

Fjernvarme 5.0 – helhetlig utvikling av ny bydel

Halden energisamfunn – fra stasjonsområdet til Fredrikshald Brygge

INNHALDSFORTEGNELSE

1	SAMMENDRAG	3
1.1	Bakgrunn	3
1.2	Gjennomføring	3
1.3	Resultat	3
2	PROSJEKT	5
2.1	Søker	5
2.2	Beskrivelse av omsøkt konseptutredningsprosjekt	6
2.3	Hva er konvensjonell/standard teknologi for et slikt prosjekt?	6
2.4	Mål for konseptutredningen	7
2.5	Samarbeidspartnere	7
3	KONSEPTUTREDNING	8
3.1	Kartlegging	8
3.1.1	Om fjernvarme generelt	8
3.1.2	Utviklingen av fjernvarme	9
3.1.3	Eksisterende fjernvarmeanlegg i Halden	12
3.1.4	Forskrifter og reguleringer for fjernvarme	13
3.1.5	Attraktivitet for fjernvarme i Halden – innspill i den første samlingen	14
3.2	Teknologier og systemer	14
3.2.1	Demoprojekter lavtemperatur fjernvarme	14
3.2.2	Konsentrerte solfangere	15
3.2.3	Potensiale for solfangere i Halden	17
3.2.4	Kaskadeteknologi - ulik varmedistribusjon for ulike bruk i dedikerte sløyfer	17
3.2.5	Gjenvinningssystemer	19
3.2.6	Termisk borehullslager - Grunne, termiske brønner og sesonglagring av varme	20
3.2.7	Energipeler – fundamentering og energisystem sammen	21
3.2.8	Lagerløsninger i vannbasseng – Pit Thermal Energy Storage (PTES)	22
3.2.9	Svart gatebelegg og kjølebehov	24
3.2.10	Ulike varmepumpeteknologier	25
3.3	Konseptskisser	26
3.3.1	Konseptforslag	27
3.3.2	Konseptvariasjoner	29
3.3.3	Kapasitetsberegninger	29
4	OPPSUMMERING	31
5	KOMMUNIKASJON	32

1 SAMMENDRAG

1.1 Bakgrunn

I 2022 ble områder ved jernbanestasjonen i Halden sentrum fristilt til bebyggelse. Nærliggende områder rundt stasjonsområdet er under planlegging for utvikling, med blant annet næringseiendommer, nye leiligheter og offentlige bygg og svømmehall.

I Halden kommunes samfunnsdel til kommuneplanen 2018 – 2050, gis det føringer for arealplanen i forhold til mer kompakt byutvikling, bærekraftig arealpolitikk der fremtidsrettet transport og logistikksystemer har stor prioritet. Kommunen ser at det også er av høy viktighet å utforske muligheter for energi- og varmeløsninger før bygging igangsettes, for å legge til rette for en omforent plan for området i sin helhet.

Et biogassanlegg i tilknytning til det oppgraderte renseanlegget på Refne i Halden var klart i 2018, med etterfølgende utbygging av fjernvarmenettet for oppvarming av rådhuset og nærliggende bygg i 2020. Det er også klargjort infrastruktur til yttergrensen av stasjonsområdet. Halden kommune har i ulike prosjekter utviklet denne fjernvarmeløsningen gjennom flere år og biogassanlegget justeres kontinuerlig for å oppnå god omsetning av varme.

1.2 Gjennomføring

Prosjektet ble gjennomført i tidsrommet september 2022 til oktober 2023. Med Halden kommune har Smart Innovation Norway og COWI utarbeidet det tekniske underlaget. Prosjektet har gjennomført 2 workshoper, 1 fagsamling og hatt 2 studiemøter med innovative prosjekter i naboland, som gjennomføres med prosjektmidler fra EU. Kartlegging av tekniske- og forretningsmessige premisser har vært gjennomført underveis.

Diskusjonene i workshopene bidro til å sette retningen på prosjektstudien ved å ta hensyn til de faktiske behovene, potensialet og de teknologiske mulighetene for å realisere studien. Deltagere fra kommunen, fra andre kommuner med fjernvarmeprosjekter, utbyggere, leverandører av løsninger til infrastruktur for fjernvarme og fornybare energikilder, fjernvarmeleverandører, forskningsinstitusjoner og lokal industri har deltatt i samtaler sammen med prosjektpartnerne for å legge grunnlaget for prosjektet, gi verdifulle innspill og hjelpe med å velge konsepter som det skulle jobbes videre med.

I fagsamlingen ble ulike innovative prosjekter presentert, hvor hovedmålet var opplysning av hva prosjektgruppen hadde fått innsikt i etter den første workshopen, samt flere presentasjoner av flere områder med potensiale. I den avsluttende workshopen ble forslag til et konsept, med variasjoner, presentert og fikk tilbakemeldinger fra ulike interessenter. Denne workshopen var det i hovedsak kommunen, fjernvarmeleverandører og lokale industriaktører og andre som deltok i.

1.3 Resultat

I rapporten er det sett på flere teknologier og konsepter som har resultert i to foreslåtte konsepter for Halden med fokus på det nye stasjonsområdet.

I konseptet presenteres en løsning som utnytter spillvarme fra Norske Skog Saugbrugs med en varmepumpe. Det finnes store mengder termisk energi med relativt høy temperatur som gir gode arbeidsforhold for en varmepumpe. Spillvarmen kan føres i et rør langs nordsiden av Tista og det kan etableres en varmesentral ved stasjonsområdet. Denne kan kobles mot eksisterende fjernvarmenett, og levere både til det nye og eldre området om nødvendig. Fra varmesentralen kan det etableres et tre-rørssystem som forsyner det nye området med varme.

Denne løsningen vil ha god økonomi og er svært miljøvennlig ettersom strømmettet avlastes og spillvarme som i dag er uutnyttet brukes til oppvarmingsformål. Det må etableres spisslast/ back-up i form av el.kjel som sørger for forsyningssikkerhet og unødvendig stor dimensjon på varmepumpe.

Per i dag så er spillvarme fra Norske Skog Saugbrugs tilgjengelig hele året med ca 200 l/s på 30-35 grader. Til forskjell fra tidligere er teknologier tilknyttet lavverdi spillvarme i større grad utviklet videre, som vi har sett piloten i Cool DH, EU-prosjektet med demo i Brunnshög i Lund i Sverige. Ved å fordele risikoen utover i nettet gjennom eksempelvis varmepumpe(r), vil det også gi større sikkerhet i å kunne erstatte lavverdi varmeressurs i fremtiden, et argument som tidligere har forhindret en utbygging av fjernvarmenettet basert på varme fra Saugbrugs.

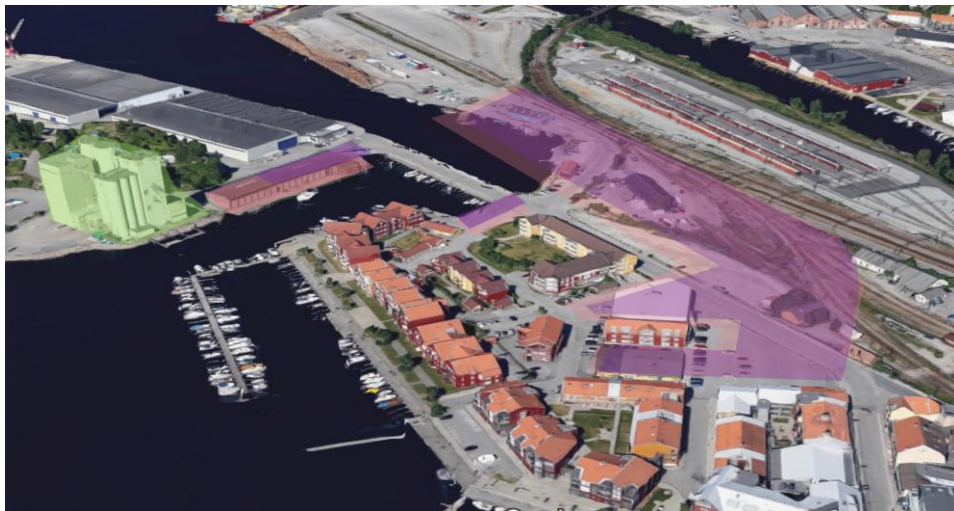
Konseptstudien har gitt oss et startpunkt å jobbe videre med og vi vil fortsette arbeidet med utvikling av fjernvarmenettet i Halden.

2 PROSJEKT

2.1 Søker

Halden kommune er søker og eier av konseptutredningen. Da områdene ved jernbanestasjonen i Halden ble fristilt til bebyggelse etter at planen om et dobbeltspor til Halden ble kansellert, innledet Halden kommune og Bane NOR Eiendom et felles byutviklingsprosjekt for de frigitte arealene ved stasjonsområdet i Halden i 2020. Brorparten av arealene eies av Halden kommune, Bane NOR Eiendom og Bane NOR Drift. Det har vært gjennomført mulighetsstudier, medvirkningsmøter med innbyggere, næringsliv og leverandører av mobilitetsløsninger og arbeidet med reguleringsplan er godt i gang.

Halden kommune skal opparbeide området med vann og avløp, gater, parker, parkering og all nødvendig infrastruktur som kreves for en moderne bydel. Det ligger også inne til vurdering en ny svømmehall her.



Figur 1 Viser oversikt over området for utbygging i den sør-østre delene av Halden sentrum - Stasjonsområdet.

Deler av planområdet benyttes av andre næringsaktører i forbindelse med aktiviteter i havna. Det vil skje forflytninger som innebærer at en rekke av de eksisterende aktørene også må etablere nye bygg.

