

Oppdragsgiver: Storfjord kommune
 Oppdragsnavn: detaljregulering Skoleveien, Storfjord
 Oppdragsnummer: 637825-01
 Utarbeidet av: Anton Asplund
 Kvalitetssikrer: Vidar Lind Yttersian
 Oppdragsleder: Sigrid Rasmussen
 Dato: [30.05.2023](#)
 Tilgjengelighet: [Åpent](#)

Notat Energi- og bærekraft



Versjonslogg:

01	23.05.23	Notat energi- og bærekraft	AA	VLY
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

Sammendrag

1 Om prosjektet

- 1.1. Storfjord Kommunes Klimastrategi

2 Klimagassregnskap

- 2.1. Informasjon om planområdet
- 2.2. Forutsetninger og metodikk
- 2.3. Utslipp fra bygg
 - 2.3.1. Materialer
 - 2.3.2. Byggeplass
 - 2.3.3. Energibruk i drift
 - 2.3.4. Arealbruksendringer
- 2.4. Resultater
- 2.5. Oppsummering og videre anbefalinger

3 Energiløsninger

- 3.1. Energibehov
- 3.2. Energiløsninger for området
 - 3.2.1. Fjernvarme
 - 3.2.2. Geotermos
 - 3.2.3. Felles varmesentral for grunnvarme eller bioenergi
 - 3.2.4. Vindenergi
 - 3.2.5. Solceller og solvarme
- 3.3. Energiløsninger for hver bolig
 - 3.3.1. Luftvarmepumpe
 - 3.3.2. Bergvarmepumpe og jordvarmepumpe
- 3.4. Energitiltak
 - 3.4.1. Bygg energieffektivt
 - 3.4.2. Ladeinfrastruktur elbil
- 3.5. Oppsummering og videre anbefalinger

4 Vedlegg 1: materialer og referansebygg

Sammendrag

Asplan Viak AS har vært engasjert i forbindelse med planarbeidet for utbygging av boligområdet på Skoleveien. Det er utarbeidet et klimagassregnskap basert på standardløsninger samt blitt gjort en vurdering av energiløsning for boligene. I tillegg beskrives miljømessige tiltak for materialvalg samt energitiltak.

Utbyggingen omfatter 13 360 m² ny bebyggelse fordelt på tomannsboliger, eneboliger, kjedehus og minihus. Klimagassutslipp for utbyggingen er beregnet i CO₂-ekvivalenter (CO₂e) for en analyseperiode på 60 år i tråd med standard praksis for klimagassberegninger av bygg. Beregningene er gjennomført med omfang basis uten lokalisering iht. NS3720, og omfatter utslipp fra: materialbruk, byggeplasspåvirkning og energibruk i drift. I tillegg er det inkludert utslipp fra arealbruksendringer (nedbygning av skog).

Totalt er det estimert klimagassutslipp på 8 080 tonn CO₂e over 60 år, gitt at norsk strømmiks legges til grunn for beregningene, fordelt på materialbruk i bygg (3 864 tonn CO₂e), byggeplasspåvirkning (432 tonn CO₂e), energibruk i drift (1 141 tonn CO₂e) og arealbruksendringer (2 643 tonn CO₂e). Hvis europeisk strømmiks legges til grunn, øker klimagassutslipp for energibruk i drift til 7 653 tonn CO₂e og samlede klimagassutslipp til ca. 14 592 tonn CO₂e. En mer detaljert oppsummering av klimaregnskapet finns under kapittel 2.5.

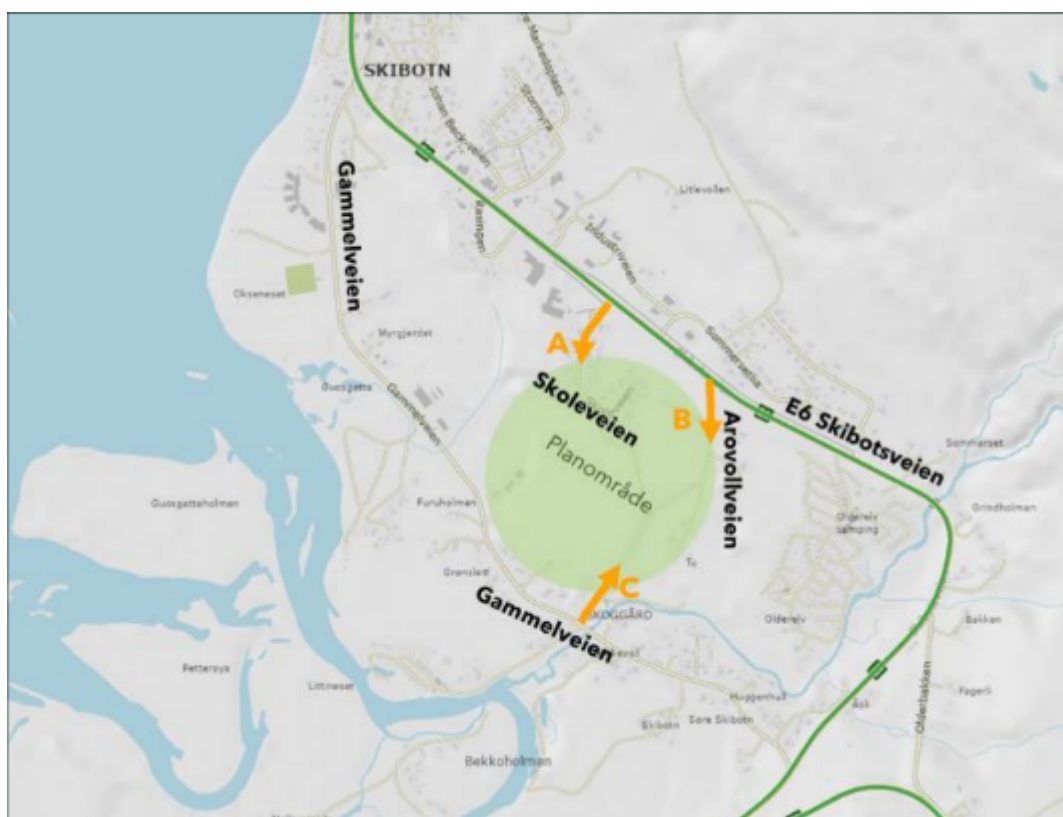
Energivurderingen inkluderer både felles løsninger for boligfeltet samt individuelle løsninger for de ulike boligtypene. Som felles løsning anbefales en felles varmesentral som henter varme fra en luft/vann varmepumpe eller en løsning med berg- eller jordvarme der varmen hentes via en væske/vann varmepumpe. En slik løsning minimerer behovet for driftspersonell. Det råder dog usikkerhet omkring hvor egnet området er for bergvarme, og man må gjøre ytterligere vurdering av de geotekniske forholdene hvis man skal gå for bergvarme. Dybde til fjell, uforstyrret temperatur, effektiv varmeledningsevne og termisk borehullsmotstand vil kunne avklares gjennom en termisk responstest. I tillegg bør utfordringen med ev. marin leire avklares. Hvis jordvarme skal vurderes videre bør man se på jordtype og om det finns nok areal.

Videre er det vurdert energiløsninger for hver bolig. For samtlige boligtyper anbefales en varmepumpeløsning. Hvilken varmepumpeløsning som anbefales varierer derimot for de

ulike boligtypene. I kapittel 3.5 finns en detaljert oppsummering av energiløsningene for hver bolig.

1 Om prosjektet

Ifølge planarbeidet for utbygging av boligområdet på Skoleveien i Skibotn skal det utarbeides et overordna klimagassregnskap samt en vurdering av mulige energiløsninger. Klimagassregnskap skal ta utgangspunkt i det som er de vanlige løsningene i dag samt vise på tiltak for å redusere klimagassutslipp. Energivurderingen skal redegjøre for ulike energiløsninger samt vise på tiltak for å redusere energiforbruk. Det er planlagt for 9 tomannboliger, 27 eneboliger, 28 kjedehus og 20 minuhus. Planområdet er vist i figur 1 og på framsiden av rapporten.



Figur 1 Planområde.

1.1. Storfjord Kommunes Klimastrategi

Når et stort byggeprosjekt som dette skal vurderes vil det naturligvis oppstå spørsmål angående bærekraft og hvilke muligheter som finnes for å gjennomføre prosjektet med minst mulig klimapåvirkning. Storfjord kommune legger føringer i sin kommunedelplan for hvordan dette skal oppnås. Hovedfokuset er FNs bærekraftsmål nr. 7 (Ren energi til alle), 12 (Ansvarlig forbruk og produksjon) og 13 (Stoppe klimaendringene). Vi

presenterer ulike løsninger for å imøtekomme disse målene og dermed bidra til en bærekraftig utvikling.

FNs bærekraftsmål 7 handler om at alle mennesker skal ha tilgang til energi. Energien skal være pålitelig, bærekraftig, moderne, og ikke altfor dyr. For at prosjektet i Skoleveien skal etterstrebe dette legger Asplan Viak fram flere forslag til energiløsninger for området og i boliger, samt anbefaler hvilken av løsningene som egner seg best for dette prosjekt. FN legger fram fire råd til hva man kan gjøre for å bidra til at bærekraftsmål nummer 7 oppnås. To av rådene er å velge elektrisk bil framfor fossil og velge lavutslippshus. Ulike typer varmepumper og ladeinfrastruktur for elbil er konkrete løsninger som foreslås i kapittel 3.

Byggeprosjektet i Skoleveien fører med seg et visst forbruk og produksjon, og nettopp det fokuserer FN på i bærekraftsmål nummer 12: Ansvarlig forbruk og produksjon. Klimagassregnskapet i kapittel 2 tydeliggjør fordelene ved et lavutslippsscenario for materialbruk ved å sammenligne standard og lavutslippssmåhus. Gjenbruk av materialer og kortreiste produkter er andre tiltak som kan redusere klimagassutslipp for materialbruk.

Det tredje bærekraftsmålet Storfjord fokuserer på er nummer 13: Stoppe klimaendringene. Ifølge FN fortsetter mengden klimagasser å øke og klimaendringene skjer raskere enn antatt. Klimagassutslipp over analyseperioden på 60 år er framstilt for ulike scenarier og viser hvilke alternativer som finnes, slik at man kan velge de som jobber mot målet om å stoppe klimaendringene. På den andre siden er prosjektet til dels i konflikt med bærekraftsmål 13, ved at det brukes jomfruelig mark. Likevel er dette en av de mest sentrale områdene i Storfjord kommune, og vil på så vis minske behovet for transport.

2 Klimagassregnskap

I følge detaljreguleringen skal et overordnet klimagassregnskap med utgangspunkt i referanseløsninger utarbeides.

2.1. Informasjon om planområdet

Planforslaget har som formål å utvide eksisterende boligfelt ved å legge til rette for utbygging av primært eneboliger og kjedehus, men også noen tomannsboliger og minihus. Det er ingen eksisterende bebyggelse på området idag.

Ny bebyggelse innenfor planområdet består av 7 tomannsboliger, 27 eneboliger, 28 kjedehus og 20 minihus. Gjeldende arealer er oppgitt i Tabell 1. Disse arealene ligger til grunn for videre beregninger. Bruksareal (BRA) estimeres som 85% av bruttoareal (BTA) ihht. ISY Calcus-verktøyet.

Tabell 1 Ny bebyggelse innenfor planområdet.

