

Oppdragsgiver: Narvik kommune  
 Oppdragsnavn: Prosjektering av ny Frydenlund barneskole  
 Oppdragsnummer: 640302-01  
 Utarbeidet av: Pernille Meyer, Anton Asplund, Kristian Fredrik Nikolaisen  
 Oppdragsleder: Ralf Meier  
 Dato: 19.10.2023  
 Tilgjengelighet: Åpent

## Notat Energi og Miljø

### Sammendrag

#### Offentlige ambisjoner for miljø, energi og bærekraft

#### 1 Miljø

#### 2 Energikrav bygninger

##### 2.1. Nybygg

##### 2.2. Eksisterende Gulskole

#### 3 Fornybar energiproduksjon

#### 4 Energiforsyning

##### 4.1. Vurdering av felles energiforsyning

##### 4.2. Løsning for energiforsyning

##### 4.2.1. Fjernvarme

##### 4.2.2. Luft/vann varmepumpe

##### 4.2.3. Grunnvarme

##### 4.2.4. Geotermos

#### Versjonslogg:

01	19.10.23	Nytt dokument	PM, AA, KFN	
<b>VER.</b>	<b>DATO</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	<b>AV</b>	<b>KS</b>

# Sammendrag

## Miljø:

- Det bør tilstrebes å ha en utslippsfri bygge- og anleggsplass.
- Vurdere muligheter for naturlig infiltrasjon av overvann.
- Optimalisere innkjøp av materialer, velge materialer med lang holdbarhet, ombruk (enten fra eksisterende Frydenlund skole eller utenfra)
- Undersøke videre muligheter for å fremme naturmangfoldet på tomten i detaljprosjekteringen.
- Utarbeide miljøoppfølgingsplan med miljømål og -tiltak.
- Detaljprosjekterende skal utarbeide et klimagassbudsjett, som utbygger skal følge opp ved å føre klimagassregnskap i anleggsfasen.

## Energikrav bygninger:

- Som minimum skal nybygg tilfredsstille krav til passivhus, som definert i NS3700 og NS3701 "Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Boligbygninger og Yrkesbygninger".
- Gulskolen rehabiliteres og energieffektiviseres, men innenfor rammene som settes av at bygget er vernet. Energikrav i Byggeteknisk forskrift (TEK17) møtes der det er teknisk mulig.

## Fornybar energiproduksjon:

- Solceller skal ikke inn som en bestemmelse, men skal vurderes videre som en opsjon.

## Energiforsyning:

- For å oppfylle krav om energifleksible varmesystemer i TEK17 må det etableres én felles, eller separate energisentraler for nybygg og rehabilitert Gulskole.
- For grunnlasten til energiforsyningen skal det gjøres en kost/nytte-vurdering av relevante energisystemer basert på:
  - Væske/vann varmepumpe
  - Luft/vann varmepumpe
  - Bruk av overflødig energi fra kilder i nærliggende bygg
- Det er mulig å oppnå synergier mellom kommunens eksisterende og/eller fremtidige bygg i nærheten ved etablering av felles varmesentral. Idrettens hus og

ny VGS har vært oppe til vurdering, men kommunen ser ikke mulighet til å etablere felles energisentral på nåværende tidspunkt.

- Geotermos er en løsning som kan utredes i videre prosjektering av byggene, men har en teknisk kompleksitet ved installasjon og drift som gjør at den kan være uaktuell.

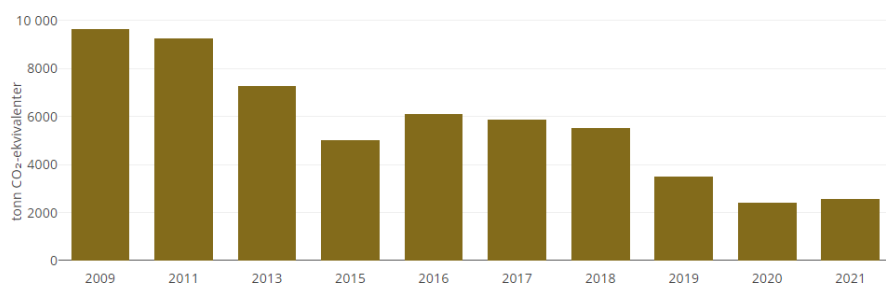
## Offentlige ambisjoner for miljø, energi og bærekraft