Kommunens planarbeid skal ferdigstilles i 2024 og utbyggingstakten vil antas å vare rundt 10 år. I 2023 antar kommunen at det vil tilrettelegges for mellom 45 000 til 50 000 m² boliger og næringsbygg, 20 000 m² til publikumsrettede virksomheter, 19 500 m² til parkering og 3 500 m² til svømmehall.

Det er antatt at tilgjengelige takflater vil ligge på rundt 30 000 m² på nye bygg og eksisterende flate bygg (øvre venstre hjørne i tegningen) på Stasjonsområdet.



Figur 2 Et eksempel for hvordan bebyggelsen på Stasjonsområdet kan utformes – dette er under utvikling.

2.2 Beskrivelse av omsøkt konseptutredningsprosjekt

Formålet med konseptutredningen har vært å etablere ett eller flere prosjekter hvor utvikling av stasjonsområdet ses i sammenheng med eksisterende energisystem og videreutvikling av det. Kommunen ønsker derfor å se på en helhetlig løsning for å gi gode energi- og klimagevinster, samt bedre økonomi for alle parter involvert, enn rent individuelle tilnærminger.

Prosjektet har utredet tekniske, forretningsmessige og driftsmessige mulighetene for et nyere fjernvarmesystem for stasjonsområdet. Fokuset var på hvordan lokal produksjon kan erstatte behovet for elektrisk oppvarming slik at en rekke elektriske laster isteden kan overføres til et termisk grid og frigjøre kapasitet både i forhold til el-produksjon og overføringer. En slik løsning kan bidra til mer forutsigbarhet i forhold til økonomi rundt oppvarming og kjøling. Bruk av lokale termiske lager kan balansere dynamikken mellom tilbud og etterspørsel av termisk energi som kan bidra til å jevne effektbehovet også i det termiske nettet.

Halden kommune ønsket vurderinger om et slikt prosjekt vil være et økonomisk, klimamessig og energimessig lønnsomt alternativ for utbyggere av det nye området i Halden, men også for tilsvarende områder andre steder. Videre var det ønskelig å se hvilke deler av et slikt system som kan utvikles i et forskningsmessig lys for utvikling av termisk kompetanse i kommunen og med et fokus på mer helhetlige løsninger.

Konseptutredningen skal gi svar på følgende:

- Fordeler og ulemper ved ulike teknologier som kan inngå i et 5. generasjons fjernvarmesystem eller tilsvarende som kan benyttes på området.
- Definere muligheter for å etablere hovedprosjekt som vil være med å oppfylle den langsiktige målsettingen med fokus på både nybygg, områdeutvikling og energisamfunn.

Halden kommune ønsker i denne utredningen å se hvordan en slik tilnærming vil gi attraktive løsninger for boligutviklere og eiere. Det er ønskelig å ha et holistisk systemperspektiv i dette prosjektet, med en antagelse om at for å få til et samspill mellom ulike behov, ulike teknologier og ulike parter må dette organiseres på et tidlig stadium for å få de beste effektene, både økonomisk og klimamessig.

2.3 Hva er konvensjonell/standard teknologi for et slikt prosjekt?

Fjerdegenerasjons fjernvarme kalles systemene som benyttes og utvikles i dag, de er tilpasset energigjerrige bygg og behovet for smarte varmenett. De viktigste endringene i forhold til tredjegerasjons-systemene er at

energibæreren vann holder så lave temperaturer som 40-50 grader. Dette bidrar både til redusert tap i overføringsnettet, og at det blir enklere å koble inn "svake" nye fornybare energikilder inn på produksjonssiden, for eksempel overskuddsvarme fra bygg, overskuddsvarme fra fjernkjøleanlegget, solvarme, jordvarme og så videre (fjernvarme.no). Til sammenligning benytter et tredjegerasjonssystem vann på typisk 80 grader under trykk som energibærer.

2.4 Mål for konseptutredningen

Konseptutredningen skal bidra til følgende:

- Utrede for konsepter og har 2 konsepter klare, for å evaluere videre mot et realiserbart prosjekt.
- Knytte konsept mot de fysiske forutsetninger og et potensielt prosjekteringsarbeid.

2.5 Samarbeidspartnere

Smart Innovation Norway AS

Smart Innovation Norway og NCE Smart-klyngen startet i 2003 med å være et lokalt energihandelsinitiativ, men har frem til i dag utviklet seg til å bli en viktig nasjonal innovasjonsaktør innen smart energi, smarte byer og digitalisering (intelligent teknologi). I dag består Smart Innovation Norway av seks forretningsområder. Disse er NCE Smart Energi Markets, Cluster for AI, DECOM-klyngen, Venture, Forskning, Kommunikasjon og Smarte byer & samfunn. Samspillet mellom disse utgjør selskapets innovasjonsplattform og danner grunnlaget for suksessen selskapet har hatt de siste årene.

Smart Innovation Norway har deltatt i en rekke forsknings og innovasjonsprosjekter med fokus på fornybar, lokal produksjon basert på klimanøytrale kilder og kontroll/styring av mikronett. Med sin deltagelse i en rekke Horizon 2020 prosjekter har Smart Innovation Norway deltatt i prosjektering, bygging og testing av en rekke innovative, fullskalaløsninger med fornybar energi rettet mot moderne energisamfunn.

Per i dag har Smart Innovation Norway 70+ ansatte, og har kontorlokaler i Halden.

COWI AS

COWI er et av Norges ledende ingeniørselskap innen rådgivning og prosjektering av komplekse funksjonsbygg, effektive transportløsninger, blågrønne løsninger og bærekraftig byutvikling. Basert på verdensledende kompetanse innenfor teknikk, miljø og samfunnsplanlegging, løser COWI utfordringer gjennom et tett samarbeid med kundene sine. Slik skaper de økt verdi for samfunnet, enkeltmenneskene og sine oppdragsgivere – og bidrar til å utvikle bærekraftige og helhetlige løsninger som bringer samfunnet fremover. Som selskap har de 90 års erfaring, og er i dag 6700 ansatte globalt, hvorav 1300 jobber i Norge.

COWI har ved flere anledninger vært involvert i fjernvarmeløsninger for Halden kommune, fra utvidelsen og oppgraderingen av renseanlegget på Refne til ulike analyser av potensialet for fjernvarmebruk i Halden, fram til oktober 2019.

Eiere og utviklere av eiendom på Stasjonsområdet

Det er i dag flere eiere av eiendommer for utviklingsområdet som konseptstudien tar sikte på. Av de største er det Halden kommune og Bane Nor Eiendom, men flere av aktivitetene vil også inkludere andre eiere og boligutviklere i Halden.

Bane NOR Eiendom er en av hovedaktørene rundt eksisterende jernbanestasjon og de har som mål å utvikle velfungerende knutepunkt og serviceanlegg for jernbanen for at flere skal velge å bruke toget, samt å delfinansiere jernbanen. Dette gjøres ved å utvikle og bygge boliger, kontor- og næringsbygg og hoteller på knutepunktene, samt å legge til rette for serveringssteder og butikker.

Bane NOR Eiendom forvalter all jernbaneeiendom i Norge i dag og er resultat av en fusjon av eiendomsselskapet ROM Eiendom, avdelingene Stasjoner og Eiendom i Bane NOR (tidligere Jernbaneverket) samt 35 medarbeidere fra verkstedselskapet Mantena.

3 KONSEPTUTREDNING

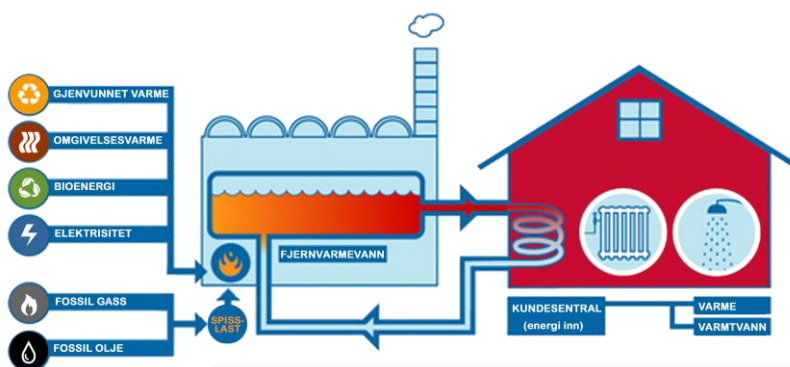
3.1 Kartlegging

Det er gjennomført en kartlegging av eksisterende anlegg, planer og hvilke muligheter som er definert. Forskrifter og reguleringer knyttet til stasjonsområdet med nærliggende områder og infrastruktur i Halden er hensyntatt. Øvrige deltagere i denne fasen er tilknyttet kompetanse på fjernvarme, samt medarbeidere ved eiendom og tekniske fag i Halden kommune. Kartlegging av erfaringer og andre innspill fra utbyggere, prosjekteiere for lignende prosjekter, samt ulike interessenter er oppsummert under

3.1.1 Om fjernvarme generelt

I henhold til SSB er et fjernvarmeanlegg et varmeanlegg som via et rørsystem leverer varme til eksterne kunder fra en varmesentral med dimensjonerende effekt på minst 1 MW. I praksis er det et sentralvarmeanlegg som forsyner en bydel eller flere bygg med energi til varmt tappevann og oppvarming¹. Leverandøren av fjernvarme får betalt for å sende ut vann med varme. Leverandøren benytter ulike metoder for å varme opp vannet, og investerer også i infrastruktur for å sende varmen ut. I Norge har vi et konsesjonsbasert system, som legger til rette for at kundene får tilknytningsplikt – det vil si at dersom et bygg etableres på området for konsesjon må det knyttes til fjernvarmen. Konsesjonen gir en leverandør rett til å etablere og drive et fjernvarmesystem innenfor (ofte) et gitt tidsrom.

