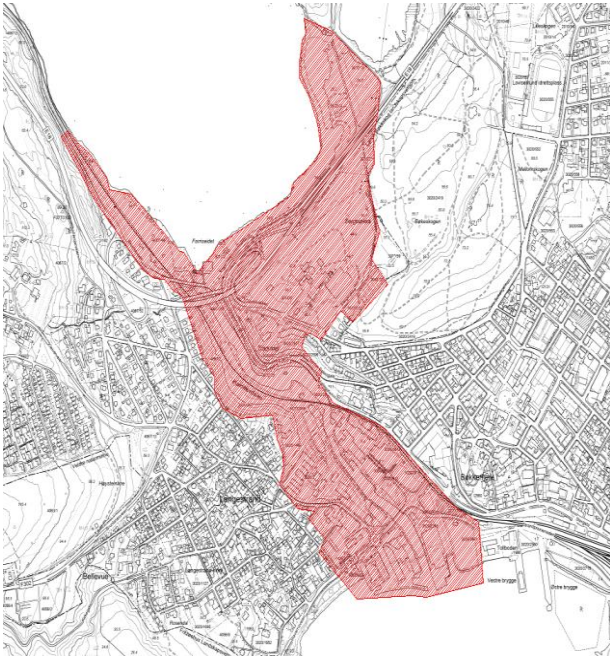
Figur 8 Prinsipp for fjernvarmeproduksjon (Kilde Fjernvarme.no)

I Larvik kommune er det i dag gitt konsesjon til hhv. Hammerdalen Fjernvarme AS, Viking Varme AS og Ringdalskogen fjernvarme AS.

Viking Varme ble gitt fjernvarmekonsesjon fra NVE i 2009, men utbygging har blitt utsatt i flere år pga. usikkert kundegrunnlag og usikker økonomi. Våren 2013 ble det i styret besluttet å legge prosjektet «på is».

Hammerdalen Fjernvarme AS har siden 2014 hatt fjernvarme-konsesjon fra NVE for området Hammerdalen og Bergløkka med Fritzøe Brygge i Larvik Sentrum. Fullt utbygd vil anlegget levere anslagsvis 12 GWh årlig. Varmeproduksjonen vil skje i tre energisentraler ved bruk av varmepumpe (2 sentraler) og biobrensel. I tillegg til varme vil to anlegg levere kjøling.

Martineåsen ligger utenfor konsesjonsområdene for fjernvarme, og det foreligger ingen kjente planer om å utvide nærliggende konsesjonsområdet. Martineåsen vil følgelig ikke omfattes av tilknytningsplikten. En eventuell tilknytning vil kreve et relativt langt rørstrekk. Kapasiteten i anlegget er også noe begrenset, i følge Vidar Haugen i Fritzøe Eiendom. Det anses derfor som lite aktuelt at Martineåsen skal forsynes fra dette anlegget.



Figur 9 Fjernvarmekonsesjonsområdet til Hammerdalen Fjernvarme AS i Larvik (kilde Larvik kommunes nettsider)

## 7.1.7 Andre kilder

### 7.1.7.1 Spillvarme

Spillvarme er overskuddsvarme fra industri eller anlegg (f.eks kunstisbane), som kan utnyttes lokalt eller i et fjern- eller nærvarmeanlegg. Avhengig av temperatur kan varmen brukes direkte eller med varmepumpe. Spillvarme regnes som en miljøvennlig energikilde ettersom varmen allerede er produsert. Det er ingen aktuelle spillvarmekilder i umiddelbar nærhet til Martineåsen.

### 7.1.7.2 Avfallsvarme

Kommunen ønsker å se på muligheten for å etablere et lokalt avfallsforbrenningsanlegg inne på planområdet, hvor overskuddsvarme kan utnyttes til byggoppvarming. Larvik kommune sorterer matavfall, papir/ papp/ drikkekartong, plastavfall, glass- og metallemballasje, farlig avfall og restavfall. Kommunen har ca. 43 000 innbyggere (pr 2013). Med en gjennomsnittlig produksjon av 424 kg husholdningsavfall per nordmann (tall fra 2010), tilsvarer det en årlig avfallsproduksjon på 18 200 tonn for kommunen, eller 2,1 tonn/time.

Et avfallsforbrenningsanlegg må brenne kontinuerlig hele året. Fullt utbygd vil Martineåsen ha et varmeeffektbehov på ca. 5,3 MW, hvorav kun 2 MW utgjør effektbehovet sommertid (grunnlasteffekt). Avfallsforbrenningsanlegg må ha konsesjon i henhold til avfallsforskriften kap. 10 om forbrenning av avfall. Forskriften stiller strenge krav til utslippene og er basert på EU-direktivet om forbrenning av avfall. For å tilfredsstille kravene til rensing blir et avfallsforbrenningsanlegg av denne størrelsen uforholdsmessig for dyrt.

Erfaringer fra andre områder viser at effektbehovet for grunnlast bør være vesentlig større (fortrinnsvis 10 ganger så stort) for å få lønnsomhet i et slikt anlegg. Det anbefales ikke videre vurderinger av avfallsforbrenning i området.

### 7.1.7.3 Avløpsvann

Kun egnet for store varmepumper i fjernvarme/fjernkjølenett med tilgang til hovedkloakk-tunnel.

## 7.2 Elektrisitet

Uavhengig om varme- og kjølebehovet til Martineåsen dekkes ved bruk av elektrisitet eller andre kilder, vil det være betydelig behov for elektrisitet til tekniske installasjoner og belysning.

Skagerak Nett har områdekonsesjon for distribusjonsnettet i alle 14 kommunene i Vestfold, deriblant Larvik. Forsyningen av elektrisk energi til Larvik skjer med et 132 kV gjennomgående nett med gode reserveforbindelser. Fordelingen i Larvik forestås av et godt utbygd distribusjonsnett. Det er videre god utvekslingskapasitet mellom regionalnettet og distribusjonsnettet i kommunen.

Det vil bli behov for en del nettstasjoner (11kV/400V), men disse legges som regel innenfor grunnmur i de nye byggene. Mulighetene for smartgrids antas å være like gode her som hvor som helst ellers.

For å supplere ertilførselen til området er det sett på muligheten for å etablere solceller på byggene. Vindkraft er også omtalt. Energimyndighetene jobber med å gjøre det enklere for såkalte plusskunder å mate overskuddsstrøm inn i nettet og få betalt for det.

### 7.2.1 Vindkraft

Vestfold har ingen etablerte vindkraftanlegg eller aktuelle vindkraftprosjekter pr dato, og det er ikke utarbeidet noen regionalplan for vindkraft. Dersom vindkraft skal være aktuelt er det nødvendig med en tilstrekkelig høy årsgjennomsnittlig vindhastighet. I Tyskland og Danmark regnes ofte 7 m/s å være tilstrekkelig, selv om moderne vindturbiner gjør det mulig å benytte også lavere hastigheter. I Larvik er vindhastigheten ca. 6 m/s. Selv om vindhastigheten er tilstrekkelig høy kan komplisert terreng bremse vinden og skape turbulens.

Tatt i betraktning at det hovedsakelig er boliger som skal bygges ut på Martineåsen, høy investeringskostnad (et vindkraftverk på 500 kW koster opp mot 5-6 MNOK) og relativt kupert terreng, anses ikke vindkraft som aktuelt i planområdet.

### 7.2.2 Solceller

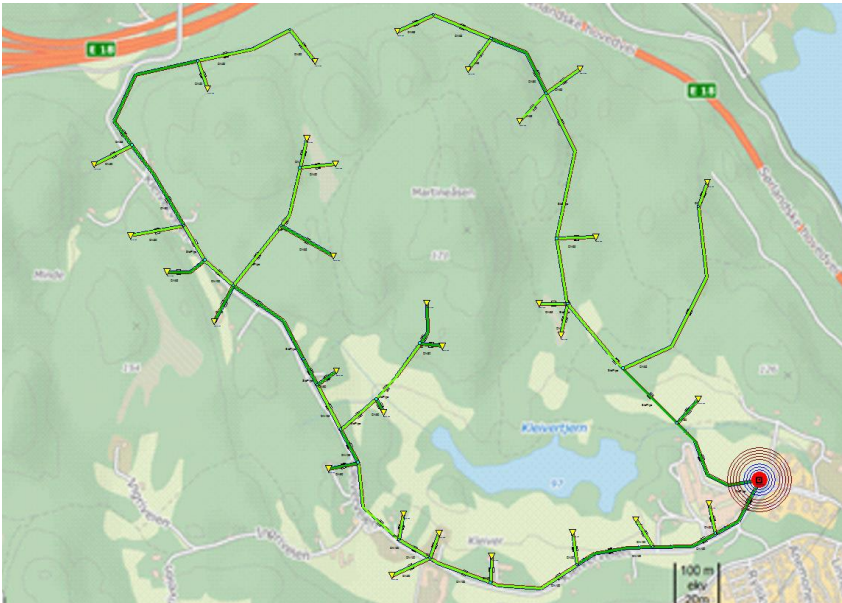
Solceller montert på fasader og tak eller integrert i bygningselementer blir mer og mer vanlig.

Solceller er en enkel og effektiv måte å redusere behovet for tilført energi til bygget, og som samtidig bedrer forsyningssikkerheten. Solceller kan også ha en gunstig/stabiliserende effekt på det lokale nettet. De viktigste solcelleteknologiene er waferbaserte solceller og tynnfilmteknologier.