### Kommunens ambisjoner for energi- og klimagass

Narvik kommune har en kommunedelplan for klima, energi og miljø som gjelder 2015-2026. Følgende relevante handlinger ligger i kommunedelplanen:

- Redusere utslipp av klimagasser
- Tilrettelegge for grønn by- og byutvikling
- Sikre at klimaperspektivet implementeres i kommunens planverk
- Være pådriver for redusert energiforbruk
- Legge til rette for utvikling av fornybar energiproduksjon innenfor akseptable miljøfordingelser
- Være pådriver for redusert energibruk
- Jobbe for å bedre luftkvalitet
- Skal ha nulltoleranse for forsøpling

Klimagassutslippene fra oppvarming i Narvik har gått ned i perioden 2009 til 2021, som vist i Figur 0.1. En stor andel av klimagassreduksjonen kan tilskrives overgang fra fossilt brensel.



Figur 0.1: Klimagassutslipp fra oppvarming i Narvik kommune (kilde: Miljødirektoratet).

# 1 Miljø

I kommunedelplan for klima, energi og miljø som gjelder 2015-2026 har Narvik kommune definert tre fokusområder:

- Bedre luftmiljø
- Bedre vannmiljø
- Mindre forsøpling

Utredninger viser at veitrafikk er den viktigste kilden til utslipp i Narvik, og da primært langs E6. Selv om Frydenlund ikke ligger langs E6 er det viktig å ta hensyn til luftmiljøet under utbyggingen av skolen, da det vil være skoledrift under utbygging. Det bør derfor tilstrebes å ha en utslippsfri bygge- og anleggsplass. Anleggsmaskiner skal være elektriske der det er tilgjengelighet. Kjøretøy som benyttes til transport av anleggsmaskiner, bygningmaterialer, løsmasser og lignende til og fra bygge- og anleggsplassen skal være utslippsfrie så fremt det er tilgjengelig.

Det er ingen store vassdrag i umiddelbar nærhet til skolen, men overvannsnett i byen er ved kapasitet. Det skal derfor være en tverrfaglig vurdering av overvannshåndtering, mellom LARK og VA. Denne vurderingen skal også vurdere muligheter for naturlig infiltrasjon. Dette vil være svært positivt i et miljøperspektiv om det er mulig å anlegge.

I prosjektering og utbygging av Frydenlund skole er det mulig å redusere forsøpling ved å optimalisere innkjøp av materialer. Dette ved å velge materialer med lang holdbarhet, ombruk (enten fra eksisterende Frydenlund skole eller utenfra), optimalisere innkjøp gjennom detaljert modellprosjektering, osv. Ombrukskartlegging av alle eksisterende bygninger er planlagt gjennomført, for å vurdere ombruk til rehabilitert Gulskole og nybygg. Det skal samtidig gjennomføres en miljøkartlegging av bygget og forurensningsundersøkelser av tomten. Resultatene fra disse undersøkelsene vil både gi føringer og avsløre muligheter.

Videre er det i utbyggingen av Frydenlund skole mulig å ytterligere redusere forsøpling ved å ha tette containere og stille krav til både sorteringsgrad og gjenvinningsgrad. Videre skal skolen anlegge moloker, som reduserer avfall som tas av vinden. Det oppfordres også til avfallskampanjer, både i anleggsfase og ved ferdigstillelse.

I detaljprosjekteringen bør det ses videre på muligheter for å fremme naturmangfoldet på tomten. I en skolegård kan dette være gjennom f.eks. etablering av blomsterenger, insekthotell, fugle- og flaggermuskasser.

