

Bertramjordet borettslag



Utredning - del 2: Energivurdering



Januar 2017

Innhold

1	INNLEDNING	2
1.1	FORMÅL	2
	PROSJEKTORGANISASJON	3
	GRUNNLAGSMATERIALE	3
	ØKONOMISKE FORHOLD	3
	ORGANISATORISKE FORHOLD	3
2	DAGENS ENERGIFORBRUK	4
	FJERNVARME.....	4
	STRØMFORBRUKET I BORETTSLAGET.....	5
3	BYGNINGSFYSIKK	6
	KLIMASKALLET I BERTRAMJORDET	7
	ANDRE FORHOLD SOM PÅVIRKER ENERGIFORBRUKET	9
4	DATASIMULERING OG ANALYSE AV BYGNINGSFYSIKKEN	10
5	TILTAK FOR REDUKSJON AV ENERGIFORBRUKET	13
	UTSKIFTING AV VINDUER	13
	ETTERISOLERING AV ETASJESKILLER MOT LOFT	15
	ETTERISOLERING AV FASADER	16
	SOLENERGI.....	17
	TILTAK PÅ VARMEANLEGGET/TAPPEVANN	20
	UTSKIFTING AV TERMOSTATVENTILER	20
	INDIVIDUELL MÅLING AV VARME OG VARMTVANN	21
	SKIFTE AV ENERGIKILDE - BERGVARME	22
	BALANSERT VENTILASJON.....	27
	OPPSUMMERING AV ALLE TILTAK.....	29
	TILTAKSPAKKER OG ANBEFALINGER	30
6	LAVENERGIBEBYGGELSE	33
	LAVENERGIBLOKKER	34
	LAVENERGIREKKEHUS	34
7	STØTTEPROGRAMMER	36
8	KONKLUSJON	37

1 INNLEDNING

1.1 FORMÅL

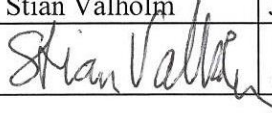
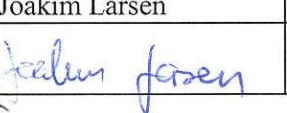
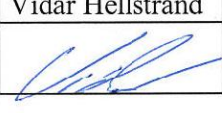
I første del av utredningen om Bertramjordet er tilstanden av borettslagets bygningsmasse gjennomgått. I denne delen vil energisparepotensialet i borettslaget kartlegges, og ulike energieffektiviserende tiltak identifiseres. Basert på energisparepotensiale og vedlikeholdsbehov vil det anbefales en sammensetning av ENØK tiltak.

Borettslaget har et ønske om å se på mulighet for å oppnå standarden «lavenergibebyggelse». Det vil belyses hvilke tiltak som må til for å oppnå dette.

Sammendrag:

Borettslaget har i dag et energibehov på 196,7 kWh/m². Det er i denne utredningen belyst ulike tiltak som kan gjennomføres for å redusere energiforbruket. Det er foreslått tiltakspakker med de mest fornuftige tiltakene som kan redusere energiforbruket i borettslaget til 126,5-61,7 kWh/m², med et kostnadsestimat på 31,2-47,2 MNOK.

Det er også belyst hvilke tiltak som må gjennomføres for å oppnå standarden for lavenergibebyggelse. Gjennomføring av disse har et kostnadsestimat på 108,9 MNOK vil gi borettslaget et energiforbruk på 60,5 kWh/m².

Kundenr:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:	Godkjent av:	Dato:
1122381	Stian Valholm	Joakim Larsen	Vidar Hellstrand	30.01.17
Prosjektnr: 160642				

PROSJEKTORGANISASJON

Boligselskapet:

Styrets leder : Oddvar Dagfinn Hansen
Styrets kont.person : Kristin Egge-Hoveid
Telefon : 93 42 62 80
E-post : kristin.egge.hoveid@gmail.com

Forretningsfører:

Firma : BOLIGBYGGELAGET USBL
Adresse : Arbeidersamfunnets plass 1, 0181 OSLO
Hjemmeside : www.usbl.no

Tilstandsvurderingen er utført av:

Firma : OBOS Prosjekt A/S
Postadresse : Postboks 6666, St.Olavs Plass, 0129 Oslo
Besøksadresse : Smeltedigelen 1, 0195 Oslo
Telefon : 22 86 57 96
Telefaks: : 22 86 59 66
E-post : obosprosjekt@obos.no

GRUNNLAGSMATERIALE

Beskrivelsen av konstruksjoner baserer seg på visuelle observasjoner under befaringene, informasjon fra Plan- og bygningsetatens arkiv (PBE), Hafslund Varme AS og Hafslund Nett AS samt informasjon fra boligselskapets representant.

Det har blitt avholdt flere befaringer av rekkehus, leiligheter og fellesarealer i løpet av høsten 2016.

Følgende personer har vært involvert i befaringene:

- | | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------|
| • Roger | Styreleder/medl./vaktmester | Borettslaget |
| • Geir Iver Tvedt | VVS-konsulent | OBOS Prosjekt AS |
| • Steffen Røgeberg | Bygningsteknisk konsulent | OBOS Prosjekt AS |
| • Stian Valholm | Energirådgiver | OBOS Prosjekt AS |

ØKONOMISKE FORHOLD

Borettslagets lån utløper i 2019, og borettslaget har etter nedbetaling av dette økonomiske midler til å gjennomføre større vedlikeholdstiltak og eventuelle oppgraderinger.

ORGANISATORISKE FORHOLD

- Boligselskapet er organisert som et borettslag med 161 andeler.
- Borettslaget er tilknyttet et vaktmesterselskap som deles mellom flere boligselskaper i området.

2 DAGENS ENERGIFORBRUK

Bertramjordet benytter fjernvarme til oppvarming av leiligheter og rekkehus, samt for produksjon av varmtvann. Strøm benyttes til belysning, fellesinstallasjoner og husholdningsartikler.

FJERNVARME

Fjernvarmen fordeles fra varmesentralen på borettslagets område, som skiller hovednettet til Hafslund via en varmeveksler til et sekundærnett som fordeler varme og varmtvann mellom byggene. Sekundærnettet eies også av Hafslund helt inn i borettslagets bygninger.

Borettslagets årlige energiforbruk er innhentet fra Hafslund Varme AS. Hafslund måler kun totalt energiforbruk, og det er derfor ikke mulig å skille mellom forbruket av varmtvann fra varme. Forbruket av varmtvann er ofte ganske likt fra år til år i borettslag der man har lav utskifting av beboermassen. Da vi mangler målerdata for varmtvann antas det en normert verdi for varmtvannsforbruk på 30 kWh/m².

Energiforbruket til oppvarming vil derimot variere mye fra år til år basert på utetemperaturer. De siste 3 årene vi har innhentet målerdata fra har alle vært relativt milde. For å få et inntrykk av hva forbruket i borettslaget er en normalvinter velger vi å graddagsjustere den temperaturavhengige delen av energiforbruket i borettslaget. En graddag i Norge regnes som antall grader under 17 ° C man har pr døgn. Summen av graddager (GDT) i løpet av et år justeres er et mål på om det har vært en kald eller varm vinter, og man kan justere målt energiforbruk opp mot et normalt graddagsår. Under vises gaddagene for de siste 3 årene i Oslo.

Graddager [Blindern]		$E_{korr} = E_{m\ddot{a}lt} * \left\{ \left(k * \frac{GDT_{normal\ddot{a}r}}{GDT_{m\ddot{a}lt \ddot{a}r}} \right) + (1 - k) \right\}$
2014	3336	
2015	3435	
2016	3592	
Snitt 81-10	3938	

Bertramjordet har hatt følgende fjernvarmeforbruk de siste 3 årene opplyst fra Hafslund fjernvarme.

2014 - Fjernvarme forbruk [kWh]			
	Oppvarming	Tappevann	Totalt
Blokker og rekkehus	1.479.710	458.780	1.938.490
Graddagskorigert forbruk	1.746.732	458.780	2.205.512

2015 - Fjernvarme forbruk [kWh]			
	Oppvarming	Tappevann	Totalt
Blokker og rekkehus	1.493.390	458.780	1.952.170
Graddagskorigert forbruk	1.712.072	458.780	2.170.853

2016 - Fjernvarme forbruk [kWh]			
	Oppvarming	Tappevann	Totalt
Blokker og rekkehus	1.593.490	458.780	2.052.270
Graddagskorigert forbruk	1.746.983	458.780	2.205.763

Årlig gjennomsnittsförbruket av fjernvarme har vært 1.980.977 kWh (130 kWh/m²) de siste 3 årene, og årlig gjennomsnittlig graddagjustert forbruk har vært på 2.194.043 kWh (143 kWh/m²).

STRØMFORBRUKET I BORETTSLAGET.

Hafslund nett har problemer med rapportering av historisk strømforbruket og har ikke klart å ha dette klart i tide til ferdigstillelse av rapporten. Videre strømforbruk er estimert basert på normerte verdier.

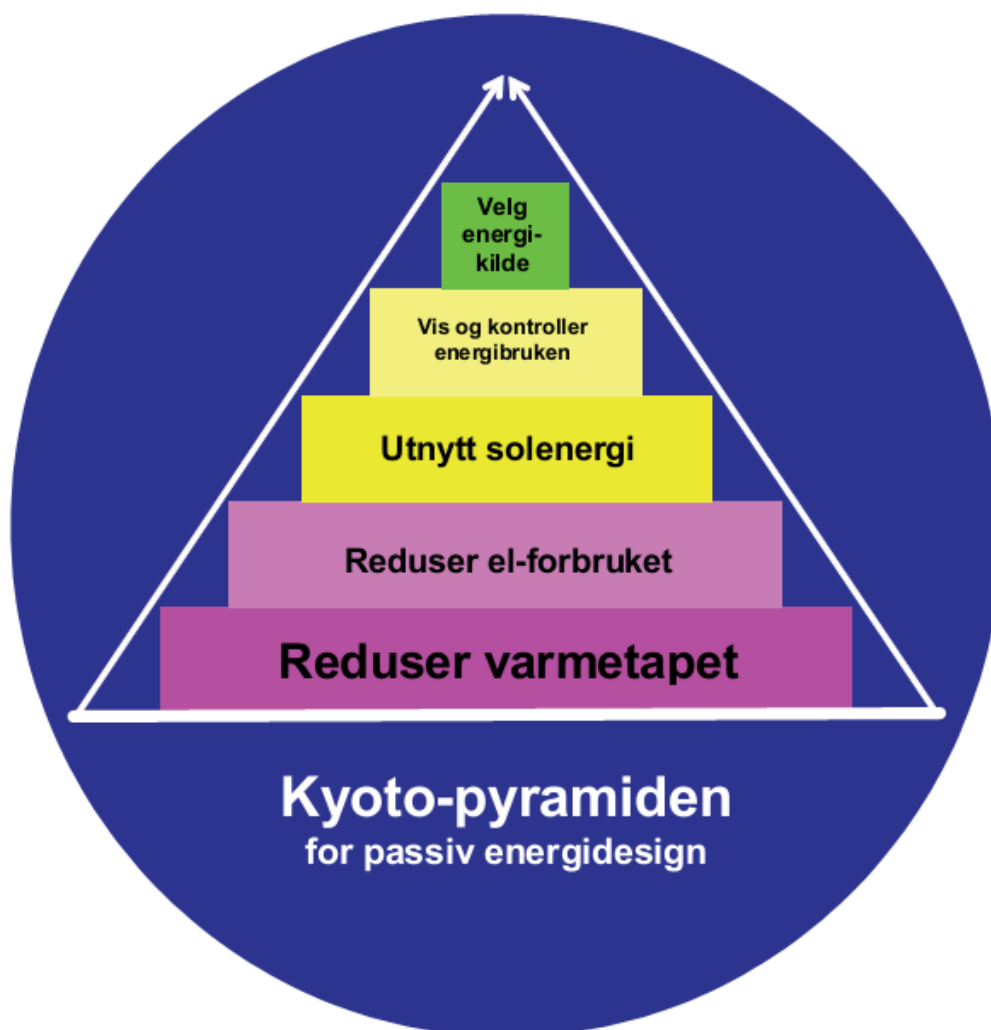
Dette punktet i rapporten oppdateres når forbruksdata fra Hafslund er på plass, og simulert og faktisk forbruk sammenlignes i rapporten.

3 BYGNINGSFYSIKK

Energiforbruket til oppvarming er avhengig av bygningsmassens klimaskall. Tak, vegger, vinduer, grunnmur/bygningsåle og kuldebroer i de ulike konstruksjonsdelene bidrar til transport av varme gjennom termisk konduksjon fra det oppvarmede boligarealet til omgivelsene.

Varme transporteres også ut fra boligene gjennom termisk konveksjon, når den varme luften i boligen skiftes ut gjennom utettheter i byggenes klimaskall og gjennom ventilasjonssystemet. Det totale varmetapet for bygningsmassen er summen av konduksjonen (varmeledning gjennom fast stoff) og konveksjonen (energitransport gjennom gasser).

Man vil alltid ha et varmetap i et bygg, men ønsker man å redusere samlet energiforbruk er den mest effektivt å starte med tiltak som reduserer varmetapet. Kyoto pyramiden under viser potensialet for ulike tiltak som kan redusere energiforbruket i et bygg.



Det er derfor viktig å kartlegge den energitekniske tilstanden av byggenes klimaskall, og se på hvilke muligheter man har til tiltak for reduksjon av varmetapet i bygget.

KLIMASKALLET I BERTRAMJORDET

Borettslaget består av to bygningstyper med ulikt klimaskall, blokker og rekkehus. Et mål varmetap gjennom en bygningsdelene kalles U-verdi. Jo lavere U-verdi man har, jo mindre varmetap har man.

