
RAPPORT

DEPARTEMENTET FOR MILJØ OG NATUR

Narsaq, stedspecifikt forstudie

PROJEKTNUMMER 1250121000



2014-02-03, REV 2014-06-26

**SWECO ENVIRONMENT AB
MALMÖ GEOENERGI**



ERIK MOLIN

OG



CLAES REGANDER



GRANSKET AF OLOF ANDERSSON

Sammenfatning

De geologiske forudsætninger for geoenergisystemer med fjelde som varmekilde i Narsaq bedømmes af Sweco som relativt gode.

En satsning på geoenergi i Narsaq skulle kunne indebære meget store elbesparelser både effektmæssigt og energimæssigt.

I denne henseende er det Swecos mening at en sådan satsning bør rettes mod at erstatte eller komplettere de eksisterende elkedler med varmepumper i de lokale varmenet. Den mest oplagte er den nuværende el-varmeproduktion i varmenettet i B-644.

Med dagens elpriser (2,60 DKK/kWh) er det ikke økonomisk indbringende for den enkelte forbruger at erstatte oliefyring med fjeldvarme. "Break even" for mindre varmepumpeanlæg ligger ved en oliepris på ca. 7.400 DKK/m³, forudsat en COP på ca. 3,5.

Det er vigtigt at undersøge hvilke muligheder der er for energieffektiviseringer i en ejendom inden man installerer et fjeldvarmesystem. For det første er omkostningerne for en effektiviserings-ordning ofte lavere per sparet kWh end boring af et tilsvarende længde borehul. For det andet så bliver systemet ikke bare suboptimeret i økonomisk henseende, men også rent teknisk. Ved en energieffektiviserings-indsats mindsker man ofte også det maksimale effektbehov. Hvis man så allerede tidligere har installeret en varmepumpe, så er der stor risiko for at den er overdimensioneret efter effektiviserings-indsatsen. En overdimensioneret varmepumpe har tendens til at koble til/fra meget ofte, hvilket giver øget slitage og dermed en forkortet levetid.

For referencer henvises til referencelisten i hovedrapporten.

Billedet på forsiden viser dele af Narsaq (foto: Kommune Kujalleq)

Indholdsfortegnelse

1	Lokale geologiske og hydrologiske forudsætninger	1
1.1	Terrænforhold	1
1.2	Grundfjeld og jordlag	1
1.3	Grundvandsforhold	2
1.4	Fjeldets forventede termiske egenskaber	2
1.5	Havet som varmekilde	3
2	Eksisterende systemer	3
2.1	Kort øjebliksanalyse	3
2.2	Storkunder	6
3	Mulige systemløsninger	6
3.1	Fritliggende enfamilieshuse	6
3.2	Fjeldvarme til B-644 og B-878	6
4	Anbefalinger	7
4.1	Detaljeret forstudie	7
4.2	Fortsatte undersøgelser	7
4.3	Energieffektivisering	8

1 Lokale geologiske og hydrologiske forudsætninger

1.1 Terrænforhold

Narsaq er beliggende på en lille plan kyststrimmel på en i øvrigt relativt bjergrig halvø mellem fjordene Ikersuaq og Tunulliarfik.

Selv om grundfjeldet nogle steder er synligt over jorden helt ned til kysten, så er den plane kyststrimmel generelt dækket af et sammenhængende jorddække. Terrænet langs kysten er efter grønlandske mål grønt og frodigt.

1.2 Grundfjeld og jordlag

Jordlaget består hovedsagligt af marine sedimenter, men her og der også af ferskvandsaflejrede sedimenter. Satellitfotos indikerer at der forekommer en del jordbrugsvirksomhed, især i et område i den nordlige del af Narsaq (vest og nord for fodboldbanen).

De geologiske forhold er meget komplekse, hvilket fremgår af grundfjeldskortet, se Figur 1 nedenfor. Udover de på kortet gulmarkerede områder som består af sandsten, så består grundfjeldet i Narsaq-området af krystallinske bjergarter som er ca. 1,1-1,3 milliarder år gamle. Bjergarterne tilhører det såkaldte Gardar-kompleks og har generelt en meget usædvanlig mineralsammensætning i den henseende at de er nefelinførende. Mineralen nefelin dannes når der er for lidt silikat (SiO_4) i en magma til at kvarts vil kunne dannes, når magmaen køler af og krystalliseres.