Før igangsettelse skal miljømål og ivaretagelse av dem dokumenteres i en miljøoppfølgingsplan (MOP). Dette vil si at konkrete tiltak skal beskrives for å oppnå miljømålene i detaljprosjektering og byggeprosess. Det skal også utarbeides et klimagassbudsjett i detaljprosjektering, som utbygger skal følge opp ved å føre klimagassregnskap. Videre skal det utarbeides rigg- og marksikringsplan, som bl.a. skal vise hvordan naturmiljø, trær og rotsoner som skal bevares skal sikres i anleggsperioden.

## 2 Energikrav bygninger

Narvik kommune vil gå foran som et godt eksempel ved blant annet å redusere energibruken i mange av de kommunale byggene.

### 2.1. Nybygg

Som minimum skal nybygg tilfredsstillende krav til passivhus, som definert i NS3700 og NS3701 "Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Boligbygninger og Yrkesbygninger".

Passivhus har vesentlig lavere energibehov enn tradisjonelle bygninger, hvor man bruker passive tiltak som bedre varmeisolasjon, utnyttning av solenergi og varmegjenvinning til å redusere energiforbruket.

I tillegg til å redusere energiforbruket, kan passivhus bidra til økt bevissthet om energieffektivitet og bærekraft i lokalsamfunnet, og gi elevene en praktisk erfaring med å bygge energieffektive hus.

### 2.2. Eksisterende Gulskole

Gulskolen rehabiliteres og energieffektiviseres, men innenfor rammene som settes av at bygget er vernet. Energikrav i Byggeteknisk forskrift (TEK17) møtes der det er teknisk mulig.

## 3 Fornybar energiproduksjon

Solcelleanlegg kan plasseres på tak og fasade. Best lønnsomhets fås av takmonterte anlegg da disse gir høyere strømproduksjon til en lavere installasjonskostnad. Byggets plassering gir fire ulike muligheter for orientering av panelene:

- Nordøst
- Sørøst
- Sydvest
- Nordvest

Med tanke på solforhold er det mest gunstig å plassere panelene sørøstvendt, men det er nesten like gunstig og plasserer dem mot sørvest. Det er ikke anbefalt og ikke plassere noe paneler mot nordøst eller nordvest. Optimal plassering er 10° (sør-sørvest) med 47° vinkel.

Det vil være mer strømproduksjon om morgenen og rundt lunsj for sørøstvendte paneler sammenlignet med sydvestvendte. Sydvestvendte vil produsere mer senere på dagen og ut mot kvelden. Sørøstvendte paneler vil dermed vara mer lik strømbehovet hos en skole.

#### Vurdering

En første overordna vurdering viser att den spesifikke ytelsen er omtrent 600-700 kWh/kWp/år hvilket er en OK ytelse. Det er inga særlige utfordringer eller forhold som hindrer en installasjon av solcelleanlegg. For å avgjøre om dette er økonomisk lønnsomt må man gjøre en lønnsomhetsvurdering der de finansielle betingelsene (rentekostnad for investeringen) vil være sentral for om det er lønnsomt eller ikke.

## 4 Energiforsyning

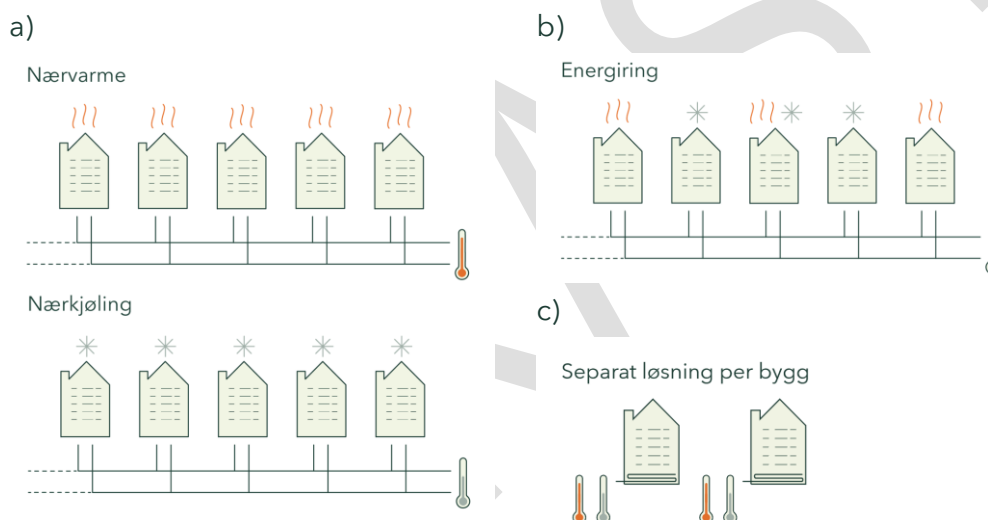
TEK17 stiller krav om at bygning over 1 000 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA skal ha energifleksible varmesystemer som dekker minimum 60 prosent av normert netto varmebehov beregnet etter NS 3031:2014. For å oppfylle dette kravet må det etableres én felles, eller separate energisentraler for nybygg og rehabilitert Gulskole.