U-verdi baseres på varmeledningsevnene (lamda-verdi, λ) til alle materialdelene av en bygningsdel og tykkelsen av disse, samt overgangsmotstanden i varmetransporten fra fast stoff til gass.

Blokkene har følgende oppbygning

Grunnmur

Grunnmuren er utført i armert betong av variabel tykkelse, utvendig isolert med 15-20 cm leca, grunnmursplate av plast for opplegg til tegl eller 60mm skumplastisolasjon 1 meter under terreng. Grunnmuren har en U-verdi på 1,54-1,74 W/(m²K) der man ikke har skumplastisolasjon avhengig av lecatykkelsen, og 0,5-0,48 W/(m²K) der man har en skumplastisolering.

Kjellergulv

Gulv på grunn i oppholdsrom består av 60 mm skumplast og 60 mm armert påstøp og har en U-verdi på 0,59 W/(m²K).

Dekket over garasje består av 50 mm + 15 mm minneralull, 200 mm armert betong og sparke og har en U-verdi på 0,18 W/(m²K).

Øvre etasjeskiller

Utført i 200mm armert betong og 200 mm steinullplater. Dette tilsvarer en U-verdi på 0,18 W/(m²K).

Yttervegger

Gavler består av 180 mm armert betong og 100 mm mineralull, kledd i tegl. Dette gir en U-verdi på 0,32 W/(m²K).

Yttervegger mot balkong er utført som stenderverksvegg og består av 13 mm gips, 150 mm minneralull, utlekting og liggende kledning. Dette gir en U-verdi på 0,23 W/(m²K).

Vinduer

Originale vinduer har en oppgitt k-verdi på 2,7, noe som tilsvarer en U-verdi 3,13 W/(m²K). Det anslås at ca 20 % av vinduene er skiftet med nyere vinduer med en gjennomsnittlig U-verdi på 1,8 W/(m²K).

Ytterdører

Fremstår i god stand og har et stort glassparti. U-verdi anslås til 2,8 W/m²K

Rekkehus har følgende oppbygning

Grunnmur

20 cm armert betong med grunnmursplater. Dette gir en U-verdi på 1,77 W/(m²K).

Kjellergulv

70 mm armert påstøp, 60 mm isopor er lagt på et lag av komprimert pukke mot fjell. Dette gir en U-verdi på 0,52 W/(m²K).

Øvre etasjeskille

Et lektet dekke med 13mm gipsplate, 200 mm minneralull. Dette gir en U-verdi på 0,18 W/(m²K).

Yttervegg

Utført som stenderverksvegg med 13 mm gips, 150 mm minneralull og 19 mm liggende kledning. Dette gir en U-verdi på 0,23 W/(m²K).

Vinduer

Originale vinduer har en oppgitt k-verdi på 2,7, noe som tilsvarer en U-verdi 3,13 W/(m²K). Det anslås at ca 20 % av vinduene er skiftet med nyere vinduer med en gjennomsnittlig U-verdi på 1,8 W/(m²K).

Ytterdører

Det er en blanding av nye og eldre dører. Eldre ytterdører er antagelig fra byggeåret mens nyere dører er sporadisk skiftet. Gjennomsnittlig U-verdi for hovedinngangsdørene anslås til 2,6 W/m²K

Oppsummert gir det følgende U-verdier for de ulike bygningsdelene.

U-verdier bygningsdeler [W/(m²K)]			
Bygningstype	Blokk	Rekkehus	
Tak/etasjeskille	0,18	0,18	
Grunnmur	1,07	1,77	
Gulv på grunn	0,59	0,52	
Gulv mot garasje	0,18	-	
Yttervegger	0,23	0,23	
Gavler	0,32	0,23	Andel
Vinduer originale	3,13	3,13	80 %
Vinduer nyere	1,80	1,80	20 %
Gj.snitt vindu	2,87	2,87	100 %

Generelt vil isolasjonen kunne ha falt noe sammen i vegger som følge av egenvekt. I øvre etasjeskiller er det påvis at isolasjon er skadet eller sammentråkket flere steder. Dette vil medføre en noe dårligere U-verdi enn den teoretiske U-verdien for konstruksjonsdelene.

Kuldebroer

Kuldebroer oppstår alle steder i konstruksjonen der isolasjonsevner er vesentlig dårligere enn den nærliggende konstruksjon. Dette oppstår for eksempel som følge av geometriske forhold som hjørner, eller der man har materialer med dårligere isolasjonsegenskaper som stenderverk, gjennomgående materialer med høy varmeledningsevne som metall eller betong. Man har typisk store kuldebroer i innfesting av alle etasjeskiller.

Kuldebroverdien for et bygg oppgis som summen av alle kuldebroer dividert på oppvarmet BRA, og kalles den normaliserte kuldebroverdien. For bertramjordet vil en normalverdi for byggene basert på type og byggeår være følgende:

Normalisert kuldebroverdi [W/mK]	
Rekkehus	0,09
Blokker	0,12

Til sammenligning vil et bygg etter TEK 10 ha en normalisert kuldebroverdi på 0,06 W/mK eller lavere.

Arealer				
	Fasade, ink vindu [m ²]	Vindu [m ²]	Grunnflate [m ²]	Oppvarmet areal [m ²]
Blokker	5124	1357	2160	8640
Rekkehus	4392	763	3616	7202
Sum	9516	2120	5776	15842

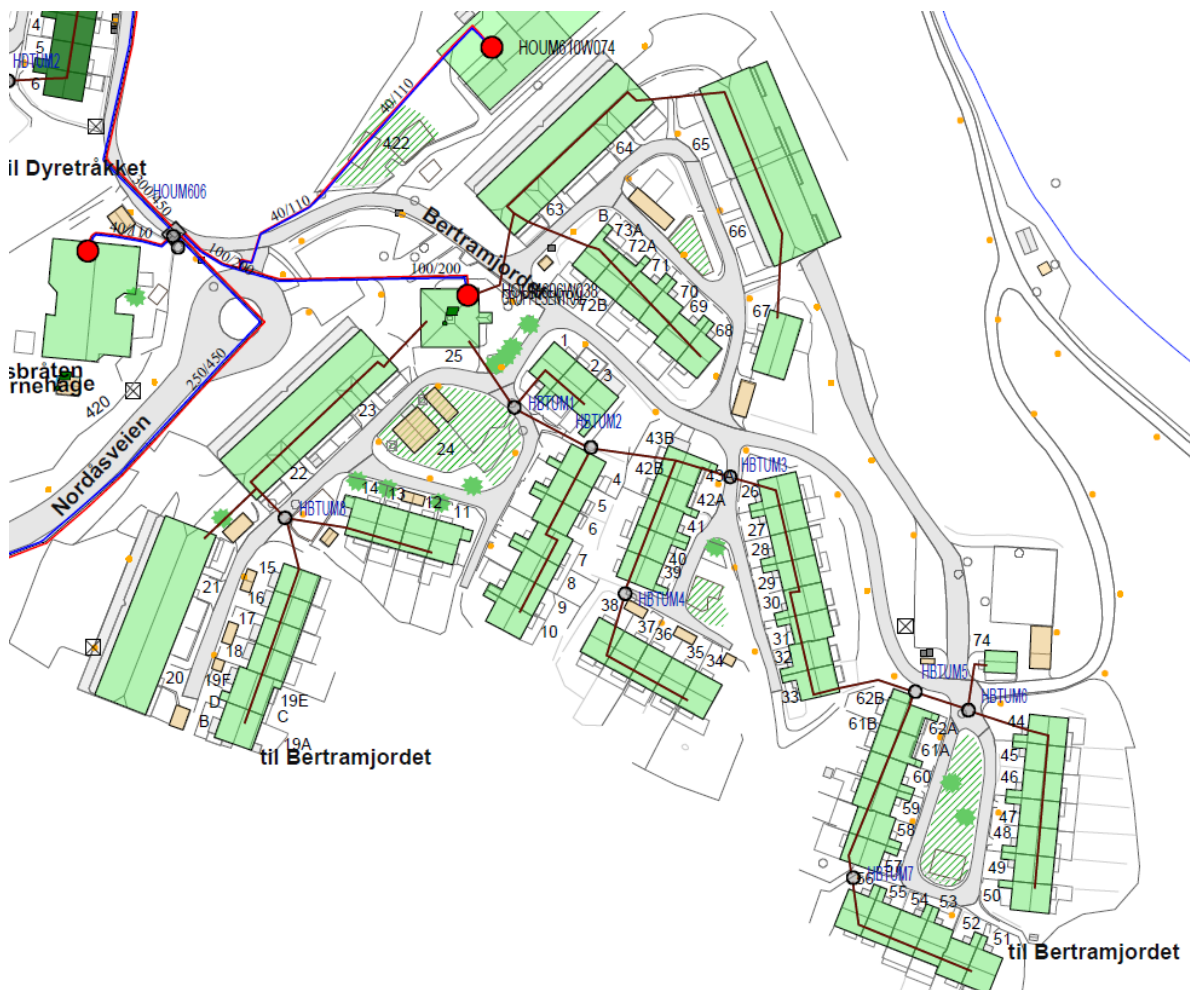
ANDRE FORHOLD SOM PÅVIRKER ENERGIFORBRUKET

Sanitær

Sameiet har felles varmtvann som er forsynes av fjernvarmeanlegget og distribueres sammen med varmekursen i et 4-rørssystem med sirkulasjon på varmtvannet.

Varmeanlegg

Varmeanlegget i sameiet består av radiatorer under vinduer i leiligheter og rekkehus, samt i fellesarealer. Boligselskapet er tilkoblet fjernvarme som varmekilde. Det ble ikke opplyst om noen problemer med varmforsyningen på befaring, men det er opplyst om en par lekkasjer på sekundærnettet for noen år siden. Under vises fordelingsnett for varme og varmtvann i borettslaget. Hafslund varme eier nettet inn til hvert bygg.



Luftbehandlingsanlegg

Ventilasjonen består av sentralt mekanisk ventilasjonsanlegg for blokkene med luftuttak på kjøkken og bad. For rekkehusene er det eget mekanisk ventilasjonsaggregat på loft i hver enhet. Tilluft tilføres via spalter over vinduet og ventiler i vegg.

Det antas at man har et lekkasjetall for blokker og rekkehus på 2,5 luftutskiftninger pr time.

Lys

Oppgangene i blokkene har godt dagslysinnslipp. Belysning består av armatur med sparepærer styrt med manuelle brytere. Leilighetene og rekkehusene har gjort individuelle valg av type og mengde belysning. Uteområder har belysning med energieffektive pærer.

4 DATASIMULERING OG ANALYSE AV BYGNINGSFYSIKKEN

Ved å lage en modell av bebyggelsen i energiberegningsprogrammet SIMIEN kan man se hvordan borettslagets reelle forbruk er opp mot et normert forbruk for byggene. Det gjør det også mulig å gjøre analyser av forbruk og effekten av gjennomføring av tiltak.

Energiforbruk

SIMIEN beregningen gjør en simulering av en hel blokk og en rekke med 5 rekkehus. Byggene modelleres med størrelser fra plantegninger og beregnede u-verdier for konstruksjonsdelene. Resultatene skaleres opp til å tilsvare hele borettslaget. Ettersom simuleringen medtar arealet av oppgangene i blokkene, er faktor for varmtvann i blokkene er nedjustert med størrelsen av fellesareal på 7 %. Simuleringen tar utgangspunkt i å holde 21 grader innendørs gjennom en normalvinter. Simuleringen av energibehovet for rekkehus og blokkene hver for seg presenteres under.

Årssimulering rekkehus					
Simulert areal	572	m ²			
Oppskalert areal		7202	m ²		
Forbruk	5'er-Rekke	Alle rekker		Spesifikt forbruk	
Oppvarming	77563	977294	kWh	135,7	kWh/m ²
Varmtvann	17028	214553	kWh	29,8	kWh/m ²
Teknisk	17304	218030	kWh	30,3	kWh/m ²
Belysning	6509	82013	kWh	11,4	kWh/m ²
Sum	118404	1491890	kWh	207,1	kWh/m²

Årssimulering Blokker					
Simulert areal	2160	m ²			
Oppskalert areal		8640	m ²		
Forbruk	1 blokk	Alle blokker		Spesifikt forbruk	
Oppvarming	260161	1040644	kWh	120,4	kWh/m ²
Varmtvann	59988	239952	kWh	27,8	kWh/m ²
Teknisk	61362	245448	kWh	28,4	kWh/m ²
Belysning	24591	98364	kWh	11,4	kWh/m ²
Sum	406102	1624408	kWh	188,0	kWh/m²

Dette gir følgende samlet energibehov for borettslaget.

Resultat av simulering for alle blokker og rekkehus				
Totalt areal	15842	m ²		
Energibehov oppvarming	2017938	kWh	127,4	kWh/m ²
Energibehov varmtvann	454505	kWh	28,7	kWh/m ²
Sum forbruk varme og varmtvann	2472443	kWh	156,1	kWh/m²
El. Spesifikt forbruk	643856	kWh	40,6	kWh/m ²
Totalt	3116298	kWh	196,7	kWh/m²

Man har et samlet energibehov på 3.116.298 kWh/år (196,7 kWh/m²) i borettslaget. Det simulerte behovet for energi til varme og varmtvann et normalår er på 2.472.443 (156,1 kWh/m²), mens det faktisk graddagsjusterte forbruket over de siste 3 årene er på 2.194.043 kWh (143 kWh/m²).