Det betyder at grundfjeldet i området er meget kvartsfattigt. Det er en vigtig observation, da kvarts har en termisk konduktivitet som er væsentlig højere end hos de fleste andre mineraler. Den termiske konduktivitet i grundfjeldet i Narsaq kan på dette grundlag mistænkes for at være lavere end i f.eks. Qaqortoq.

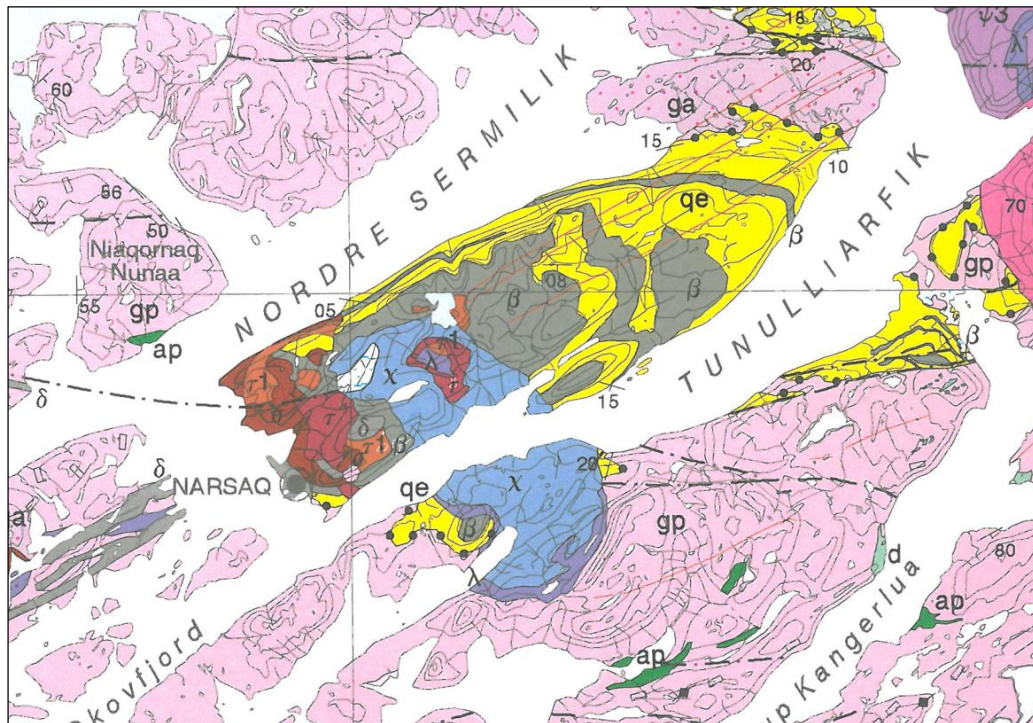
Det skal dog fremhæves, at der ifølge grundfjeldskortet også forekommer områder, hvor grundfjeldet domineres af f.eks. kvartssyenit, og som det fremgår af navnet er det kvartsførende.

Da grundfjeldet ifølge ovenstående er så varierende, skønnes kortlægning, undersøgelsesboringer og respons tests at kunne give en stor merværdi ved større geoenergi projekter i området.

Til trods for det formodentlige lave kvartsindhold i grundfjeldet, er det Swecos bedømmelse at de geologiske forudsætninger for geoenergi med fjeld som varmekilde er relativt gode i området.

Kortbilledet nedenfor i Figur 1 er et udsnit af GEUS Geologiske kort over Sydgrønland, skala 1:500 000. Anden udgave, 2007.

For en komplet kortbladslegende henvises til GEUS kortblad.



Figur 1. Grundfjeldskort over Narsaqområdet

1.3 Grundvandsforhold

Det er ukendt i hvilken grad fjeldet indeholder grundvandsførende sprækkesystemer. De strukturelle forhold peger dog på at det er tilfældet. Dybere grundvandsforekomster burde da være brakt eller salt med tanke på havets nærhed.

Grundvandets temperatur er konstant i større dybder hele året og forventes at ligge et sted mellem 3-5 °C.

Fjeldets grundvandsniveau må formodes at ligge i paritet med havets niveau, eller nogle meter højere. Grundvandet burde hovedsaglig dræneres ud mod havet, hvilket indebærer en sydvestlig strømningsretning.