	Ny bebyggelse eneboliger og tomannsboliger	Ny bebyggelse kjedehus	Ny bebyggelse Miniboliger
m ² BTA	9000	3360	1000
m ² BRA	7650	2856	850

2.2. Forutsetninger og metodikk

Planlegging og etablering av ny bebyggelse og infrastruktur kan ha stor påvirkning på utslipp av klimagasser. Dette gjelder både påvirkning som skjer etter at disponeringen og byggingen har skjedd (for eksempel fra energibruk og transport) og under rehabilitering og etablering av nye bygg (for eksempel fra materialbruk, anleggsarbeid og arealbruksendring). Et livsløpsperspektiv bør ligge til grunn for slike beregninger og sørge for en helhetlig vurdering av klimagassutslipp. Dette er i tråd med Kommunedelplan energi og klima, der det står at bærekraftige bygg skal oppnås gjennom «LCA beregninger med fokus på energi og materialer over bygges levetid».

Beregninger er gjennomført iht. NS 3720:2018 'Metode for klimagassberegninger for bygninger'. Beregningene er gjennomført med omfang 'basis uten lokalisering' som definert av NS3720, se Figur 2.

	Uten lokalisering	Med lokalisering
Basis	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.
Avansert	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår til lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.

Figur 2 Omfang for klimagassberegninger som gitt av NS3720. Omfang for beregningene er Basis, uten lokalisering. Utslipp fra materialbruk er beregnet med utgangspunkt i referansebygg.

Lokalisering er utelatt basert på manglende kunnskapsgrunnlag for transport i kommunen, slik at transport i drift ikke kan beregnes i tråd med NS 3720. Klimagassutslipp fra materialbruk er beregnet med utgangspunkt i etablerte referansebygg av Asplan Viak. I tillegg til kravene i NS 3720 vil utslipp fra arealbruksendringer inkluderes. Energibehov er estimert ut fra rammekrav for energibehov i TEK17.

Dette vil si at klimagassberegningen inkluderer følgende:

Kapittelnummerering refererer til NS3720.

- Byggeplass (kap. 7.3)
- Materialer (kap. 7.4)
- Energi i drift (kap. 7.5)
- Arealbruksendringer

Klimagassberegningen inkluderer ikke:

- Tomtebearbeiding (kap. 7.2)

- Transport i drift (kap. 7.6)

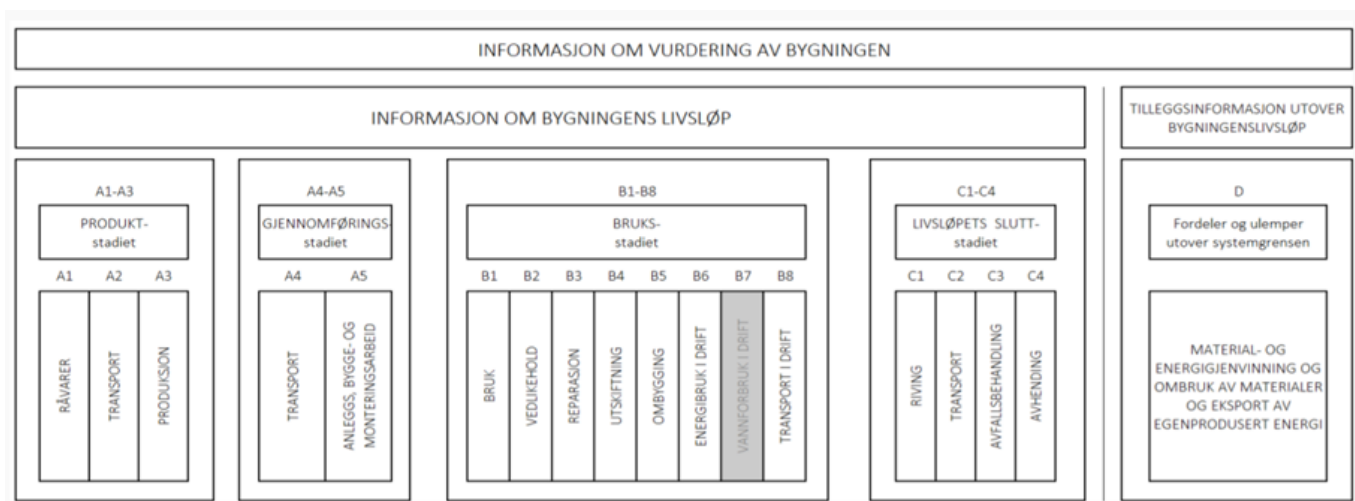
Det bør noteres at transport i drift pleier å være den største utslippsposten for et slikt prosjekt. Det er dermed betydelige klimagevinster ved å legge til rette for kollektiv-, sykkel- og gangtrafikk. Da reiser i Storfjord kommune i stor grad skjer med bil så kan overgang fra bensin og dieselbil til elbil ha betydelige effekter på utslipp knyttet til bilreiser, dette er forklart videre i kapittel 3.4.2.

Området er veldig platt og dette medfører lite behov for tomtebearbeiding. Det meste av gravingen vil komme fra fundamentering. Utslipp knyttet til markarbeid antas små sammenlignet med totale utslipp og er, som nevnt, ikke inkludert i beregningene.

2.3. Utslipp fra bygg

2.3.1. Materialer

Utslipp fra produksjon av materialer (A1-A3), transport av materialer (A4), vedlikehold/utskiftning (B4-B5) og avfallsbehandling (C1-C4) er inkludert i beregningene, se Figur 3. Forutsetninger for byggeplass (A5) og energibruk i drift (B6) er beskrevet i kapittel 2.3.2 og 2.3.3.



Figur 3 Oversikt over livsløpsfaser for vurdering av klimagassutslipp fra bygg. Hentet fra NS3720.

Tidligere etablerte referansebygg av Asplan Viak¹ er benyttet for å estimere klimagassutslipp fra materialbruk da byggene ikke er prosjektert per nå. Tabell 2 viser klimagassutslipp for referansebyggene som er lagt til grunn for videre beregninger. Referansebyggene *småhus med trekonstruksjon* og *kjedehus* har samme utslipp. Det finns inga referansetall for minihus så utslipp fra disse antas samme som for småhus. Det finns ikke heller noe referansetall for garasje og disse er ekskludert ur analysen. Referansebygg og løsningsvalg er beskrevet i Vedlegg 1, og er ytterligere beskrevet i studien av Fuglseth (2020) «*Klimavennlige byggematerialer. Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk*».

Et lavutslippsscenario for materialbruk beregnes fra det lavutslippsscenario som er angitt i studien av Fuglseth (2020). Dette er basert på *best available technology* hvilket betyr at de produkter med lavest utslipp på markedet er brukt. Fullstendig liste finnes i Vedlegg 1 og detaljert forklaring i studien av Fuglseth (2020).

Tabell 2 Klimapåvirkning for referansebygg. Kg CO₂e/m² BTA/år.

Fase	Småhus (inkl. Kjedehus) Standard	Småhus (inkl. Kjedehus) Lavutslippsbygg
A1 - A3	2,40	1,47
A4	0,50	0,50
A5 - Montering og svinn	0,23	0,23
A5 - Gjennomsnittlig byggeplass påvirkning	0,31	0,31
B4 - B5 (inkluderer transport)	1,65	1,26
C1 - C4	0,27	0,27
Sum (A1-C4)	5,37	4,05

2.3.2. Byggeplass

Utslippsfaktor for *gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning og montering og svinn* (A5 i Tabell 2) er benyttet for å beregne klimagassutslipp for oppføring av bygget.

¹ Referansebygg er beskrevet i rapport tilgjengelig fra: [Klimavennlige byggematerialer | Enova](#)

2.3.3. Energibruk i drift

Klimagassutslipp er beregnet for energi i drift (B6). Utslipp fra materialbruk, vedlikehold og utskiftning, og avhending av tekniske installasjoner (A1-A5, B1-B7, C1-C4) er utelatt da detaljert informasjon om de tekniske installasjonene ikke er kjent på nåværende tidspunkt. Dette vil generelt utgjøre en liten andel av totale utslipp sammenlignet med energibruk i driftsfasen.

Forventet energibehov er foreløpig ikke beregnet og energiforsyningsløsning er ikke endelig bestemt.

Følgende forutsetninger er dermed lagt til grunn:

- Rammekrav for TEK17 er lagt til grunn for energibehov (se Tabell 3)
- Behov forutsettes dekt av elektrisitet

Utslippsfaktorer for energibærere er vist i Tabell 3. Utslipp for elektrisitet beregnes iht. to ulike scenarioer for elektrisitetsmiks, norsk (NO) og norsk-europeisk (NO + EU28) miks gjennomsnitt over 60 år, som beskrevet i NS3720.

Tabell 3 Utslippsfaktorer for energibærere

Energibærer	g CO ₂ e/kWh	Referanse
Elektrisitet - NO	15,5	NS3720
Elektrisitet - NO + EU 28	104	NS3720

I TEK17 er rammekravene for totalt netto energibehov per oppvarmet BRA satt til 100 kWh + 1600kWh/m² oppvarmet BRA for småhus. Med et antatt areal om 200m² blir totalt netto energibehov 108 kWh/m². Dette vil brukes i videre beregninger. For lavenergi og passivhus er netto energibehov 103 kWh/m² og 83 kWh/m². Energibehov per post er vist i tabell 4.

Tabell 4 Energibehov iht. rammekrav for TEK17. Standard, lavenergi og passivhus.

Energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA]	Småhus (inkl. Kjedehus)	Småhus (inkl. Kjedehus) Lavenergi	Småhus (inkl. Kjedehus) Passivhus
Oppvarming (rom+ vent)	42	38	20
Ventilasjonsoppvarming	3	0	0
Tappevann	30	30	30
Vifter/pumper	4	6	4
Pumper	0	0	0

Belysning	11	11	11
Teknisk utstyr	18	18	18
Romkjøling	0	0	0
Ventilasjonskjøling	0	0	0
Totalt	108	103	83

2.3.4. Arealbruksendringer

Beregningene for arealbruksendringer er gjort med verktøyet *Arealbruksendringer* fra Miljødirektoratet². Utslipp fra bygg og energi i drift vil beregnes over 60 år, men nedbygging av karbonrike arealer analyseres kun over 20 år. Dette tilsvarer den tid det tar fra at en arealbruksendring gjennomføres og til at utslipp/opptak ikke lengre innvirkes av tidligere arealbruk. Dette er i tråd med FN sine retningslinjer for rapportering.

Arealinformasjonsverktøyet til NIBIO³ viser at planområdet består av kun en arealtype; barskog med lav bonitet. Dette er illustrert i Figur 4 hvor grønn farge indikerer skog. NIBIOs verktøy for organisk materiale har ingen kartlagt areal i området, det er derfor usikkert om det er organisk eller mineraljord. Det er antatt mineraljord.

² [Beregne effekt av ulike klimatiltak - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://www.miljodirektoratet.no)

³ [Kilden - Arealinformasjon \(nibio.no\)](https://www.nibio.no)



Figur 4 Arealinformasjon fra NIBIO. Planområdet består kun av barskog, indikert med grønn farge.

80,7 dekar av barskog skal bli erstattet av utbygd areal, hvor tomt og allmenn plass utgjør 69,4 daa og vei 11,3 daa.