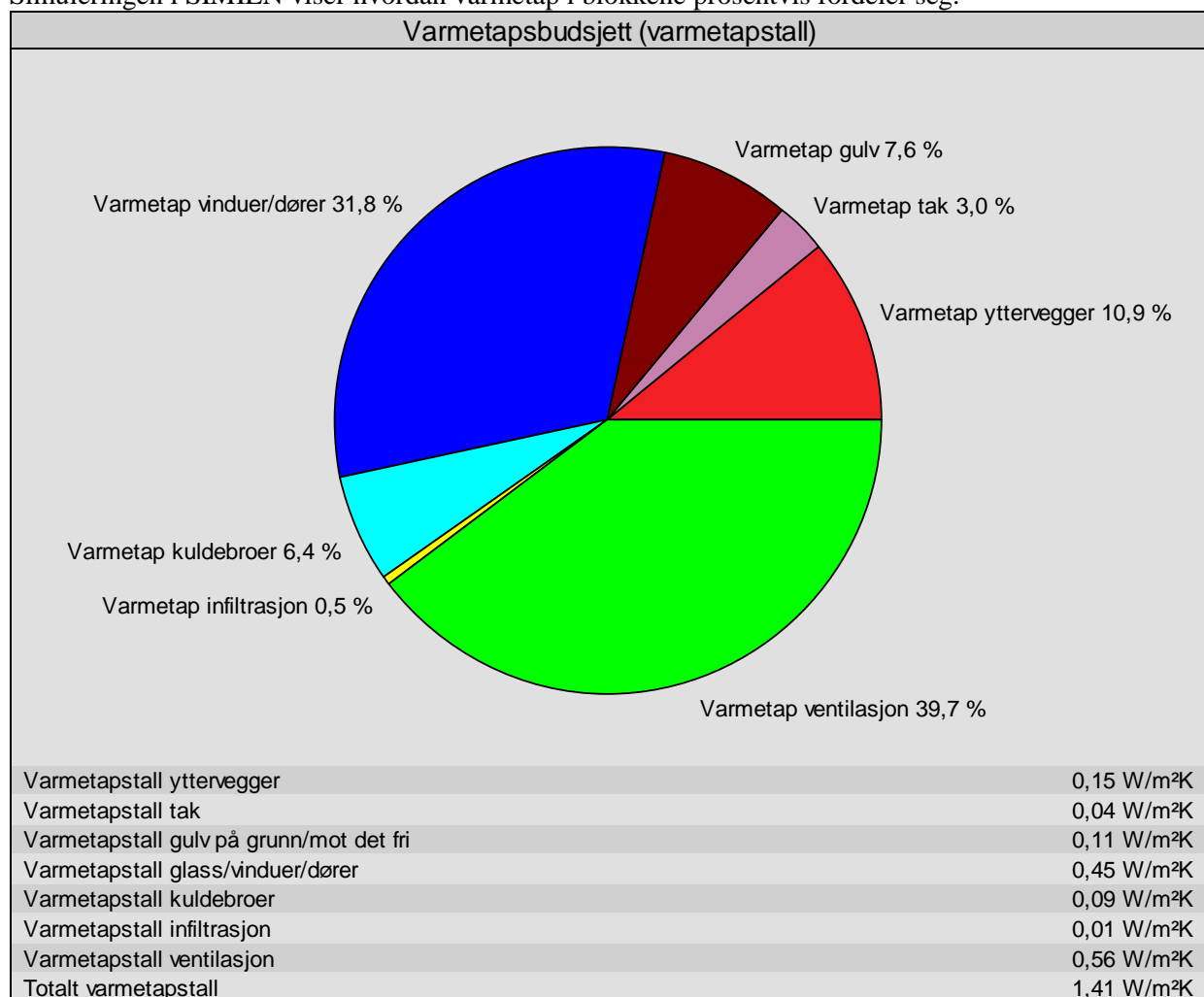
Differansen på ca 8 % mellom faktisk forbruk og simulert forbruk ansees å være et naturlig avvik som kan komme av flere faktorer. Det kan i snitt holdes en litt lavere innetemperatur, ved at beboere for eksempel senker temperaturen når de ikke er hjemme, at noen holder en lavere temperatur i soverom eller at man rett og slett ikke har høy nok effekt på anlegget til å levere nok varme på de kaldeste dagene i året. Varmtvannsforbruk kan også avvike noe fra normalt forbruk.

Estimert strømforbruket er samlet på 643.856 kWh/år for borettslaget. Dette medtar ikke utebelysning. Hafslund nett har ikke klart å oversende en oversikt over faktisk strømforbruk i tide til ferdigstilling av rapporten for verifisering av beregnet forbruk.

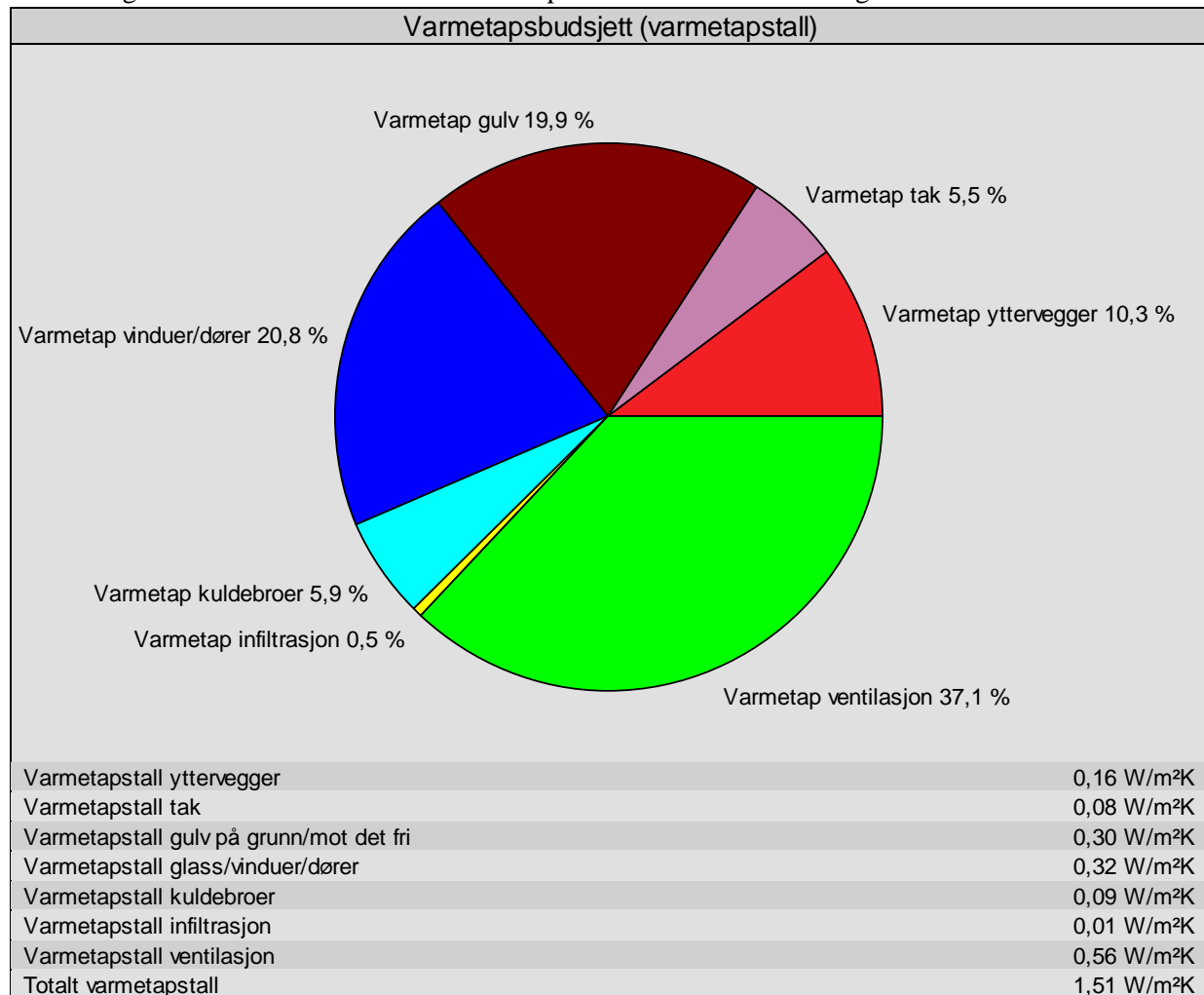
Et forbruk på 196,7 kWh/m² er litt over snittet for bygg fra denne tidsperioden, som ofte ligger på rundt 180 kWh/m².

Varmetap

Simuleringen i SIMIEN viser hvordan varmetap i blokkene prosentvis fordeler seg.



Simuleringen i SIMIEN viser hvordan varmetap i rekkehusene fordeler seg



Totalt har man et varmetapstall på 1,51 for rekkehusene og 1,41 for blokkene. Varmetapstallet gir et bilde av hvor godt klimaskallet i bygget er, og sammenlignet med dagens byggestandard har borettslaget ca et dobbelt så høyt varmetap.

Kakediagrammet viser hvordan varmetapet fordeler seg. Blokkene har et prosentvis større varmetap gjennom vinduer, grunnet et større totalt vindusareal. Rekkehusene har et relativt større gulvareal mot grunnen og takareal pr BRA enn blokkene, noe som gir et prosentvis større varmetap gjennom gulv og tak. Gulvet mot garasjeanlegget er også relativt godt isolert, og medfører også at blokkene har et lavere varmetap mot grunne enn rekkehusene. Både rekkehusene og blokkene har sitt største varmetap gjennom ventilasjonen.

5 TILTAK FOR REDUKSJON AV ENERGIFORBRUKET

Det er flere tiltak som kan gjennomføres for å redusere energiforbruket i borettslaget, som vindusutskifting, etterisolering av fasade og tak, installasjon av solceller og tiltak på varmeanlegget. Tiltakene bør sees i sammenheng med tilstanden på de ulike bygningsdelene og restlevetiden av disse i forhold om det er fornuftig å utføre tiltakene på kort sikt, eller om en investering bør avventes.

I tråd med Kyoto pyramiden er det er fornuftig å starte å se på byggets klimaskall, og om det er tiltak som kan gjennomføres for å redusere energibehovet til bygningsmassen. Energibesparingspotensialet til hvert enkelt tiltak vil påvirkes av alle andre tiltak som gjennomføres. Ettersom det uvisst hvilke tiltak borettslaget ønsker å gjennomføre, presenteres først sparepotensialet i hvert enkelt tiltak før andre tiltak er gjennomført. Videre vil effekten av en kombinasjon av tiltak presenteres. For alle økonomiske vurderinger benyttes en kalkulasjonsrente på 5 %, da det antas borettslag i dag kan får lange fastrentelån til dette rentenivået.

UTSKIFTING AV VINDUER

Det estimeres at 80 % av vinduene i borettslaget er originale, mens 20 % er skiftet etter behov. Tilstanden på originalvinduer er dårlig, og medfører både et varmetap gjennom dårlig isoleringsevne, samt gjennom infiltrasjon grunnet utettheter rundt vinduet.

Nye vinduer vil medføre redusert varmetap, mindre kaldras og redusert trekk fra vinduene. Dette vil føre til et mer behagelig innneklima i leilighetene. Investeringskostnadene i forbindelse med et slikt tiltak er store og vil ikke nødvendigvis være lønnsomme økonomisk, men må anses som et fornuftig komfort- og vedlikeholdstiltak.

Det anbefales å skifte alle originale vinduer, noe som vil ha en stor energibesparelse. En utskifting av vinduer som er byttet i nyere tid bør sees i sammenheng med andre tiltak, som en evt etterisolering, hvor det kan være behov for å flytte vindusplassering, eller for å besørge ny lufttetting mot fasade. Teoretisk energibesparelse for en vindusutskifting kan beregnes etter følgende formel:

$$\Delta E = (U_{\text{før}} - U_{\text{etter}}) * A * G * 10^{-3} * 24$$

Vindusutskifting blokker og rekkehus

Vindusareal		
Blokker	1356	m ²
Rekkehus	763	m ²

	U-verdi	Andel
Gamle vinduer	3,132	80 %
Utskiftede vinduer	1,8	20 %
Nye vinduer	1,2	

Graddager (G)	3938
---------------	------

Utskifting av original vinduer	Blokker	Rekkehus	Sum		
Energibesparelse	198.205	111.484	309.689	kWh	93 %

Bytte «nyere» vinduer	Blokker	Rekkehus	Sum		
Energibesparelse	15.389	8.656	24.044	kWh	7 %

Totalt	333.733	kWh	100 %
--------	---------	-----	-------

En vindusutskifting av alle gamle vinduer gir en teoretisk besparelse på 309.689 kWh/år. Med en fjernvarmepris på 0,90 kr/kWh i perioder med varmebehov vil en utskifting av original vinduer redusere fyringskostnader med 278.720 kr/år. En utskifting av nyere vinduer gir en tilleggs besparelse på 21.640 kr/år. Totalt gir en utskifting av alle vinduer en reduksjon i fyringskostnader på 300.361 kr/år.

Her vises investeringskostnaden for en utskifting av 80 % og 100 % av vinduene i borettslaget, samt nåverdien av investeringen, sett opp mot redusert fyringskostnad.

U-verdi nye vinduer	1,2	1	0,8
Utskifting gamle vinduer, 80%	kr 7 055 460	kr 7 761 006	kr 8 925 157
Rigg/de- og remontering/adm	kr 3 392 048	kr 3 392 048	kr 3 392 048
Mva	kr 2 611 877	kr 2 788 263	kr 3 079 301
Totalkostnad 80% utskifting	kr 13 059 385	kr 13 941 317	kr 15 396 506

Levetid [år]	30		
Disk.rente	5 %		
Årlig energibesparelse [kWh]	309689	341748	373807
Årlig kostnadsbesparelse	kr 278 720	kr 307 573	kr 336 426
Nåverdi	kr -8 774 771	kr -9 213 162	kr -10 224 808

Tilleggsutskifting, 20%, ink mva	kr 3 264 846	kr 3 485 329	kr 3 849 126
Totalkostnad 100 % utskifting	kr 16 324 231	kr 17 426 647	kr 19 245 632
Årlig energibesparelse [kWh]	333733	373807	413881
Årlig kostnadsbesparelse	kr 300 360	kr 336 426	kr 372 493
Nåverdi	kr -11 706 961	kr -12 254 949	kr -13 519 507

Ettersom det er mest å hente i redusert varmetap på en utskifting av originalvinduene, har en utskifting av disse den høyeste nåverdien over et 30 års perspektiv. Nåverdien angir den reelle kostnaden målt i dagens pengeverdi inkludert fremtidige besparelser. En utskifting på 80 % av vinduene har en nåverdi på -8,3 til -10,2 MNOK avhengig av U-verdi til de nye vinduer.