Anlegget benytter ulike energikilder, alt fra spillvarme fra industri, spillvarme fra avfallsforbrenning, varmepumper, bioenergi eller annet til oppvarming av vann. Vannet distribueres til næringsbygg, offentlige bygg og boliger gjennom isolerte rør. Rørene ligger i bakken, ofte sammen med annen infrastruktur som vann, avløp og strømkabler, og har et gjennomsnittlig varmetap på rundt fem prosent.

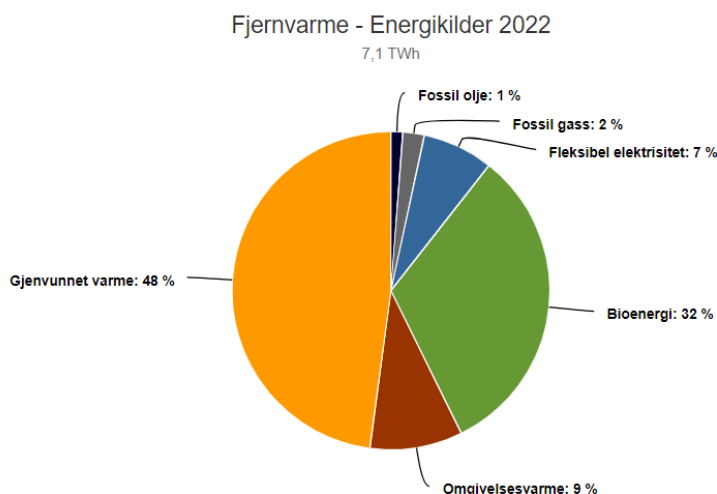


Figur 3 hentet fra www.fjernvarme.no/fakta/fjernvarme. Elektrisitet er også en vanlig kilde for spisselast.

¹ www.fjernvarme.no/fakta/fjernvarme

Kundens varmeanlegg får energien gjennom en varmeveksler som igjen varmer opp væsken i et oppvarmingssystem med eksempelvis radiatorer, gulvvarme eller ventilasjonsanlegg. Varmen kan også brukes til industriproduksjon, snøsmelting eller andre formål som kan dekkes eller drives av varmeenergi. Om sommeren kan også varme brukes til kjøleproduksjon hos kunden i absorpsjonsanlegg (isvann) eller sorptive kjøleanlegg (ventilasjon).

I 2022 ble det til sammen levert 7,1 TWh ut i fjernvarmenett i byer og tettsteder over hele Norge². Det er en nedgang med 4 prosentpoeng fra året før. Fjernvarme er bygget ut eller er under utbygging i 92% av alle byer på mer enn 10 000 innbyggere og har et stort potensial til ytterligere å frigjøre store mengder elektrisk kraft fra oppvarmingssektoren til å fase ut fossile kilder i andre sektorer. I 2022 stod følgende energikilder for varmen:



Figur 4 Oversiktsbilde hentet fra www.fjernkontrollen.no

I dag jobber fjernvarmeleverandører med å etablere grønne oppvarmingsløsninger og eliminere fossil olje og gass i fjernvarme. Gjenvunnet varme (48%) er varme fra industriproduksjon, avfallsforbrenning eller annen økonomisk virksomhet som skaper store mengder restvarme. Utnyttelse av spillvarme fra avfallsforbrenning er riktig, men dessverre er opp mot halvparten av energimengden fra avfall av fossil opprinnelse og kan dermed gi negative utfall i klimaregnskapet for flere fjernvarmeanlegg³.

3.1.2 Utviklingen av fjernvarme

Utviklingen av fjernvarme har gått fra dampbaserte systemer til lavtemperatursystemer og karakteriseres av flere generasjonsskifter. Nedenfor er karakteristikken for de forskjellige generasjonene beskrevet kort. Informasjonen er hentet fra flere kilder^{4,5,6,7}.

Første generasjon fjernvarme ble introdusert i begynnelsen av 1900-tallet med bruk av damp med temperatur opp til 200°C. Dampen ble produsert ved sentrale kraftverk og deretter distribuert gjennom rørledninger til urbane bedrifter og store varmemeforbrukere som sykehus og store leilighetskomplekser. The New York Steam Company,

² Norsk Fjernvarme, www.fjernkontrollen.no

³ A. Førland-Larsen, K. Bramslev & E. Hammer, Nullutslippsbygg – er det mulig? Rapport 01/13, Grønn Byggallianse, s. 43.

⁴ <https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/articles/dhs/district-energy-generations-explained/>

⁵ <https://5gdhc.eu/different-generations-of-dhc/>

⁶ S Buffa, M Cozzini, M D'Antoni, M Baratieri, R Fedrizzi, 5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 104, 2019, Pages 504-522, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.059>.

⁷ H Lund, S Werner, R Wiltshire, S Svendsen, J E Thorsen, F Hvelplund, B V Mathiesen, 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems, Energy, Volume 68, 2014, Pages 1-11, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089>.

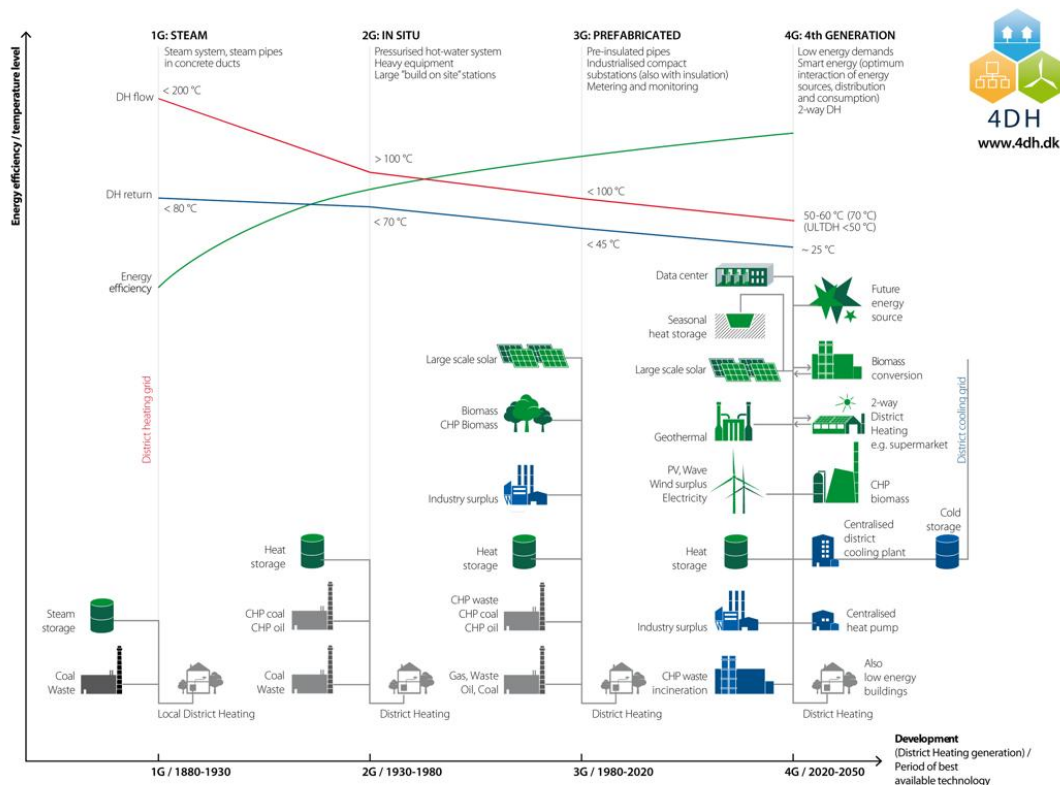
som ble etablert på slutten av 1800-tallet installerte et av de første kommersielle fjernvarmesystemene. Det dampbaserte fjernvarmesystemet i New York er fortsatt i bruk.

Andre generasjon fjernvarme representerte en betydelig utvikling fra første generasjon ved å introdusere vannbårne varmesystemer i stedet for damp. Vann med temperaturer over 100°C ble brukt for å transportere varme. Denne teknologien tillot mer effektiv varmeoverføring og reduserte energitapet sammenlignet med dampsystemer. Kombinerte varme- og kraftverk ble brukt for mer effektiv utnyttelse av energiresurser som fossile brensel.

Tredje generasjon fjernvarme bygger videre på 2. generasjon men med temperaturer under 100°C. Lavere temperatur gir mindre varmetap og reduserte kostnader for materialer og isolasjon. Utstrakt bruk av prefabrikkerte elementer har i tillegg senket installasjonskostnadene. Mesteparten av fjernvarmesystemer i bruk i dag bygger på 3. generasjonsteknikk.

Fjerde generasjon fjernvarme er under utvikling mot stadig lavere temperaturer drevet av et ønske om reduserte investerings- og oppvarmingskostnader, samt mindre plassbehov for utstyr. Fjerde generasjonssystemer kalles også lavtemperatur fjernvarmesystemer (LTDH) der målet er å ha laveste mulige temperatur for direkte oppvarming av bygninger og varmtvann. Miljøhensyn, økt energieffektivitet og lengre levetid har også vært viktige faktorer som har påvirket utviklingen. Det er større fokus på det integrerte energisystemet, inkludert bygninger, og integrasjon av lavkvalitets, variabel fornybar energi og overskuddsvarme.⁸

Figur 5 viser et skjematisk bilde over forskjellene i temperaturområder, effektivitet, varmekilder og anvendelsesområder for 1. til 4. generasjons fjernvarme.