2.4. Resultater

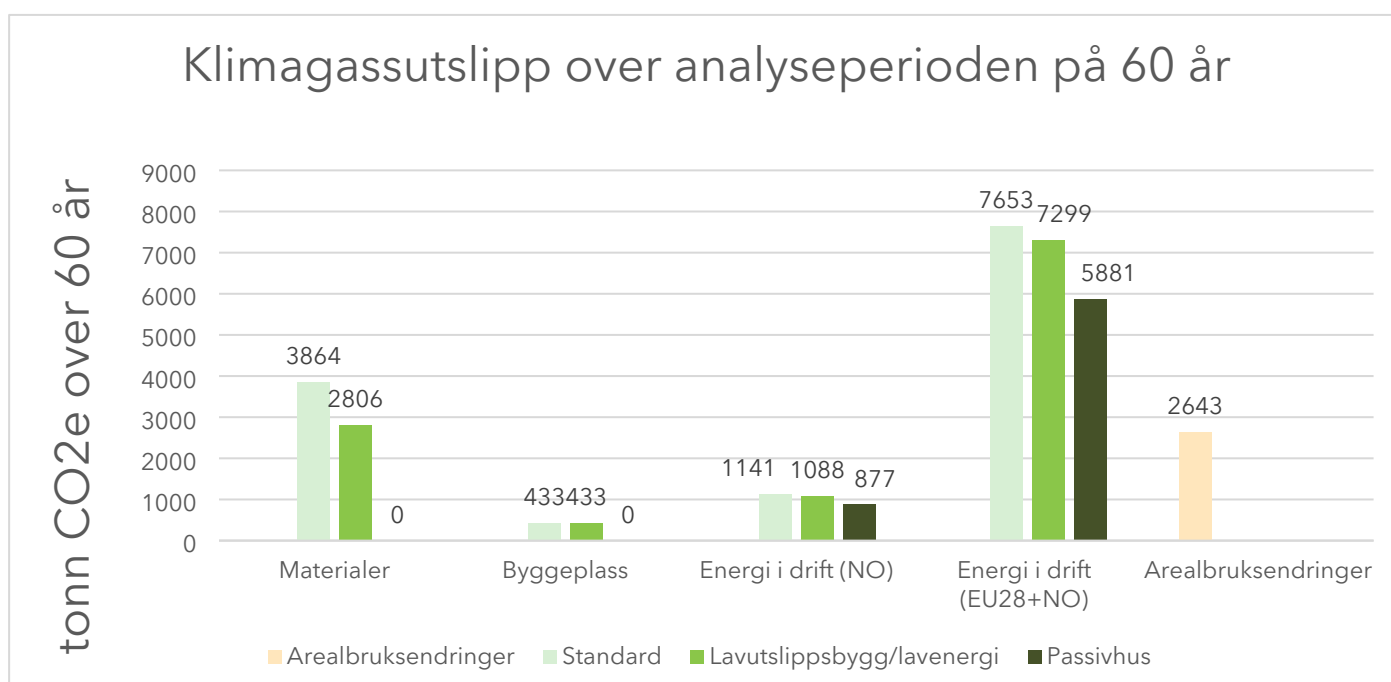
Figur 5 viser klimagassutslipp fra materialbruk, byggeplass og energibruk i drift i forbindelse med utbyggingen. I tillegg vises utslipp knytet til arealbruksendringer. I tråd med NS 3720 vil resultatene vises for beregninger med norsk- samt norsk-europeisk strømmiks. Totale utslipp for de ulike scenarioene er vist i tabell 5.

Om lavutslippmaterialer og energibruk iht. Lavutslippsscenarioet i TEK17 blir brukt, istedenfor standardmaterialer, så minsker totale utslipp med 1111 tonn CO₂e om man legger til grunn norsk strømmiks. Det er mulig å redusere energibruk i drift med ytterligere 211 tonn CO₂e ved å bygge iht. passivhuskraven i TEK17, se figur 5.

Tabell 5 Totale utslipp i de ulike scenarioene. Sett over 60 år.

EU 28 + NO	Standard	14592
	Lavutslipp/lavenergi	13180
NO	Standard	8080
	Lavutslipp	6969

Påvirkning fra byggeplass i form av energibruk, kapp og svinn samt massehåndtering står for en relativt liten andel av klimagassutslipp knyttet til materialbruk for oppføring av bygget som vist i figur 5. Materialbruk for oppføring av bygget står for store deler av de totale klimagassutslippene sett over livsløpet. Utslipp knyttet til materialbruk for oppføring av bygg og utslipp fra byggeplass er klimagassutslipp som kan reduseres i dag og bør dermed prioriteres fremfor senere utslippskutt.



Figur 5 Klimagassutslipp fra materialbruk og byggeplass for standard og lavutslipp referansebygg. Energi i drift er angitt for et standardhus, lavenergihus og passivhus iht. rammekrav for Tek17. I tillegg vises utslipp knyttet til arealbruksendringer.

Tabell 6 gir detaljerte resultater for klimagassberegningen.

Tabell 6 Detaljerte resultater for utslipp over livsløpet (tonn CO₂e over 60 år) fordelt etter ulike faser.

Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e over 60 år)		Strøm miks	Standard	Lavutslipp /lavenergi
Produktstadiet	A1-A3 Produksjon av materialer		1924	1178
Transport av materialer	A4 Transport av materialer		401	401
Gjennomføringsstadiet	A5 - Montering og svinn		184	184
	A5 Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning		248	248
Bruksfasen	B4-B5 Vedlikehold/ utskiftning av materialer		1323	1010
Energi i drift	B6 Energibruk i drift	NO	1141	1088
		EU28 + NO	7653	7299
Livsløpets sluttstadie	C1-C4 Avfallsbehandling av materialer		216	216
Arealbruksendringer			2643	2643
Sum		NO	8080	6969
		EU28+NO	14592	13180

Med valg av lavutslippsmaterialer kan utslipp fra materialbruk potensielt reduseres med nærmere 25-30%⁴. Valg av isolasjonsmaterialer, betong, vindu, gips og gulvbelegg er eksempler på valg som kan ha stor betydning for utslipp i småhus.

2.5. Oppsummering og videre anbefalinger

Klimagassberegningene viser at utbyggingen innenfor planområdet vil kunne generere mellom 6969 tonn CO₂-ekvivalenter og 14 529 tonn CO₂-ekvivalenter over analyseperioden på 60 år, avhengig av hvilke scenarier som legges til grunn. Dette er en konsekvens av klimagassutslipp fra materialer, byggeplasspåvirkning, energibruk i drift og arealbruksendringer. Beregnede utslipp fra materialbruk tar utgangspunkt i referansebygg og utslipp for energibruk er beregnet basert på rammekrav iht. TEK17 og oppvarmingsbehovet forutsettes møtt av elektrisitet.

⁴ Rapport tilgjengelig her: [Klimavennlige byggematerialer | Miljøvennlig bygg og eiendom | Enova](#)

Klimagassutslipp knyttet til produksjon av materialer for byggene er utslipp som kan kuttes i dag, og effekten av utslipp som skjer i dag bør vektlegges sterkere enn utslipp som skjer lengre frem i tid. Endelig materialvalg er ikke bestemt, men med utgangspunkt i standard materialvalg for småhus kan valg av lavutslippsmaterialer potensielt redusere utslipp fra materialbruk med nærmere 25-30%. Valg av isolasjonsmaterialer, betong, vindu, gips og gulvbelegg er eksempler på valg som kan ha stor betydning for utslipp i småhus. Grønn byggallianse, Context og Direktoratet for byggekvalitet har utviklet en *Grønn Materialguide* som kan gi en tidligfaseveileder for miljøriktig materialvalg⁵. Denne kan distribueres til arkitekter, rådgivere og utbyggere og brukes som en guide ved materialvalg.

Disse materialvalgene bør vurderes med tanke på klimagassutslipp for å redusere den totale klimapåvirkningen for utbyggingen. Gjenbruk av materialer (eksempelvis fra eksisterende bygg) og tilrettelegging for gjenbruk av materialer i fremtiden er andre tiltak som kan redusere klimagassutslipp for materialbruk.

Utslipp forbundet med energi i drift kan reduseres både ved å redusere energibehovet til bygget og ved å endre energikilde. Dersom det velges passivhusstandard vil energibehovet samt utslipp relatert til energi i drift gå ned. I beregningene er det antatt direkte elektrisk oppvarming da energiforsyning ikke er valgt. En mer fleksibel og energieffektiv energiforsyningsløsning bør velges, f.eks. en varmepumpeløsning. Energiløsning er vurdert i kapittel 3.

Utslipp fra transport i drift er ikke inkludert i klimagassregnskapet. Dette pleier dog å stå for en stor del av utslippet for et boligfelt, sett over 60 år. Ved å legge til rette for ladeinfrastruktur for elbil kan disse utslipp omtrent halveres. Det finns økonomiske besparelser ved å inkludere dette i tidligfase slik at kabler og transformatorstasjoner ikke trenger å oppdateres i etterkant. I tillegg kan man legge til rette for deleløsninger for bil samt sykkelparkeringer.

Tabell 7 gir en oversikt over viktige tiltak for reduksjon av klimapåvirkninger for utbygging av områder.

Tabell 7 Oversikt over viktige tiltak for reduksjon av klimapåvirkning for utbygging av områder.

	Tiltak for redusert klimapåvirkning
Materialer	<ul style="list-style-type: none">• Valg av lavutslippsmaterialer

	<ul style="list-style-type: none"> • Gjenbruk av materialer fra andre bygg • Legge til rette for gjenbruk av bygg og materialer fra bygget i fremtiden • Økt arealeffektivitet, sambruk og flerbruk av arealer • Kortreiste produkter
Byggeplasspåvirkning	<ul style="list-style-type: none"> • Lavutslipp energibruk i anleggsfasen • Bruk av masser lokalt på tomt om mulig
Energi	<ul style="list-style-type: none"> • Energieffektive bygg (passivhus eller lavere enn TEK-nivå) • Lavutslipp energiforsyning • Vurdere alternativ for lokal energiforsyning
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Bilrestriktive tiltak • Gangvennlig utforming • Sykkelvevnlige utforming • Ladeinfrastruktur for bil • Tilgang til service- og rekreasjonstilbud • Tilgang til kollektivtransport • Deleløsninger for mobilitet, bildeling etc.

3 Energiløsninger

Over en tredjedel av energien som brukes i Norge brukes i bygninger⁶. Det er et stort potensial for å redusere energibruk i bygningsmassen gjennom energieffektivisering og frigjøre elektrisitet fra bygg til andre sektorer. Herunder vil først energibehovet beregnes, deretter vil felles- og individuelle energiløsninger vurderes. Til slutt vil energiltak presenteres.

3.1. Energibehov

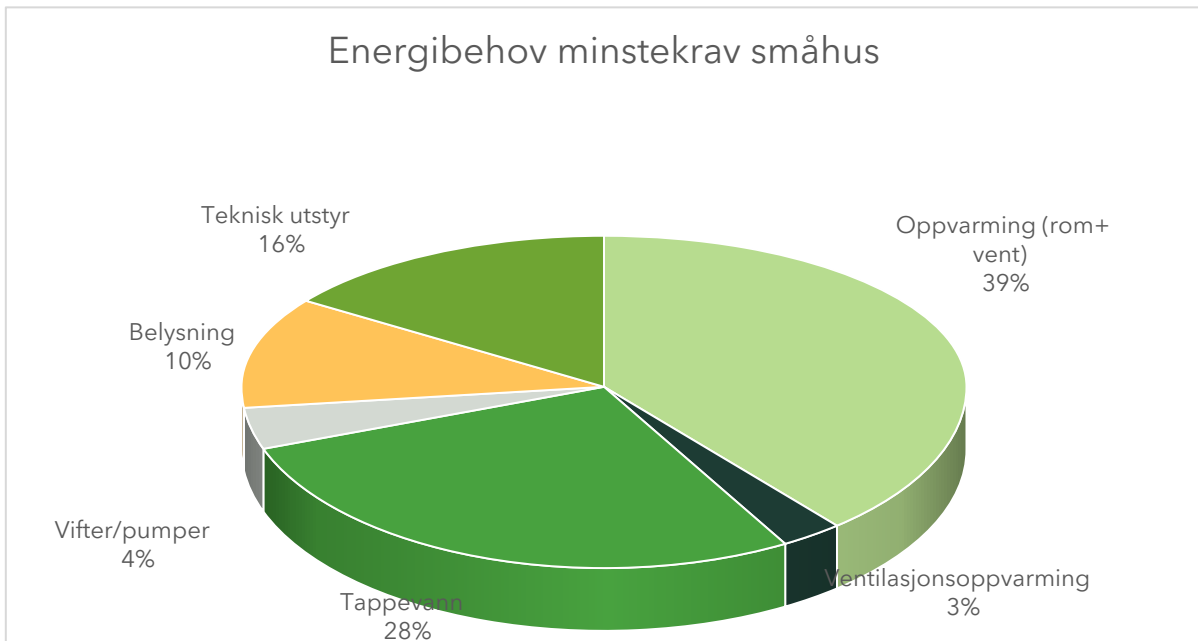
Forventet energibehov er foreløpig ikke beregnet og energiforsyningsløsning er ikke endelig bestemt.