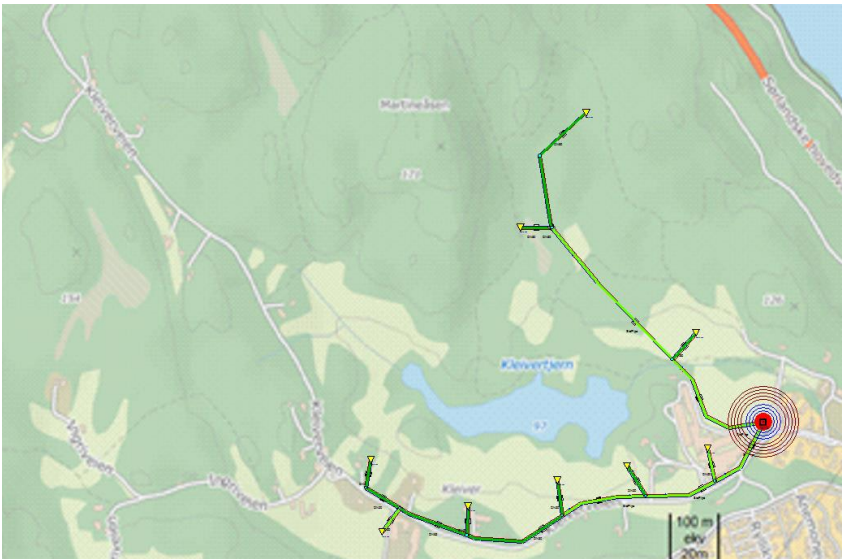
Waferbaserte solceller er den mest utbredte løsningen og lages av silisiumskiver. Typisk solcellepaneleffektivitet er 12-20 %. Vanligvis er det for boliger behov for lagring av energi i perioder uten sol, for eksempel med elektriske batterier. Selv med lagring er det nødvendig med bruk av andre varmekilder i perioder uten sol. Prisen for installasjon av solceller i Norge er fortsatt forholdsvis høy, men det finnes ulike støtteordninger som gjør lønnsomheten noe bedre.

## 8 Nærvarmeanlegg

Det er vurdert to tilfeller med en egen, felles varmesentral for Martineåsen; et hvor alle bygg oppføres med vannbåren varme og tilknyttes et nærvarmeanlegg, og et hvor kun boligblokker og næringsbygg i byggetrinn 1 og 2 oppføres med vannbåren varme og tilknyttes et nærvarmeanlegg. Figur 10 og Figur 11 viser et tenkt hovedrørnett for de to tilfellene. *Selv om traséene vist i figuren nedenfor avviker noe fra mer realistiske rørføringer er det av liten betydning for beregningene, så lenge totale rørlengder stemmer omtrentlig.*



Figur 10 Modell av et tenkt nærvarmenett for byggetrinn 1-4, alternativ 1



Figur 11 Modell av et tenkt nærvarmenett for byggetrinn 1-2, alternativ 2

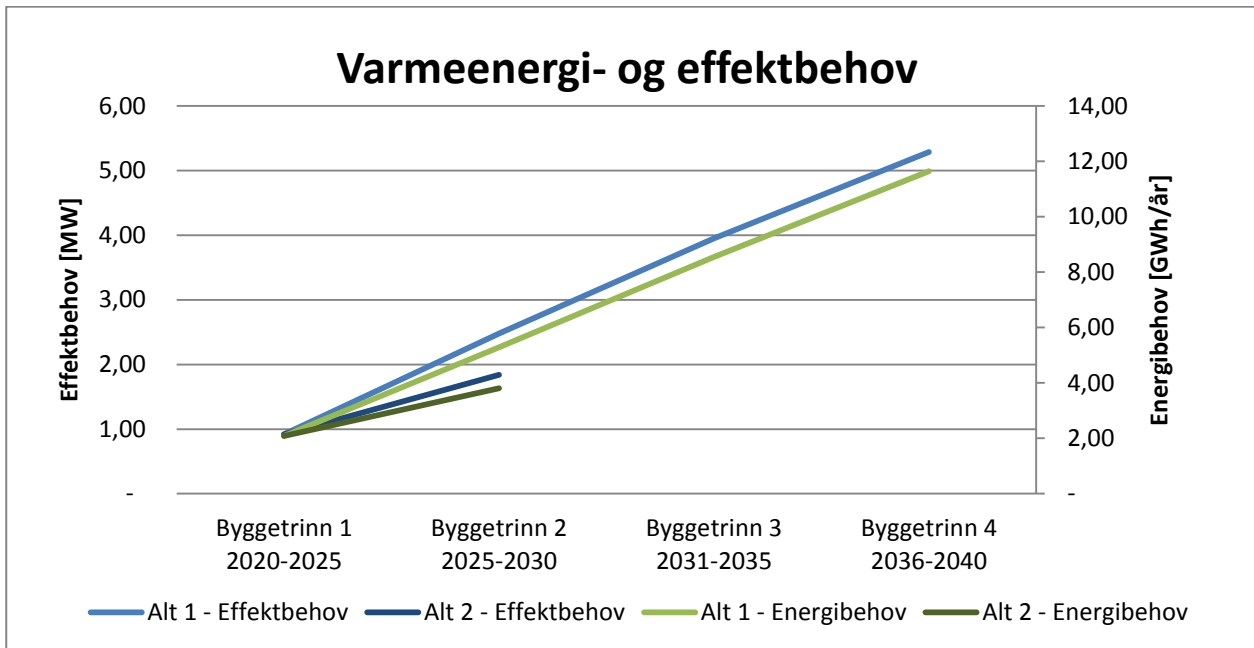
## 8.1 Forutsetninger

### 8.1.1 Effekt- og energibehov

Effekt- og energibehovet for de to tilfellene blir som følger:

Tabell 7 Forutsatt effekt- og energibehov for to omfang av nærvarmeanlegg

	Alt 1 - omfattende nærvarmenett	Alt 2 - forenklet nærvarmenett
Antall boenheter/kunder	1505	603
Antall bygg som tilknyttes	431	66



Figur 12 Akkumulert varmeenergi- og effektbehov

I tillegg er det forutsatt 10 % varmetap i nettet, og 85 % samtidighet i effektforbruket.

Tabell 8 Totalt varmeenergi- og effektbehov for de to alternativene

	Alt 1 - omfattende nærvarmenett	Alt 2 - forenklet nærvarmenett
Varmeeffektbehov, MW	5,29	1,84
Varmeenergibehov, GWh/år	11,64	3,81

### 8.1.2 Energisentral

Følgende energikilder er vurdert som mest aktuelle for energisentralen:

- Bergvarmepumpe som grunnvarme
- Bioolje som spisslast/reservelast

Ved å bruke bioolje fremfor elkjel som spisslast/reservelast kan varmepumpen stå på fleksibel tariff, det vil si at den kan kobles ut i nødsituasjoner eller ved lav kapasitet i elnettet. Med fleksibel tariff får man en reduksjon av effekttariffen på 250 kr/kWh. Som følge av dette blir bioolje i våre beregninger marginalt rimeligere enn elkjel som spisslast. Samtidig blir anlegget mer fleksibelt.

Det er forutsatt følgende for begge alternativene:

- Årsvirkningsgrad (COP) varmepumpe 2,8
- Effektdekningsgrad VP 40 %
- Energidekningsgrad VP 90 %
- Elkostnad for varmepumpen er beregnet iht produksjon og effektuttak
- Effektdekningsgrad biooljekjel 100 %
- Energidekningsgrad biooljekjel 10 %
- Årsvirkningsgrad biooljekjel 85 %
- Brennverdi 10,1 kWh/liter



- Brenselskostnad bioolje 8 kr/liter (inkl transport)
- Drift, forvaltning og vedlikeholdskostnader 2 % av investeringer
- Enova investeringsstøtte 0,65 kWh fornybar energi per støttekrone

Tabell 9 Investeringskostnader varmesentral, alt 1

Alt 1 - Kostnader varmesentral	Enhetskostnad	Enhet		Kostnad
Grunnvarme pr kW	2 100	1 800	kW	kr 3 831 000
Opptaksystem	6 000	1 800	kW	kr 10 828 000
Spisslast, biooljekjel	900	4 500	kW	kr 3 822 000
Elarbeider	1 000	600	kW	kr 642 000
Anleggsbidrag el	400	600	kW	kr 257 000
FV-system	-	-	-	kr 2 500 000
Bygg (nytt)	30 000	230	m <sup>2</sup>	kr 6 900 000
Prosjektering, oppfølging og uforutsett	-	15 %	-	kr 4 317 000
<b>Sum</b>	<b>kr 7 400</b>	<b>4 500</b>	<b>kW</b>	<b>kr 33 097 000</b>

Tabell 10 Investeringskostnader varmesentral, alt 2

Alt 2 - Kostnader varmesentral	Enhetskostnad	Enhet		Kostnad
Grunnvarme pr kW	2 100	600	kW	kr 2 300 000
Opptaksystem	6 000	600	kW	kr 6 500 000
Spisslast, biooljekjel	900	1 600	kW	kr 1 329 000
Elarbeider	1 000	200	kW	kr 223 000
Anleggsbidrag el	400	200	kW	kr 89 000
FV-system	-	1 600	kW	kr 1 300 000
Bygg (nytt)	30 000	120	m <sup>2</sup>	kr 3 600 000
Prosjektering, oppfølging og uforutsett	-	15 %	-	kr 2 301 000
<b>Sum</b>	<b>kr 11 300</b>	<b>1 600</b>	<b>kW</b>	<b>kr 17 642 000</b>