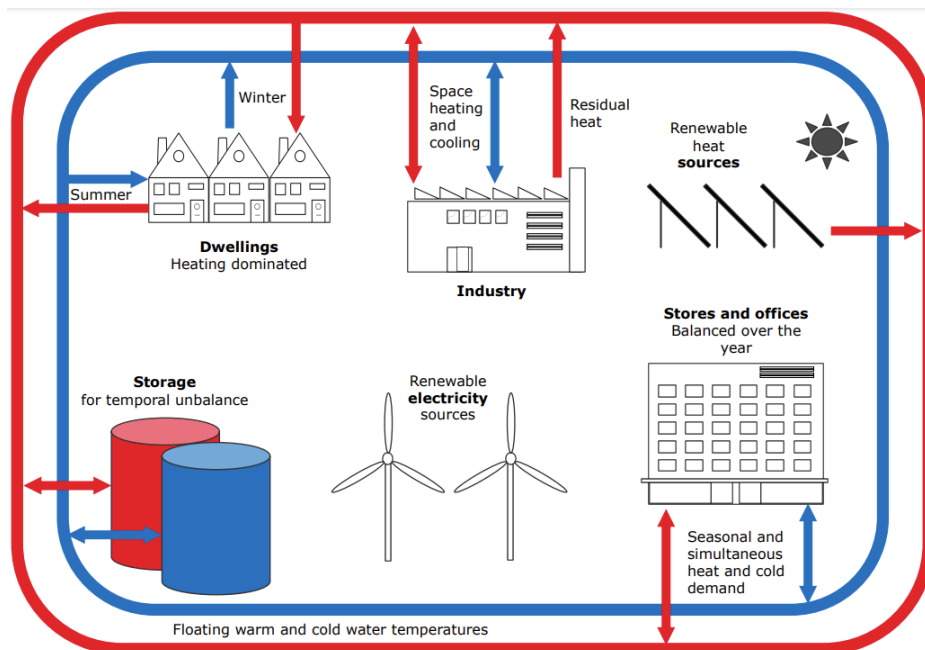


Figur 5 Sammenligning av anvendelser og temperaturområder for 1. til 4. generasjons fjernvarme.⁹

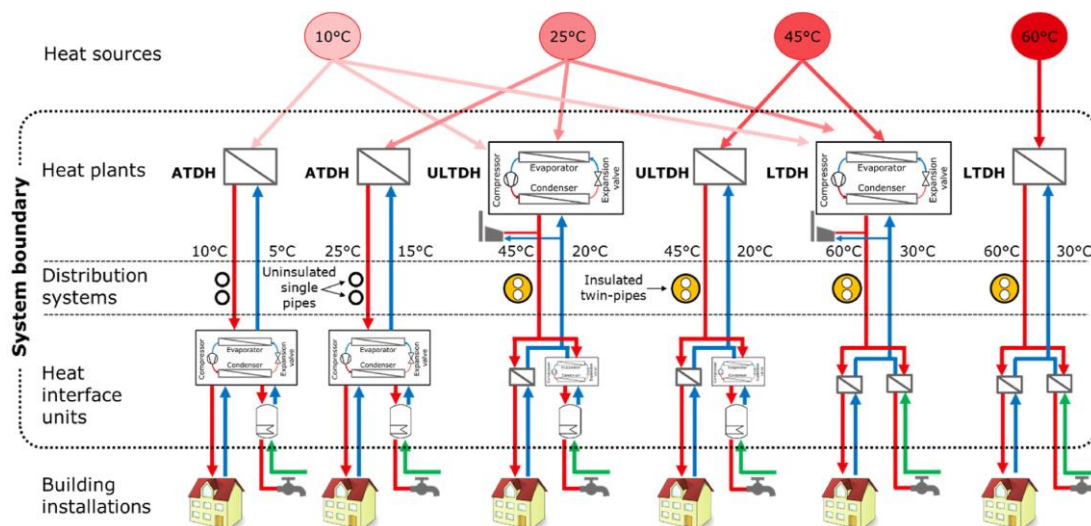
⁸ <https://assets.danfoss.com/documents/57293/BE343939535432en-010101.pdf>

⁹ <https://www.4dh.eu/> (Thorsen, J. E., Lund, H., & Mathiesen, B. V. (2018). Udvikling af fjernvarme – 1. til 4. generation)

Femte generasjons fjernvarme- og fjernkjølingssystemer (5GDHC) er på konseptstadiet og kjennetegnes ved desentraliserte, todimensjonale nettverk med temperaturer nær omgivelsestemperatur som bruker direkte utveksling av varme og kalde returstrømmer samt termisk lagring for å balansere termisk etterspørsel så mye som mulig. 5GDHC gir en måte å inkorporere lavtemperatur fornybare varmekilder, inkludert grunne geotermiske energikilder, samt redusere total etterspørsel ved å utnytte generert varme fra kjøling og generert kulde fra oppvarming. Fjernvarmen fungerer som en varmekilde for varmepumper hos forbrukerne istedenfor direkte varmevekslere. Prinsipielt sett er 5GDHC-systemer også definert av et betydelig antall sluttbrukere som både er varme- og kuldebrukere og leverandører, prosumenter, i det samme nettverket.



Figur 6 Viser konseptskisse av et 5. generasjons fjernvarmesystem.¹⁰



Figur 7 Konseptskisse som viser temperaturer og behov for utstyr for 4. generasjon (LTDH) og 5. generasjon (ULTDH og ATDH) fjernvarmesystemer.¹¹

¹⁰ Boesten, S., Ivens, W., Dekker, S. C., and Eijdens, H.: 5th generation district heating and cooling systems as a solution for renewable urban thermal energy supply, Adv. Geosci., 49, 129–136, <https://doi.org/10.5194/adgeo-49-129-2019>, 2019

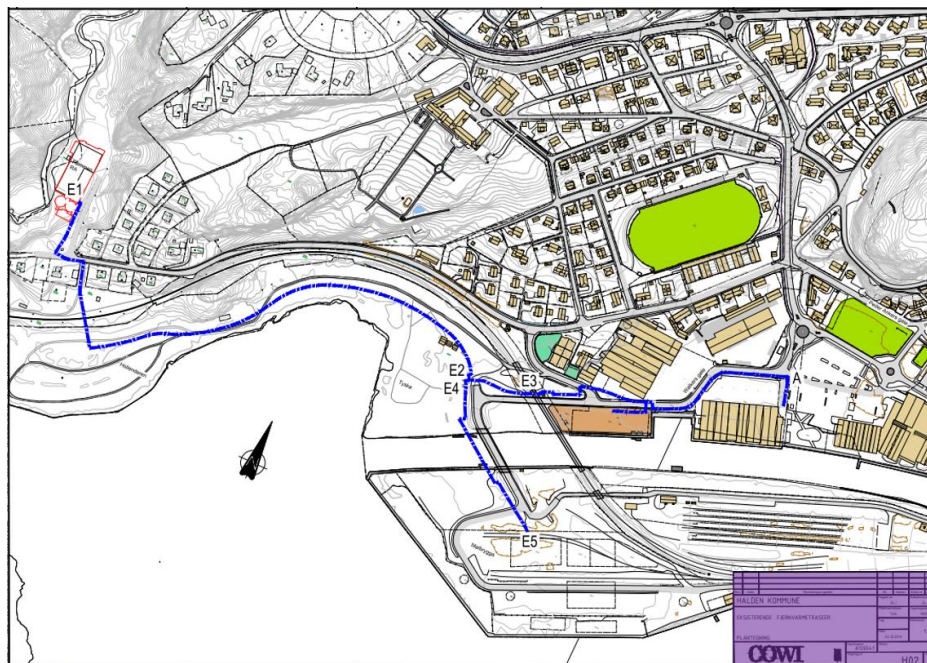
¹¹ O Gudmundsson, R R Schmidt, A Dyrelund, J E Thorsen, Economic comparison of 4GDH and 5GDH systems – Using a case study, Energy, Volume 238, Part A, 2022,121613, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121613>.

3.1.3 Eksisterende fjernvarmeanlegg i Halden

3.1.3.1 Remmen renseanlegg

Remmen renseanlegg ble ombygget og utvidet til å håndtere en mengde på 42 000 PE med ferdigstilling våren 2018. Anlegget inkluderer et eget biogassanlegg som behandler avløpsslam og produserer biogass. Biogassen produserer både elektrisitet og varme i en gassturbin. Energi som ikke utnyttes internt på renseanlegget kan i tillegg til energien i det rensede avløpsvannet utnyttes eksternt via et fjernvarmenett. Deler av fjernvarmenettet er allerede lagt, og det forsyner kommunale bygg i sentrum. Se Tabell 1 på side 27.

I 2021 leverte anlegget på Refne ca. 800 000 kWh ut til fjernvarmenettet. Ved optimal drift antas det at anlegget kan levere 1 MW effekt.



Figur 8 viser oversikt over eksisterende fjernvarmenett.

Fiolett område i nedre høyre hjørne er stasjonsområdet.

På grunn av plassbegrensning og en begrensning i overføringskapasitet er det ikke mulig å utnytte muligheten for å øke kapasiteten til renseanlegget. Potensialet for effektleveranse fra avløpsvannet er på 3,5 MW dersom den dimensjonerte mengden avløpsvann i anlegget (42 000 PE) kunne vært utnyttet.

Beregnet maksimal overføring på eksisterende ledning fra Remmen RA er 2,8 MW, basert på en temperaturdifferanse på 20°C¹².