Følgende forutsetninger er dermed lagt til grunn:

- Rammekrav for TEK17 er lagt til grunn for energibehov
- Energibehov forutsettes dekt av elektrisitet

Energibehov vises i tabell 3 i kap. 2.3.3. Energibehovet er basert på minstekravene i TEK17. Hvis den faktiske energiytelsen er bedre enn dette vil energibehovet også være lavere. Figur 6 viser prosentvis fordeling av energibehovet på ulike poster. Termisk energi (oppvarming, tappevann og ventilasjonsoppvarming) står for 69% av energibehovet, resterende 31% er elspesifikt behov.

⁶ [Energibruk i bygninger - SINTEF](#)



Figur 6 Energibehov for småhus, basert på minstekrav i TEK 17.

Energibehovet per post er vist i tabell 8, basert på minstekravene i TEK17 samt kravene for lavenergi- og passivhus.

Tabell 8 Energibehov basert på minstekravene i TEK17 samt kravene for lavenergi- og passivhus. Angitt for hele bygningsmassen samt per m² BRA.

	Minstekrav TEK17		Lavenergi		Passivhus	
Energibehov TEK17	kWh/år	[kWh/m ² BRA]	kWh/år	[kWh/m ² BRA]	kWh/år	[kWh/m ² BRA]
Oppvarming (rom+ vent)	476 952	42,0	431 528	38,0	227 120	20,0
Ventilasjonsoppvarming	30 661	2,7	0	0,0	0	0,0
Tappevann	338 409	29,8	340 680	30,0	340 680	30,0
Vifter/pumper	49 966	4,4	66 319	5,8	49 739	4,4
Pumper	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Belysning	129 458	11,4	124 916	11,0	124 916	11,0
Teknisk utstyr	198 730	17,5	204 408	18,0	204 408	18,0
Romkjøling	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ventilasjonskjøling	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Totalt	1224177	108	1 167 851	103	946 863	83

Energibehov TEK17	kWh/år	[kWh/m ² BRA]	kWh/år	[kWh/m ² BRA]	kWh/år	[kWh/m ² BRA]
Oppvarming	507 613	44,7	431 528	38,0	227 120	20,0
Tappevann	338 409	29,8	340 680	30,0	340 680	30,0
EI	378 155	33,3	395 643	34,8	379 063	33,4
Kjøling	0	0	0	0	0	0
Totalt	1224177	108	1 167 851	103	946 863	83

Ved å bruke verdiene i tabell 8 blir årlig energibehov for de ulike byggene som vist i tabell 9. Minihus og kjedehus har et lavt energibehov samtidig som tomannsboligene har et høyt energibehov.

Tabell 9 Årlig energibehov basert på minstekravene i TEK17, for lavenergibygg og passivhus. Areal angitt i BRA.

Energibehov (kWh/år)	Minstekrav TEK17	Lavenergibygg	Passivhus
Tomannsboliger (340 m ²)	36 652	34 966	28 349
Eneboliger (170 m ²)	18 326	17 483	14 175
Kjedehus (102 m ²)	10 996	10 490	8 505
Minihus (42,5m ²)	4 582	4 371	3 544

3.2. Energiløsninger for området

Noen energiforsyningsløsninger krever at flere boliger aggregeres for at det skal være realistisk å gjennomføre. Disse løsningene skisseres som energiløsninger for området. Dette gjelder for fjernvarme, termisk lagring og større varmesentraler.

3.2.1. Fjernvarme

Fjernvarme kan være et godt alternativ til oppvarming med andre energikilder hvis varmepumpe er uaktuelt. Utnyttelse av varmeenergi fra forbrenning eller overskuddsvarme fra industri brukes til oppvarming av lokaler og bosteder via fjernvarmenettet. Det vil installeres en varmesentral i hver bolig der varmebehovet styres og måles. Ved å velge et vannbåret system i boligene legges det til rette for et eventuelt framtida påkobling til fjernvarmenett.

Da ingen fjernvarme-infrastruktur er på plass, og inga planer om det i nær framtid, så anbefales andre løsninger for boligfeltet. Vi har ikke heller kunnskap om noen industri med overskuddsvarme i nærområdet.

3.2.2. Geotermos

En geotermos består først og fremst av et varmelager i fjell bestående av mange brønner. Ved Fjell skole i Drammen er 100 brønner⁷ borret, hver med dybde på ca. 50 meter, se figur 7. I dette prosjekt tilføres energi direkte fra solfangere (150 m²) og solceller montert på tak (900 m²) og i fasade (100 m²). Solcellene vil levere strøm til en CO₂-varmepumpe. Samlet sett er det kapasitet til å lade GeoTermos med 7-800 000 kWh/år, og det forventes å levere tilbake ca. 350 000 kWh/år i form av varme på ulike temperaturnivåer.

GeoTermosen ved Fjell skole vil også kunne levere effekt fra 80 kW (grunnlast) til om lag 300 kW i korte perioder (spisslast). Løsningen er dog skalerbar og vil tilpasses for hvert prosjekt. Denne systemløsningen innebærer dermed en rekke tilleggselementer, og økt teknisk kompleksitet sammenlignet med f.eks. energibrønner/varmepumpe.

⁷ [GeoTermos, Fjell2020 | Støttet prosjekt | Enova](#)



Figur 7 GeoTermos ved Fjell skole i Drammen består av 100 seriekoblede brønner.

GeoTermos består av mange komponenter som skal styres som funksjon av temperaturnivåer, effekt, tilgjengelighet og på sikt også markedsforhold som f.eks. økte effekttariffer. En hovedutfordring, med tilhørende risiko, er å utforme lageret, og styre dette både under lading og uttak, slik at varmelekkasjen til omgivelsene blir lavest mulig.

Grunnet den tekniske kompleksiteten ved installasjon og drift samt den begrensede erfaring som finnes ved slike installasjoner er løsningen ikke anbefalt.

3.2.3. Felles varmesentral for grunnvarme eller bioenergi

En varmesentral er et sentralt anlegg hvor det produseres varmtvann som distribueres via isolerte rør ut til forbrukene via et nærvarmenett. Ved å koble sammen flere boenheter til en varmesentral kan stordriftsfordeler oppnås. Varmesentralen kan ta varme enten fra grunnvarme (berg- eller jordvarmepumpe) eller fra fyring med bioenergi som pellets eller flis. Berg- og jordvarme er beskrevet i 3.3.2.

Figur 8 viser hovedkomponentene for et biobasert varmeanlegg med biokjel, ekspansjonskar og akkumulatortanker.



Figur 8 Eksempel på modulbasert varmeanlegg. (kilde: ETA Norge AS)

Fordelen med flis er lavere pris og at flis kan produseres lokalt, noe som vurderes positivt mht. bærekraft. Fordelen med pellets er enklere drift som følge av bedre kvalitetssikret brensel og lavere investeringsbehov. I praksis anses kombinasjonsanlegg som kan benytte både flis og pellets som optimalt. Man kan benytte lokal produsert brensel, samtidig som det er mulig å velge pellets dersom kvaliteten på levert flis ikke er bra nok.

Noe av det viktigste for å få et bioenergianlegg til å ha lave årlige drifts- og vedlikeholdskostnader er jevnt god kvalitet på brenselet som benyttes. Her har pellets i utgangspunkt vært mer driftssikker, pga. standardisert produksjon. Flis har større variasjon med tanke på jevnhet på flisstørrelse, grad av finstoff og fuktighet. Stor variasjon av disse parameterne vil gi dårligere forutsetninger for rimelig og jevn drift av et bioenergianlegg. I de senere år har standardisering av flis også økt i Norge. Det som er viktig til slutt er at riktig kvalitet, både på pellets eller flis, blir levert til sluttbruker. Jevnlig testing av brensel er derfor viktig.

Energikonseptene er basert på sentral varmeproduksjon, og dermed vil det være behov for rørføring fra sentral ut til de ulike bygg i boligområdet, for transport av varme. I store fjernvarmeanlegg er gjerne stålrør benyttet, men med de antatte dimensjonerende forhold i planområdet vil fleksible PEX-rør trolig være mest hensiktsmessig. Dette på bakgrunn av at denne type rør er relativt enkle å legge, samt at de kommer på kveil, se figur 9. Resultatet er lavere kostnad for arbeider for legging og montering.



Figur 9 Eksempel distribusjon/kobling av fleksibelt pex rør (twin type). Dette røret kan leveres opp til 63mm, med varmeeffekt opp mot 250 kW. Produktet som figuren viser har toleranse på hhv 85-90°C og 10 bars trykk. Leveres i lengder mellom 50 eller 100 m (Kilde: Logstore).

Varmesentraler som fyrer pellets, har erfaringsmessig vist seg å være ulønnsomt sammenlignet med varmepumper. I en forstudie av en felles pellets varmesentral i Skien kommune som skal levere varme til 22 eneboliger ender man opp med en energipris på 1,65 NOK/kWh⁸. Dette er mye høyere enn energikostnaden med en varmepumpe der energikostnaden er omtrent 1/3 av priset på strøm som går in i varmepumpen. Da kostnadstallene stort sett er de samme nå som i forstudien kan en konkludere at en felles pellets varmesentral ikke er en lønnsom energiløsning for Skoleveien.

En felles varmesentral med bioenergi krever også at noen drifter anlegget og ser til at pellets/flis blir stadig levert. Det spørres hvordan et slikt opplegg passer for et boligfelt uten vaktmester/driftsansvarlig. Vil man enda vurdere denne løsningen videre kan man også vurdere støtte fra Enova som har et program for varmesentraler⁹. Hvis varmesentralen henter varme fra jord- eller bergvarme, minsker driftsbehovet betydelig.

⁸ [Rapport NP 4 Foss biovarmesentral.pdf \(naturpartner.com\)](#)

⁹ [Støtte til varmesentraler for bygg og eiendom | Enova](#)

3.2.4. Vindenergi

Det er vurdert at det ikke vil være mulig å produsere vindkraft i et boligområde. Dette begrunnes i visuell- og støymessig forurensing.

3.2.5. Solceller og solvarme

Skibotn er godt egnet for solenergi da det er en av Norges tørreste plasser med kun 300 mm nedbør per år ¹⁰, og dermed mye solinnstråling relativt breddegraden.

Det finnes to hovedgrupper teknologi for solenergi

- Solcellepaneler
- Solfangere

Disse to leverer hver sin type energi, hhv. elektrisk strøm og varme. I bygg med stort varmebehov kan solfangere generere mye av varmen, mens solcellepaneler kan dekke mye av det elektriske behovet. Disse to teknologiene kommer imidlertid bokstavelig talt i veien for hverandre slik at et areal som benyttes av solfangere ikke kan benyttes av solcellepaneler. Begge benytter energien av innstrålt energi.