### 8.1.3 Nett

Fjernvarmenettet for de to tilfellene er grovdimensjonert i Grades Heating for maksimalt effektbehov, som i Tabell 7. Det er benyttet erfaringstall (enhetspriser) for rørkostnader. Videre er det forutsatt følgende:

- Preisolerte dobbeltrør
- I snitt 15 m pr stikkledning fra hovednett til kundesentral
- 30 % av traséen går i fjell, og medfører behov for sprengning
- Rørkostnader inkluderer graving, reetablering, asfaltering og tillegg for sprengning og bortkjøring av fjell

Tabell 11 Investeringskostnader fjernvarmenett, alt 1 og 2

Alt 1 - Kostnader nærvarmenett				Alt 2 - Kostnader nærvarmenett			
Dimensjon	Trasélengde [m]	Ant. meter fjell (30%)	Nettkostnader totalt	Dimensjon	Trasélengde [m]	Ant. meter fjell (30%)	Nettkostnader totalt
DN25	5000	1500	kr 17 550 000	DN25	0	0	kr -
DN32	1071	321	kr 3 954 000	DN32	643	193	kr 2 372 000
DN40	475	143	kr 1 838 000	DN40	345	104	kr 1 335 000
DN50	1267	380	kr 5 129 000	DN50	520	156	kr 2 106 000
DN65	2067	620	kr 8 743 000	DN65	165	50	kr 698 000
DN80	852	255	kr 3 756 000	DN80	690	207	kr 3 043 000
DN100	2465	739	kr 11 312 000	DN100	1225	368	kr 5 623 000
DN125	217	65	kr 1 037 000	DN125	0	0	kr -
DN150	1252	376	kr 6 196 000	DN150	0	0	kr -
<b>Sum</b>	<b>14 665</b>	<b>4 400</b>	<b>kr 59 515 000</b>	<b>Sum</b>	<b>3 588</b>	<b>1 076</b>	<b>kr 15 177 000</b>

### 8.1.4 Elpris

For beregning av energipris for el er det tatt utgangspunkt i Enovas offisielle spotpris. Nettleie er beregnet iht Skagerak Nett sine tariffer. Alle kostnader er oppgitt eks mva.

- Enova spotpris el **0,2185 kr/kWh** (januar 2016)
- Andel av totalt energiforbruk vinter (8 måneder) forutsatt 90 %
- Andel av totalt energiforbruk sommer (4 måneder) forutsatt 10 %

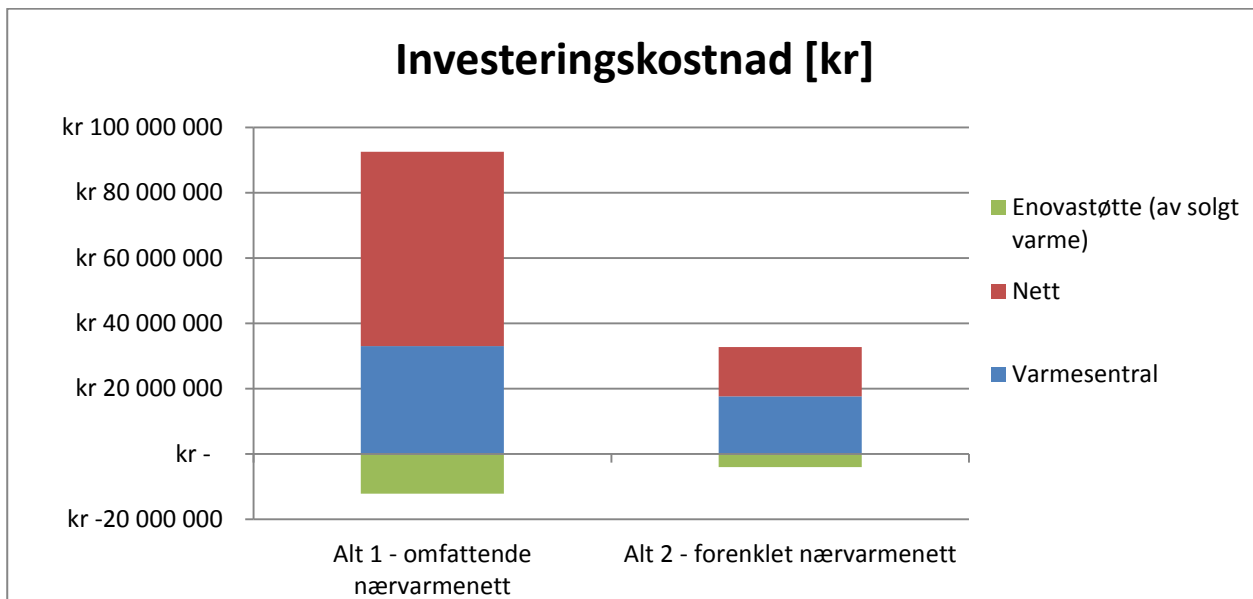
For privatkunder som ikke betaler effekttariff (eneboliger og småhus) blir energiprisen 0,51 kr/kWh. For en boligblokk med effekttariff er energiprisen beregnet til 0,57 kr/kWh. Fastledd er ikke medtatt da dette uansett må betales. Vektet snitt energipris for hele området er beregnet til 0,52 kr/kWh.

For alternativ 1, som inkluderer hele området, er det benyttet en alternativ energipris på 0,52 kr/kWh. For alternativ 2, som hovedsakelig består av blokker, er det benyttet en alternativ energipris på 0,57 kr/kWh.

For elforbruk til varmesentralen er energiprisen beregnet med næringstariff, som består av et fast ledd, et effektledd, forbruksavgift, avgift til energifondet og vektete vinter- og sommerenergipriser. Resulterende energipris avhenger av effektuttak og produksjon og er beregnet for hvert enkelt tilfelle.

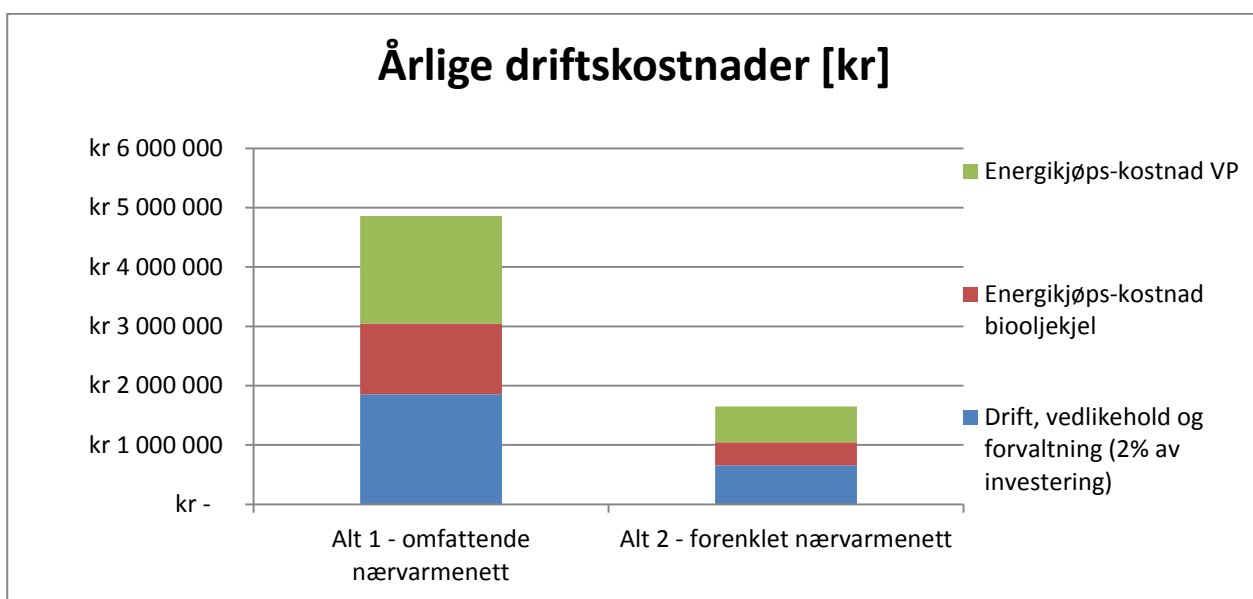
## 8.2 Kontantstrømanalyse

Oppsummert blir kostnadene for de to alternativene som følger:



Figur 13 Investeringskostnader og investeringsstøtte

Enovastøtten er beregnet basert på forventet varmesalg, som 0,65 kWh fornybar energi per støttekrone.



Figur 14 Forventede årlige investeringskostnader

Videre er det gjort en kontantstrømanalyse av fjernvarmenettet med forutsatt utbyggingstakt.