Vinduer som har vært skiftet de siste 20 årene har bedre isoleringsegenskaper enn de originale vinduene, og derfor er energigevinsten for en utskifting av de siste 20 % av vinduene i borettslaget mindre enn for originalvinduene. En totalutskifting har en nåverdi på -11,7 til -13,5 MNOK avhengig av type vindu.

Valg av vinduer med lavere U-verdi gir en økt energibesparelse. Valg av 0,8 vinduer fremfor 1,2 vinduer ved en totalutskifting gir en økt energibesparelse på ca 72.000 kWh/år, men det gir ingen økonomisk gevinst, da den økte investeringskostnaden ikke inntjenes av økt energibesparelse.

ETTERISOLERING AV ETASJESKILLER MOT LOFT

Loftene er ganske godt isolering med 20 cm mineralull. Til sammenligning benyttes det i dag 25-30 cm isolasjon mot tak i nybygg. Isolasjonen på loft har noen skader, og for å korrigere for at isolasjonen noen steder er sammenklemt eller mangelfull tillegges det en korleksjon på U-verdi for eksisterende etasjeskiller på 0,02 W/m²K for energiberegningene.

Hver blokk har et isolert taket mot loft på 540 m². Totalt 2160 m² for de 4 blokkene. Rekkehusene har til sammen ca 3620 m² isolert tak mot loft. Isolasjonen er noen steder skadet. Ettersom blokkene har større felles loftsareal vil en reparasjon eller tilleggisolering av loftet i blokkene være enklere og mindre kostbar enn en etterisolering i rekkehusene.

En tilleggisolering med ulike tykkelser vil gi følgende utslag på U-verdien og varmetap i borettslaget.

Etterisolering av loft			
Totalt areal	5760 m ²		
	Tykkelse	U-verdi [W/(m ² K)]	Redusert varmetap [kWh]
Eksisterende isolasjon	20	0,197	0
5 cm tilleggisolering	25	0,143	29.397
10 cm tilleggisolering	30	0,120	41.918
15 cm tilleggisolering	35	0,103	51.173

Investeringskostnad

Det er mer kostnadseffektivt å etterisolere blokkene enn rekkehusene, hvor man må inn i mange hus, derfor vil enhetsprisen av en etterisolering i blokkene være lavere enn i rekkehusene.

Etterisolering 10 cm og utbedring av skadet isolasjon			
	Pris [kr/m ²]	Areal [m ²]	Kostnad
Blokker	300	2160	kr 648 000
Rekkehus	400	3616	kr 1 446 480
	Totalt		kr 2 094 480
	Nåverdi		kr -1 514 536

Totalkostnaden for en etterisolering av alle loft anslås til 2,1 MNOK. Det anslås en økonomisk levetid på etterisolering på 30 år og med en energipris på 0,90 kr/kWh gir dette en nåverdi på -1,5 MNOK. Ettersom man har relativt godt isolerte loft i dag, er dette en kostbar måte å redusere energiforbruket på.

Det er et ønske i borettslaget om å bygge ut loft i rekkehusene, og dersom det skulle bli en realitet er det ikke hensiktsmessig å etterisolere etasjeskiller mot loft.

ETTERISOLERING AV FASADER

Dagens fasader er i relativt god stand. Restlevetid på rekkehusenes fasade er kortere enn blokkenes, da det noen steder er behov for maling og bordutskifting. Alle vegger i borettslaget er isolert med 15 cm mineralull, bortsett fra gravlegger på blokkene som kun har 10 cm mineralull. Alle vegger har fasader av trepanel bortsett fra blokkenes gavler og felter rundt trappeganger som er forblendet med teglstein, som fremstår i god stand.

En etterisolering av gavlvegger vil medføre et behov forlengelse av taket over gavler.

På rekkehusene er spesielle gavlsteiner lagt ut forbi forkantbordet. På blokkene er det takpapp, og kantbeslag lagt på veggen. Det er ikke takutstikk på gavlene, takene flukter med veggen.

På langvegger vil en etterisolering gi behov for en del tilpassinger eller forlengelse av taket, ettersom luftingen av loftet går via geismaskassene under takutstikket. Takutstikkene på rekkehusene og blokkene er svært korte, kun 5 – 15 cm. En etterisolering over 5-10 cm på langvegger vil trolig medføre at takene må forlenges, noe som gir en ekstra kostnad. Balkongene og eventuelle kalde boder blir mindre, samt må rekkverkene skiftes for å tilpasses en tykkere vegg.

All etterisolering på blokkenes teglforblendede fasader vil medføre at teglsteinen må rives, siden det er et luften/dreneringssjikt bak steinene. Eventuelt kan det isoleres på innsiden av veggen, noe som vil gi et mindre netto gulvareal i leilighetene. En innvendig etterisolering vil ikke gi mulighet for å redusere kuldebruer i dekkforkanter.

U-verdier			
Bygningsdel	Blokk vegg	Blokk gavel	Rekkehus vegg
Dagens vegg	0,234	0,322	0,234
Etterisolere 5 cm	0,178	0,229	0,178
Etterisolere 10 cm	0,143	0,179	0,143
Etterisolere 15 cm	0,120	0,148	0,120
Etterisolere 20 cm	0,103	0,126	0,103

Energibesparelse [kWh]				
Bygningsdel	Blokk vegg	Blokk gavel	Rekkehus vegg	Sum [kWh]
<i>Areal [m²]</i>	<i>3844</i>	<i>1280</i>	<i>5124</i>	
Etterisolere 5 cm	20.343	1.816	20.343	42.502
Etterisolere 10 cm	33.057	19.980	33.057	86.094
Etterisolere 15 cm	41.412	31.241	41.412	114.066
Etterisolere 20 cm	47.588	39.233	47.588	134.409

Kostnader

En etterisolering av fasade vil ha store kostnader, som ikke står i samsvar med energibesparelsene man oppnår. En etterisolering vil medføre kostnader i forbindelse med tilpassinger av både tak og balkonger, samt vinduer. En kostnadsberegning av dette er krevende og utenfor omfanget av energidelen av utredningen. En etterisolering av vegger kan typisk koste mellom 2-3000 kr/m² avhengig av type bygg. Et grovt anslag for Bertramjordet på 4000 kr/m² ink mva for å romme alle merkostnader ved å etterisolere alle vegger med 10 cm gir en total kostnad på 37 MNOK.

Isolasjonstiltak på fasade må ses i sammenheng med fremtidige vedlikeholdstiltak, da det ikke er lønnsomt å gjennomføre store tiltak for energibesparelsen. Dette vil utredes nærmere i del 3 rapporten.

SOLENERGI

Solenergi kan utnyttes til passiv oppvarming i boliger, men også til energiproduksjon gjennom to ulike metoder, enten til å produsere strøm gjennom photovoltaiske solceller eller til termisk energiproduksjon i solfangere.

Solceller

Den mest vanlige formen for solceller består av et silisium belegg som får en elektrisk ladning når det treffes av solstråler. Det seriekobles flere solcellepanel på tak eller fasade som produserer en strøm med lav spenning men med relativt høy strømstyrke. Før man kan nyttegjøre seg av strømmen må man regulere både spenningen og frekvensen på strømmen med en inverter slik at den matcher nettstrømmen. Strømproduksjonen vil variere med solinnstrålingen, og når man produserer mer strøm enn man selv bruker kan denne selges ut på nettet. Innen utgangen av 2018 skal det installeres AMS målere i alle boliger i Oslo, som kan måle både forbruk og egenproduksjon av strøm. Dette er nødvendig for å kunne bli en «plusskunde» som produserer strøm.

En typisk kommersiell solcelle har en virkningsgrad på rundt 20 %. Dvs at den omdanner 20 % av energien i sollyset til strøm. I Osloområdet har man et normalår en innstråling på ca 950 kWh/ m², så en kvadratmeter med solceller vil årlig produsere ca 200 kWh elektrisk energi. Det vil være noe systemtap før man kan nyttegjøre seg av strømmen, så reelt har man ofte en virkningsgrad på 18 %.

Borettslaget har et estimert årlig forbruk av strøm på ca 650.000 kWh. Deler av forbruk foregår når sola ikke skinner, som i de mørke vintermånedene eller på kveldstid. Grovt kan man tenke seg at maksimalt halvparten av strømmen forbrukes i perioder sola ikke skinner.

For en dimensjonering av et solcelleanlegg kan man tenke på to måter. Enten at man skal dimensjonere anlegget til å dekke hele eller mest mulig av det totale årlige strømforbruket. Da vil man i perioder med høy solinnstråling produsere mye mer strøm enn man forbruker, slik at mye strøm selges ut på nettet, men at man i løpet av året vil produsere ca like mye som man forbruker. Man får da et årlig energiregnskap som går i null, men vil allikevel ha en kostnad tilknyttet strømforbruket, da salgsprisen ofte er lavere enn kjøpsprisen på strøm.

Alternativt kan man tenke at man dimensjonerer solcelleanlegget til å produsere ca så mye som man bruker i de periodene man har mulighet til å produsere strøm. Det vil aldri være mulig å matche produksjon og forbruk helt, uten bruk av batterier for lagring av strøm, da man i perioder har høye toppe på strømforbruk, som for eksempel rundt middagstider.

Grovt sett er det ca halvparten av takarealet på Bertramjordet en egnet orientering for montering av solceller, ca 3000 m². I praksis vil man ikke kunne nyttiggjøre seg av hele dette arealet grunnet oppstikk av lufting på tak og andre forhold, så trolig vil det maksimalt la seg gjøre å installere 2000-2500 m² med solcellepanel om man ønsker å maksimere utnyttelsen av taket. Man kan altså ha en maksimalt produksjon på 400-500.000 kWh pr år ved bruk av solceller på tak, en dekning på 61-77 % av det årlige forbruket i boligselskapet.

Tenker man at et solcelleanlegg skal dimensjoneres for å dekke ca halvparten av årlig strømforbruk, ca 320.000 kWh, vil man ha behov for et solcelleanlegg på ca 1610 m².

Det er også mulig å installere solceller på vegger. Virkningsgraden over året blir da dårligere grunnet vinkel på innstråling og grunnet større områder som kan skyggelegges i løpet av en dag, og man vil forskyve produksjonen til å produsere mer på vinteren når sola står lavt og mindre på sommeren. Det kan midlertidig være lønnsomt om solcellene kan erstatte annet kledningsmateriale for eksempel ved en fasaderehabilitering.

Kostnader på solcellepanel har vært sterkt fallende de sist 10 årene. Det siste året har også antall installasjoner i Norge økt kraftig, og man har fått en kraftig økning i installasjoner i næringsbygg, men

det er fremdeles få erfaringstall på total kostnad av en installasjon av solceller i borettslag. Det er naturlig å tenke at etter hvert som flere aktører får praktisk erfaring med installasjoner vil trolig også installasjonskostnaden også falle. Installasjonskostnader er lavest dersom man kun har et stort tak å installere paneler på, og kostnaden øker dersom man skal installere paneler på flere mindre tak. Fra næringsbygg der man har installert paneler på tak, ser man at det er mulig å få det til for en total kostnad helt ned mot 1400 kr/m². For Bertramjordet er det grunn til å tro at man vil ha en kostnad som er høyere enn dette. For mer nøyaktig pris må man trolig innhente tilbud fra aktører, men vi har allikevel gjort et kostnadsanslag på hva vi mener er et sannsynlige kostnadsoverslag.