3.1.3.2 Norske Skog Saugbrugs

Saugbrugs er en stor industribedrift i Halden av magasinpapir og andre leveranser med vekt på innovativ bruk av trefiber. I tilknytning til sitt renseanlegg, har Saugbrugs et biogassanlegg til 150 millioner kroner, som stod ferdig i 2017. Med spillvarmen forsyner Saugbrugs den videregående skolen i Halden, Porsnes, med oppvarming av Porsnes VGS sine 2 større bygg i nærområdet til Saugbrugs.

Saugbrugs har minimum 10 MW damp fra biokjelen i overskudd, og mer enn 98% av tiden er dette tilgjengelig. Resterende tid er elektrokjeler med høy kapasitet normalt tilegnelige. Videre finnes det varmere prosessvann tilgjengelig som kan utnyttes for varmeveksling i område opp mot 10-15 MW og en temperatur i området opp mot 50-70 grader. I tillegg finnes det tilgjengelig varme i avløpsvann i en mengde på ca 200 l/s på 30-35 grader utgående rensed avløpsvann som går til Tista, elven som går ut i Iddefjorden. Det finnes også høyverdi termisk

¹² COWI, 2019, Potensielle energikilder til et fjernvarmeanlegg i Halden sentrum, Prosjektnotat på oppdrag for Halden kommune, s. 4.

energi i røykgass fra fyrhus/biokjel på 5-10MW, men å utnytte den energien krever en stor investering i røykgasskondensering. Potensialet fra disse kildene er tidligere beregnet til å være 25 MW.¹³

3.1.4 Forskrifter og reguleringer for fjernvarme

I Norge benytter vi fjernvarmekonsesjon, som er en tillatelse til å bygge og drive et større fjernvarmeanlegg. Det er vurdert som samfunnsmessig gunstig og har definerte rammer etter energilovforskriften § 5-1. Konsesjonsplikt for fjernvarmeanlegg. Et konsesjonspliktig fjernvarmeanlegg er et anlegg med ytelse over 10 MW og hvor varmen selges, men anlegg med lavere ytelse kan konsesjonsbehandles i de tilfeller der eieren ønsker dette for å oppnå tilknytningsplikt etter plan- og bygningsloven § 27-5.

Konsesjon er en forutsetning for å pålegge tilknytningsplikt og innebærer at ulike vilkår i energiloven må oppfylles. Konsesjonen avgjør plassering av varmesentraler der det defineres installert effekt, hovedrørnett og yttergrense for konsesjonsområdet. Øvrige rørnett kan bygges i avtale med grunneier og etter dialog med kommunen.

Det er i dag Norges Vassdrag og Energidirektorat (NVE) som behandler konsesjon, klager på pris, veiledning, utredninger og rådgiving til Olje og energidepartementet; «Enhver som er pålagt å tilknytte seg fjernvarmeanlegg etter plan- og bygningsloven § 27-5, har rett til å klage til konsesjonsmyndigheten NVE over priser og andre leveringsvilkår.

I dag styres prisen for fjernvarme av prisen for oppvarming i forsyningsområdet i.h.h. til Energiloven § 5-5; «Vederlag for fjernvarme kan beregnes i form av tilknytningsavgift, fast årlig avgift og pris forbruk av varme. Prisen for fjernvarme skal ikke overstige prisen for elektrisk oppvarming i vedkommende forsyningsområde.» Dette er fra 1986, og konsesjonsmyndigheten, NVE, har utarbeidet, ved hjelp av analyseselskapet Vista Analyse, et nytt forslag for prissetting av fjernvarme og forvaltningspraksis for behandling av klager i tilknytning til dette, i rapport 2022/37.

I 1986 var den én pris for elektrisitet, i dag har vi eksempelvis spotpris, påslag på spotpris, forbruksavgift, Enova-avgift, nettleie energiledd, nettleie effektledd og nettleie kapasitetsledd. Det er også uklarheter om hvordan fjernvarmetariffen skal utformes, hvor stor tilknytningsavgiften kan være, hvor stort fastleddet skal være og hvordan ulik bruk av fjernvarmen skal prises. Sammenligning av priser er også utfordrende når det er effekttariffer på strøm og fastledd i nettleie.

Forhold som vil være med å påvirke en ny prisstruktur, er at det ikke må true overlevelsen til eksisterende og konkurransedyktige fjernvarmeleverandører. Videre må det ikke forhindre samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer i økt kapasitet. Men en for høy pris kan føre til at kunder velger bort fjernvarme, også der fjernvarme er det beste alternativet.

Fjernvarmeanleggene er naturlige monopoler, men som i tillegg har innlåsnings effekter og tilknytningsplikt. Det er foreslått flere kandidater til reguleringsmodeller, og det er ingen modell uten svakheter. Erfaringer fra utlandet gir dessverre ikke klare holdepunkter for hva som fungerer best i Norge. Det vil fortsatt anbefales et pristak, men med forenklinger og kraftig redimensjonering.

Pristaket er foreslått at det skal forankres i kraftprisen, da med effektfaktorer som er mer aktuelle, som varmepumpeløsninger. NVE's forslag til ny prisregulering har fått i underkant av 70 innspill og det arbeides nå for å få klart en anbefaling om hvordan fjernvarmeprisen bør reguleres. Denne anbefaling oversendes til Olje og energidepartementet innen utgangen av 2023, senest tidlig i 2024 som vil vurdere hvordan det skal jobbes med videre.

¹³ COWI, 2019, Potensielle energikilder til et fjernvarmeanlegg i Halden sentrum, Prosjektnotat på oppdrag for Halden kommune, s. 4.

3.1.5 Attraktivitet for fjernvarme i Halden – innspill i den første samlingen

I den første samlingen om temaet kom det opp flere nyttige innspill for prosessen videre. Diskusjonsdelen av samlingen var delt opp i 3 temaer, og følgende vises hovedpunktene som ble diskutert. Mer utfyllende innhold at diskusjonen finnes avslutningsvis.

1. «Økonomisk bæreevne og driver av utvikling for entreprenører?»

- Viktigheten av økonomisk bæreevne som driver for entreprenører, varmepumpe mer aktuelt i dag.
- Nødvendigheten av spillvarme og effektiv bruk av varmeressurser.
- Diskusjon om tilknytningsplikt kontra konkurranse og lønnsomhet ift varmepumper.
- Vurdering av fjernvarmesystemets fleksibilitet og muligheten for ulike temperaturnivåer.
- Potensialet i å utnytte avfall som en ressurs i fjernvarmeproduksjon.

2. «Varme på returen – liten nytte og betalingsforpliktelse?»

- Eksempler fra lokasjonen, som Østfoldkorns behov for kjøling av korn.
- Utfordringer og muligheter knyttet til geotermisk energi, herunder temperaturbehov og bruksområder.
- Blanding av eldre og nyere bygg med ulike temperaturbehov.
- Konseptet med å bruke bassenger som varmemagasin.

3. «Reguleringer for bruk og forbruk»

- Fokus på reguleringer og behovet for å forstå fordeler og ulemper ved fjernvarme kontra desentraliserte løsninger.
- Diskusjon om tilknytningspliktens rolle og nødvendigheten av å revurdere prismodeller og type bygg.
- Teknologiske aspekter, inkludert intelligent styring av varmeleveranser med ulike temperaturer.
- Behovet for å tilpasse reguleringene til dagens høyere energipriser og nye teknologiske muligheter.
- Spørsmål om lagringskapasitet for varme, herunder muligheten for termoslignende prinsipper.

Innspillene og diskusjonene ga føringer for hvilke løsninger prosjektet kunne gi og er videre hensyntatt i prosjektarbeidet.

3.2 Teknologier og systemer

Teknologier, systemer og alternativer driftsformer knyttet til fjernvarme og vilkårene for dette med hensyn på fokusområde er lagt opp til evaluering her. Etter runden med kartlegging var det noen teknologier som ble prioritert før andre mhp søknaden. Opprinnelig ønsket vi også å se nærmere på eksempelvis PCM og fasebasert lagring ved hjelp av materialer som omdanner seg innenfor et gitt temperaturområde og Seebeck-teknologi, hvor elektrisitet utvinnes gjennom temperaturendringer. Dessverre resulterte begrensningen i tid at vi måtte prioritere de teknologiene som vi så umiddelbare bruksområder i, og PCM lagring og Seebeck-teknologi er derfor ikke evaluert i denne omgang.

Følgende teknologier og systemer ble valgt ut ifra muligheter geografisk og mengdemessig, samt tilgjengelighet.

3.2.1 Demoprojekter lavtemperatur fjernvarme

Basert på de ulike innspillene og prosjektbeskrivelsen for øvrig ble 2 prosjekter studert. I EU- prosjektet «Cool DH», 2017 – 2022, ble lav-temperatur systemer undersøkt med to piloter¹⁴. Disse pilotene var lokalisert i

¹⁴ <https://www.cooldh.eu/>

henholdsvis Brunnshög, Lund i Sverige og Høje Taastrup, København i Danmark. Begge prosjektene var innovative med innhold som var ønskelig å undersøke i konseptutredningen og er beskrevet under 3.2.5.1 og i 3.2.8.1.