Følgende kontantstrømmer inngår:

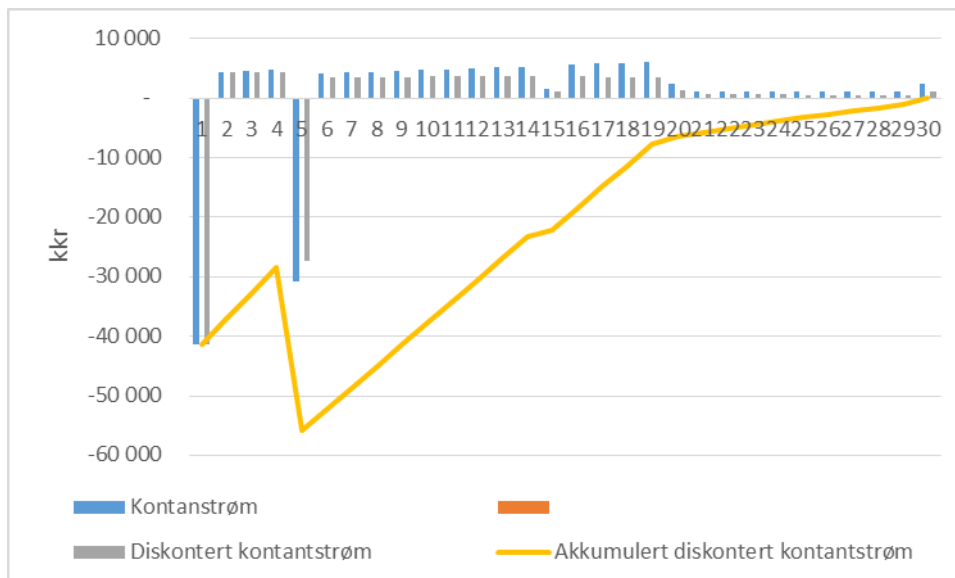
- Investeringskostnader, fratrukket Enova-støtte
- Produksjonskostnader
- Drift og vedlikeholdskostnader, administrasjonskostnader
- Varmesalg og anleggsbidrag ved tilknytning

Modellen beregner *nødvendig anleggsbidrag* nærvarmeanlegget må få inn for å kunne tilby en konkurransedyktig energipris (må kunne konkurrere med elpris). Med beregnet anleggsbidrag vil inntektene og utgiftene balanseres hverandre i løpet av anleggets levetid, som vist i Figur 15 og Figur 16.

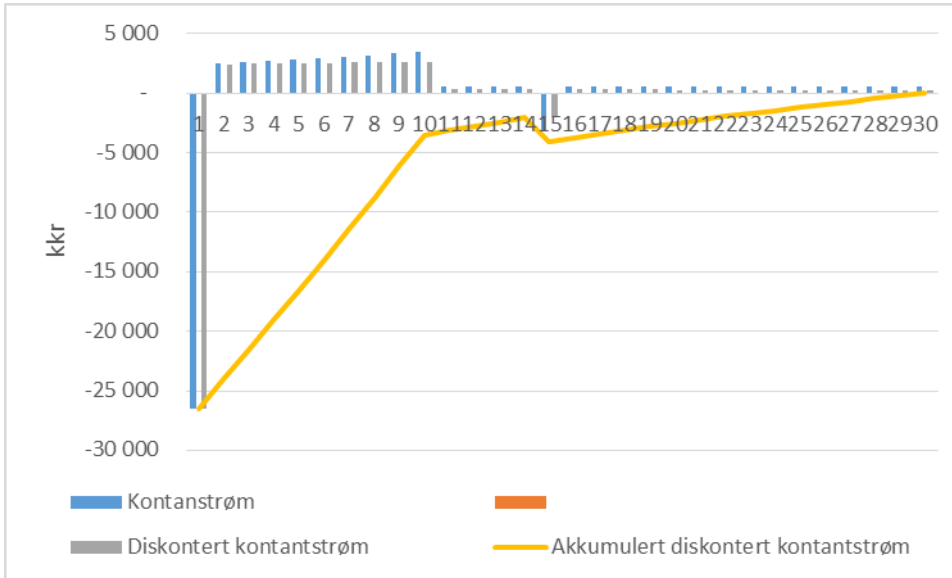
Tabell 12 Resultat fra kontantstrømanalyse

Kontantstrømanalyse	Alt 1	Alt 2
Snitt energisalgpris [øre/kWh]	0,52	0,57
Tilknytningsperiode kunder [år]	20	10
Antall byggetrinn varmesentral	2	1
Levetid VP + spisslast [år]	15	15
Levetid opptakssystem [år]	30	30
Levetid bygg [år]	30	30
Rente [%]	3	3
Økonomisk betraktningperiode [år]	30	30
<b>Resulterende totalt anleggsbidrag [kr]</b>	<b>kr 104 283 000</b>	<b>kr 30 365 000</b>
Snittkostnad per boenhet/kunde	kr 69 000	kr 50 000
Snittkostnad per bygg	kr 242 000	kr 461 000
<b>Kostnad blokk m/20 leiligheter</b>	<b>kr 1 380 000</b>	<b>kr 1 000 000</b>

*Nærvarmeanleggene må innhente et anleggsbidrag som i sum er høyere enn totale investeringskostnader, for å kunne tilby en konkurransedyktig energipris i området. Det er med andre ord ikke lønnsomhet i anlegget, med dagens energipriser.*



Figur 15 Resultat kontantstrømanalyse, Alt 1, stort nærvarmeanlegg



Figur 16 Resultat kontantstrømanalyse, Alt 2, forenklet nærvarmeanlegg

Dersom det skulle vise seg at man kan hente varme fra Kleivertjern og at varmesentralen kan plasseres i nærheten, kan investeringskostnadene for alternativ 1 reduseres med ca. 5-7 MNOK, og alternativ 2 med 3-5 MNOK. Resulterende anleggsbidrag ville fremdeles blitt høye, sammenlignet med totale investeringskostnader.

Tabell 13 Resultat fra kontantstrømanalyse med sjøvannsvarmepumpe

Resulterende totalt anleggsbidrag [kr]	kr 96 452 000	kr 25 812 000
Snittkostnad per boenhet/kunde	kr 64 088	kr 42 806
Snittkostnad per bygg	kr 223 787	kr 391 939
<b>Kostnad blokk m/20 leiligheter</b>	<b>kr 1 281 754</b>	<b>kr 856 119</b>

## 9 Sammenligning av energiløsninger

I det følgende er det sammenlignet ulike energiløsninger for henholdsvis en boligblokk med 20 leiligheter, en gruppe større boligblokker og en enebolig.

### 9.1 Regneeksempel boligblokk – lokale og kollektive løsninger

Det er tatt utgangspunkt i en boligblokk med 20 boenheter, i snitt 80 m<sup>2</sup> per leilighet, totalt 1 600 m<sup>2</sup>, bygget etter nye energiregler. Renta er satt til 3 %.

Tabell 14 Forutsetninger effekt- og energibehov varme, boligblokk

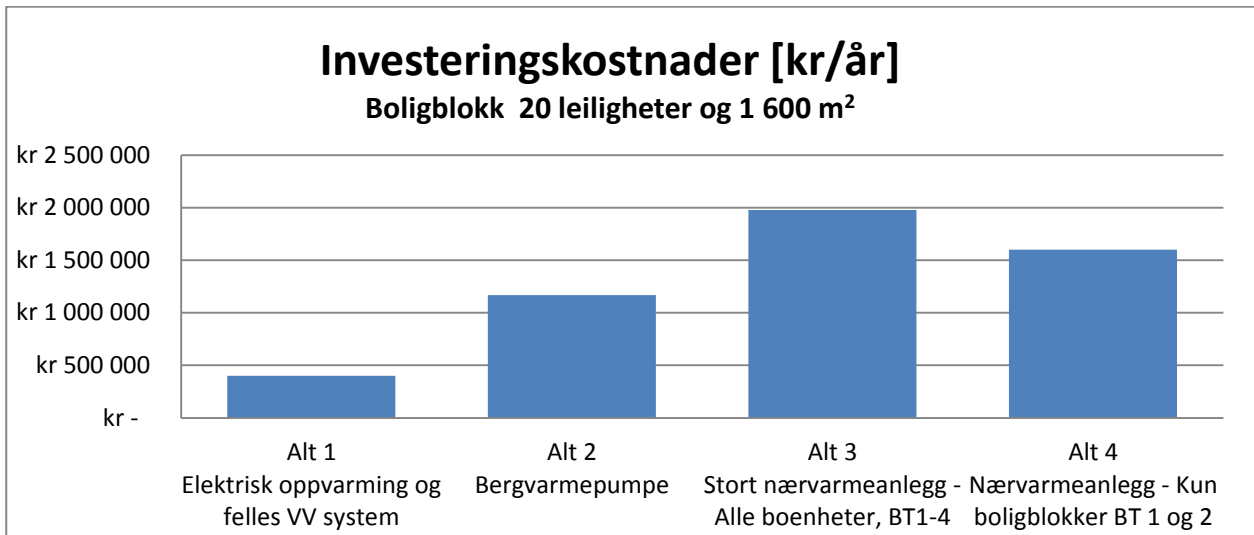
Energiforbruk TEK15	[kWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Varme og ventilasjon	52 640	33
Tappevann	47 680	30
Annet	51 680	32
<b>Totalt</b>	<b>152 000</b>	<b>95</b>
Effektbehov TEK15	[kW]	[W/m <sup>2</sup> ]
Varmeeffekt inkl vv	43	27

Bygg på over 1 000 m<sup>2</sup> har iht. nye energiregler krav om at 50 % av energibehovet til varme skal forsynes fra energifleksible systemer. For alternativ 1 er det derfor lagt inn kostnader for felles varmtvannsforsyning (VV). Hvilken energiløsning som oppfyller kravet må vurderes for det enkelte bygg, men kan eksempelvis være felles varmtvannsbereider og vannbåren varme til ventilasjonsbatterier, eller å bygge vannbårent distribusjonsanlegg for oppvarming i deler av eller hele bygget. Dersom antall boliger i blokken reduseres fra 20 til 12 leiligheter på 80 m<sup>2</sup>, kan imidlertid utbyggeren velge å bygge helelektrisk, slik energireglene foreligger nå.