Solceller på blokkene, 50 % av årlig forbruk	
Nødvendig areal solceller pr blokk [m ²]	251
Installasjonskostnad [kr/m ²]	1800
Installasjonskostnad	kr 452 384
Inverter	kr 25 000
Div elektro/bygningsmessig	kr 100 000
Solceller pr blokk	kr 577 384
For alle blokker	kr 2 309 537

<i>Spesifikk kostnad</i>	
13,4	kr/kWh

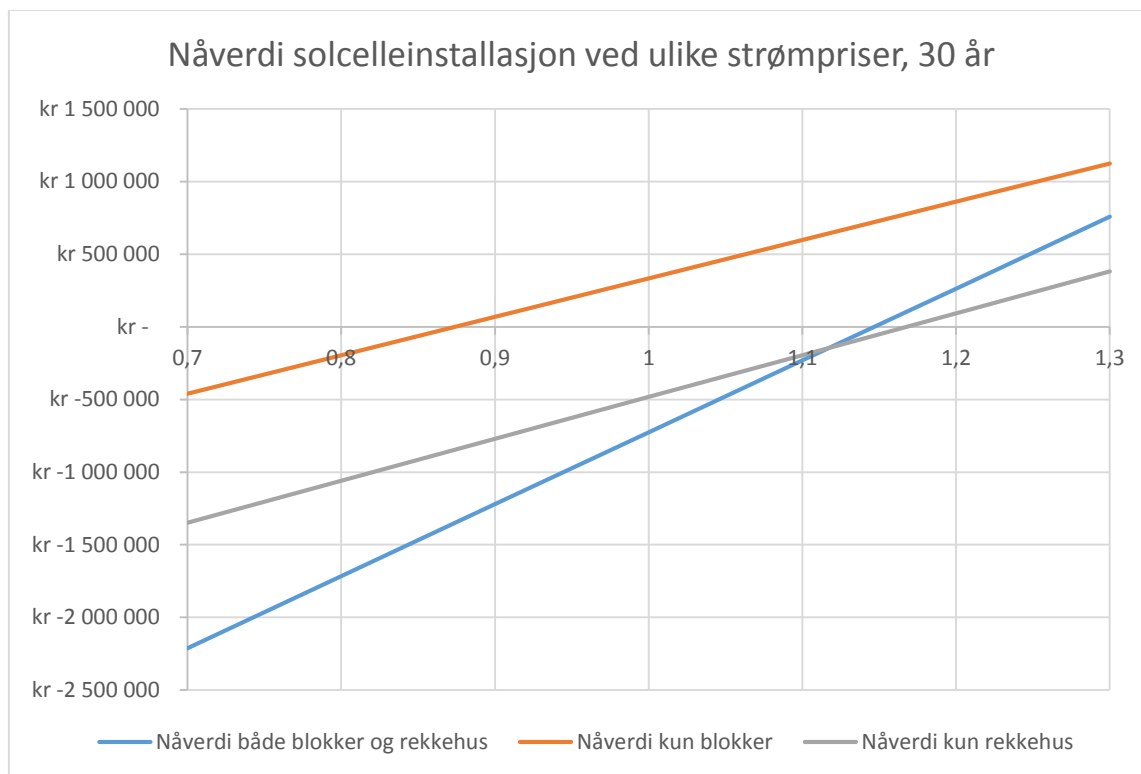
Solceller på rekkehus, 50 % av årlig forbruk	
Nødvendig areal solceller pr rekke [m ²]	70
Installasjonskostnad [kr/m ²]	2400
Installasjonskostnad	kr 167 109
Inverter	kr 25 000
Div elektro/bygningsmessig	kr 75 000
Solceller pr 5'er rekke	kr 267 109
For alle rekkehus	kr 3 365 571

<i>Spesifikk kostnad</i>	
22,4	kr/kWh

For både blokker og rekkehus	
Totalkostnad solceller	kr 5 675 107
Årlig energibesparelse [kWh]	321.928
Antatt strømpris [kr/kWh]	0,9
Årlig kostnadsbesparelse [kr/år]	kr 289 735
Levetid	30
Kalkulasjonsrente	5 %
Nåverdi	kr -1 221 169

<i>Spesifikk kostnad</i>	
17,6	kr/kWh

En installasjon av solceller på blokkene er helt klart mer lønnsomt enn installasjon på rekkehusene. Totalt for hele både rekkehus og blokker vil en solcelleinstallasjon ha en estimert total kostnad på 5,6 MNOK og med en gjennomsnittlig strømpris i solcellepanelenes levetid på 0,90 kr/kWh, har solcelleinstallasjon en nåverdi på -1,2 MNOK. Lønnsomheten av installasjon er veldig avhengig av hvordan strømprisen utvikler seg. Det er umulig å forutsi hva strømprisen vil være om 10 år, men det er mange faktorer som tyder på at strømprisene trolig vil øke i tiden som kommer. For å vise hvordan strømprisen påvirker lønnsomheten, presenteres en graf på neste side viser nåverdien av en installasjon av solceller på både blokkene og rekkehusene, kun blokkene og kun rekkehusene for ulike prisnivåer på el.kraft.



Her ser man tydelig at en installasjon på kun blokkene vil være lønnsomt ved en strømpris på ca 0,88 kr/kWh. Altså er det lønnsomt med dagens prisnivå, mens man ved å installere solceller på både blokker og rekkehus er avhengig av en høyere strømpris på ca 1,15 kr/kWh.

Analysen baserer seg på estimerte kostnader, og man kan oppnå bedre lønnsomhet dersom faktisk installasjonskostnad er lavere enn estimert. Kostnader til installasjon av solceller vil trolig fortsette å falle de neste 10 årene.

Solfangere

I motsetning til solceller utnytter solfangere den termiske energien i sollyset til produksjon av varmtvann, som enten kan utnyttes til varmtvannsproduksjon eller til varme i et radiatorsystem. Det finnes flere typer solfangere, men hovedprinsippet er at man absorberer varmen fra sola, og lagrer det som varmt forbruksvann eller veksler det inn i et radiatorsystem. Virkningsgraden på solfangere er høyere enn for solceller, og kan typisk være 35- 40 %. Det er i midlertidig et mer asynkront forhold mellom behov og produksjon for solfangere enn solceller, da man på sommeren når produksjonen er høyest kun har behov for varmtvann, mens man i de kaldeste månedene med høyest varmebehov har man lite eller ingen produksjon. Ofte brukes solfangere bare til tappevannsproduksjon, men det kan også brukes som tilskudd i varmeanlegg på vår/høst.

I bertramjordet leveres alt varme til tappevann og radiatorer via vekslersentral fra Hafslund, plassert i egen sentral på området. Det betyr at det ikke eksisterer noen infrastruktur i de ulike byggene for lagring av tappevann. Det medfører at en evt installasjon krever store infrastrukturendringer. Det ansees derfor ikke som et aktuelt tiltak for Bertramjordet.

TILTAK PÅ VARMEANLEGGET/TAPPEVANN

Hafslund varme eier mesteparten av infrastrukturen av sekundærnettet for varme- og varmtvannsdistribusjon, fra varmevekslere som henter varme fra Hafslunds hovednett, frem til hvert bygg via et nedgravd 4-rørssystem. Hafslund opplyser at tilstand på rørettet fremdeles ikke tilsier en oppgradering/utskifting av dette i nærmeste fremtid. Typisk levetid på nedgravde rør er rundt 50 år før man begynner å oppleve en økning i antall lekkasjer. Det er derfor sannsynlig at det vil gå minst 10 år før Hafslund vil skifte sekundærnettet. En utskifting av sekundærnettet vil i midlertidig gi en reduksjon i forbruk til varme og tappevann, da nye rør har en bedre rørisolasjon. En fremtidig rørutskifting vil trolig kunne gi en reduksjon i fjernvarmeforbruket på rundt 5 %.

UTSKIFTING AV TERMOSTATVENTILER

Den enkleste måten beboerne kan regulere varmeforbruket i borettslaget er gjennom termostatstyring av radiatorene. Dagens radiatorer har termostatventiler. Foruten noen ventiler som er skiftet grunnet lekkasjer er de fleste ventilene fra byggeåret. Grunnet generell slitasje og tilsmussing av bevegelige deler i ventilen fungerer trolig flesteparten av disse dårlig, noe som kan medføre problemer med regulering av varme og overoppheting i leiligheter. En utskifting av termostatventiler kan erfaringsmessig bidra til en reduksjon i energibruk til oppvarming på rundt 5 %.

Før tiltak på klimaskallet har man i Bertramjordet et graddagsjustert energiforbruk til varme på ca 1.735.000 kWh. En reduksjon forbruk på 5 % tilsvarer en årlig energibesparelse på 86.750 kWh/år. Man kan argumentere for at dersom man gjennomfører vindusutskifting eller etterisoleringstiltak, vil effekten bli mindre, siden det totale energibehovet går ned, men dersom ventiler lar seg regulere dårlig er det også mulig at man med lavere varmetap vil få et enda større problem med overoppheting.

Utskifting av termostatventiler	
Graddagsjustert forbruk varme [kWh/år]	1.735.000
Energibesparelse nye ventiler	5 %
Energibesparelse [kWh/år]	86.750

Antall boenheter	163
Antall radiatorer pr enhet	4
Ventiler totalt	652
Kostnad pr ventil	kr 1 250
Totalkostnad	kr 815 000

Levetid [år]	25
Diskonteringsrente	5 %
Årlig kostnadsbesparing [kr/år]	kr 78 075
Nedbetalingstid [år]	15,1
Nåverdi investering	kr 285 385

En utskifting av termostatventiler vil la seg nedbetale innen 15 år, og har en nåverdi på 285.385 kroner over en 25 års levetid. Det er et lønnsomt tiltak som bør gjennomføres både som følge av energibesparelse og fordi ventilenes levetid er nådd.

INDIVIDUELL MÅLING AV VARME OG VARMTVANN

En måling og fakturering av den enkelte beboers forbruk av varmt tappevann og varme er med på en bevisstgjøring av beboeres forbruk. Erfaringer viser at man kan oppnå opp mot 30 % reduksjon i forbruk gjennom individuell fakturering etter forbruk i boligselskaper. Bertramjordet er et borettslag uten utleie og med relativt lav utskifting av beboere. Forbruket er ikke unormalt høyt, så man vil trolig kun oppnå en moderat forbruksreduksjon ved innføring av individuell forbruksmåling. Det er vanskelig å et nøyaktig utslag av dette, men det anslås en besparelse på 10 %.

Det finnes flere systemer for måling av forbruk til varmt tappevann og varme. Generelt for disse er at man har batteridrevne målere med radiosendere, som kommuniserer med innsamlingsmoduler. Batterier har lang levetid, typisk 10 år. Avhengig av målerstype kan det være behov for utskifting av disse etter 10 år. Innsamling av data, administrasjon av målerverdier og fakturering av beboer har typisk en kostnad på 300-1000 kroner avhengig av hyppighet og avtale. Det er her lagt til grunn en administrativ kostnad på 400 kroner pr boenhet, og en levetid på 10 år.

Individuell måling og fakturering	
Graddagsjustert forbruk varme [kWh/år]	1.735.000
Energibesparelse	10 %
Energibesparelse [kWh/år]	173.500
Antall boenheter	163
Antall radiatorer pr enhet	4
Radiatorer totalt	652
Kostnad pr radiator	kr 800
Målere radiator	kr 521 600
Målere tappevann	kr 244 500
Oppsamlingsmoduler	kr 250 000
Totaltkostnad	kr 1 016 100
Årlig adm kost	kr 65 200
Levetid [år]	10
Diskonteringsrente	5 %
Årlig kostnadsbesparing [kr/år]	kr 90 950
Nåverdi investering	kr -313 808

Investeringen er ikke lønnsom og anbefales ikke ut fra et investeringsperspektiv. Lønnsomheten forsvinner i administrative kostnader for å drifte løsningen. En investering kan evt begrunnes ut fra et rettferdighetsprinsipp om at alle skal betale for eget forbruk.

SKIFTE AV ENERGIKILDE - BERGVARME

Borettslaget er med dagens system ganske låst til valg av varmekilde, da Hafslund eier både teknisk sentral og distribusjonsnett. En overgang til et nytt system vil innebære å bygge en eller flere nye sentraler for varme og varmtvann, samt et nytt distribusjonssystem. For å kunne forsvare en investering i en helt nytt anlegg må en ny energikilde ha en betydelig lavere energikostnad enn dagens system for at man skal kunne «spare» inn investeringen over tid. Av løsninger som vil redusere fyringskostnader har man enten varmepumper eller pellets.

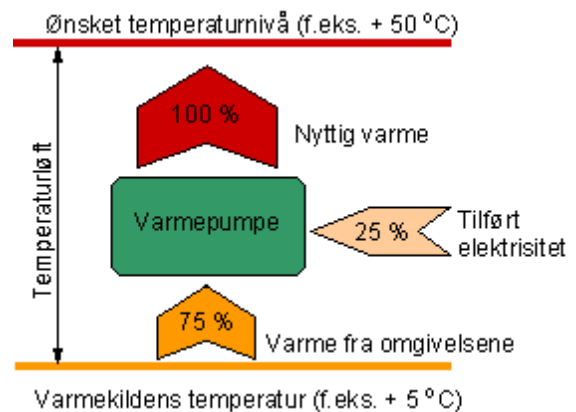
Pellets vil kreve mer bygningsmessig areal enn en varmepumpeløsning til bygging av silo og en varmesentral med tilstrekkelig røykgasspipe. Et pelletsanlegg har høyt krav til ettersyn og dermed større driftskostnader enn et varmepumpesystem, samt vil det medføre ukentlig transport av lastebiler med brensel inn på området. Det vurderes med tanke på størrelse og utforming av borettslaget at en varmepumpeløsning vil være å foretrekke fremfor pellets. Pellets utreders derfor ikke videre.

Varmepumpers virkemåte

En varmepumpe er et system som henter varme fra et område med lavere temperatur for så å avgi en høyere temperatur et annet sted. Ved at man tilfører varmepumpen 1 kWh strøm får man gjerne 2,5-3,5 kWh varmeenergi tilbake.

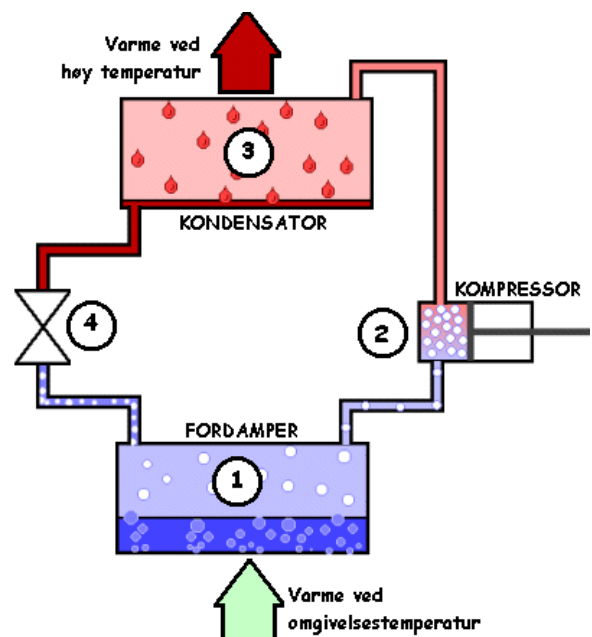
Varmepumpens virkemåte

Varmepumpen opptar varme fra omgivelsene via et kuldemedium. Gjennom variasjon i trykk og faser, vil energien i varmen som til slutt leveres ut med høy temperatur være tilnærmet lik summen av varmemengden som er tatt opp fra varmekilden og det som er tilført av elektrisk energi til drift av kompressoren.