### 4.1. Vurdering av felles energiforsyning

I forbindelse med etablering av varmesentral for byggene på tomten er det gjort en vurdering av felles energiforsyning som knytter seg til kommunens eksisterende og/eller fremtidige bygg i nærheten.

For systemkonsept for termisk forsyning illustreres tre alternativer; nærvarme- og nærkjølings-løsning; energiring; og separate varme- og kjøleløsninger per bygg:

- a) En nærenergiløsning vil gi tilkoblet bygningsmasse et lavere investeringsbehov av varmetekniske installasjoner, og vil redusere behov for drift og vedlikehold.
- b) Energiring kan være et godt utgangspunkt for sammenkoblinger av bygningsmasser for å oppnå synergier, men krever separate varmetekniske sentraler i hvert bygg. Det vil være mer fleksibelt for ulike bygg å drifte på ulik temperatur, men kan være mindre gunstig for påkobling av eldre bygg, da de selv må heve temperaturen på oppvarmingen. Krever individuell drift og vedlikehold av alle varmesentraler.
- c) Med separate varme- og kjøleløsninger per bygg vil hvert bygg ha kontroll over egen forsyning. Vil kunne være begrensende mtp valg av energikilde. Med separate løsninger mister man også muligheten til å utnytte ulike energibehov i ulike bygg, og man vil på den måten til sammen dimensjonere større anlegg, enn om man etablerer et felles system. Krever individuell drift og vedlikehold av alle varmesentraler.



Idrettens hus er en offentlig idretts- og svømmehall som ligger i nærheten av tomten. Det er sannsynlig at bygget kan oppnå en betydelig energibesparelse ved å koble seg på en felles energisentral basert på lokal fornybar varmeproduksjon. Ny varmesentral kommer til å operere med lavere temperatur enn man tradisjonelt har hatt i eldre anlegg, og dette kan være begrensende for muligheten til felles energisentral. Kommunen ser ikke mulighet til å legge dette inn i planbestemmelsene for området på nåværende tidspunkt.

Kommunen har planer om bygging av ny VGS i nærheten av tomten. Dette prosjektet ligger imidlertid så langt frem i tid at kommunen ikke ønsker å ta en eventuell felles energisentral inn i planbestemmelsene.

## 4.2. Løsning for energiforsyning

### 4.2.1. 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 bygg via fjernvarmenettet. Det installeres en varmesentral i hvert bygg der varmebehovet styres og måles.

#### Vurdering

Løsningen er uaktuell for byggene da det ikke er etablert eller planer for å etablere fjernvarme-infrastruktur i nær framtid.

### 4.2.2. Luft/vann varmepumpe

Uteluft er en varmekilde med god tilgjengelighet som er mye brukt, også i større bygninger. En luft/vann varmepumpe har som fordel at den er en relativt enkel installasjon med lav investeringskostnad sammenlignet med andre varmepumper, men har også noen klare ulemper:

- Moderat energieffektivitet. Krever avisning av fordampere under vinterdrift, noe som medfører tap i virkningsgrad og energidekningsgrad.
- Kort levetid og driftsproblemer. Må arbeide hardt om vinteren, som følge av den henter varmen fra en kaldere energikilde. Utedel er utsatt for vær og vind, og er særlig utsatt i kystnære strøk med salt korrosivt miljø.
- Støy fra utedel. Vil kunne være sjenerende for omgivelsene, da enheten står ute og krever viftedrift til luftgjennomstrømning. Det finnes likevel støysvake maskiner som kan redusere denne ulempen noe.