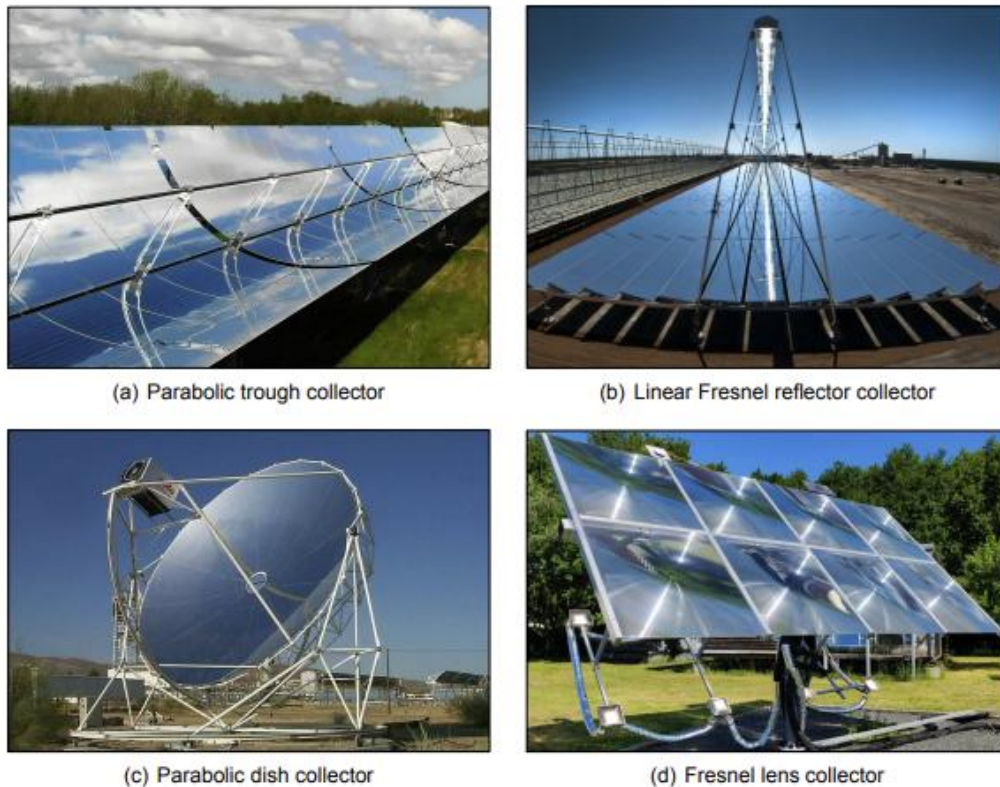
3.2.2 Konsentrerte solfangere

På verdensbasis er det ved utgangen av 2022 installert 571 storskala termiske solparker med en installert årlig kapasitet på 2148 MWth. Den største anvendelser for termiske solparker er fjernvarmeproduksjon. Den første termiske solparken for fjernvarme ble bygget i Sverige i slutten av 1970-tallet. Verdens største park ligger i Silkeborg Danmark med en installert kapasitet på 110 MW fra 156 000 m² med solfangere. Sammen med et korttids termisk lager forsyner anlegget ca. 20% av årsbehovet til Silkeborgs fjernvarmenett. Danmark er verdensledende på solfangere for fjernvarme og hadde i 2020 ca. 125 systemer installert.

De fleste systemer i Danmark og resten av Europa er basert på platekollektorer. De er kostnadseffektive og pålitelige i bruk, men begrenses av at effektiviteten faller ved temperaturer høyere enn 100 °C.

Nylige innovasjoner innen termisk solkraft for fjernvarme har i hovedsak fokusert på konsentrerte solkollektorer. I motsetning til platekollektorer reduseres ikke effektiviteten til konsentrerte solkollektorer betydelig ved høyere temperaturer. Konsentrerte solkollektorer kan derfor effektivt generere varme med middels og høy temperatur, også til industrielle anvendelser.

Flere selskaper har utviklet konsentrerte solfangere skreddersydd for fjernvarme, inkludert parabolske rørkollektorer (for eksempel Aalborg CSP, Absolicon, ScandiMir og Helioclim), parabolske diskkollektorer (for eksempel PolyCSP) og Fresnel-linsekollektorer (for eksempel Heliac). De fleste innovasjonene har fokusert på nye produksjonsmetoder som reduserer produksjonskostnadene, som i dag er den viktigste begrensende faktoren. Noen forskjellige typer kan ses i **Feil! Fant ikke referansekilden.** nedenfor.



Figur 9 Hovedtyper av konsentrerte solfangere. Bilder fra (a) og (d) Adam R. Jensen, (b) U.S. Department of Energy, (c) Lums3 via Wikimedia Commons. Hentet fra Jensen, A. R. (2022). Concentrating Solar Collectors for District Heating Applications. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering. <https://doi.org/10.11581/dtu.00000233>¹⁵

Den vanligste konsentrerte solfangeren er parabolske rørkollektorer (PTC) som fokuserer innstrålingen til et kollektorrør i midten som inneholder en sirkulerende væske. Hele anlegget beveger seg rundt en akse for å følge solinnstrålingen.

Linjære Fresnel reflektorer (LFR) bruker rekker med flate reflektorer med forskjellige vinkler som konsentrerer innstrålingen på en fast mottaker. De har noe lavere virkningsgrad enn PTC men er til gjengjeld noe rimeligere å produsere.

Til forskjell fra de andre typene bruker Fresnel linskollektorer (FLC) refraksjon for å konsentrere solinnstrålingen som går gjennom linsen. De bruker mange små linser som hver bryter lyset til et enkelt fokuspunkt på baksiden. Denne typen solfanger er ikke avhengig av dyre, presisjonslagde reflektorer, men heller på linser laget av rimelig polymerfolie som påføres baksiden av en glassplate. Siden polymerfolien kan produseres ved hjelp av kommersielle rull-til-rull-prosesser, har FLC potensial til å bli produsert til mye lavere kostnader enn tradisjonelle solfangere. En ekstra fordel med Fresnel-linsekollektorer er at de er lette. Den nåværende versjonen av solfangeren fra Heliac er designet for direkte levering av distriktsoppvarming.

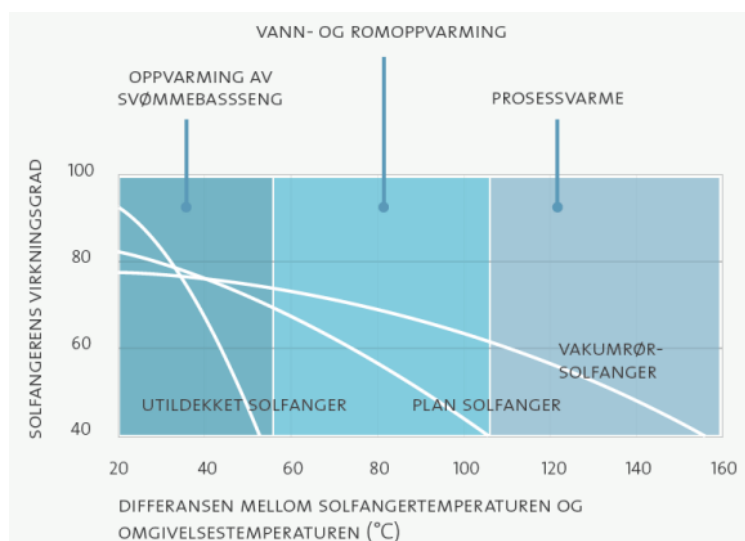
Heliacs Fresnel-teknologi bruker 8 paneler per fundament og følger soleninnstrålingen med et to-akslet trackingsystem. Fundamentene er bakkemontert og designet for et lavt behov av markpreparering. Hvert panel har linser som kan konsentrere solinnstrålingen opp til 70 ganger. Anleggene kan settes opp til å forsyne både fjernvarme og industriell prosessvarme opp til 300 °C. Til nå er det satt opp to solparker med Heliacs teknologi i Danmark. Det første i Lendemarke ble installert i 2020. Det har en kapasitet på 1,5 MW fra 144 paneler over et område på 10 000 m². Det forsyner et fjernvarmenettverk med temperatur på 95 °C. Det andre prosjektet i

¹⁵ https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/294124016/PhD_thesis_Adam_Rasmus_Jensen.pdf

Hørsholm har en kapasitet på 1,6 MW, 144 paneler, 8 000 m² er integrert med avfalls- og biomasseforbrenning for å levere varme året rundt.

3.2.3 Potensiale for solfangere i Halden.

Årlig solinnstråling ca. 1100 kWh/m² i sørlige deler av Norge med store variasjoner i løpet av året¹⁶. I juli er solinnstrålingen rundt 5.5 kWh/m² dag mens den i januar er rundt 0.35 kWh/m²dag, dvs. kun 15% av sommerinnstrålingen. Virkningsgraden til en termisk solfanger avhenger av temperaturredifferansen mellom solfangertemperatur og omgivelsestemperatur og varierer typisk mellom 40 – 80% av solinnstrålingen¹⁷, se Figur 10.



Figur 10 Viser virkningsgrad for forskjellige solfangere som funksjon av differansetemperaturen mellom solfangeren og omgivelsestemperaturen.

Årlig produksjon fra solfangere i Halden vil være et sted mellom 300-500 kWh/m². Dette gir et teknisk potensial på mellom 9-15 GWh per år hvis tilgjengelige takflater (ca. 30 000 m²) på stasjonsområdet dekkes med solfangere. Varmeproduksjonen vil være ujevnt fordelt over året med mest sommerstid. Om all produksjon skal benyttes må det kombineres med en lagringsløsning eller en kunde med høyt varmebehov hele året.

Konsentrerte solfangere settes normalt opp på mark og ikke på takflater. Det er lite sentrumsnære områder som vil egne seg til en solfangerpark. Det må ses på områder utenfor sentrum og bør legges i tilknytning til industri som vil ha bruk for termisk energi av en høyere temperatur.