Det elektriske behovet i byggene (31 %) vil generelt sett kunne helt eller delvis dekkes av et solcelleanlegg som i sommerhalvåret leverer netto overskuddsenergi inn på nettet.

Solvarme har en virkningsgrad på omtrent 50-70%, dvs. tre ganger så høyt som solceller¹¹. Ulempen med denne teknikken er at det ikke er mulig å lagre energi over en lengre periode. Majoriteten av varmeproduksjonen sammenfaller med sommeren da oppvarmingsbehovet er som lavest. Solfangere er best egnet for bygg med stort varmebehov, også om sommeren. Dette systemet krever også mer vedlikehold, inkl. avtapping under frostsosong, enn et elektrisk solenergisystem. Grunnet dette vil dette ikke bli vurdert videre i analysen.

¹⁰ <https://www.yr.no/artikkel/norske-steder-blant-de-torreste-i-europa-1.13096592>

¹¹ [Solfangere lar deg bruke solenergi til varmtvann og oppvarming \(energiverket.no\)](https://www.energiverket.no/nyheter/solfangere-lar-deg-bruke-solenergi-til-varmtvann-og-oppvarming)

Den senere tids utvikling har gitt oss fasadeintegreerte solcellepaneler og solfangere som erstatter byggets yttervegger. Disse har en lavere virkningsgrad og en høyere kostnad enn standard solcellepaneler og er ikke vurdert videre i denne analysen.

Potensial for produksjon av strøm

De planerte byggene er vist i figur 10. Utforming av byggene er fortsatt i skisseringsfase og endelig utforming er ikke bestemt. Det er dog foreløpig lagt opp med pulttak mot sør/sørvest for å optimalisere solforhold. For å kunne estimere strømproduksjon fra solceller antas to scenarier:

- 1) Takflatene er vinklede mot sør og med optimal takvinkel mtp. strømproduksjon (47°)
- 2) Flate tak

Scenario 1 vil vise potensiale for strømproduksjon om alle takflater er optimalisert mtp. strømproduksjon. Scenario 2 tar utgangspunkt i at noen takflater vil være vinklede bort fra sola og at sett over hele bygningsmassen vil et gjennomsnittlig tak kunne representeres med et flatt tak. I virkeligheten vil strømproduksjon være mellom disse to scenarier hvis samtlige tak benyttes. Når endelig utforming av byggene er på plass vil mest sannsynlig visse takflater være dårlig egnet for solceller, for eksempel nordvendte tak. Hvis disse utelatts kan endelig strømproduksjon være lavere enn de to scenarier som skisseres ovenfor. Resultatet fra denne analysen vil altså gi et grovt estimat på hvor mye egenproduksjon av strøm byggene kan leverer.



Figur 10 Planområdet med de planerte bygningene i gult.

Beregningsverktøyet PVGIS¹² er benyttet til beregningene, og vurderes som tilstrekkelig detaljert til å gi et estimat for formålet. PVGIS inkluderer skygger fra horisont, men ikke fra objekt i nærområdet eller fra snø. Det er mulig at gjøre videre analyser i PVSol og dermed inkludere skygge fra 3D-objekt i nærområdet og fra den egne bygningsmassen.

PVGIS inkluderer kun skygge fra horisonten. Derfor er det videre gjort en kvalitativ vurdering andre skyggeeffekter. Den eneste risikoen for skygger i nærområdet er fra tre. Disse er mest sannsynlig for lave til å påvirke solceller på takene. Da solceller er plassert på de høyeste takflatene er det minimalt skygge fra egen bygningsmasse.

Snø vil skygge panelene deler av året og medføre produksjonsbortfall sen høst og tidlig vår når det sammenfaller med solinnstråling. Snøskygge er den vanskeligste parameteren å vurdere, og er svært stedsavhengig. I en masteroppgave fra 2022 beregnes storskala solkraftsproduksjon ved Gálggojávri i Skibotndalen¹³. I denne studien estimeres også månedlige snøskyggingsverdier som er vist i tabell 10. Disse vil bli brukt videre i beregningene. Mellom november og februar er det nesten ingen sollys og snø på

¹² https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP

¹³ <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=9091741&fileId=9091757>

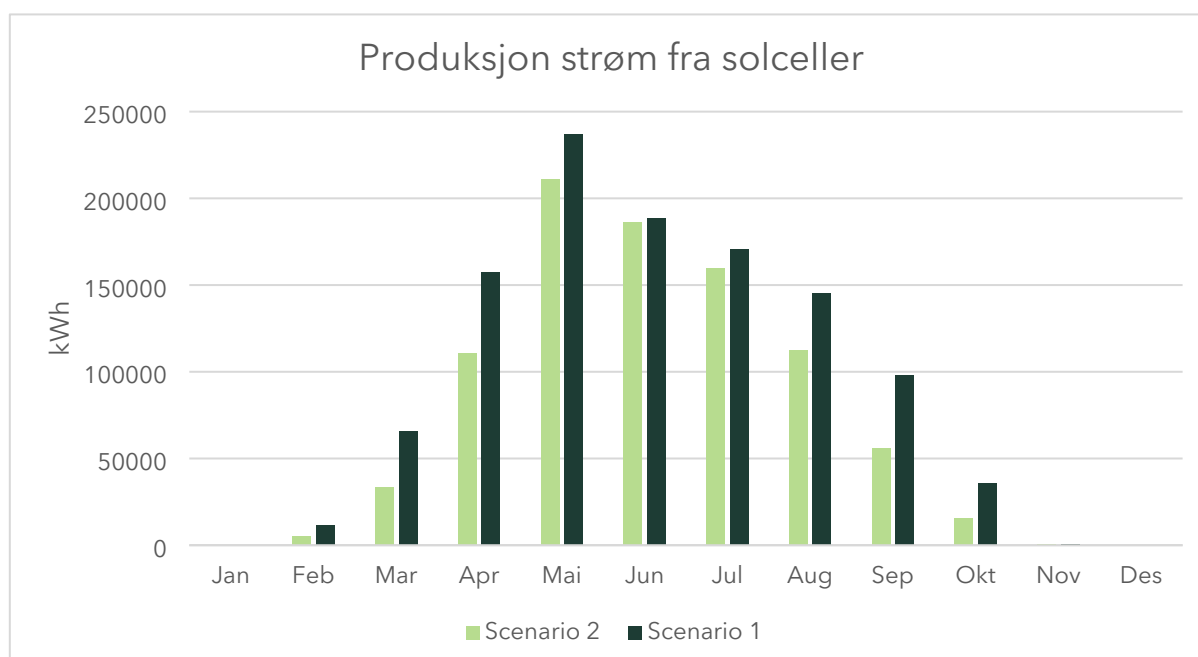
panelene vil ikke påvirke produksjonen betydelig. I mars er det dog en del sollys og her vil snø påvirke produksjonen negativt.

Tabell 10 Snøskyggingsverdier.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Skygging (%)	50	50	50	25	2	2	2	2	2	10	50	50

Det er mulig å montere flere paneler per m² på skråtak sammenlignet med flate tak da det er mindre skygning fra panel til panel på et skråtak. Det antas at det installeres 180 Wp/m² hvilket er vanlig på skråtak. Det forutsettes krystallinske silisium solceller, den absolutt vanligste typen på markedet. Systemtapet i anlegget er satt til 14 %, som er standard i PVGIS og erfaringsmessig riktig.

Med en antagelse om at 70% av takarealene dekkes med solceller blir totalt installert effekt 1 706 kWp. Månedlig produksjon for de to alternativene presenteres i figur 11.



Figur 11 Månedlig solkraftproduksjon. Scenario 1 er med optimal helning på takflatene (47°) og scenario 2 er for flate tak.

Den spesifikke ytelsen er 521 kWh/kWp og 650 kWh/kWp for scenario 2 respektive scenario 1. Størst forskjell mellom de to scenarioene vil være på vår og høst der et skråtak vil produsere betydelig mer enn et flatt tak. Midt på sommeren er forskjellen mindre. Tabell 11 viser årlig produksjon for de to scenarioene. Virkelig produksjon vil trolig være

mellom dette spennet, omtrent 1 000 000 kWh årlig. Dette vil mest sannsynlig kunne dekke hele energibehovet når sola lyser i sommerhalvåret og i tillegg levere noe overskuddsproduksjon til nettet. Når solen ikke lyser om natta, må det fortsatt kjøpes in strøm. Her må man dog gjøre en mer nøyaktig analyse av energibehov kontra solkraftsproduksjon for å se hvor store deler som kan dekkes av solkraft. Om vinteren vil produksjonen være nært null.

Tabell 11 Årlig solkraftsproduksjon.

Scenario	Årlig produksjon (kWh)
1. Takflater med 47° helning	1 110 424
2. Flate tak	890 335

3.3. Energiløsninger for hver bolig

Herunder skisseres løsninger som kan implementeres enkeltvis i boligene.

3.3.1. Luftvarmepumpe

En luftvarmepumpe kan være av typen luft/luft der man bruker varmen i uteluften for å varme opp inneluften. Dette er en vanlig løsning i mindre bygg. En annen type er luft/vann der vann varmes opp istedenfor luft. Dette vannet kan senere sirkulere i radiatorer i alle rom i huset. Dette gir en jevnere varme i bygget og medfører at varmepumpen kan levere varme til tappevann, noe som ikke er mulig med luft/luft varmepumpe. Begge alternativene må ha tilleggs-varmekilde for reserve- og spisslast. En luft/luft varmepumpe krever en varmtvannsbereder for varmt vann og vanligvis panelovn for spisslast. For en luft/vann varmepumpe velges normalt en el-kjel for varmeanlegget og el-kolbe direkte i tappevannsberedere for spiss- og reservelast. En luft/vann varmepumpe krever en akkumulatortank, se figur 12.

Det finns også væska/vann varmepumper der varmeveksling skjer mellom væske og vann, bergvarme bruker en slik varmepumpe.



Figur 12 En luft/vann varmepumpeanlegg på 8,1 kW med akkumulatortank.

SCOP står for Seasonal Coefficient of Performance. På norsk pleier man å bruke begrepene «årlig effektivitet» eller «årsvarmefaktor». Årsvarmefaktoren er en sammenstilling av COP-verdiene over et år, den uttrykker hvor mye varmeenergi anlegget leverer i forhold til hvor mye elektrisk energi det bruker i løpet av et år. Effektiviteten for ulike typer varmepumpeløsninger er forskjellig, der væske/vann er bedre enn luft/vann og luft/luft. Tabell 12 viser erfaringsmessige årsvarmefaktorer for de ulike teknikerne i Nord-Norge.

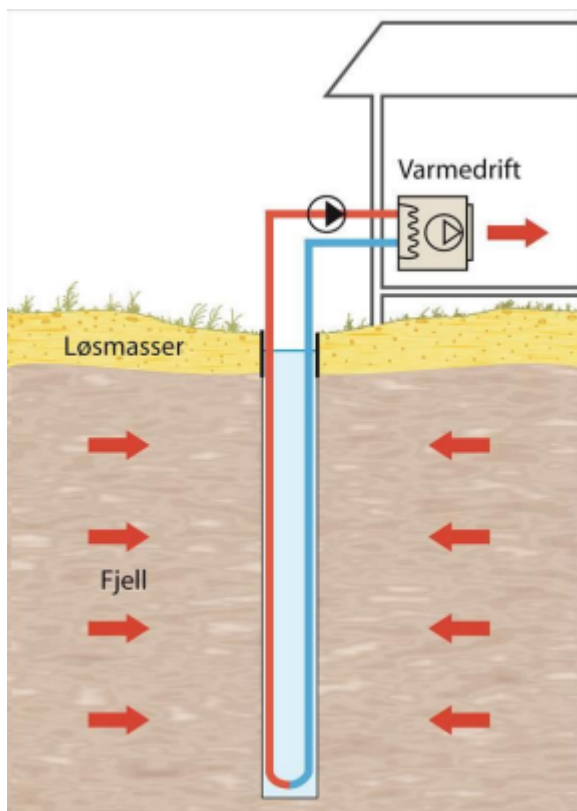
Tabell 12 Årsvarmefaktor for ulike typer varmepumper. Erfaringsmessige tall.