Ved etablering av brønnpark kan det være behov for å dumpe varme i brønnene for å unngå nedising. Dersom bygget har lite overskuddsvarme kan en løsning være å veksle varme fra tørrkjølere eller ventilasjonsluft for å bidra til varmelading av brønnpaken. Løsningen er avhengig av at lufttemperaturen er høyere enn temperaturen i brønnene.

#### Vurdering

Luft/vann varmepumpe har klare ulemper mht. levetid, vedlikehold, energieffektivitet, plassbehov og støy, og anbefales ikke fremfor energiforsyning basert på brønnpark. Løsningen kan virke forlokkende om man ønsker en løsning med lav investeringskostnad. Dersom det etableres en brønnpark kan en kombinasjonsløsning hvor man bruker tørrkjølere eller ventilasjonsluft til varmelading av brønner vurderes.



### 4.2.3. Grunnvarme

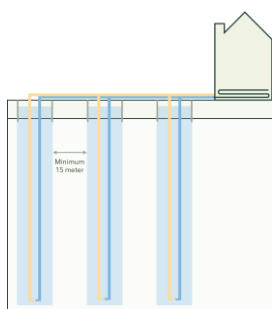
Det finnes flere måter å utnytte grunnvarme. Figur 2 a - d viser prinsippskisser for fire vanlige grunnvarmeløsninger i Norge. Energibrønner i fjell med lukket kollektor for uttak av varme og/eller kjøling er den vanligste grunnvarmeløsningen i Norge (Figur 2). Energibrønner bores vanligvis til ca. 200 - 300 m dybde, og noen boreentreprenører kan bore til ca. 500 - 600 m. Dypere energibrønner er aktuelt i områder hvor det er lite tilgjengelig plass og langt til fjell.

I selve energibrønneren er det en lukket kollektor som er koblet til en varmepumpe i bygget. Kollektoren er en plastslange (ofte Ø40 mm) i polyetylen fylt med en frostsikker væskeblanding av etanol og vann. Kollektorvæsken sirkulerer rundt i kollektoren, og henter varmen fra berggrunnen rundt borehullet. Varmepumpen utnytter energien fra væsken og hever temperaturen til ønsket temperatur for byggets vannbårne varmesystem. Ca. 70% av varmen som leveres fra varmepumpen kommer fra berggrunnen.

Berggrunnens varmeledningsevne varierer avhengig av type berggrunn. For større anlegg med mer enn 10 energibrønner gjøres det en forundersøkelse med en termisk responstest i en testbrønn. Hensikten er å måle stedets varmeledningsevne, uforstyrret temperatur i grunnen og borehullets termiske motstand. Disse resultatene brukes deretter for endelig dimensjonering av grunnvarmeanlegget.

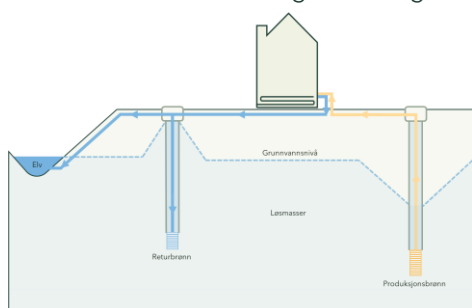
Tykkelsen av laget med løsmasser over bergoverflaten er fordyrende fordi løsmassene må stabiliseres med et føringsrør av stål. Dette er gjerne 3-5 ganger så dyrt som boring i berg.