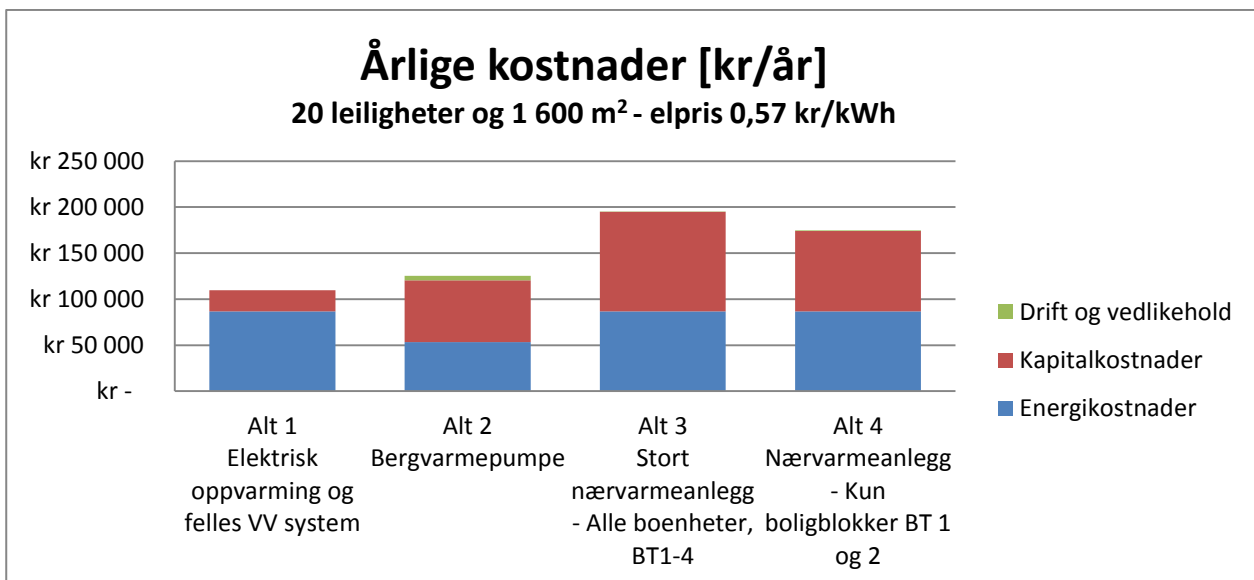
For alternativ 2-4 er det lagt inn kostnader for vannbåren (energifleksibel) oppvarming, det vil si at varmen distribueres i vannrør og avgis som gulvvarme, i radiatorer, ventilasjonsbatterier eller i konvektorer. Med fleksibel oppvarming menes at ulike kilder kan benyttes til å varme opp vannet. Vannbåren varme gir i tillegg god komfort i form av meget jevn innetemperatur.

For bygninger med vannbåren varme kan varmen enten produseres lokalt for bygget (alternativ 2) eller fra kollektive løsninger som fjernvarme/nærvarmeanlegg (alternativ 3 og 4).

Nedenfor er resultatet av beregningene vist. Tabeller med forutsetninger er vist i vedlegg 4. Figur 17 viser investeringskostnadene for de ulike alternativene, og Figur 18 viser de årlige kostnadene for boligblokken.



Figur 17 Investeringskostnader, boligblokk 20 leiligheter



Figur 18 Årlige kostnader, boligblokk 20 leiligheter

De årlige kostnadene for alternativ 1 med direkte, elektrisk oppvarming blir lavest, når man tar med kapitalkostnadene. Det dyreste alternativet er et nærvarmeanlegg som forsyner hele planområdet. Det skyldes at energikostnadene blir like som ved elektrisk oppvarming, men man får økte kapitalkostnader i tillegg.

Dersom man ønsker et energifleksibelt anlegg med vannbåren oppvarming er det i dette tilfellet rimeligere med en lokal energisentral enn et felles nærvarmeanlegg.

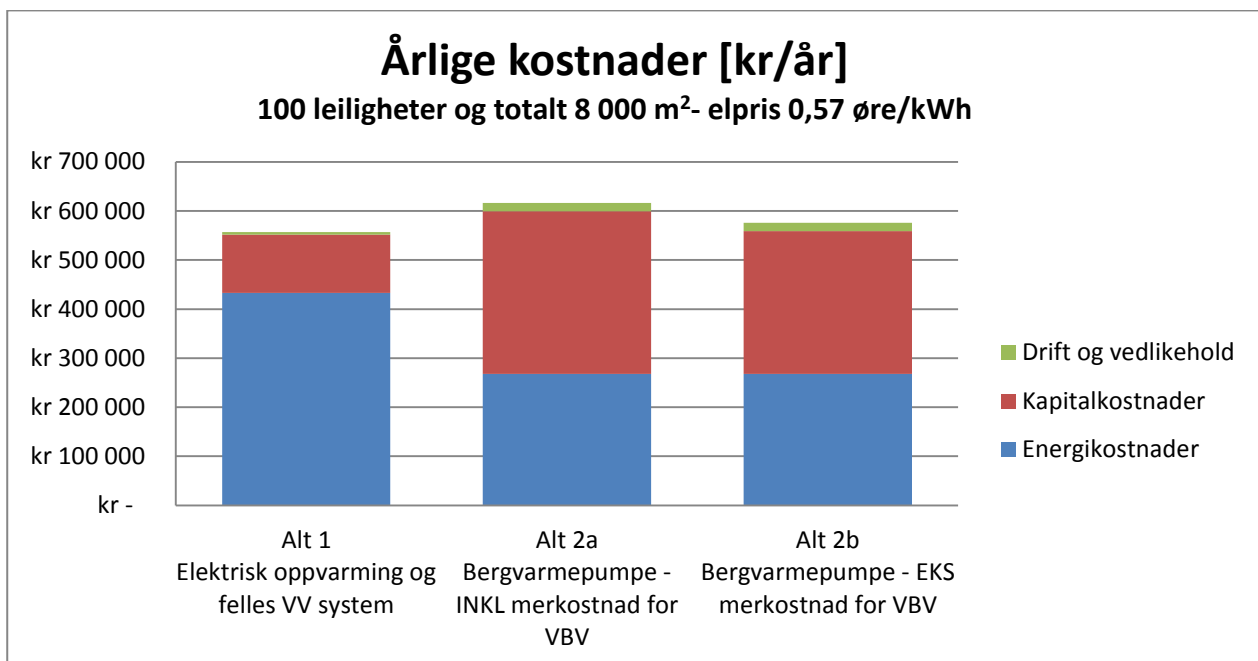
### 9.1.1 Regneeksempel med lokal energiforsyning for større boligblokker

Videre er det gjort beregninger for en felles energiløsning for 100 leiligheter, på til sammen 8 000 m<sup>2</sup>. Det er ikke medtatt kostnader for bygg til energisentralen eller for å knytte byggene sammen, da det forutsettes at utstyret plasseres i blokken og at det bygges store blokker i tett bebyggelse. Figuren nedenfor viser årlige kostnader, sammenlignet med direktevirkende elektrisk oppvarming og felles varmtvannsforsyning.

Det er vesentlig om man tar med kostnadene for å etablere vannbåren varme (VBV) i bygget, eller om man velger å holde dette utenom. Begge alternativer er vist her. Dagens elpris på **0,57 kr/kWh** for blokker som betaler effektledd er lagt til grunn.

Tabell 15 Forutsetninger effekt- og energibehov varme, større/gruppe boligblokker

Energiforbruk TEK15	[kWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Varme og ventilasjon	263 200	33
Tappevann	238 400	30
Annet	258 400	32
<b>Totalt</b>	<b>760 000</b>	<b>95</b>
Effektbehov TEK15	[kW]	[W/m <sup>2</sup> ]
Varmeeffekt inkl vv	216	27



Figur 19 Årlige kostnader for en samling av større boligblokker

Nedenfor er resultatet av beregningene vist. Tabeller med forutsetninger er vist i vedlegg 4.

Dersom man ser bort fra *merkostnadene* ved å etablere VBV i bygget, kan et felles varmepumpeanlegg nærme seg å være konkurransedyktig med elektrisk oppvarming. Med en økt elpris på **0,64 kr/kWh** blir de årlige kostnadene for alt. 2b like som for alt.1.

Dersom elprisen øker til **0,77 kr/kWh** blir de årlige kostnadene for bergvarmepumpe *inkludert* de ekstra kostnadene for distribusjonssystemet i bygget, alt. 2a, like som for alt. 1.