Type varmepumpe	SCOP (erfaringsmessig)
Luft/luft	2,3
Luft/vann	2,3
Væske/vann	3,0

3.3.2. Bergvarmepumpe og jordvarmepumpe

Tekniken

For å utnytte bergvarme bores hull i bakken; energibrønner, se figur 13. Der plasseres plastslanger fylt med frostvæske - kollektorer - som henter ut varme. Et fôringsrør i stål plasseres i løsmassene. Energibrønnene for boliger er normalt mellom 80 og 350 m dype med diameter på 11 til 14 cm. Det bør ikke være mer enn 20 til 50 m ned til fast fjell.



Figur 13 Bergvarme. (Fra NGU).

Bergvarme hentes via en energibrønn, mens jordvarme hentes via plastslanger gravd ned i jorda. Varmen fra slike varmepumper avgis til varmt tappevann, vannbåren gulvvarme, radiatorer eller viftekonvektorer. Energikildene i bakken holder mye jevnere temperatur året rundt enn uteluft, som er energikilden til luftbaserte varmepumper. Dypere enn 10 meter ned i fjellgrunnen er temperaturen jevn nesten hele året. I kystområdene i sør holder fjellet ca. 7 grader og på Finnmarksvidda holder fjellet ca. 2 grader hele året.

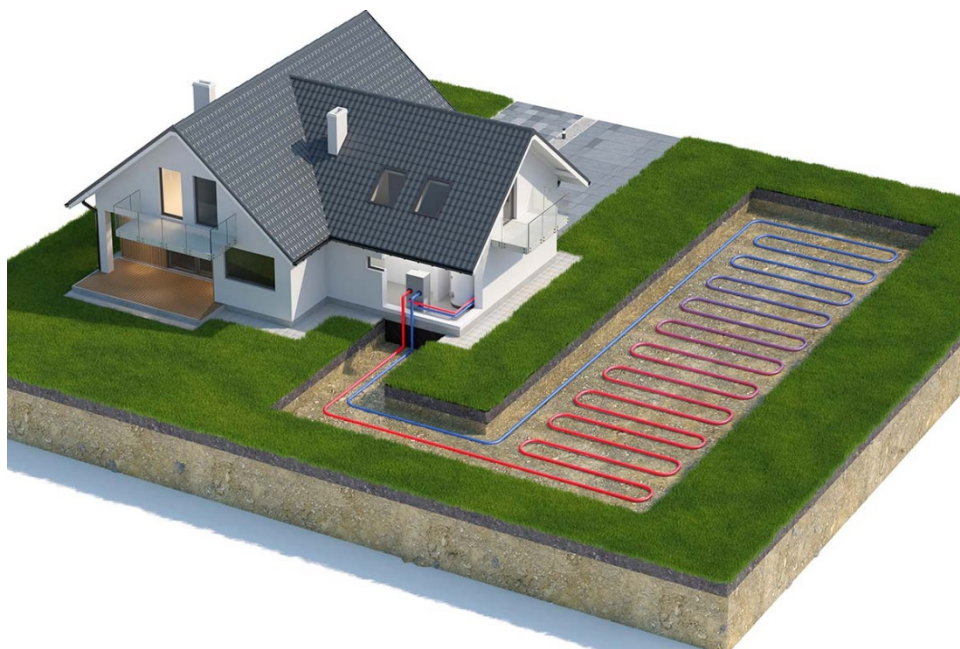
En bergvarmepumpe er den vanligste væske-til-vann varmepumpen i Norge og er godt egnet for boliger med stort oppvarmings- og varmtvannsbehov. Ulempen er en høy investeringskostnad og for boliger med lavt energibehov kan tradisjonelle

bergvarmepumper med dype brønner bli for kostbare. I tillegg er ytelsen til et anlegg med bergvarmepumpe avhengig av grunnforholdene på eiendommen.

Temperaturen i grunnen er vanligvis 1-2 grader C høyere enn årsmiddel luft-temperatur på stedet, noe avhengig av antall dager med snødekke. Berggrunnens varmeledningsevne varierer gjerne mellom 2 og 4,5 watt per meter Kelvin (W/m K) og er et mål på hvor godt berget leder varme inn til borehullet.

En 300 meter dyp energibrønn kan gi opp mot 10 kW varme fra varmepumpen hvis grunnforholdene er gode. Hvis dette ikke er nok til å dekke behovet, må det bores flere energibrønner. Avstanden mellom dem må være minst 15 meter.

Jordvarme høstes også via væskefylte kollektorer, men her ved å grave dem ned i jord eller myr på 1 - 1,5 m dybde. For å utnytte jordvarme til en bolig trenger man 250 - 600 m² uteareal til 200 - 400 m kollektorsløyfer. Dette medfører et betydelig beslag av tomten, se figur 14. Vær oppmerksom på at setninger (innsynkning av terrenget) kan forekomme. Kollektorslangen må derfor ikke legges slik at det oppstår setningsskader på hus, veg eller mur. Varmeuttaket avhenger av jordartstype og er 15-30 Watt per meter kollektorslange. Høyt fuktinnhold i jorda er gunstig og favoriserer jordtyper som myr, matjord, leire osv. Tørr sandjord er mindre egnet.



Figur 14 Jordvarme.

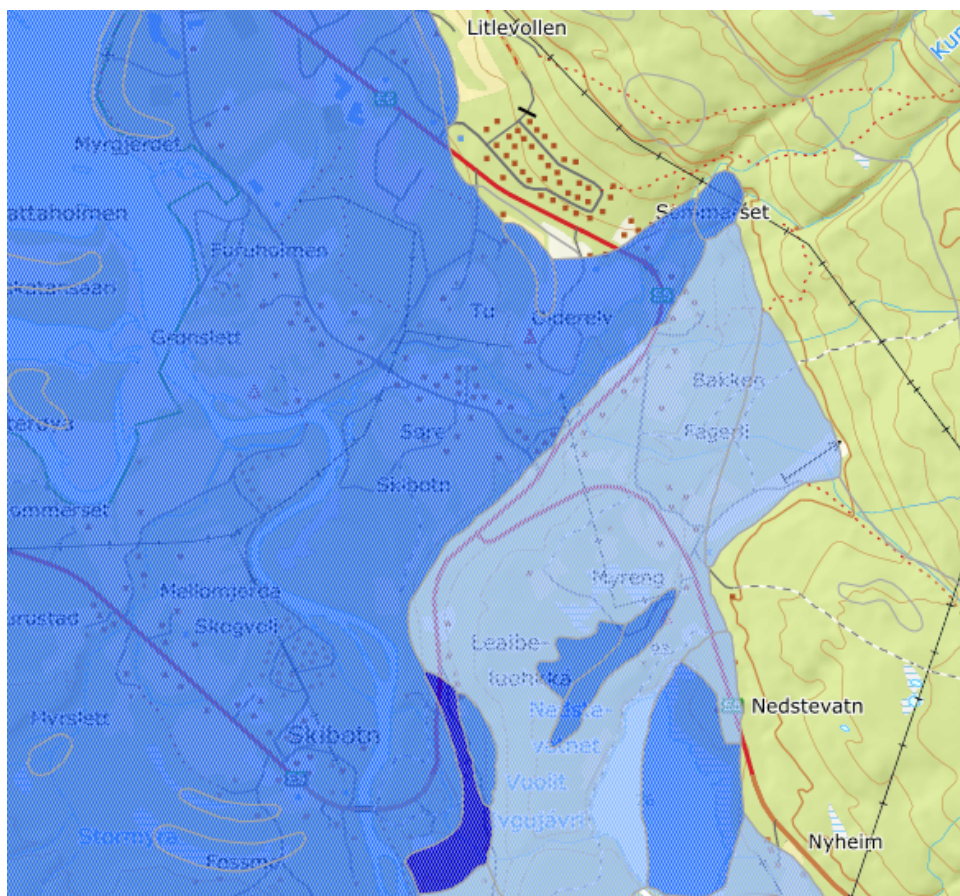
Selve varmepumpen er lik for bergvarme og jordvarme, forskjellen er hvor den får energien fra.

Egnet for området

Det finnes ingen tilgjengelig data på varmeledningsevne og fjelltemperatur for området, noe man bruker for å evaluere bergvarme. Dette måles gjennom en responstest der man borer et testhull i fjellet og senker ned testutrustning. Planområdet ligger under marin grense, se figur 15, og det er mulighet for marin leire, se figur 16.



Figur 15 Marin grense.



Figur 16 Mulig marin leire.

Siden det kan være dypt til fjell, og med setningsømfintlige løsmasser ved området, er det viktig å avklare de geotekniske forholdene. Energibrønner kan forårsake setningsskader som følge av endret grunnvannsnivå/porevanntrykk. Årsakene for setningsskader er kompliserte, og det trengs mer kunnskap om dette temaet. Når en energibrønn bores kan grunnvannsnivået i brønnen og poretrykket i løsmassene endres som følge av at det kan etableres nye strømningsveier for grunnvannet. Dette kan for eksempel være drenering av grunnvann i løsmassene langs og utenfor føringsrøret, kortslutning av vannførende sprekksoneer med ulikt vanntrykk eller innlekkasje av grunnvann til brønnen dersom det ikke er tett mellom løsmasser og fjell.

Senkning av grunnvannsnivået fører til en reduksjon i poretrykk og løsmassene komprimeres. Dette skaper problemer for bygninger og konstruksjoner som er fundamentert på setningsømfintlige løsmasser. I kohesjonsjordarter (silt og leire) tar komprimeringen svært lang tid pga. lav permeabilitet (det tar lang tid å presse ut porevannet fordi jordartene er tette).

Selv om en energibrønn er et lite terrenginngrep, kan den påvirke grunnvannsbevegelsen i et større område. I Sverige er det i tilfeller der det er risiko for negativ påvirkning av et grunnvannsmagasin praksis at energibrønnene støpes eller tettes for å sikre grunnvannsmagasinet mot forurensning og hindre at grunnvann fra ulike grunnvannsmagasiner blandes¹⁴. På denne måten kontrolleres det at grunnvannsnivået og poretrykket ikke endrer seg på grunn av en slik grunnvannsbevegelse.