3.2.4 Kaskadeteknologi - ulik varmedistribusjon for ulike bruk i dedikerte sløyfer

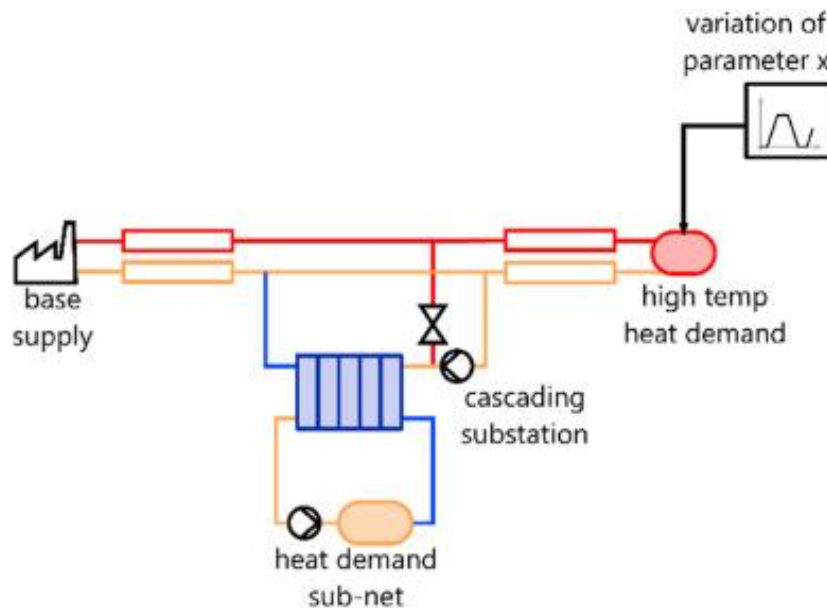
Kaskadeteknologi betyr rent praktisk at en varmbærer som f.eks. fjernvarmevann kan benyttes flere ganger i en vannsirkulasjonskrets. Høytemperert systemvann kan overføre varme i et forbrukerledd som er avhengig av høy systemtemperatur, hvor det avkjølte returvannet deretter kan overføre varme på nytt i et annet forbrukerledd, som ikke er avhengig av like høy temperatur. Med flere trinn på varmeoverføring vil temperaturforskjellen mellom tur og returtemperatur til en varmesentral være høy.

Figur 11 Illustrasjon av kaskadeteknologiiser hvordan hovedleveransen av varme, f. eks fjernvarmesentralen leverer til en konsument med behov for høy temperatur. Retursløyfen veksles mot en konsument med lavere temperaturbehov. Dette kan typisk være en blanding av eldre og nyere bygg hvor det eldre har høytemperert

¹⁶ https://publikasjoner.nve.no/oppdragsrapportA/2008/oppdragsrapportA2008_10.pdf

¹⁷ https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/sb_prosjektrapport_22.pdf

varmesystem, mens det nyere har lavtemperert. Dersom temperaturen fra returen er for lav, kan tursløyfen supplere for å heve temperaturen. Med dette kaskadeprinsippet vil returtemperaturen til fjernvarmesentralen minke.



Figur 11 Illustrasjon av kaskadeteknologi¹⁸

Det finnes flere fordeler med kaskadeløsninger:

- Effektkapasiteten i et fjernvarmenett blir dobbelt så høy når temperaturforskjellen doubles
- Temperaturbetingelsene forbedrer betingelsene og virkningsgraden for varmeproduksjon
- Lav systemtemperatur tilgjengeliggjør gjenvinning mot spillvarme som ofte har lav temperatur, og gjenvinningsgraden økes
- Fleksibel systemtemperatur tilrettelegger for bedre utnyttelse av fornybare løsninger som f. eks sol eller termiske lagre
- Muliggjør intelligent ventilsystem - styre varmepumper og væskeflyten for å ivareta oppvarming og kjøling

Eksempelvis har Bekkelaget renseanlegg som ble driftsatt i 2020-2021 et varmesystem med flere tilpasninger med kaskadeløsninger for både varmeproduksjon og varmekonsum. I dette systemet går varmt systemvann på 70 °C til et forholdsvis gammelt ventilasjonsanlegg (og til en administrasjonsbygning) som er høytemperaturbasert. Vannet avkjøles i varmeavgivelsen til 45-50 °C og ledes videre til et nyinstallert lavtemperaturbasert ventilasjonssystem som returnerer 30-35 °C systemvann. Samme prinsipp kan benyttes i moderne bygg som har lavtemperatur gulvvarmesystem, men som også bruker høytemperaturvann til produksjon av varmt forbruksvann.

For kaskadeprinsipp for varmeproduksjon utnyttes en akkumulatortank som lagrer opp lavtemperert systemvann fra både brukt systemvann som har avgitt varme med en returtemperatur på 35 °C, men også fra bl.a. forskjellige lavtemperaturvarmekilder som hever systemvanntemperaturen fra ca. 35 °C til 45-50 °C. Systemvannet distribueres deretter videre til en elkjel som har høy temperaturkapasitet, i dette tilfellet ca. 70 °C, og elkjelen suppleres med både høytemperaturbaserte varmepumper og gassfyrkjeler. Vannet går deretter videre til varmekonsumere.

¹⁸ A. Volkova, S. Reuter et al., 2019, Cascade sub-low temperature district heating networks in existing district heating systems, webside <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666955222000028?via%3Dihub>

Kaskadekonseptet kan spare dels flere km med rør ved at løpemeter med returrør kan reduseres. Den høyere temperaturforskjellen som oppnås fører også til at rørdimensjonene kan reduseres. God utnyttelse av systemet fører til at konsumenter avhengig av høy temperatur vil være koblet til starten av sløyfen og at f. eks konsumenter som utnytter varmepumpe kan utnytte lavere temperaturer på returen. På denne måten kan varmesentralen motta en lavere returtemperatur.

Byggene i sentrum som tilføres varme fra renseanlegget i Halden i dag får varme på gjennomsnittlig t/r på 60/ 40 grader fra Remmendalen renseanlegg. Returvarmen til renseanlegget er ofte for høy da ikke byggene klarer å utnytte nok av varmen. Varmevekslerne i byggene har nylig blitt byttet for å få ut mer varme, men det vil mest sannsynlig være kapasitet til å levere varme til flere bygg på returen og dermed oppnå høyere differanse i returtemperaturen.

3.2.5 Gjenvinningssystemer

Forskjellige gjenvinnerløsninger kan utnyttes for eget internt varmekorbruk, men også til eksternt forbruk i fjernvarmenettet. Det avhenger av virksomheten som gir opphav til den spillvarme som skal utnyttes og om mengdene er store nok til at varmegjenvinning kan tilbakeføres inn i fjernvarmesystem. Varigheten, dvs. variasjonene på spillvarmekildene, analyseres på dels døgn, uke og særlig sesongsvariasjoner gjennom året. Temperaturforholdene påvirker også måten varmen gjenvinnes; om varmen kan benyttes direkte eller om temperaturen må heves til brukbare nivåer ved hjelp av f.eks. varmepumpe.

Eksempelvis kan varmegjenvinning fra et svømmeanlegg bidra til et mer energieffektivt varmesystem. En gråvannsgjenvinner, som gjenvinner varme fra dusj og bassenger, kan utnyttes til forvarming av tappevann. Ettersom temperaturen fra disse er relativt høy, vil en eventuelt tilknyttet varmepumpe ha en svært god effektfaktor (COP - coefficient of performance), altså hvor mye varmeeffekt varmepumpen gir, i forhold til hvor mye elektrisk effekt den tilføres.

Et annet eksempel er gjenvinning fra varme luftavtrekk eller gasser. Typisk ovnsavtrekk fra bakerier, eller fra større systemer, som høytemperert prosessluft som må kjøles. Varmegjenvinningsgraden er sterkt avhengig av en lav systemtemperatur som gir høy kjøleevne. På eksempelvis Bekkelaget renseanlegg kan 1 MW varme gjenvinnes ved å kjøle ned 150 °C varm prosessluft til 50 °C.

Ofte kan ikke en lavverdi spillvarme utnyttes direkte. Isteden kreves en varmepumpe som hever temperaturer til brukbare temperaturnivåer jf. kap.2.3. Om varmekilden er jevn og har en forholdsvis høy temperatur kan en varmepumpe gi meget gode effektivitetsmål.

3.2.5.1 Pilotprosjekt med lavverdi spillvarme

Cool DH er et EU-prosjekt med demo i Brunshög i Lund i Sverige. Der skal de bygge ut et nytt område planlagt for ca. 40 000 innbyggere (1500 i dag). Fjernvarmesystemet som bygges ut i området benytter spillvarme fra, og leverer fjernkjøling til, to store forskningslaboratorier, MAX IV og ESS. MAX IV har ca. 30 GWh/år tilgjengelig spillvarme og ESS, når det er fullt utbygget, vil ha ca. 160 GWh/år. Kapasiteten fra MAX IV er rundt 6 MW. Når begge anleggene er ferdig utviklet, er den estimerte kapasiteten 40 MW levert varme og behovet for kjøling 29 MW. Temperaturen til spillvarmen er rundt 45°C og økes med varmepumper til 65°C som brukes i fjernvarmenettet. Temperaturen er valgt for å unngå legionellaproblemer.

I prosjektet har det blitt utviklet nye plastrør (PE-RT, Poly Ethylene Raised Temperatures). Rørereene er brukt i distribusjonsdelen ut mot kunder og har en diameter på 110-120 cm. Fordelen med bruk av plastrør er at det gir lavere installasjonskostnader gjennom enklere transport, mindre graving og ikke behov for sveising for å nevne noe. For større dimensjoner brukes konvensjonelle stålrør.