## 9.2 Regneeksempel med lokale løsninger for eneboliger

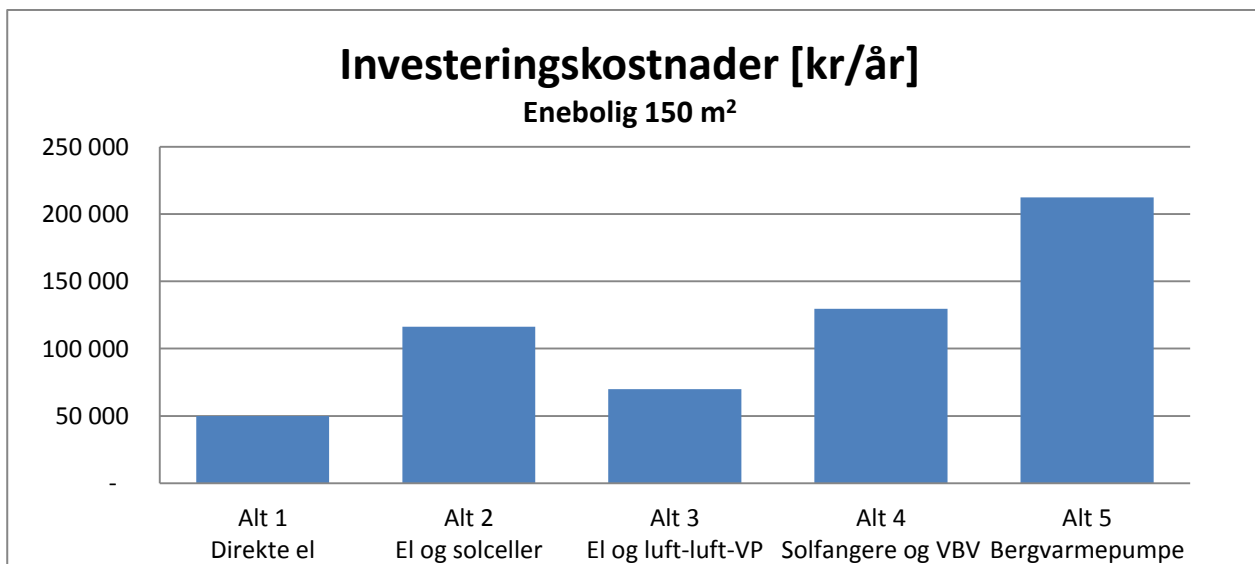
For å sammenligne aktuelle lokale energiløsninger for enebolig er det tatt utgangspunkt i en enebolig på 150 m<sup>2</sup>, bygget etter nye energiregler. Varmebehovet er antatt å utgjøre ca. 72 % av det totale energibehovet. Det er regnet med en elpris på 51 øre/kWh og 3 % rente. Alle kostnader er oppgitt eks mva. For teknologier hvor det er aktuelt med Enova-støtte er denne tatt med i beregningen.

Tabell 16 Forutsetninger effekt- og energibehov varme, enebolig

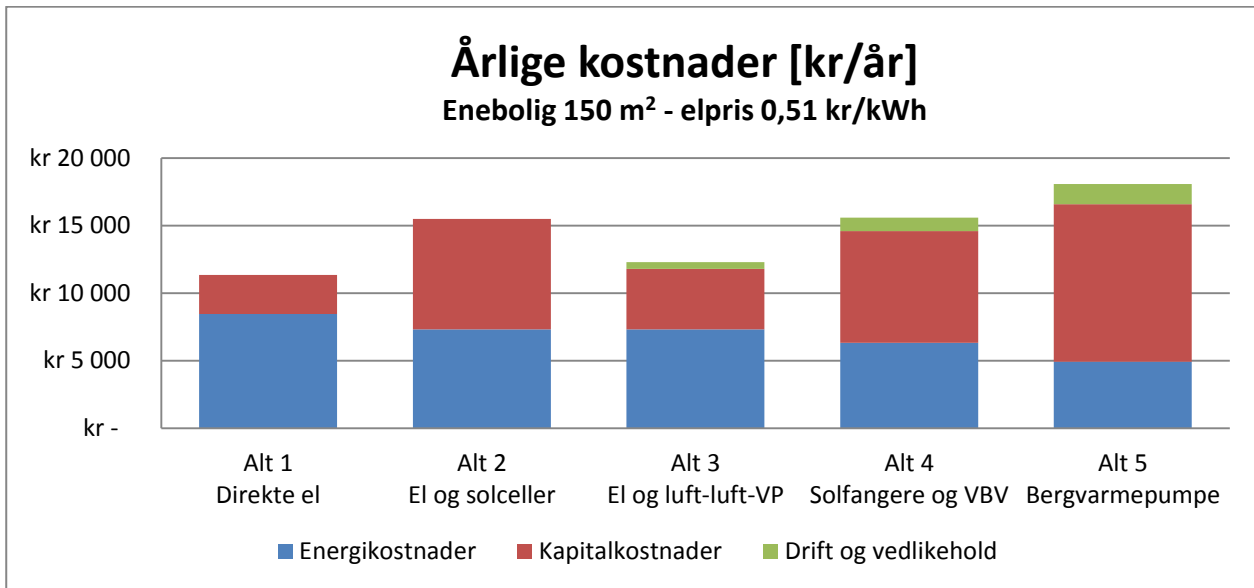
Energiforbruk TEK15	[kWh/år]	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Varme og ventilasjon	7 482	50
Tappevann	4 470	30
Annet	4 648	31
<b>Totalt</b>	<b>16 600</b>	<b>111</b>
Effektbehov TEK15	[kW]	[W/m <sup>2</sup> ]
Varmeeffekt inkl vv	5,3	35

Dersom et småhus skal ha ren elektrisk oppvarming må det etter nye regler oppføres med skorstein, for å gjøre det mindre sårbart for bortfall av strømforsyning. Et supplement til direktevirkende elektrisitet kan være en luft-luft-varmepumpe. For å supplere elforsyningen kan det installeres solceller. Ved beregning av solceller er det forutsatt at det installeres et 3 kW solcelleanlegg som produserer 3 000 kWh/år. Halvparten av produksjonen nyttiggjøres til eget behov og halvparten leveres ut på nett til redusert strømpris.

De mest aktuelle energiløsningene for energifleksibel oppvarming er bergvarmepumpe (eventuelt ferskvannsvarmepumpe) og solfangeranlegg, begge med elkjel som spisslast/reservelast.



Figur 20 Investeringskostnader ulike energiløsninger for eneboliger



Figur 21 Årlige kostnader for ulike energiløsninger for eneboliger

Tabeller med forutsetninger er vist i vedlegg 4.

Av beregningene ser vi at den årlige energikostnaden for de ulike energiløsningene varierer, men at ren elektrisk oppvarming er det billigste.

Med de nye energireglene blir energibehovet i en enebolig relativt lavt, og det blir vanskeligere å få lønnsomhet med alternative, fornybare energikilder, sammenlignet med elektrisk oppvarming med panelovner. Luft-luft-varmepumpe er den løsningen som kommer nærmest å være lønnsom for eneboligene.

Dersom 2-3 husstander som står tett går sammen om å etablere et felles bergvarmeanlegg vil lønnsomheten kunne bli noe bedre. Det samme gjelder om investeringskostnader for solceller og solfangeranlegg går ned, eller det gis økt investeringsstøtte kommunalt eller fra Enova. For eksempel lanserte Oslo kommune en prøveordning for 2015 hvor 40 % av investeringskostnadene for solceller dekkes. Fremdeles blir ikke solceller konkurransedyktig på pris, sammenlignet med direkte el, men man er delvis selvforsynt og utnytter lokale ressurser.

## 10 Konklusjon

Norsk Energi er engasjert av Larvik Kommune for å utrede løsninger for energiforsyning til det planlagte boligområdet Martineåsen.

Martineåsen skal bygges ut gradvis og det er dermed en usikkerhet når hele området vil være ferdig utbygd og hva som blir den endelige bygningsmassen. Utbyggingstempoet vil være avhengig av etterspørselen. Et forsiktig antall boenheter er 1 500, men det kan bli så mange som 3 000.

### 10.1 Fjernvarme/nærvarmeanlegg

Hammerdalen Fjernvarme AS har fjernvarmekonsesjon for området Hammerdalen og Bergløkka med Fritzøe Brygge i Larvik Sentrum. Martineåsen ligger utenfor konsesjonsområdet, og vil følgelig ikke omfattes av tilknytningsplikten. En eventuell tilknytning vil kreve en forholdsvis lang overføringsledning, samt en utvidelse av konsesjonsområdet. Det er noe begrenset kapasitet i eksisterende fjernvarmeanlegg. På bakgrunn av dette vurderes tilknytning til eksisterende fjernvarmeanlegg som lite aktuelt.

Å etablere et nytt fjernvarme-/nærvarmeanlegg til et moderne boligområde er utfordrende, dersom en ikke har tilgang på en svært rimelig energikilde som for eksempel spillvarme fra industri. Det skyldes hovedsakelig følgende forhold:

- Lav elpris (kundens alternative pris som regulerer fjernvarmeprisen)
- Lavt energibehov i nybygg som følge av nye energiregler
- Bygningsmassen består hovedsakelig av boliger uten kjølebehov, som kunne ha gitt bedre lønnsomhet for varmepumpeanlegg.

I tillegg gjør nye byggeregler det mulig å bygge med kun elektrisk oppvarming for bygg opptil 1 000 m<sup>2</sup>. Dette gjør at merkostnaden for vannbårne anlegg i bygget må tas med i sammenligning med direkte el. Tidligere var vannbårent oppvarmingsanlegg et *krav* for bygg over 500 m<sup>2</sup>.

Det er regnet på kostnadene ved å etablere et fjernvarme-/nærvarmeanlegg med lokale energiresurser som forsyner hele eller en større del av planområdet. Beregningene viser at et slikt anlegg med gitte forutsetninger, ikke er lønnsomt. Et stort nett som forsyner hele planområdet er mindre lønnsomt enn et mindre, kompakt nett, som kun forsyner yrkesbygg og boligblokker for de to første byggetrinnene.