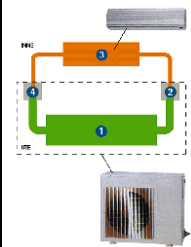






Selve prosessen

1. Varme overføres fra omgivelsene til et kuldemedium som fordampes på svært lave temperaturer.
2. Kompressoren trekker gassen opp fra fordampere og øker trykket på kuldemediet, og derved også temperaturen.
3. Komprimert og varm damp føres videre til kondensatoren hvor varmen avgis. Varmen avgis ved at dampen kondenserer og går over i væskeform.
4. Væsken strømmer så til strupeventilen hvor både trykk og temperatur reduseres, før den strømmer videre til fordampere for en ny runde.



[Illustrasjoner er hentet fra: SINTEF]

Alle varmepumper fungerer i prinsippet på samme måte, og deles som regel inn etter hvilken energikilde man henter varmen fra, som vist i tabellen under:

System	Systembeskrivelse	Illustrasjon
Luft/luft varmepumpe	En luft-til-luft varmepumpe henter varme fra uteluften, og avgir varme ved å sirkulere inneluften gjennom innedelen av varmepumpen. Samtidig vil filtre i innedelen rense luften for støv og partikler.	
Luft/vann varmepumpe	En luft-til-vann varmepumpe henter varme fra uteluften og avgir varmen inne via vannbåren gulvvarme eller radiator. Fordelen med et vannbårent distribusjonssystem er bedre varmedistribusjon og jevnere temperatur.	
Jordvarme - varmepumpe	Varmen hentes fra jordsmonnet via en kollektor som ligger på ca. 0,6 – 1,5 meters dybde. For å dekke energibehovet for en normal enebolig kreves en 200-400 meters kollektorslange og et areal på ca. 200 – 600 kvadratmeter.	
Bergvarme - varmepumpe	En bergvarmepumpe henter varme ved hjelp av et borehull med 10-15 cm diameter. Borehullet, som erfaringsvis koster mest, har normalt en dybde på 80 - 300 meter avhengig av energibehovet.	
Sjøvanns - varmepumpe	Varmepumpen henter varme fra sjøen, og som ved jordvarme og bergvarme legges en kollektor ut for å hente inn varmeenergien. Sjøvann er en god varmekilde fordi sjøen på en viss dybde holder tilnærmet lik temperatur hele året.	
Grunnvannsv varmepumpe	I et varmepumpesystem med grunnvann pumper man grunnvann opp til en varmeveksler hvor man henter ut varmen. En grunnvannsv varmepumpe forutsetter at det er tilstrekkelige mengder grunnvann tilgjengelig, gode grunnvannsstrømninger gjennom borehullet og en vannkvalitet som ikke tærer opp varmeveksleren.	
Avtrekks – varmepumpe	Avtrekksvarmepumpen henter varme fra ventilasjonsluft som trekkes ut fra våtrom og kjøkken. Denne varmen kan benyttes til forvarming av tilluft og oppvarming av tappevann.	

Illustrasjoner er hentet fra: renewable-policy.com, og novap.no.

For større anlegg er de mest egnede varmepumpe-teknologiene bergvarmepumpe og luft – vann varmepumpe. En luft - vann varmepumpe krever mindre inngrep på uteområdet enn en bergvarmepumpe, men den vil skape noen andre utfordringer i forhold til støy ved at store luftmengder må suges inn i systemet. Virkningsgraden faller i takt med utelufttemperaturen, og effektiviteten til systemet er dermed asynkront med energibehovet til oppvarming. Etablering av bergvarme er mer kostbart enn luft-vann varmepumper, hvor merkostnaden tilknyttes energibrønnene. Energibrønner henter energi fra grunnen og har jevn virkningsgrad hele året. Energibrønner regnes å ha 50 års levetid, og de vil ligge skjult under bakken. Selv om bergvarmepumper har den største investeringskostnaden regnes det også at det vil gi større besparelser og ha en lengre levetid enn luft-vann varmepumper. Borettslaget har godt med tilgjengelig uteareal som kan benyttes for etablering av energibrønner. Det vurderes derfor at bergvarme vil være mest fornuftig for Bertramjordet.

Tar man utgangspunkt i graddagsjustert energibehov før gjennomføring av andre tiltak, har man behov for å dekke et energibehov på 2.200.000 kWh til varme og varmtvann. Et bergvarmesystem dimensjoneres ofte for at varmepumpens skal dekke ca 80 % av totalt årligenergibehov og 40-50% av effektbehovet, med bidrag fra en elektrokjel eller annen spisslast når man har et høyt energi- og effektbehov.

Bergvarme, dimensjonering	
Energibehov [kWh]	2.205.763
Maks effektbehov [kW]	650
Størrelse varmepumpe [kW]	309
Størrelse Elektrokjel [kW]	650
COP varmepumpe	3
Årlig dekningsgrad VP	80 %
Årlig dekningsgrad Elektrokjel	20 %
Årlig strømforbruk VP [kWh]	588.204
Årlig strømforbruk Elektrokjel [kWh]	441.153
Totalt årlig strømforbruk [kWh]	1.029.356
Årlig energibesparelse [kWh]	1.176.407

Etablering av en varmepumpe med 80 % dekningsgrad kan gi en besparelse i årlig energiforbruk på ca 1,2 GWh. Dersom borettslaget velger å gjennomføre flere passive tiltak som reduserer energibehovet i boligmassen vil dimensjoneringen av systemet reduseres.

Det er ofte dyrere å etablere flere mindre varmepumpesentraler enn en stor felles sentral. For Bertramjordet som også må etablere en ny rørgate kan det det være rimligere med flere sentraler om da det kan redusere lengde og kostnad til et nytt distribusjonssystem, men det vil også kreve mer tilgjengelige arealer.

Det er videre tatt utgangspunkt i at man etablerer en stor sentral med en varmepumpe der man i dag har fjernvarmesentralen. En ny rørtrasse kan legges hovedsakelig utendørs, gjennom flere av byggene eller en kombinasjon. For kostnadsberegninger antas det at man legger et nytt utendørs rørstrekk på 450 meter som benytter seg av eksisterende innendørs rørrnett.

Ny rørgate	
Utvendig rørgate [m]	450
Rør og leggekostnad [kr/m]	kr 5 000
Utvendig rørgate	kr 2 250 000
Ventiler/bygningsmessig/tilkobling	kr 500 000
Sum	kr 2 750 000
Mva	kr 687 500
Estimert kostnad ny rørgate	kr 3 437 500

Estimert kostnad av ny rørgate er på 3,4 MNOK. Det kan være ukjente forhold i grunnen som medfører ekstrakostnader.

Etablering av en ny rørgate bør samkjøres med boring av energibrønner og legging av kollektorrør mellom disse.

Brønnpark	
Effektbehov fra grunnen [kW]	206
Antatt effektavgivelse [W/m]	30
Nødvendig dybde energibrønner [m]	6862
Oppjustert for sikkerhetsmargin [m]	7549
Antall brønner a 300 m	25,2

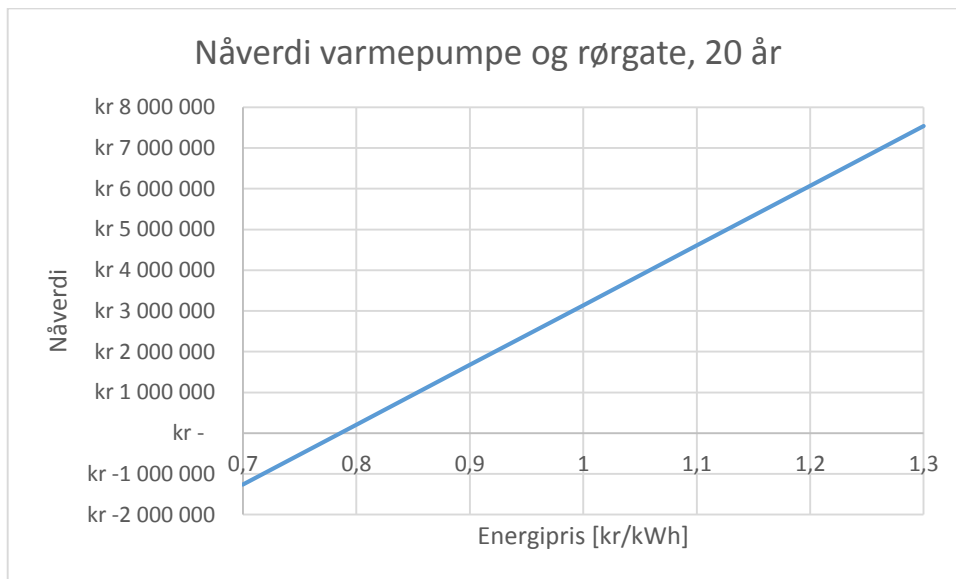
Brønnparken vil ha behov for rundt 25 energibrønner på 300 meter.

Konstnader	
Brønnpark	kr 2 767 824
Varmepumpe	kr 750 000
Rørarbeider	kr 1 200 000
Elektroarbeider	kr 800 000
Bygningsteknisk	kr 500 000
Adm	kr 200 000
Sum	kr 6 217 824
Mva	kr 1 554 456
Totalt, etablering bergvarme	kr 7 772 280

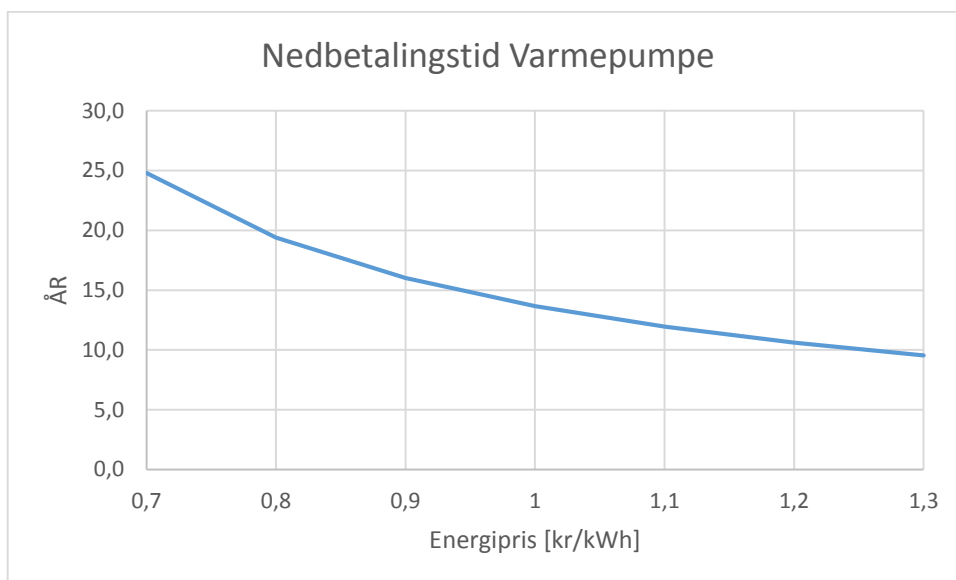
Totalt bergvarme og ny rørgate	kr 11 209 780
---------------------------------------	----------------------

Totalkostnaden for ny rørgate og varmepumpesentral estimeres til 11,2 MNOK.

Lønnsomheten av investeringen avhenger i stor grad av strømprisen. Et varmepumpeanlegg vil kreve noe ettersyn, og det bør inngås en serviceavtale. Avhengig av omfang, vil en serviceavtale koste fra 25.000 kroner/år. Slitedeler i et varmepumpesystem er sirkulasjonspumper, kompressoren i varmepumpen og motorventiler. Typisk vil dette måtte skiftes etter 15-20 år. I videre økonomiske beregninger er det lagt til grunn en økonomisk levetid på 20 år, en kalkulasjonsrente på 5%, årlige driftskostnader på 25.000.



Vi ser at for en energipriser over 0,80 kr/kWh vil investeringen være lønnsom innen 20 år.



Grafen over viser nedbetalingstiden til anlegget basert på ulike energipriser. Det er sannsynlig med en økt energipris i fremtiden. I så måte fremstår en et skifte av energikilde som et gunstig alternativ.