1.4 Fjeldets forventede termiske egenskaber

1.4.1 Fjeldets normaltemperatur

Der mangler oplysninger om fjeldets termiske temperatur i området. Målinger i andre dele af Grønland antyder dog, at lignende grundfjeld har en geotermisk gradient som ligger omkring 1,5 °C/100 m og at udgangstemperaturen i dybden 10 m er ca. +2,5 °C (Sass J.H. 1972; Ekestubbe J. 2011). En forventet middeltemperatur på grundfjeldet ned til 200 m bedømmes derfor til at ligge på ca. +4 °C.

1.4.2 Forventet varmeledningsevne

I Narsaq kan et muligt effektudtag fra grundfjeldet vurderes til størrelsesordenen 30 W/m borehul.

Et borehul på 200 m koblet til en varmepumpe giver da i størrelsesordenen 6-10 kW.

1.5 Havet som varmekilde

Den månedlige hav-middeltemperatur i havoverfladen vises i Tabel 1 nedenfor. Som det fremgår af tabellen, er det kun i løbet af få måneder om året at temperaturen ligger på plusgrader og da med ca. +3 °C som den højeste. Det gør at havet næppe er interessant som varmekilde.

Tabel 1. Månedlig hav-middeltemperatur (°C) ved Narsaq (Kilde: <http://www.seatemperature.org/europe/greenland/narsaq.htm>)

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
-0,7	-1,1	-0,9	-1	-0,6	-0,7	1,5	2,9	1,8	1,1	-0,3	-0,6

2 Eksisterende systemer

2.1 Kort øjeblikksanalyse

Der er intet fjernvarmenet i Narsaq i dag. Der er dog to lokale varmenet, som ejes og drives af INI. Et fjernvarmenet undersøges dog, men planerne ligger i en tidlig fase.

Fritliggende bygninger forsynes hovedsagligt med varme fra private oliekedler på omkring 20 kW.

I dag er der ingen ledig kapacitet i el-produktionen fra vandkraftværket ved Qorlortorsuaq. Der produceres i dag omkring 29 GWh fra vandkraftværkets 2 turbiner (7,2 MW), hvilket muligvis øges til 50-60 GWh, hvisen tredje turbine installeres. Kraftværket forsyner både Qaqortoq og Narsaq med elektricitet.

Da en relativ stor mængde elektricitet i dag bruges til fjernvarmeproduktion i Qaqortoq, er der i dag ingen yderligere kapacitet til også at forsyne Narsaq med elektricitet til opvarmningsformål udover de eksisterende elkedler.

Husstande antages af Sweco til at have et energibehov på 260 kWh/m²,år (bygget inden Bygningsreglement 2006).

2.1.1 De lokale varmenet B-644 og B-878

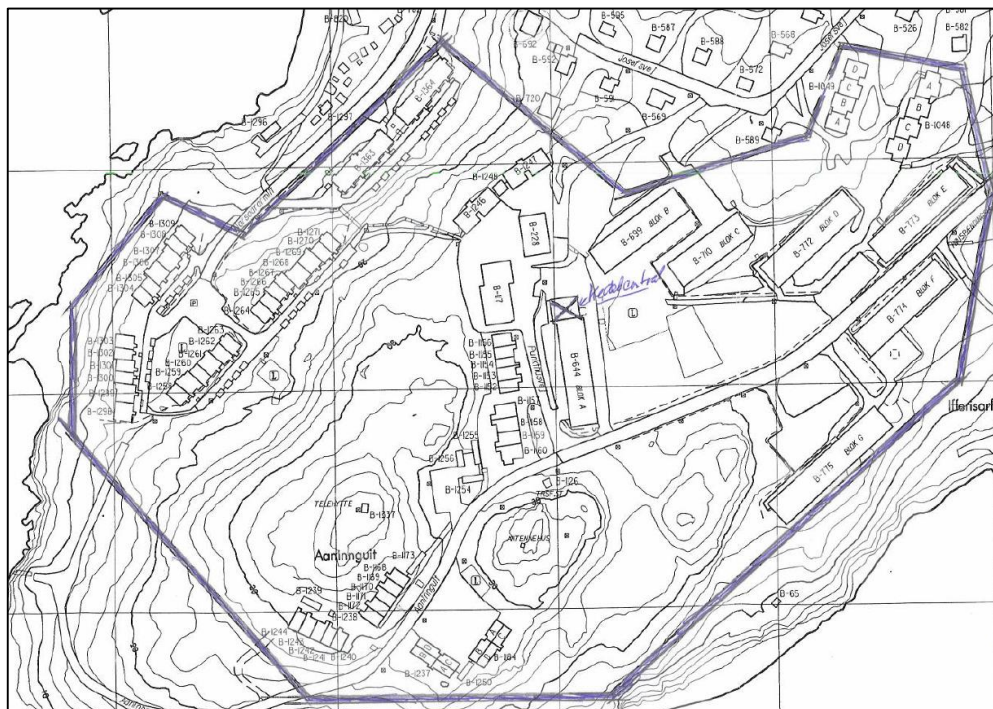
Kedelcentral B-644 (oliekedel + 500 kW el) (Figur 2) forsyner 13.360 m² boligareal med varme.