### 10.2 Boligblokk, 20 leiligheter

Det er regnet på ulike alternativer for en boligblokk med 20 leiligheter. Her er kostnadene for å tilknytte seg et nyetablert nærvarmeanlegg, sammenlignet med elektrisk oppvarming og en lokal varmepumpeentral på bygget (bergvarme eller evt. ferskvann fra Klevertjern). Dagens elpris på **0,57 kr/kWh** for blokker som betaler effektledd er lagt til grunn.

Med en elpris på **0,84 kr/kWh** blir alternativet med bergvarmepumpe konkurransedyktig med el for en boligblokk på 1 600 m<sup>2</sup>.

*Et nyetablert fjernvarmeanlegg/nærvarmeanlegg for området, med nybygg for varmesentral og lengre rørstrekk i bakken vil ikke kunne bli konkurransedyktig for Martineåsen, sammenlignet med lokale løsninger for et eller noen få bygg.*

### 10.3 Felles varmesentral for store blokker

Dersom det bygges noen større boligblokker med flere etasjer, eller blokkene bygges så tett at de kan kobles sammen uten store ekstrakostnader med rør i bakken, kan det gi bedre lønnsomhet for en felles energiløsning som for eksempel varmepumpe.

Det er regnet på et eksempel med en felles energiløsning for 100 leiligheter, på til sammen 8 000 m<sup>2</sup>. Det er ikke medtatt kostnader for bygg til energisentralen eller for å knytte byggene sammen, da det forutsettes at utstyret plasseres i blokken, og at byggene står tett sammen. Figuren nedenfor viser årlige kostnader for et varmepumpeanlegg, sammenlignet med direktevirkende elektrisk oppvarming med felles varmtvannsforsyning. Det er vesentlig om man tar med kostnadene for å etablere vannbåren varme (VBV) i bygget, eller om man velger å holde dette utenom. Det er regnet på begge alternativer. Dagens elpris på **0,57 kr/kWh** for blokker som betaler effektledd er lagt til grunn.

Dersom man ser bort fra *merkostnadene* ved å etablere VBV i bygget, kan et felles varmepumpeanlegg nærme seg å være konkurransedyktig med elektrisk oppvarming. Med en liten økning av elprisen til **0,64 kr/kWh** blir de årlige kostnadene for alt. 2b like som for alt.1. Dersom elprisen øker til **0,77 kr/kWh** blir de årlige kostnadene for bergvarmepumpe *inkludert* merkostnadene for det vannbårne distribusjonssystemet i bygget, alt. 2a, like som for alt. 1.

Vi vet ikke hvordan energiprisen vil utvikle seg i fremtiden, men de fleste prognosene tilsier at elprisen vil forbli lav for de nærmeste 10 årene. Å bygge vannbåren varme gir økte investeringskostnader, men god fleksibilitet i forhold til ulike energikilder og utnyttelse av lokale ressurser. Vannbåren varme gir i tillegg god komfort i form av meget jevn innnetemperatur. Ved å legge inn vannbåren varme gir det muligheter for å benytte solfangere som kan gi gevinst over tid.

Per i dag gis det ikke Enova-støtte for å bygge vannbårne anlegg i nybygg, men dette kan komme. Vannbåren varme med fornybare energikilder avlaster elnettet slik at elektrisitet frigjøres til andre formål som for eksempel transport.

I henhold til regional plan for Vestfold skal det i reguleringsplaner det er hensiktsmessig legges føringer for valg av energiløsninger til oppvarming av bygninger. Kommunen kan sette krav til energibruk, fornybar varmforsyning og varmesystemer i utbyggingsavtaler. Gjeldende lovverk bør brukes i en bevisst strategi, selv om det er begrensninger i muligheten til å pålegge private aktører å gjennomføre tiltak. *Dersom kommunen ønsker å legge til rette for bruk av lokale energiresurser og energifleksible oppvarmingssystemer i bygg, er det å bygge større blokker i tett bebyggelse det alternativet som kostnadmessig kommer nærmest ren elektrisk oppvarming.*

#### 10.4 Eneboliger

Eneboliger har lavere energibehov enn blokker, og det vil ikke kunne bli lønnsomt å knytte seg til et nyetablert fjernvarmeanlegg. For eneboliger er derfor lokale energiløsninger sammenlignet. Det er vurdert tre alternativer med elektrisk oppvarming; ren elektrisk oppvarming, elektrisk oppvarming og solceller og luft-luft-varmepumpe. For disse alternativene er kostnad for skorstein og elektrisk oppvarming medtatt i investeringen. Videre er bergvarmepumpe og solfangere vurdert. Her er kostnadene for å etablere vannbåren varme i bygget medtatt. Enova-støtten er trukket fra der det er aktuelt.

Med dagens elpris (**0,51 kr/kWh** for eneboligene uten effektledd) er det ingen alternative energikilder som gir lavere årlige energikostnader enn et rent elektrisk oppvarmingsanlegg, når man tar med kapitalkostnadene.

Dersom en ønsker å benytte fornybare energikilder for småhus på Martineåsen, er elektrisk oppvarming med luft-luft-varmepumpe det alternativet som kostnadmessig kommer nærmest ren elektrisk oppvarming. Dersom elprisen øker til **0,96 kr/kWh** blir luft-luft-varmepumpe konkurransedyktig, sammenlignet med el.

I de nye energireglene stilles det krav om skorstein for småhus, dersom det ikke bygges vannbårent oppvarmingsanlegg. Dette kravet skal sikre en viss energifleksibilitet i småhus, selv om oppvarming hovedsakelig er elektrisk. En luft-luft-varmepumpe kan dermed kombineres med pelletskaminer eller vedfyring for ytterligere å redusere strømforbruket.

Selv om anlegg som utnytter solenergi totalt sett gir dyrere anlegg enn ren elektrisk oppvarming, kan disse tiltakene vurderes opp mot andre (f.eks bygningsmessige) tiltak for å redusere strømforbruket. For solceller og solfangere er det forutsatt ekstern montasje. Dersom det i stedet velges bygningsintegreerte solceller eller solfangere, kan kostnaden for alternativ kledning trekkes fra investeringskostnadene og gjøre anlegget mer lønnsomt.

## Vedlegg 1 – investeringsstøtte fra Enova

Statsforetaket Enova er finansiert av en avgift på 1 øre/kWh på nettleien.

Støtte blir gitt i henhold til egne kriterier for de ulike støtteprogrammene. De mest aktuelle programmene for investeringsstøtte fra Enova for Martineåsen er:

### Borettslag og sameier (nybygg)

- Varmesentraler (forenklet)
- Støtte til energieffektive nybygg
- Støtte til ny teknologi for fremtidens bygg

For å få støtte til energieffektive nybygg er minstekravet at man strekker seg lengre enn forskriftskravene, minimum tilsvarende lavenerginivå for boliger (passivhusnivå er krav for kontorer).

### Eneboliger og småhus (nybygg)

- El-produksjon/Solceller
- Solfangere
- Energirådgiver
- Bio-ovn med vannkappe/biokjel (vannbåren varme)
- Varmestyringssystem
- Væske-vann-varmepumpe (vannbåren varme)
- Varmegjenvinning av gråvann
- Energieffektive nybygg
- Avtrekksvarmepumpe
- Luft-vann-varmepumpe (anbefales ikke)

Generelt er energiutbytte (spart energi og/eller fornybar) per støttekrone viktig. Støtten skal være utløsende, så prosjekter som er lønnsomme uten støtte faller utenfor programmene og man må søke om støtte før et prosjekt settes i gang.

Nye program blir etablert jevnlig, enten som nye faste ordninger eller midlertidige tiltak. Sjekk [www.enova.no/naring](http://www.enova.no/naring) for oppdatert informasjon om kriterier, støttebeløp og krav til søknader, eller ring gratis svartjeneste på tlf. 800 49 003.

## Vedlegg 2 – BREEAM Communities

Kommunen ønsker å benytte BREEAM Communities-systemet som en veileder for Martineåsen-prosjektet, men har ikke planlagt å sertifisere prosjektet. Den engelske standarden er gjennomgått, da det foreløpig ikke foreligger en norsk utgave. Standarden stiller krav til at det utarbeides en Energistrategi (CN1) utført av en Energispesialist (CN2).

	I følge standarden skal energistrategien inneholde en vurdering av:	Sammenlignet med kravene for Energistrategien inneholder denne rapporten:
1	Baseline energiforbruk for området (regulert og uregulert energiforbruk), fordelt på varme, kjøling og elforbruk, med tilhørende utslippsberegninger	En beregning av det <i>regulerte</i> energiforbruket i en antatt bygningsmasse som oppfyller de tekniske forskriftskravene. Det er ikke sett på uregulert energiforbruk (f.eks fra gatebelysning mm.). Energibehovet er formålsdelt. Da bygningsmassen er svært usikker er det ikke gjort utslippsberegninger for området.
2	Hvordan utslippene kan reduseres ved å hensynta de lokale forholdene og implementere energieffektive tiltak (ut over forskriftskrav)	Det er ikke forutsatt at man går lenger enn kravene når det gjelder netto energibehov til bygningene.
3	Muligheter for å benytte felles energiløsninger for ytterligere å redusere utslippene	Det er gjort en teknisk og økonomisk, innledende vurdering av kollektive varmeløsninger for to scenarier.
4	Muligheter for å implementere CO <sub>2</sub> -nøytral energiforsyning, i form av lokale, fornybare energikilder, for ytterligere å redusere utslippene	Lokale forhold og fornybare energiresurser er vurdert. Det er gjort en beregning av ulike alternativer for småhus og boligblokker.
5	Oppsummering	Oppsummering og anbefaling

Dersom det skal utarbeides en formell energistrategi iht. den engelske standarden, kan det henvises til denne utredningen. Det må gjøres supplerende utslippsberegninger, samt en vurdering av hvorvidt utslippene kan reduseres ytterligere ved energieffektive tiltak og energiløsninger i byggene.