Figur 2 a) viser en prinsippskisse av flere energibrønner designet for hovedsakelig varmeuttak fra berggrunnen. Siden det er hovedsakelig varmeuttak, må avstanden mellom brønnene være tilstrekkelig til at temperaturen i grunnen holder seg på et akseptabelt nivå sammenlignet med naturlig bergtemperatur. Vanligvis trengs det en avstand mellom brønnene på minimum 15 meter, og avstanden mellom brønnrekkene må være minimum 30 meter. Hvis varmeuttaket er for høyt i forhold til antall brønnmeter, samtidig som avstanden mellom brønnene er for liten, synker temperaturen og tilgjengelig varmeuttak som varmepumpen kan nyttiggjøre seg blir mindre og mindre.



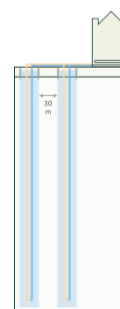
**a) Energibrønner i fjell med lukket kollektor - uttak av varme og/eller kjøling**

Hovedsakelig varmeuttak (eller kjøleuttak) fra grunnen gjør at avstanden mellom energibrønnene må være minimum 15 m. Dette er den vanligste løsningen.



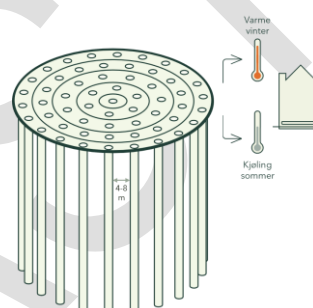
**c) Oppumpet grunnvann**

Fra filterbrønner i sand- og grusavsetninger. Grunnvann pumpes opp, varmeveksles og returneres. Krever geologisk egnethet og kompetanse innen grunnvann. Ofte kostnadseffektiv løsning for middels til store anlegg der de geologiske forholdene er gunstige. Vannkjemien må håndteres.



**b) Dype energibrønner i fjell**

Dypere energibrønner for høyere varmeuttak per meter brønn. Egnet for trangere tomter, langt til fjell og prosjekter med hovedsakelig varmebehov.



**d) Energilager - borehull i fjell for energilagring**

Tett mellom brønnene. Fra naturlig temperaturnivå for varme og kjøling, eller høyere (opp mot 80-90 °C) for sesongvarmelagring av overskuddsvarme og som en helhet i energisystemet. Eventuell grunnvannsbevegelse må avklares på forhånd.

Figur 2 Prinsipp-skisser og enkel beskrivelse av de fire vanligste grunnvarmeløsningene i Norge.

**Vurdering**

Det forventes et lavt kjølebehov. Siden grunnvarmeanlegget i utgangspunktet hovedsakelig skal levere varme er det først og fremst energibrønner i fjell med lukket kollektor for varmeuttak som er hensiktsmessig.

Energilagring/geotermos er kun aktuelt om man har overskuddsvarme, eller overskuddsproduksjon av elektrisitet. Løsningen beskrives nærmere i neste kapittel.

På den aktuelle tomten er det målt 2-13 m ned til berg med dagens terreng. Lengden ned til berg må stabiliseres med et fôringsrør av stål for hver brønn. Det vurderes derfor som hensiktsmessig å bore i alle fall 250-300 m dype brønner, som er i øvre sjikt av det som er normalt, men også vurdere enda dypere brønner. Løsningen vurderes som aktuell.

#### 4.2.4. Geotermos

En geotermos består først og fremst av et varmelager i fjell bestående av mange brønner. Ved Fjell skole i Drammen<sup>1</sup> er det boret 100 brønner, hver med dybde på ca. 50 meter, se Figur 4.3. I dette prosjekt tilføres energi direkte fra solfangere (150 m<sup>2</sup>) og solceller montert på tak (900 m<sup>2</sup>) og i fasade (100 m<sup>2</sup>). Solcellene leverer strøm til en CO<sub>2</sub>-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.

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.

Løsningen kan utredes i videre prosjektering av byggene, men har en teknisk kompleksitet ved installasjon og drift som gjør at den kan være uaktuell.



Figur 4.3 GeoTermos ved Fjell skole i Drammen består av 100 seriekoblede brønner.

<sup>1</sup> [GeoTermos, Fjell2020 | Støttet prosjekt | Enova](#)