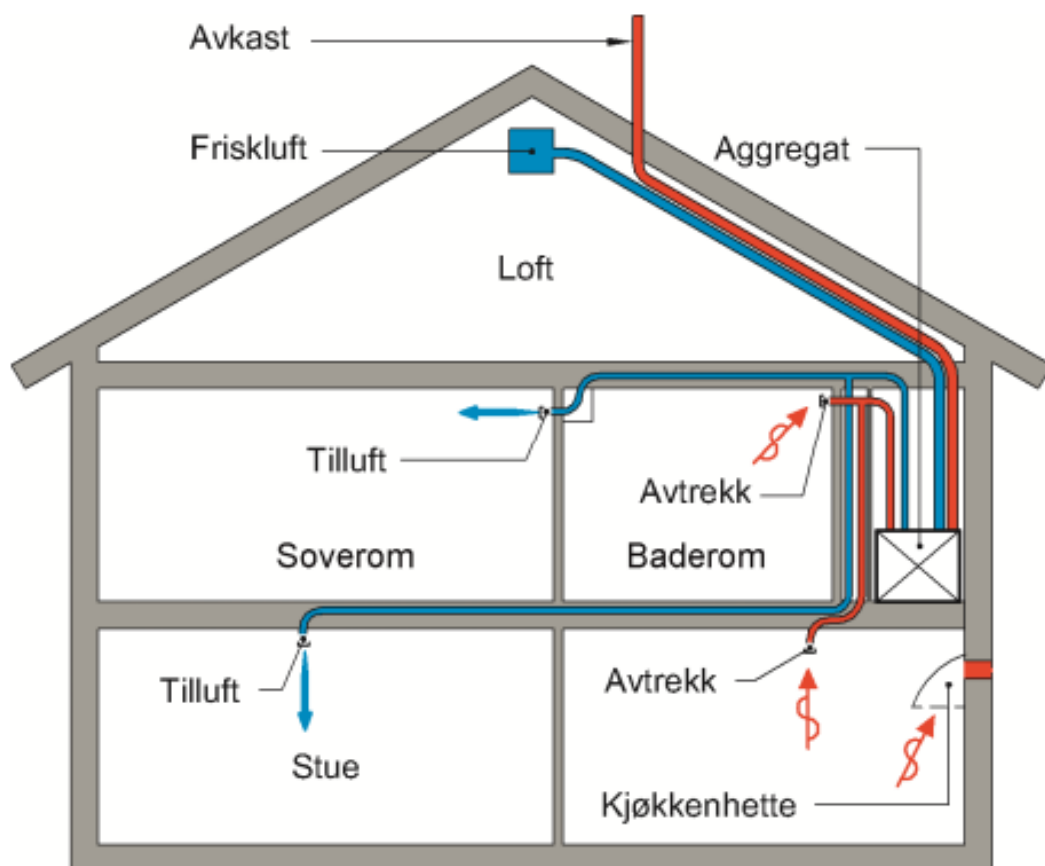
Et forhold som ikke er undersøkt i forbindelse med etablering av en varmepumpesentral er kapasitet på trafo i området. En varmepumpe og en elektrokjel vil medføre et økt kraftuttak som kan utløse et behov for utbygging av trafo og legging av nye strømkabler til en varmesentral. Dette kan potensielt medføre en ekstrakostnad i størrelsesorden 2-3 MNOK, og vil i så måte medføre at man har behov for en energipris på rundt 1 krone for å oppnå en positiv nåverdi.

BALANSERT VENTILASJON

Det er i dag mekanisk ventilasjon i både blokker og rekkehus, hvor en vifte suger varm, fuktig og «uren» luft ut av hus og leiligheter, mens frisk luft suges inn gjennom ventiler i vegg, spalter over vindu og utettheter i fasaden grunnet undertrykket fra viften. Luftsiftet medfører et stort varmetap.

Alle rekkehus har en egen avtrekksvifte på loft. Alder på disse tilsier at de er modne for utskifting, og noen av enhetene har allerede skiftet vifte. Blokkene har sentralt avtrekk på loft som suger luft ut av alle leilighetene. Disse er mer robuste enn viftene i rekkehusene og tilstand på disse er tilsynelatende ok.

Balansert ventilasjon er et prinsipp for å ta vare på varmen som i dag blåses ut over tak, ved at man varmeveksler den friske luften man suger inn i boenhetene med den varme luften man blåser ut. Det finnes ulike metoder for varmeveksling, og de mest vanlige har en virkningsgrad på 80 % og oppover. Under vises en prinsippskisse for hvordan balansert ventilasjon fungerer i et småhus.



Figur: SINTEF byggforskblad 552.303

For at balansert ventilasjon skal fungere er man avhengig av å ha kontroll på luften som går inn om ut av boenheten. Dette krever at man etablerer et nytt kanalsystem for innblåsing og utsuging av luft. Leiligheter og rekkehus får et inngrep ved at kanaler føres under tak i deler av boligene, for å skjule kanalene er det vanlig å kasse inn disse. For å unngå «tilfetting» av kanaler og veksler, samt fare for luktspredning forseres man ofte kjøkkenhette over komfyr, eller monterer kullfilter.

Erfaringsmessig koster en overgang til balansert ventilasjon 70-90.000 kroner pr boenhet. Totalt for borettslagets 163 enheter vil en overgang til balansert ventilasjon ha en kostnad på ca 13 MNOK.

Bygg	Blokker	Rekkehus	Totalt
Simulert reduksjon i energiforbruk [kWh]	350.116	306.684	656.800

Før andre energireduserende tiltak gjennomføres vil en konvertering til balansert ventilasjon medføre en energibesparelse på ca 650.000 kWh/år.

Kostnad pr boenhet	kr	80 000
Enheter		163
Totalt	kr	13 040 000

Energikostnad [kr/kWh]		0,9
Redusert årlig energikostnad	kr	591 120
Levetid [år]		20
Kalkulasjonsrente		5 %
Nåverdi	kr	-5 673 338

Den årlige energibesparelsen er ikke høy nok til å spare inn investeringskostnaden, men tiltaket medfører en stor reduksjon i energiforbruk og vil trolig bidra til et bedre inn klima.

Alternativ utnyttelse av varmen i avkastluften

En alternativ måte å utnytte varmen i avkastluften i blokker og leilighet er gjennom produksjon av tappevann med en luft-vann varmepumpe tilkoblet avtrekksluften. Det krever etablering av egne varmtvannsentraler i hver blokk. For rekkehusene har man egne avtrekk for hver boenhet, noe som gjør det vanskeligere å lage et felles system, og det må etableres en egen varmtvannsentral i hver boenhet. Grunnet dagens infrastruktur for varmtvann ansees det som mer fornuftig å bruke energien i avkast til balansert ventilasjon. Tiltaket utredes derfor ikke videre.

OPPSUMMERING AV ALLE TILTAK

Tabellen under vises en oppsummering av alle tiltakene.

Tiltak	Besparelse [kWh]	Investeringskostnad	Nåverdi	Kostnad pr kWh besparelse
Etterisolering tak	41.918	kr 2 094 480	kr -1 514 536	kr 50
Etterisolering fasade	86.094	kr 36 979 650	kr -35 788 520	kr 430
Vindusutskifting	333.733	kr 16 324 231	kr -11 706 961	kr 49
Solceller	321.928	kr 5 675 107	kr -1 221 169	kr 18
Bergvarme	1.176.407	kr 11 209 780	kr 1 673 233	kr 10
Termostatventiler	86.750	kr 815 000	kr 285 385	kr 9
Balansert ventilasjon	656.800	kr 13 040 000	kr -5 673 338	kr 20
Individuell energimåling	173.500	kr 1 016 100	kr -313 808	kr 6
Sum	2.703.630	kr 86 138 249	kr -53 945 906	

Energibesparelsen til alle tiltakene har tatt utgangspunkt i dagens energiforbruk og viser sparepotensialet før andre tiltak er gjennomført. Gjennomføres flere tiltak samtidig vil energisparepotensiale for tiltakene reduseres.

Svært få av tiltakene er lønnsomme i seg selv, men flere tiltakene må sees i sammenheng med et nødvendig vedlikeholdsbehov, hvor man uansett vil få fremtidige kostnader.

Det mest kostbare tiltaket er en etterisolering av fasader. Det er tilknyttet noe usikkerhet til kostnadsoverslaget, men det er ingen tvil om at dette gir den laveste energibesparelse pr investerte krone. Tiltaket må sees i sammenheng med vedlikeholdsbehov på fasaden, da man på i løpet av de neste 10 årene trolig vil må foreta tiltak på fasader, spesielt for rekkehusene. En etterisolering er ikke lønnsom i seg selv, men det vil nullstille vedlikeholdsbehovet og kommende kostnader tilknyttet dette.

Loftene er i dag relativt godt isolerte for å være 80-talls bebyggelse, og energibesparelsen ved en tilleggsisolering av disse er derfor liten i forhold til kostnaden.

Vinduer er det som har det største vedlikeholdsbehovet i borettslaget, og man vil i tiden som kommer ha behov for stadige utskiftninger av enkeltvinduer. En felles utskifting av disse vil både en vil være mer økonomisk enn sporadiske enkelt utskiftninger, samt gir det en kraftig reduksjon i energiforbruk. Det vil også gi økt komfort i boligene, da kaldras fra vinduer reduseres kraftig. Dersom man ikke skal etablere balansert ventilasjon, bør spalteventiler i vindu og tilluftsbehov vurderes, da installasjon av nye vinder trolig vil gi en tetter konstruksjon.

Borettslaget dekker mye av sitt energiforbruk gjennom fjernvarme, men har allikevel et strømforbruk som solceller kan bidra til å dekke. Takflater i borettslaget er i god stand, noe som er en forutsetning for å installere solceller. Det er konstanter fukt på loftet i noen av rekkehusene, og det er en diskusjon om heving av tak i rekkehusene. Evt tiltak i forbindelse med dette bør avklares før solceller kan installeres.

I kostestimater i denne analysen klarer man ikke å regne en økonomiskgevinst av solcelleinstallasjon i hele borettslaget med dagens energipriser, men det fremstår lønnsomt å kun installere solceller på blokkene. Kostnader tilknyttet installasjon av solceller er fallende, og innhenting av et tilbud fra aktører vil kunne gi et klarere bilde. En fremtidig økning i energipriser vil også kunne gjøre en installasjon av solceller i hele borettslaget lønnsom.

Konvertering til bergvarme er et av tiltakene som er lønnsomme å gjennomføre. Det vil kreve etablering av et nytt distribusjonsnett for varme og varmtvann, og det er noe usikkerhet tilknyttet kostnaden av ny rørgate, både når det gjelder trasevalg og grunnforhold som kan være fordyrende. Evt behov for oppgradering av trafo er også en usikkerhet i forhold til kostnader. Selve etablering av energibrønner er det største kostnaden med et bergvarmesystem, og disse har lang levetid.

Utskifting av termostatventiler på radiatorer vil redusere risiko for fremtidige lekkasjer fra disse, og har en energibesparende effekt, gjennom å redusere fare for overoppheting. Det er spesielt viktig dersom man gjennomfører tiltak som reduserer varmetapet i boenheten.

Etablering av balansert ventilasjon i hele borettslaget er kostbart, men reduserer varmetapet betydelig. Energibesparelsen «tjener» inn ca 60 % av kostnaden med tiltaket. For rekkehusene vil man ha et vedlikeholdsbehov på mekaniske avtrekk i tiden som kommer, da originale aggregater har nådd sin tiltenkte levetid.

Individuell måling av varme og varmtvann har den laveste investeringskostnad pr kWh potensiell besparelse, men dette tar ikke hensyn til årlige administrative kostnader, som er med på å gjøre tiltaket ulønnsomt.

TILTAKSPAKKER OG ANBEFALINGER

Ettersom energibesparelse i tiltakene påvirker hverandre, ser vi videre på effekten av å sette sammen tiltakene.

Tiltakspakke 1 - Vindusutskifting, balansert ventilasjon og nye radiatorventiler

Av hensyn til både vedlikehold og energibesparelse anbefales en vindusutskifting. Borettslaget bør vurdere om de kun skal skifte gamle vinduer eller om alle vinduer skal skiftes, slik at levetiden nullstilles og man får et likt inntrykk for hele bygningsmassen.

Det vil komme kostnader til utskifting av ventilasjonsaggregater i rekkehusene, og man har da mulighet til å oppgradere standarden til balansert ventilasjon i hele borettslaget. Radiatorventiler har også nådd sin tiltenkte alder, og bør byttes da de trolig ikke fungerer som tiltenkt lenger og utgjør en risiko for lekkasjer.

Dagens energibehov i borettslaget er totalt på 3,1 GWh (196,7 kWh/m²). Effekten av en full utskifting av vinduer med U-verdi på 1,0, balansert ventilasjon og nye termostatventiler beregnes i SIMIEN.

Vindu 1.0, balansert og nye radiatorventiler		
Simulering	Blokker [kWh]	Rekkehus [kWh]
Oppvarming	412.568	499.099
Varmtvann	239.952	214.553
Teknisk	244.680	212.360
Belysning	98.364	82.013
Sum	995.564	1.008.025

	Totalt [kWh]	Spesifikt [kWh/m ²]
Forbruk	2.003.589	126,5

Disse tiltakene vil redusere årlig forbruk med 1,1 GWh (36 %) til 2 GWh (126,5 kWh/m²). Tiltakene har en estimert kostnad på 31,3 MNOK og en nåverdi på -15,9 MNOK over 30 år.

Tiltakspakke 2 - Vindusutskifting, balansert ventilasjon, nye radiatorventiler og bergvarme

Gevinsten av nye vinduer og balansert ventilasjon er en halvering av varmebehovet i bygget. Den mest lønnsomme måten å redusere forbruket ytterligere er å redusere energiforbruket til produksjon av varme og varmtvann ved en installasjon av bergvarmepumpe. Redusert energibehov medfører en kostnadsreduksjon på ca 1 MNOK grunnet mindre brønnpark og varmepumpe. En varmepumpe som produserer 80 % av årlig energibehov til varme og varmtvann vil redusere det totale energiforbruket betydelig.

Vindu 1.0, balansert, nye radiatorventiler og bergvarme		
Simulering	Blokker [kWh]	Rekkehus [kWh]
Oppvarming	192.532	232.913
Varmtvann	123.175	110.137
Teknisk	244.680	212.360
Belysning	98.364	82.013
Sum	658.751	637.424

	Totalt [kWh]	Spesifikt [kWh/m ²]
Forbruk	1.296.175	81,8

Et bergvarmeanlegg gir en ytterlige reduksjon av energiforbruk på ca 700.000 kWh pr år til 1,3 GWh (81,8 kWh/m²), noe som representerer en reduksjon på 58 % fra dagens energiforbruk. Totalkostnaden for tiltakene er 41,5 MNOK, med en nåverdi på -16,3 MNOK over 30 år.