### Vedlegg 3 – Kilder

*Martineåsen og Tenvik, reguleringsplaner. Larvik. Geotekniske innspill til planarbeidet, Notat v/GrunnTeknikk AS 2014*

*Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) nettsider, [www.ngu.no](http://www.ngu.no)*

*Lokal Energiutredning 2013 Larvik Kommune, Skagerak Energi*

*ENOVAs nettsider, [www.enova.no](http://www.enova.no)*

*Novema kulde – «Varmepumpe brukt mot sjøvann, innsjøer og elver»  
[http://novemakulde.no/01%5Cdot03\\_03.pdf](http://novemakulde.no/01%5Cdot03_03.pdf)*

*NVE – Vindkart for Norge, utarbeidet av Kjeller Vindteknikk i 2009*

*Skagerak Energis nettsider, [www.skagerakenergi.no](http://www.skagerakenergi.no)*

*Larvik Kommunes nettsider, [www.larvik.kommune.no](http://www.larvik.kommune.no)*

*BREEAM Communities Standard, RE 01 – Energy Strategy*

*Lovdata - Teknisk bygningsforskrift – nye energiregler, [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-11-12-1290?q=energi tek 10](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-11-12-1290?q=energi%20tek%2010)*

*Boligvarme, [www.boligvarme.no](http://www.boligvarme.no)*

*Planprogram for Områdeplan Martineåsen, Larvik kommune 2015*

*Lovdata – forskrift om forbrenning av avfall [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL\\_10#KAPITTEL\\_10](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL_10#KAPITTEL_10)*

*Miljødirektoratet – <http://www.miljostatus.no/Tema/Avfall/Avfall-og-gjenvinning/Avfallsbehandling/Avfallsforbrenning/>*

*SSB – Statistisk Sentralbyrå*



## Vedlegg 4 – tabeller og beregninger

Boligblokk 20 leiligheter, 1 600 m <sup>2</sup>		Alt 2 Bergvarmepumpe		Alt 3 Stort nærvarmeanlegg - Alle boenheter, BT1-4		Alt 4 Nærvarmeanlegg - Kun boligblokker BT 1 og 2	
Alt 1 Elektrisk oppvarming og felles VV system							
Elektriske panelovner og varmekabler på bad	kr 200 000	Vannbårent distribusjonsanlegg gulvvarme/radiatorer og tappevann	kr 512 000	Vannbårent distribusjonsanlegg gulvvarme/radiatorer og tappevann	kr 512 000	Vannbårent distribusjonsanlegg gulvvarme/radiatorer og tappevann	kr 512 000
Energifleksibel tappevannsoppvarming med felles bereder	kr 200 000	Bergvarmeanlegg med elkjel backup	kr 682 105	Anleggsbidrag eks kundesentral	kr 1 385 823	Anleggsbidrag eks kundesentral	kr 1 007 125
		Enovastøtte	kr 27 648	Kundesentral	kr 80 000	Kundesentral	kr 80 000
SUM	kr 400 000	SUM	kr 1 166 457	SUM	kr 1 977 823	SUM	kr 1 599 125
Vektet anleggslevetid	25	Vektet anleggslevetid	25	Vektet anleggslevetid	27	Vektet anleggslevetid	27
Årlige kapitalkostnader	kr 22 971	Årlige kapitalkostnader	kr 66 987	Årlige kapitalkostnader	kr 108 181	Årlige kapitalkostnader	kr 87 467
		Dekningsgrad VP varme	90 %				
		Dekningsgrad VP tappevann	90 %				
		COP (årsnitt)	2,8				
Energi besparelse	-	Energi besparelse	58 042	Energi besparelse	-	Energi besparelse	-
Kostnadsbesparelse	kr -	Kostnadsbesparelse	kr 33 084	Kostnadsbesparelse	kr -	Kostnadsbesparelse	kr -
Energikostnader	kr 86 640	Energikostnader	kr 53 556	Energikostnader	kr 86 640	Energikostnader	kr 86 640
Drift og vedlikehold	kr -	Drift og vedlikehold	kr 4 775	Drift og vedlikehold	kr 500	Drift og vedlikehold	kr 500
<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 109 600</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 125 300</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 195 300</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 174 600</b>

Større blokk/gruppe blokker, 100 leiligheter		Alt 2a		Alt 2b	
Elektrisk oppvarming og felles VV system		Bergvarmepumpe - INKL merkostnad for VBV		Bergvarmepumpe - EKS merkostnad for VBV	
Elektriske panelovner og varmekabler på bad	kr 1 064 000	Vannbærent distribusjonsanlegg gulvvarme/radiatorer	kr 2 800 000	Vannbærent distribusjonsanlegg gulvvarme/radiatorer - her satt lik kostnadene for el. oppvarming	kr 2 064 000
Energifleksibel tappevannsoppvarming med felles bereder	kr 1 000 000	Sammenkobling bygg	kr -	Sammenkobling bygg	kr -
		Bergvarmeanlegg	kr 3 410 526	Bergvarmeanlegg	kr 3 410 526
		Enovastøtte	kr 138 240	Enovastøtte	kr 138 240
SUM	kr 2 064 000	SUM	kr 6 072 286	SUM	kr 5 336 286
Vektet anleggslevetid	25	Vektet anleggslevetid	27	Vektet anleggslevetid	27
Årlige kapitalkostnader	kr 118 531	Årlige kapitalkostnader	kr 331 330	Årlige kapitalkostnader	kr 291 170
		Dekningsgrad VP varme	90 %	Dekningsgrad VP varme	90 %
		Dekningsgrad VP tappevann	90 %	Dekningsgrad VP tappevann	90 %
Energibesparelse	-	COP (årssnitt)	2,8	COP (årssnitt)	2,8
Kostnadsbesparelse	kr -	Energibesparelse	290 211	Energibesparelse	290 211
Energikostnader	kr 433 200	Kostnadsbesparelse	kr 165 421	Kostnadsbesparelse	kr 165 421
Drift og vedlikehold	kr 5 000	Energikostnader	kr 267 779	Energikostnader	kr 267 779
		Drift og vedlikehold	kr 17 053	Drift og vedlikehold	kr 17 053
<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 556 700</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 616 200</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 576 000</b>

Enebolig, 150 m2		Alt 2		Alt 3		Alt 4		Alt 5	
Direkte el		El og solceller		El og luft-luft-VP		Solfangere og VBV		Bergvarmepumpe	
Elektriske panelovner og varmekabler på bad	kr 20 000	Elektriske panelovner og varmekabler på bad	kr 20 000	Elektriske panelovner og varmekabler på bad	kr 15 000	Vannbårent distribusjonsanlegg gulvvarme/radiatorer	kr 52 500	Vannbårent distribusjonsanlegg gulvvarme/radiatorer	kr 52 500
Skorstein	kr 30 000	Skorstein	kr 30 000	Skorstein	kr 30 000	Elkjel	kr 40 000	Elkjel	kr 40 000
		Solcelleanlegg	kr 80 000	Luft-luft VP	kr 25 000			Bergvarmeanlegg (inkl måler)	kr 150 000
SUM	kr 50 000	Enovastøtte	kr 13 750	Enovastøtte	kr -	Enovastøtte	kr 13 000	Enovastøtte	kr 30 000
Vektet anleggslevetid	25	SUM	kr 116 250	SUM	kr 70 000	SUM	kr 129 500	SUM	kr 212 500
Årlige kapitalkostnader	kr 2 871	Vektet anleggslevetid	19	Vektet anleggslevetid	21	Vektet anleggslevetid	21	Vektet anleggslevetid	27
		Årlige kapitalkostnader	kr 8 165	Årlige kapitalkostnader	kr 4 476	Årlige kapitalkostnader	kr 8 262	Årlige kapitalkostnader	kr 11 636
				Dekningsgrad varme	60 %	Dekningsgrad varme	20 %	Dekningsgrad varme	90 %
				Dekningsgrad tappevann	0 %	Dekningsgrad tappevann	60 %	Dekningsgrad tappevann	90 %
				COP (årsnitt)	2,0	COP (årsnitt)		COP (årsnitt)	2,8
Energibesparelse	-	Energiproduksjon	3 000	Energibesparelse	2 245	Energibesparelse	4 178	Energibesparelse	6 915
Kostnadsbesparelse	-	Kostnadsbesparelse	kr 1 148	Kostnadsbesparelse	kr 1 145	Kostnadsbesparelse	kr 2 431	Kostnadsbesparelse	kr 3 527
Energikostnader	kr 8 466	Energikostnader	kr 7 319	Energikostnader	kr 7 321	Energikostnader	kr 6 335	Energikostnader	kr 4 939
Drift og vedlikehold		Drift og vedlikehold		Drift og vedlikehold	kr 500	Drift og vedlikehold	kr 1 000	Drift og vedlikehold	kr 1 500
<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 11 300</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 15 500</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 12 300</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 15 600</b>	<b>Årlige kostnader</b>	<b>kr 18 100</b>