Nettemperaturen opgives ved +3 °C til at være 68 °C/47 °C (Mail INI 20/11 2013).

Oplysninger om leveret energi i nettet og oliekedlens effekt har ikke været tilgængelige.

Elkedlen bruger afbrydelig elvarme (0,75 DKK/kWh) i perioder hvor der er el-overskud. På andre tidspunkter bruges oliekedlen som energikilde i systemet.

I dokumentet "Varmeregnskab 2012" fra INI fremlægges omkostninger for indkøb af energi på ca. 2,8 millioner kroner.



Figur 2. Kedelcentral B-644 i Narsaqs forsyningsområde indrammet. Kilde A/S INI.

Oplysninger om varmeforsynet boligareal, effekt og solgt energi har ikke været tilgængelige for kedelcentral B-878 (olie) (Figur 3). Det opgives dog til at være mindre end B-644.

Nettemperaturen opgives ved +3 °C til at være 78°C/60°C (Mail INI 20/11 2013).



Figur 3. Kedelcentral B-878 i Narsaqs forsyningsområde indrammet. Kilde A/S INI

2.2 Storkunder

En storkunde er sådan én som kan udgøre et igangsættende grundlag og dermed "trække" en investering, f.eks. geoenergi.

Begge lokale varmenet og deres kunder er oplagte "storkunder" i Narsaq. Af disse bør varmenettet B-644 være mest interessant, dels fordi det er større, dels fordi distributionstemperaturen er lavere end i B-878.

Teknisk set udgør B-878 også et tydeligt grundlag for geoenergi, trods den højere distributionstemperatur.

3 Mulige systemløsninger

I Narsaq er fjeldet den mest passende varmekilde til geoenergisystemer.

Den lille sø sydøst for byen bedømmes til at være for lille. Søen er en del af byens drikkevandsressource.

Temperaturen i havet bedømmes til at være for lav.

3.1 Fritliggende enfamilieshuse

De enfamilieshuse i Narsaq som i dag opvarmes af oliekedler kan suppleres med private fjeldvarmesystemer. Oliekedlerne bør da beholdes til spidslastproduktion. Dagens forhold mellem el- og oliepris gør dog nok dette økonomisk urentabelt for den enkelte.

Med dagens elpriser (2,60 DKK/kWh) er det ikke økonomisk indbringende for den enkelte forbruger at erstatte oliefyring med fjeldvarme. "Break even" for mindre varmepumpeanlæg ligger ved en oliepris på ca. 7.400 DKK/m³, forudsat en COP på ca. 3,5.

Omvendt gælder det at med dagens oliepris (ca. 6.100 DKK/ m³) så sker der et "break even" ved en elpris på ca 2,14 DKK/kWh for samme varmepumpeanlæg.

Ud fra dette ræsonnement følger umiddelbart, at hvis den enkelte forbruger skulle kunne købe afbrydelig el til sin varmepumpe, så ville det være interessant i det mindste at begynde at regne på en økonomisk kalkule.

3.2 Fjeldvarme til B-644 og B-878

Kedelcentralen B-644 kan suppleres med et fjeldvarmesystem.

Med de oplysninger som Sweco har haft adgang til er det ikke muligt at foretage en foreløbig dimensionering af et fjeldvarmesystem til B-644, og dermed heller ikke nogen bedømmelse af en eventuel rentabilitet. Det bedømmes dog til at være et økonomisk incitament til at erstatte eller komplettere elkedlen med en varmepumpe under forudsætning af at også denne kan drives med afbrydelig el. Besparelsen ville da blive ca. 500 DKK per produceret MWh (ved elpris på 0,75 DKK/kWh og COP på 3 for varmepumpen).