Det må gjøres videre arbeider for å sikre at brønnene ikke senker grunnvannsstanden. Mulige tiltak kan være:

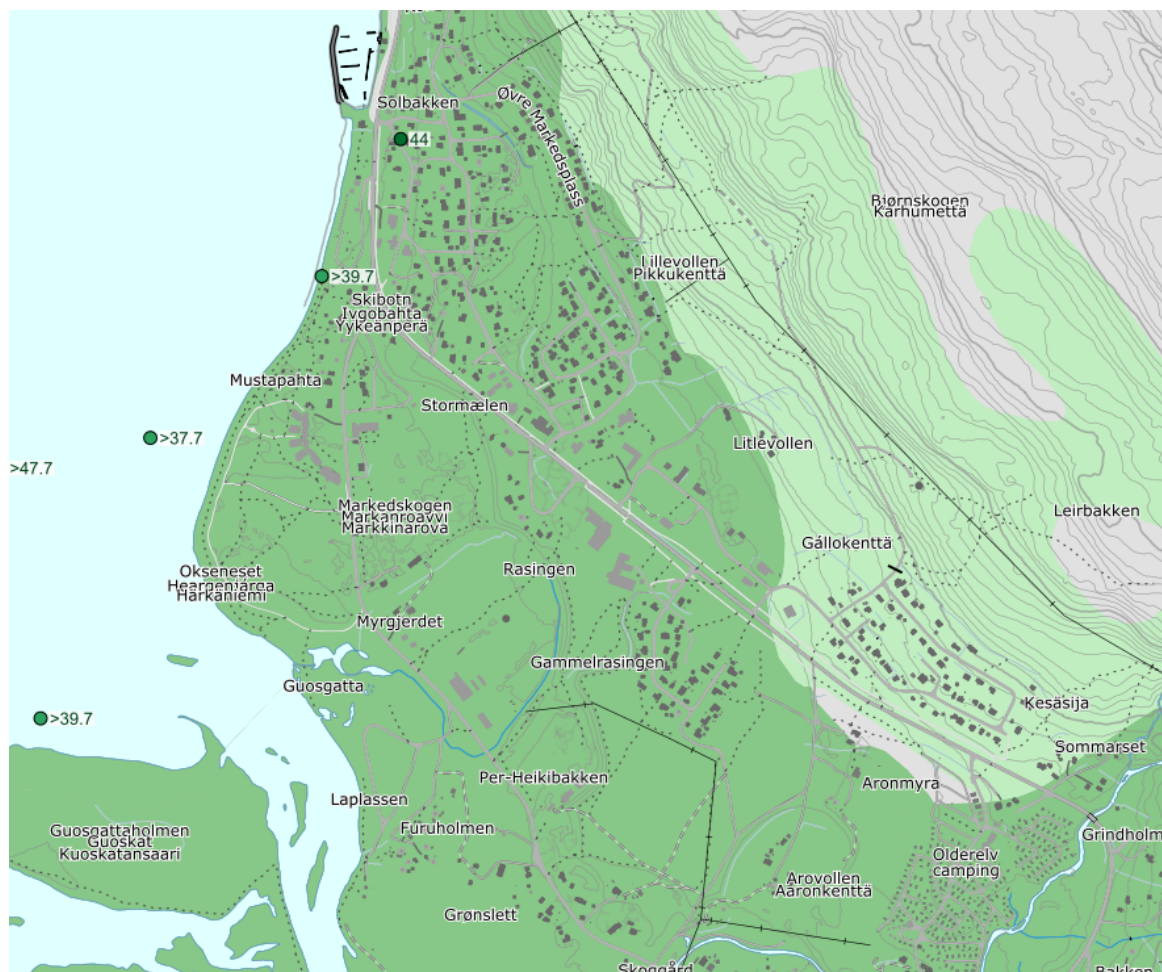
- Geotekniske grunnundersøkelser
- Boring med vann
- Støping av brønner
- Overvåkning av porevannstrykk

Dersom det skal etableres energibrønner vil det være viktig å beskrive dette nærmere.

Kostnaden for bergvarme er avhengig dybde til fjell. Større dybde øker kostnader for boring samt at et fôringsrør må monteres mellom fjell og overflaten etter at boring er gjennomført. Kartet i figur 17 viser at dybden til fjell er 20-40 m, det er dog ikke mulig å si noe eksakt om dybden på området da det kan være store lokale variasjoner. Det finnes også to prøveboringer som vises i øvre delen av kartet og disse viser en dybde på 44 m og >39,7 m. Planområdet ligger noe høyere i terrenget en disse to punktene, men disse indikerer dog at det kan være en såpass dybde til fjell at det vil være ulønnsomt med bergvarmepumpe framfor jordvarmepumpe eller luft/vann varmepumpe¹⁵.

¹⁴ SGU. (2016). Vägledning för att borra brunn, Normbrunn -16. Uppsala: SGU.

¹⁵ [Bergvarme- og jordvarmepumpe - Varmepumpeforeningen \(varmepumpeinfo.no\)](#)
[Hva koster bergvarme? Pris i 2023 \(boligsmart.no\)](#)



Figur 17 Dybde til fjell. Kartet viser at planområdet har en dybde til fjell om omtrent 20-40 m. To prøveboringer vises i øvre delen av kartet og disse viser en dybde om 44m og >39,7m. Løsmasser (ngu.no).

Det er vanskelig å si noe nøyaktig om lønnsomheten for bergvarme sammenlignet jordvarme. Dette kommer av at grunnforhold spiller en stor rolle og at data over dette ikke er tilgjengelig for området. Er det over 40 meter til fjell, kan det være at jordvarme er et bedre alternativ. Fordelen her er at du ikke trenger mer enn en til to meter under bakken for å hente opp energien.

3.4. Energiltak

Kapittel 3.1 viser at det er mulig å spare omtrent 56 000 kWh årlig ved å bygge alle bygg ihht. lavenergi standard sammenlignet med minstekravene i TEK17. Om de bygges som passivhus er det mulig å spare omtrent 277 000 kWh. Herunder vises andre tiltak som videre kan minske energiforbruket.

3.4.1. Bygg energieffektivt

Ved utforming av småhus, er det først og fremst to forhold som påvirker energibehovet: dør- og vindusandel og hvor kompakt bygningen er¹⁶. Kan man oppfylle kravene til dagslys og utsyn med 15 % dør- og vindusandel istedenfor 25 %, så kan man redusere oppvarmingsbehovet med ca. 25 % (det totale energibehovet blir redusert med ca. 10 %). At bygningsformen er enkel, har også en viss betydning. En enkel bygningsform er ikke energisparende i seg selv, men gjør det lettere å oppnå god lufttetthet og å unngå kuldebroer. Omgivelsene bygningen skal plasseres i, har også en del å si. Både klimaet og kontakten med resten av samfunnet (f.eks. transportavstander) er viktig for energibehovet. Dette blir i stor grad bestemt i arealplanleggingen, men også plasseringen i terrenget har betydning.

Varmetapet avhenger i stor grad av forholdet mellom bygningens volum og bygningens overflate. Kompakte bygninger har mindre overflate i forhold til volum, og har derfor mindre varmetap enn bygninger med utflytende form. Større bygninger har mer volum i forhold til overflaten enn mindre bygninger. Ved å samle flere enheter i den samme bygningskroppen får hver enhet mindre overflate og dermed mindre varmetap. Dette gjør at kjedehus har bedre energiytelse enn frittstående småhus. Det er gunstig å bygge i flere etasjer og med så stor bygningsdybde som kravene til dagslys og utsyn tillater. Unngå kroker og innvendige hjørner.

Man bør samle våtrom og kjøkken for å få korte og varmtvannsbesparende vannrør. Da blir også ventilasjonsavtrekkene samlet, noe som kan gi enkle føringsveier. Er det i tillegg plass til romslige kanaler, blir det lite motstand i ventilasjonsanlegget. Da behøver viftene lite energi for å dytte lufta gjennom anlegget og huset. Å samle rommene med størst krav til varmekomfort og å «pakke dem inn» med rom med lavere krav til varmekomfort og med uoppvarmede rom, gir mindre varmetap fra bygningen.

I tillegg kan man vurdere ekstra solskjerming i vinduer, lufttetthet utover standardkravene, lys- og varmestyringsanlegg, smart styring av store energiforbrukere for å unngå effekttopper, vannbåret oppvarmingssystem med lav-temperatur varmesystem samt undersøke om det vil være noe lønnsomhet i å øke isolasjonstykkelsen i tak og vegger.

¹⁶ [2_prosjektering-av-smahus.pdf \(sintef.no\)](#)

3.4.2. Ladeinfrastruktur elbil

Klimagassutslipp fra transport har ofte stor betydning for totale utslipp fra et boligfelt. Dette gjelder spesielt i en tynt befolket kommune som Storfjord der bil er et vanlig transportmiddel. Da vil det gi store reduksjoner i klimagassutslipp om beboerne velger elbil framfor fossildreven bil. For å legge til rette til dette kan det vurderes ladeinfrastruktur for elbil.

Ifølge kommunedelplanen kan kommunen legge til rette for utbygging av ladeinfrastruktur. En elbil har cirka halvparten av utslippet sammenlignet med en tilsvarende bensin- eller dieselbil, sett over hele livssyklusen.

3.5. Oppsummering og videre anbefalinger

Årlig energibehov for de ulike byggene er vist i tabell 13. Totalt energibehov for bygningmassen er 1 224 177 kWh, 1 167 851 kWh og 946 863 kWh om alle byggene bygges etter minstekravene i TEK 17, som lavutslippsbygg respektive passivhus.

Tabell 13 Årlig energibehov basert på minstekravene i TEK17, for lavenergibygge og passivhus. Areal oppgitt i BRA.

Energibehov (kWh/år)	Minstekrav TEK17	Lavenergibygge	Passivhus
Tomannsboliger (340 m ²)	36 652	34 966	28 349
Eneboliger (170 m ²)	18 326	17 483	14 175
Kjedehus (102 m ²)	10 996	10 490	8 505
Minihus (42,5 m ²)	4 582	4 371	3 544

Felles energiløsning

Som felles løsning for hele området er det kun varmesentral med jord-, bergvarme eller luft/vann varmpumpe som er anbefalt da en slik løsning minimerer behovet for driftspersonell. Her må man gjøre ytterligere vurdering av de geotekniske forholdene hvis man skal gå for bergvarme. Det er mulig at dybde til fjell er altfor stor hvilket gjør bergvarme ulønnsomt. Dybde til fjell, uforstyrret temperatur, effektiv varmeledningsevne og termisk borehullsmotstand vil kunne avklares gjennom en termisk responstest. I tillegg bør utfordringen med ev. marin leire avklares. Hvis jordvarme skal vurderes videre bør man se på jordtype og om det finns nok areal.

Følgene felles løsninger har blitt vurdert og ansett som ikke aktuelle:

- Fjernvarme (finns ikke fjernvarmenett)
- Geotermos (for komplisert å drifte)
- Felles varmesentral på bioenergi (høy kostnad, noen må drifte det)
- Vindkraft (støy)

Videre er det vurdert energiløsninger for hver bolig. For samtlige boligtyper anbefales en varmepumpeløsning. En varmepumpe i Nord-Norge har en årsvarmefaktor på omtrent 2,3-3,0 hvilket medfører at strømbehovet til oppvarming vil være 2,3-3 ganger lavere enn med panelovn. En varmepumpeløsning sikrer boligen mot høye driftskostnader som følger av høy elpris, noe som mange kraftanalyser for Nord-Norge peker mot.

Minihus

Lavt energibehov og få rom som skal oppvarmes hvilket gjør at temperatur blir jevn, selv med en varmekilde. En løsning med luft/luft varmepumpe anbefales med varmtvannsbereder og panelovn som varmtvannsløsning og spisslast. En slik løsning vil gi en rimelig investeringskostnad og enkel installasjon, men noe høyere driftskostnader. En luft/vann varmepumpe vil være altfor overdimensjonert for minihusets energibehov. En luft/luft varmepumpe vil i vinterhalvåret måtte heve temperaturen på varmen i større grad enn en væske/vann varmepumpe. Dette setter større krav til varmepumpen og det er viktig at denne dimensjoneres i samsvar med de temperaturene som skal leveres til bygget. I tillegg bør man vurdere plassering av varmepumpe med tanke på eventuell støy for nabobygg.

Kjedehus

Relativt lavt energibehov, men to etasjer som skal varmes hvilket gir en større utfordring for jevn temperatur med kun en varmekilde. En løsning med luft/vann varmepumpe anbefales for en jevn innetemperatur med et vannbåret varmesystem. Som spiss- og reservelast velges normalt el-kjel og el-kolbe direkte i tappevannsberederen. Likt en luft/luft varmepumpe er det viktig at denne dimensjoneres i samsvar med de temperaturene som skal leveres til bygget.