Tiltakspakke 3 - Vindusutskifting, balansert ventilasjon, nye radiatorventiler, bergvarme og solceller

Tidligere tiltak har redusert varmebehovet og energibehovet til produksjon av varme og varmtvann, men strømforbruk til belysning og husholdningsartikler er like høyt. Dersom man installerer solceller på takene som dekker halvparten av det elektriske forbruket i borettslaget vil man redusere energibehovet ytterligere.

Vindu 1.0, balansert, nye radiatorventiler, bergvarme og solceller		
Simulering	Blokker [kWh]	Rekkehus [kWh]
Oppvarming	192.532	232.913
Varmtvann	123.175	110.137
Teknisk	122.340	106.180
Belysning	49.182	41.007
Sum	48.7229	490.237

	Totalt [kWh]	Spesifikt [kWh/m ²]
Forbruk	977.466	61,7

Installasjon av solceller reduserer energiforbruket med ytterligere 320.000 kWh til et totalforbruk på ca 1 GhW (61,7 kWh/m²). Totalt vil disse tiltakene har en investeringskostnad på 47,2 MNOK og en nåverdi på -17,6 MNOK over 30 år.

Tiltakspakke 4 - Vindusutskifting, balansert ventilasjon, nye radiatorventiler og solceller

Det er også mulig å tenke seg at man beholder dagens energikilde, fjernvarme og installerer solceller.

Vindu 1.0, balansert, nye radiatorventiler og solceller		
Simulering	Blokker [kWh]	Rekkehus [kWh]
Oppvarming	412568	499098,6
Varmtvann	239952	214552,8
Teknisk	122340	106180,2
Belysning	49182	41006,7
Sum	824042	860838

	Totalt [kWh]	Spesifikt [kWh/m ²]
Forbruk	1684880	106,4

Man får med dette en total årlig reduksjon i energiforbruket 1,4 GWh til 1,7 GWh (106,4 kWh/m²). Tiltakene vil ha en investeringskostnad på 37 MNOK og en nåverdi på -17,2 MNOK.

Oppsummering av tiltakspakker

Tabellen under viser en oppsummering av de ulike tiltakspakkene

Alt	Vindu	Balansert ventilasjon	Termostat ventiler	Bergvarme	Sol	Energi-besparelse	Kostnad	Nåverdi
1	X	X	X			1.112.709	kr 31 281 647	kr -15 887 086
2	X	X	X	X		1.820.124	kr 41 491 427	kr -16 309 640
3	X	X	X	X	X	2.138.833	kr 47 166 534	kr -17 575 345
4	X	X	X		X	1.431.418	kr 36 956 754	kr -17 152 790

Her ser vi at selv om man øker investeringene og velger gjennomføring av flere tiltak øker ikke nåverdien av kostnadene betraktelig. En økt investering på fra 31 til 47 MNOK gir en dobling i energibesparelsen, men øker kun nåverdien av kostnadene med ca 2 MNOK. Både bergvarme og solceller er tiltak som gir en stor energi- og kostnadsbesparelse. Det er i disse anslagene lagt til grunn en konservativ energipris på 0,90 kr/kWh, og høyere energipriser vil gjøre investering i bergvarme og sol mer lønnsom.

6 LAVENERGIBEBYGGELSE

Borettslaget ønsker å se på muligheten for en oppgradering til lavenergi-standard. Ambisiøse oppgraderinger har mulighet til økt støtte fra ENOVA eller andre støtteinstanser til gjennomføring.

Bygg med særlig lavt energiforbruk defineres som lavenergibygg (klasse 1 og klasse 2), passivhus og nullhus og pluss hus. Null- og pluss hus er bygg som forbruker like mye eller mindre energi enn de produserer, mens passivhus og lavenergibygg har særlig lavt energiforbruk.

Norsk standard 3700 definerer grenseverdier for hva som kan defineres som lavenergi og passivhus.

		Varmetapstall, A>250 [W/m ² K]	Energibehov oppvarming [kWh/m ²]
Passivhus		0,43	15
Lavenergibygning	Klasse 1	0,55	30
	Klasse 2	0,68	45

Kravene er at bygget som helhet skal ha et veldig lavt varmetapstall, som er et mål på totalt varmetap av byggets klimaskall. Samtidig settes grenser for hvor stor andel av energiforbruket som går til oppvarming (varme, varmtvann og ventilasjon).

I tillegg til et helthetskrav for bygget, er det satt noen minimumskrav til komponenter i bygningskroppen eller teknisk utstyr.

Minstekrav enkeltkomponenter						
		U-verdi vindu/dør	Normalisert kuldebro	Gjenvinningsgrad	SFP- faktor vifter	Lekkasjetall
Passivhus		0,8	0,03	80 %	1,5	0,6
Lavenergibygning	Klasse 1	1,2	0,05	70 %	2	1
	Klasse 2	1,6	-	-	-	3

Ved rehabilitering tillates det fravike fra kuldebroverdi, da det kan være umulig å oppnå i praksis.

I tillegg til dette er minimumskravene i NS3700 gjeldene også minimumskravene for enkeltkomponenter i gjeldene teknisk forskrift.

Maks areal vindu og dører delt på bruksareal [%]	20
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,18
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13
U-verdi gulv mot grunn [W/m ² K]	0,15

Selv om alle foreslåtte tiltak i tiltakspakkene reduserer energiforbruket i Bertramjordet kraftig, klarer man ikke å oppnå kravene til varmetapstall, lekkasjetall og u-verdi for bygningsdeler som kreves for å defineres som lavenergibebyggelse, uten å gjøre tiltak på bygningskroppen. Med en vindusutskifting til 1,0 vinduer og overgang til balansert ventilasjon har man et varmetapstall for blokkene på 0,80 W/m²K og 0,99 W/m²K for rekkehusene.

For å ha mulighet til utvidede støttemidler fra Enova til en gjennomføring må man ta sikte på å minst oppnå kravene til lavenergibygg, klasse 1. Dette krever at man gjennomfører en etterisolering av hele

klimaskallet, samt et utbedring av tettesjikt for å redusere lekkasjetall. Gulv mot grunn og kuldebro vil være vanskelig å utbedre til å nå minimumskravene i NS3700, men det kan gis fritak fra dette. Det innebærer at summen av andre tiltak klarer å kompensere for dette.

Vi benytter SIMIEN for å evaluere hvilke tiltak som må til for å oppnå et varmetapstall under 0,55 W/m²K, som er kravet for å lavenergibygg, klasse 1.

LAVENERGIBLOKKER

Blokkene vil kunne oppnå et totalt varmetapstall på 0,54 W/m²K ved gjennomføring av følgende tiltak:

- Alle yttervegger må tilleggsisoleres med 10 cm.
- Etasjeskiller mot loft må etterisoleres med minimum 5 cm, og skadet isolasjon utbedres.
- Ny vindspærre må legges med stor fokus på tettedetaljer. Leiligheter må kontrolleres for utettheter mot oppganger. Det må oppnås et lekkasjetall på 0,80 luftskifter over klimaskallet.
- Alle vinduer må skiftes til vinder med en U-verdi på 0,80.
- Balansert ventilasjon må ha en temperaturgjenvinningsgrad på 85 %.
- Grunnmur har i dag variabel isolasjon. Det må besørges kantisolasjon rundt hele grunnmuren på minimum 60 mm EPS.
- Det må oppnås en normalisert kuldebroverdi på 0,06 W/mK.

LAVENERGIREKKEHUS

Rekkehusene har en større såle på grunn pr areal bolig, og har dermed vanskeligere å nå kravet til varmetap. Rekkehusene oppnår et totalt varmetapstall på 0,55 W/m²K ved gjennomføring av følgende tiltak:

- Alle yttervegger må tilleggsisoleres med 10 cm.
- Etasjeskiller mot loft må etterisoleres med minimum 5 cm, og skadet isolasjon utbedres.
- Ny vindspærre må legges med stor fokus på tettedetaljer. Leiligheter må kontrolleres for utettheter mot oppganger. Det må oppnås et lekkasjetall på 0,60 luftskifter over klimaskallet.
- Alle vinduer må skiftes til vinder med en U-verdi på 0,80.
- Balansert ventilasjon må ha en temperaturgjenvinningsgrad på 85 %.
- Grunnmur har i dag ingen isolasjon og må isoleres med minimum 100 mm EPS plater eller tilsvarende.
- Det må oppnås en normalisert kuldebroverdi på 0,06 W/mK.

Energibehov lavenergibebyggelse		
Simulering	Blokker [kWh]	Rekkehus [kWh]
Oppvarming	195.500	187.463
Varmtvann	239.952	214.553
Teknisk	207.544	178.920
Belysning	98.364	82.013
Sum	741.360	662.949

	Totalt [kWh]	Spesifikt [kWh/m ²]
Totalt energibehov	1.404.309	88,6
Energibehov varme	837.468	52,9

For å defineres som lavenergibygg må også energibehovet til varme og varmtvann være under 30 kWh/m². For å oppnå dette er man avhengig av å benytte en varmepumpe til varmeproduksjon. Ved å produsere 80 % av årlige varme- og varmtvannsbehov med en varmepumpe, reduseres borettslagets energibehovet til varme fra 52,9 kWh/m² til 24,7 kWh/m². Man ender med dette opp med et totalt årlig energiforbruk på 60,5 kWh/m².

En oppgradering til klasse 1 lavenergihus setter store krav til utførelse av detaljløsninger for alle konstruksjoner. Sålen på bygget er dårlig isolert i forhold til dagens standard, noe som setter høyere krav til alle andre bygningsdeler. Det blir svært viktig med et lufttett klimaskall på bebyggelsen, og all utførelse må tilstrebe å redusere kuldebroer i størst mulig grad.

Tiltak for å etterisolere grunnmuren er kostbart, og det bør gjøres samtidig med utbedring av drenering rundt byggene. Drenering har generelt en levetid på 40-50 år, og dersom man først skal grave opp grunnmur bør ny drenering besørges. Det er i kostnadsoverslag lagt til grunn at all grunnmur rundt rekkehus utbedres og 50 % av grunnmuren rundt blokkene.

Et kostnadsestimat for en oppgradering til lavenergibebyggelse er som følger.

Kostnad oppgradering lavenergi	
Etterisolering tak	kr 2 094 480
Etterisolere fasade	kr 36 979 650
Vindusutskifting	kr 19 245 632
Bygningsmessige tilpassinger	kr 5 000 000
Tiltak på grunnmur/drenering	kr 9 553 500
Balansert ventilasjon	kr 13 040 000
Bergvarme	kr 10 209 780
Termostatventiler	kr 815 000
Uforutsett	kr 8 000 000
Administrasjon og prosjektering	kr 4 000 000
Totalkostnad	kr 108 938 043

Gjennomsnittskostnad pr boenhet	kr 676 634
---------------------------------	------------

Årlig energibesparelse [kWh]	2.158.639
Årlig kostnadsbesparelse	kr 1 942 775

Levetid [år]	30
Kalkulasjonsrente	5 %
Nåverdi	kr -79 072 831

7 STØTTEPROGRAMMER

Det finnes ulike programmer man kan søke for økonomisk støtte til gjennomføring av ENØK tiltak i boligselskaper.

Enova støtter tiltak i hele landet, og kan bistå med ekstra støtte dersom man gjennomfører ambisiøse energisparetiltak eller anvender ny og lite utprøvd teknologi. Det er ingen maks grense for støtte fra til prosjektgjennomføring fra Enova. Enova støtter også denne kartleggingsrapporten.

Oslo kommune har et eget klima- og energifond som kan støtte tiltak i boligselskaper med en øvre ramme på 1 MNOK.

Det er også mulig å søke støtte fra EU programmer. SINTEF har etter dialog med OBOS Prosjekt medtatt Bertramjordet i en søknad om EU støtte til rehabiliteringsprosjekter med byggestart i 2018/19, gjennom støtteprogrammet «REZBUILD». Om man kvalifiser til mottak av støtte vil avklares mot sommer/høst 2017.

8 KONKLUSJON

Bertramjordet borettslag vil de neste 10 årene få et økende behov for å utføre nødvendig vedlikehold på ulike bygningsdeler, spesielt vinduer, men også fasader på rekkehus. Boligmassen stammer fra 80-tallet og har et energiforbruk som ligger høyt over det man i dag har i tilsvarende bygg. Dersom man ved fremtidig rehabilitering også tenker på å redusere varmetap og energiforbruk på byggene opp mot dagens standard er det flere tiltak man kan velge å gjennomføre. Det er her foreslått flere tiltak som gjennom reduksjon av energiforbruket i stor grad vil betale seg selv ned gjennom reduserte fyringskostnader.

Av de foreslåtte tiltakene har etterisolering av fasade den høyeste kostnaden og den laveste energibesparelsen. Det er ikke fornuftig å etterisolere fasaden for å redusere energiforbruket, men om man i fremtiden må gjøre større rehabiliteringer kan det være fornuftig med en etterisolering, men det kan utløse behov for forlenging og tilpassinger av takkonstruksjonen. Det er et ønske i borettslaget om å se på mulighet til å heve tak på rekkehusene, og i den forbindelse kan det være fornuftig å tilrettelegge for mulighet til fremtidig etterisolering.

Det vil bli et behov for utskifting av ventilasjonsaggregater i rekkehusene, og en overgang til balansert ventilasjon bør vurderes opp mot dette.

Både solceller og en konvertering til bergvarme er tiltak som vil kunne redusere energiforbruket i borettslaget kraftig.

Det er også skissert hvilke tiltak som må til for å heve kvaliteten på hele boligmassen til lavenergiebebyggelse. Dette er et stort og kostbart inngrep, men vil gi et løft til en kvalitet som ligger over dagens byggestandard i forhold til varmetap fra bygningskroppen. Det kan i midlertidig oppnås tilsvarende energibesparelser gjennom andre tiltak som er mindre kostbare.

Det er foreslått en samling med en interessegruppe i borettslaget for å diskutere hvilke løsninger man ønsker å gå videre med.