Det er åbenlyst, at en eventuel beslutning om at gå videre med forundersøgelser, præliminær design og dimensionering af et fjeldvarmesystem skal forudgås af en diskussion (og evt. en myndighedsbeslutning) om hvilke el-takster der skal gælde i forskellige driftstilfælde i et kombineret elkedel-, varmepumpe- og oliefyret anlæg.

Det står dog helt klart, at selv med et naturligt genopladet fjeld som varmekilde, så tilbyder et varmepumpesystem en langt bedre ressourceøkonomisering med højkvalitativ elektricitet end en direkte virkende elkedel. I forlængelse burde en øget ressourceøkonomisering med elektricitet indebære, at perioderne med el-overskud bliver længere og at varmepumpen kan bruges i længere perioder end elkedlen. Dette skulle derefter kunne medføre et mindsket behov for oliefyring.

Det er fuldt teknisk muligt at integrere et fjeldvarmesystem, også i det lokale varmenet B-878 selv om en varmepumpe ville få et noget lavere COP pga. de højere distributionstemperaturer.

4 anbefalinger

4.1 Detaljeret forstudie

For at kunne dimensionere et fjeldvarmeanlæg til B-644 skal anlægget undersøges omhyggeligt:

- Hvilke effekter leveres og hvornår (for elkedel henholdsvis oliekedel)?
- Hvilke energier producerer de pågældende produktionssystemer?

Det vil også være en meget god idé at undersøge temperaturprogrammerne grundigere og samtidig se om disse kan sænkes, f.eks. ved hjælp af en højere strømning.

Et andet spørgsmål som bør klarlægges tidligt er om der inden for en rimelig afstand fra den eksisterende kedelcentral findes tilgængelig jordoverflade til et fjeldvarmeanlæg. I et rendyrket fjeldvarmesystem er det vigtigt, at energibrøndene ikke placeres så tæt at grundfjeldet ikke når at genoplades naturligt, se evt. afsnit 2.4 i hovedrapporten.

De økonomiske forudsætninger bør udredes yderligere, især med henblik på hvilke el-takster der skal gælde for forskellige driftstilfælde.

Inden for rammerne af et detaljeret forstudie bør den undersøgende geoenergirådgiver gennemføre et stedbesøg for at få nødvendig viden om de lokale forhold på stedet.

4.2 Fortsatte undersøgelser

I tilfælde af at resultaterne i et fordybet forstudie er så fordelagtige, at der træffes beslutning om at fortsætte projektet, så anbefaler Sweco at en prøveboring og en TRT-undersøgelse udføres. Undersøgelseshullet kan senere bruges i et fjeldvarmeanlæg, hvorfor det bør placeres i nærheden af kedelcentral B-644.

4.3 Energieffektivisering

Det er af flere årsager vigtigt at undersøge, hvilke muligheder der er for energieffektiviseringer i en ejendom, inden man installerer et fjeldvarmesystem.

For det første er omkostningerne for en effektiviserings-indsats ofte lavere per sparet kWh end boring af et tilsvarende længde borehul.

For det andet så bliver systemet ikke bare suboptimeret i økonomisk henseende, men også rent teknisk. Ved en energieffektiviserings-indsats mindsker man ofte også det maksimale effektbehov. Hvis man så allerede tidligere har installeret en varmepumpe, så er der stor risiko for at den er overdimensioneret efter effektiviserings-indsatsen. En overdimensioneret varmepumpe har tendens til at koble til/fra meget ofte, hvilket giver øget slitage og dermed en forkortet levetid.

Denne rapport behandler ikke energieffektivisering på "distributionssiden", d.v.s. energianvendelsen i enkelte bygninger, men som et eksempel kan nævnes, at det ofte er en god idé for den enkelte boligejer først at opgradere sit ventilationssystem med varmegenvinding af fraluften, inden man overvejer en fjeldvarmeinstallation. Teknikken til dette er enten at installere en udsugningsluftvarmepumpe (ventilation med selvtræk og fælles udsugningsluft) eller varmeveksling (ventilation med central tilført luft og udsugningsluft).

Varmegenvinding af ovenstående slags indebærer betydelige energibesparelser, ofte i størrelsesordenen 40-60 %, og bør altid foregå en på et anlæg af geoenergisystem, hvor dette er teknisk muligt.