Eneboliger

Middels energibehov og kun en etasje, dog et ganske stort areal hvilket gjør det vanskelig med behagelig temperatur med kun en varmekilde. En løsning med luft/vann anbefales for å få en jevn innetemperatur. Jordvarme og bergvarme kan også vurderes. Her må man gjøre ytterligere vurdering av de geotekniske forholdene som nevnt tidligere.

Tomannsboliger

Stort energibehov fordelt over to etasjer. Her pleier bergvarme å være et foretrukket alternativ. Jordvarme kan også være et alternativ. Det er dog en del avklaringer som må gjøres som nevnt ovenfor. En luft/vann varmepumpe vil også fungere.

Fordelene med væske/vann, tross dyrere investeringskostnad, er for det første at denne gir en høyere gjennomsnittlig årsvarmefaktor (SCOP) enn en luft/vann varmepumpe hvilket gir en lavere strømkostnad. Samtidig gir en væske/vann varmepumpe jevn varme hele året, også i fyringssesongen. Man oppnår en stabil varme ved minusgrader, som er da man behøver varmen mest. Varmekilden gir bedre forutsetninger for produksjon av varme ved høy temperatur, som igjen gir en større dekningsgrad på varmtvannsproduksjon. I tillegg er systemene driftssikre med minimalt vedlikehold. Man unngår en støyende synlig utedel og plassbehov til denne. Energibrønnene har lang forventet levetid og væske/vann varmepumper er rimeligere i innkjøp enn luft/vann. Dette gir en sterkere besparelse over lengre perioder.

Fordelen med luft/vann er lavere investeringskostnad i byggeperioden og dermed raskere nedbetalingstid. Derimot vil varmepumpen ha en lavere årsvarmefaktor og høyere reinvesteringskostnader sammenlignet med væske/vann. Luft/vann varmepumper vil også ha lavest varmfaktor ved de laveste utetemperaturene. Altså når man trenger mest varme og strømprisene er høyest. Den er derfor mindre energieffektiv enn en væske/vann-varmepumpe og driftskostnadene vil dermed være høyere enn for en væske/vann varmepumpe. En ulempe med luft/vann-varmepumper er at de vil kreve avriming relativt ofte på grunn av ising på fordampere og påfølgende reduksjon av virkningsgraden. Dette skjer typisk ved utetemperaturer nær 0 °C. Avriming reduserer også virkelig energivirkningsgrad sammenlignet med det som blir oppgitt fra produsenter av disse varmepumpene. Saltholdig og fuktig uteluft forkorter levetiden til utedelen. En luft/vann varmepumpe krever ikke eget areal i teknisk rom, men en utvendig plassering som ikke vil være sjenerende mht. lyd.

Solkraft

Skibotn er godt egnet for solkraftproduksjon da det er en av Norges tørreste plasser og dermed mye solinnstråling relativt breddegraden. Det er mulig at produsere omtrent 1 000 000 kWh elektrisitet årlig ved å plassere solcellepaneler på alle takene. Dette vil kunne dekke hele energibehovet i sommerhalvåret og i tillegg leverer overskuddsproduksjon til nettet. En framgangsmåte vil være å lokalisere de mest gunstige takarealene og bygga ut disse slik at man får dekket strømbehovet i sommerhalvåret. Det

vil være mindre lønnsomt å bygg ut mer enn dette da det er mindre verdi å selge strøm ut på nettet enn å bruke den internt i bygget.

Energiltak

Ved å bygge energieffektivt vil man minske behovet av tilført energi. Ved utforming av småhus, er det først og fremst to forhold som påvirker energibehovet: dør- og vindusandel og hvor kompakt bygningen er.

4 Vedlegg 1: materialer og referansebygg

Referansebygg Småhus materialer

Småhus		Element	Valgte løsninger
Bære-systemer	Søylar	Stålsøylar (hulprofil)	0 %
		Betongsøylar	0 %
		Limtre	100 %
	Bjelkar	Stålbjelkar (valseprofil)	10 %
		Betongbjelkar	0 %
		Trebjelkar	90 %
Ytter-veggar	Bærende yttervegg	Betongvegg 200mm, mineralull, utvendig vindsperre (GU-X), utlekting, maling på innside	0 %
		Lettklinker 200 mm, mineralull, utvendig vindsperre (GU-X), utlekting, dampsperr, mørtel mellom lettklinker, mørtel og maling på innside	250 mm steinull 4 % av YOM
	Ikke-bærende yttervegg	Klimavegg m/utvendig vindsperre (GU-X), bindingsverk med trestender og mineralull, dampsperr, 1 lag innvendig gips	250 mm steinull 80 % av YOM
		Glassfasader/ vinduer	Glassfasade
		Trevinduer med alukledning, 3 lag	15% av YOM

	Utvendig kledning	Tegl, inkl. mørtel	0% av tettfelt	
		Malt trekledning	100% av tettfelt	
	Dører	Ytterdører i stål	2,2 % av YOM	
Inner-vegger	Bærende innervegger	Betongvegg 150mm	0% av INV	
		Betongvegg 250mm	0% av INV	
		Lettklinker	7% av INV	
	Ikke-bærende innervegger	100mm bindingsverksvegg, mineralull, 1 lag gips hver side, stålstender	100 mm steinull	
				840% av INV
	Systemvegger, glassfelt	Glass front systemvegg	0% av INV	
	Kledning og overflate	Maling på gips	100 % av gipsvegg	
		Murpuss + maling på lettklinker	100% av betong og lettklinkervegg	
		Kermaisk fli, flislim og membran	26% av INV	
	Dører	Tredører	9% av INV	
Dekker	Frittstående dekker	265mm betong hulldekke	0% av BTA	
		Trebjelkelag	225 mm steinull 100% av BTA	
	Gulv på grunn	Betong, dampsperre/radonspørre	100mm betong + 200mm EPS	
				100% av BYA
	Påstøp	50 mm armert påstøp + 20 mm avrettingsmasse	0% av BTA	
	Gulv-overflate	Teppe	0 % av BRA	
		Parkett	70 % av BRA	
		Vinyl	15 % av BRA	
		Kermamisk fli, flislim og membran	15 % av BRA	
	Faste himlinger og overflate-behandling	Fast gipshimling, malt	100 % av BRA	
	System-himlinger	Systemhimling + stålprofiler	20 mm mineralullplater	

			0% av BRA
Yttertak	Primær-konstruksjon	Trebjelkelag, sponplate, OSB plate, PVC undertak	100% av BYA
	Taktekking	Takstein	100% av BYA
Trapper og balkonger	Trapper	Betongtrapp	0% limtre
		Trapp, limtre	100% betong
	Heissjakt	Betongsjakt	0 %

Referansebygg Kjedehus

Samme som for småhus.

Utslippsfaktorer benyttet i beregninger for modellbygg. Normal- og lavutslippsscenario.

Materiale	Referanse	Enhet	Kommentar	Lavutslipp BAT	Enhet	Kommentar
Armering, spenn	2,68	kg CO ₂ ekv/kg		1,04	kg CO ₂ ekv/kg	
Armeringsstål	0,62	kg CO ₂ ekv/kg		0,36	kg CO ₂ ekv/kg	
Avrettingsmasse	0,47	kg CO ₂ e/kg		0,13	kg CO ₂ e/kg	
Betong, B35	330	kg CO ₂ ekv/m ³	<i>Bransjereferanse</i>	120	kg CO ₂ ekv/m ³	Lavkarbon ekstrem
Betong, B45	360	kg CO ₂ ekv/m ³	<i>Bransjereferanse</i>	130	kg CO ₂ ekv/m ³	Lavkarbon ekstrem
Betong, hulldekke, B35	330	kg CO ₂ ekv/m ³	<i>Bransjereferanse</i>	120	kg CO ₂ ekv/m ³	Lavkarbon ekstrem
EPS, 80, 16 kg/m ³	71,0	kg CO ₂ e/m ³	<i>EPS 80, 16 kg/m³</i>	Ingen endring fra referanse		
Flislim	0,47	kg CO ₂ e/kg		0,00	kg CO ₂ e/kg	<i>Utgår ved overgang til vinyl</i>
Gipsplate, gulv, 13 mm	2,89	kg CO ₂ ekv/m ²		1,59	kg CO ₂ ekv/m ²	
Gipsplate, standard	2,89	kg CO ₂ ekv/m ²		1,59	kg CO ₂ ekv/m ²	

Huldekke	63,7	kg CO ₂ ekv/m ²	<i>Bransjeref, standard spennarm</i>	23,5	kg CO ₂ ekv/m ²	
Innerdør	30,0	kg CO ₂ e/m ²		Ingen endring fra referanse		
Kjeramisk flis	16,9	kg CO ₂ e/m ²		5,29	kg CO ₂ e/m ²	<i>Overgang til vinyl</i>
Konstruksjonsstål, hulprofil	3,62	kg CO ₂ ekv/kg		2,50	kg CO ₂ ekv/kg	
Konstruksjonsstål, valseprofil	2,08	kg CO ₂ ekv/kg		0,60	kg CO ₂ ekv/kg	
Limtre	43,4	kg CO ₂ e/m ³		Ingen endring fra referanse		
Linoleum	2,89	kg CO ₂ e/m ²		Ingen endring fra referanse		
Massivtre	172	kg CO ₂ e/m ³		Ingen endring fra referanse		
Mineralull, innervegg	35,0	kg CO ₂ ekv/m ³	<i>Snitt av Paroc og Rockwool</i>	12,9	kg CO ₂ ekv/m ³	
Mineralull, trykkfast tak	222	kg CO ₂ ekv/m ³	<i>Steinull, 80 kg/m³</i>	Ingen endring fra referanse		
Mineralull, yttervegg	50,0	kg CO ₂ ekv/m ³	<i>Stenull, 50 kg/m³</i>	14,6	kg CO ₂ ekv/m ³	
Mørtel, tegl	17,3	kg CO ₂ e/m ²		1,99	kg CO ₂ e/m ²	<i>Overgang til trekledning</i>
OSB plate	5,04	kg CO ₂ e/m ²		1,10	kg CO ₂ e/m ²	<i>25mm massivtre</i>
Parkett	9,18	kg CO ₂ e/m ²		2,89	kg CO ₂ e/m ²	<i>Overgang til linoleum</i>
Pukk	3,13E-03	kg CO ₂ e/kg		Ingen endring fra referanse		
Sponplater, 667 kg/m ³	4,31	kg CO ₂ e/m ³	<i>Antar 22 mm tykkelse</i>	1,10	kg CO ₂ e/m ³	<i>25mm massivtre</i>
Takstein	11,1	kg CO ₂ e/m ²		2,08	kg CO ₂ e/m ²	<i>Overgang til tretak</i>
Tegl	31,1	kg CO ₂ e/m ²		1,99	kg CO ₂ e/m ²	<i>Overgang til trekledning</i>
Teppe	9,08	kg CO ₂ e/m ²		3,55	kg CO ₂ e/m ²	
Trinnlydsplate, glassull, 20 mm	1,76	kg CO ₂ e/m ²		Ingen endring fra referanse		
Utvendig GU-X	1,71	kg CO ₂ ekv/m ²		Ingen endring fra referanse		
Utvendig kledning, maling	0,61	kg CO ₂ e/m ²		0	kg CO ₂ e/m ²	<i>Utvendig maling utgår</i>

Utvendig kledning, tre	5,42	kg CO ₂ e/m ²	<i>Antar 21 mm tykkelse</i>	1,99	kg CO ₂ e/m ²	
Vindu	1,99	kg CO ₂ e/kg		Ingen endring fra referanse		
Vinyl	6,75	kg CO ₂ e/m ²		5,29	kg CO ₂ e/m ²	