Fjernvarmen er driftet av Kraftringen Energi AB som er et kommunalt eid foretak. Prismodellen til slutt kunder baserer seg på returtemperaturen. Det er en oppkoblingsavgift, men ellers kun betaling for brukt energi. Energiavgiften er som lavest ved returtemperatur under 25°C og øker til maksimum ved returtemperatur over 50°C. Det er frivillig tilkobling til fjernvarme og Kraftringen må tilby gunstige betingelser for å være konkurransedyktig. Fjernvarmesystemet i Brunnsnäs er sammenkoblet med fjernvarmenettene i Helsingborg og Malmö, noe som gjør at også produsenter av varme må konkurrere for å levere den mest konkurransedyktige varmen til fjernvarmen.

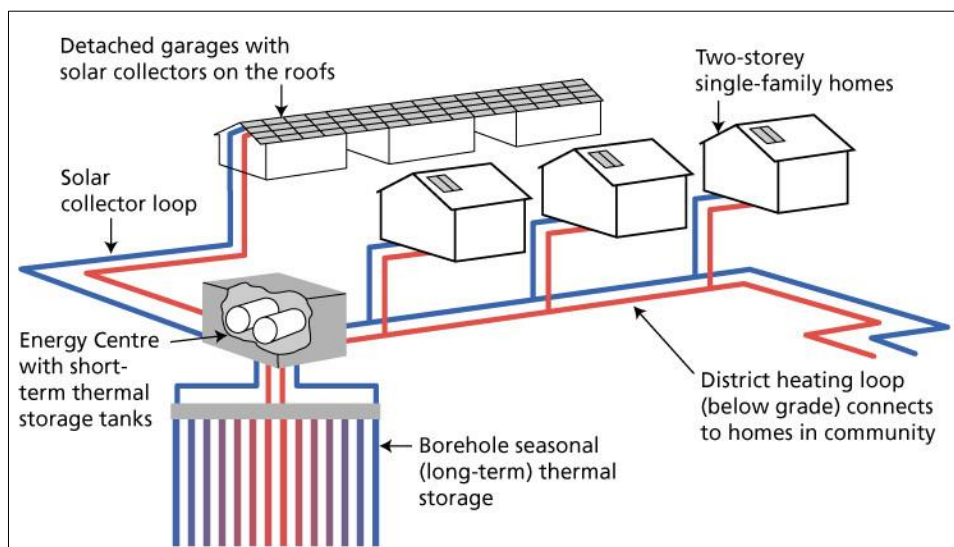
3.2.6 Termisk borehullslager - Grunne, termiske brønner og sesonglagring av varme

I Norge er det vanlig å benytte grunnvarme i kombinasjon med varmepumpe, enten i form av bergvarme eller varmesløyfer i jordoverflaten. Varmepumpa henter ut energi fra bakken gjennom energibrønner i berggrunn eller gjennom rørsøyfer i jordoverflaten. Der det benyttes energibrønner vil temperaturen i grunnen synke noe de første driftsårene, men etter hvert stabilisere seg på en temperatur som kan utnyttes av varmepumpa. Flere anlegg er konstruert på en slik måte at varme kan tilbakeføres i sommerhalvåret, noe som bidrar til å senke nedkjølingshastigheten og øke effektiviteten til varmepumpa.

Energibrønner kan også benyttes for å etablere termiske lagre, både som kortidslager for å balansere ulike prosumenter i et energinettverk eller som sesonglager der varme lagres fra sommer til vinter. Overskuddsvarmen som transporteres til grunnen hentes ut i perioder med stort varmebehov. På denne måten bidrar lageret til å balansere tilbud og etterspørsel av energi, samt å jevne ut effektbehovet i det termiske nettet.

Et termisk lager er en type varmelager der energi lagres ved å heve temperaturen i et materiale, eksempelvis betong, berggrunn, løsmasser, vann eller lignende. Mengden energi som kan lagres, avhenger av materialets egenskaper slik som varmekapasitet, termisk ledningsevne og diffusivitet. Termisk lager kan i prinsippet konstrueres i alle typer geologisk materiale, men geologiske og hydrogeologiske forhold vil ha stor betydning for energilagringsevnen. Utformingen av lageret er også vesentlig for gjenvinningsgraden. Varmetap til omgivelsene minimeres ved minst mulig overflateareal mot omgivelsene og derfor benyttes ofte grunne og tett plasserte energibrønner ved etableringen av slike lagre. Områder med høy vanngjennomstrømning vil være uegnede som termiske lagre da energi vil gå tapt til omgivelsene.

Termisk energilager er interessante der det er en forskyvning mellom varmeproduksjon og varmebehov, noe som ofte er tilfelle ved utnyttelse av fornybare energikilder som eksempelvis solenergi. Drake Landing Solar Community i Canada er et eksempel på et slikt anlegg, vist i Figur 12. Viser en skisse over infrastrukturen fra Drake Landing prosjektet (2019) Capturing the Solar Thermal Energy: DLSC. I Drake Landing sørger 2 300 m² solfangerer, i kombinasjon med kortidslager i vanntanker og sesonglager i bakken, for oppvarming av 52 eneboliger. Det termiske lageret består av 144 stk. 37 meter dype energibrønner som er plassert med en innbyrdes avstand på 2,25 meter. Lageret er 35 meter i diameter og brønnene er koblet sammen i serier av 6 brønner per serie. I sommersesongen distribueres varmt vann fra solfangerne til midten av lageret og videre ut mot sidene slik at det etableres en varm kjerne. På denne måten reduseres varmetapet til omgivelsene ved at den varme kjernen beskyttes av varmere masser rundt. I vintersesongen, når husene har behov for varme, pumpes kaldt vann motsatt vei og vannet varmes opp etter hvert som det strømmer gjennom lageret mot den varme kjernen før det distribueres til husene.



Figur 12 Viser en skisse over infrastrukturen fra Drake Landing prosjektet (2019) *Capturing the Solar Thermal Energy: DLSC*¹⁹

Et anlegg med tilsvarende konsept er etablert for Fjell skole i Drammen. Det er et termisk lager som består av 100 energibrønner, hver på ca. 50 meters dybde, som er etablert under skolens parkeringsplass. Brønnene er tett plassert i et sirkelformet lager som omtales som GeoTermos. For å varme opp lageret benyttes varme fra 125 m² solfangere som produseres i sommerhalvåret, samt strøm fra 1000 m² solcellepaneler, med noe strøm også fra nettet, som driver en CO₂ varmepumpe som øker varmen fra lav til høyere temperatur. Disse systemene skal levere 7-800 000 kWh/år til GeoTermosen, men erfaringstall viser at det i realiteten er noe mindre. GeoTermosen, som ble satt i drift i 2020, gir varme til en samlet bygningsmasse på til sammen 10 000 m² og ble beregnet til å ha en gjenvinningsgrad på ca 50%.

Gjenvinningsgraden sier hvor stor andel av energien som lagres i GeoTermosen som kan utnyttes ved behov. Erfaringstall sier at gjenvinningsgraden varierer i stor grad på størrelsen av brønnparken og termisk kapasitet i grunnen. For brønnparker i størrelsesorden 30.000 m³ (ca. 500 MWh) kan gjenvinningsgraden typisk bli ca. 50%, mens for større brønnparker i størrelsesorden 150.000 m³ (ca. 1500 MWh) kan gjenvinningsgraden bli over 80%. Med dette volumet menes fjellmassen som er berørt av brønnparken, hvor f. eks 100 meter dype brønner og et toppareal på ca. 38 x 38m tilsvarer 150.000 m³.

3.2.7 Energipeler – fundamentering og energisystem sammen

Etablering av konvensjonelle bergvarmeanlegg i områder med tykke løsmassesjiktter er ofte svært kostbart ettersom energibrønnene må bores dypt for å nå ned til fast fjell. Samtidig vil bygninger i disse områdene måtte fundamenteres på en sikker måte for å unngå skader og setninger. Til dette benyttes fundamenteringspeler. I forskningsprosjektet BEAR, Bærekraftig Energi fra løsmAsser, har Malvik kommune, i samarbeid med Norges Geotekniske Institutt, NGI, sett på disse problemstillingene i sammenheng og utforsket muligheten for å innlemme energiløsningen som en del av bygningskonstruksjonen. En slik løsning vil både være kostnadsbesparende og plassbesparende ved at energisystemet integreres i en del av bygningen som uansett må etableres.

Fundamenteringspeler kan utformes på en rekke ulike måter avhengig av lokale forhold og behov. Pelens formål er å fordele lasten (vekten) av bygningen til grunnen, enten til løsmasser eller til underliggende fjell.

Grunnforholdenes lastbærende evne og pelens mekaniske styrke avgjør pelens størrelse og utforming, mens

¹⁹ Skisse fra webside, Drake Landing, 2019, [Capturing the Solar Thermal Energy: DLSC](#)

byggets vekt avgjør antall peler som benyttes. Friksjonspeler og spissbærende peler er de to vanligste typene, men også innenfor disse finnes en rekke ulike design.

Ved å integrere kollektorrør i pelene kan fundamenteringspelene fungere som energipeler, noe som muliggjør utnyttelse av grunnvarme i områder der konvensjonelle løsninger ikke er lønnsomme eller mulige. Kollektorrør kan etableres i de fleste typer fundamenteringspeler. På samme måte som for termiske energilagere med tradisjonelle energibrønner vil varmeoverføringsevnen til og fra løsmassene være bestemmende for varmeoverføringsraten og den termiske effekten pelen vil kunne oppnå fra løsmassene.

En energipel har to funksjonsområder:

- Primærfunksjon: gi stabilitet og et stødig fundament for bygget
- Sekundærfunksjon: dekke hele eller deler av byggets varme- og kjølebehov

Det er grunnforholdene som er styrende for valg av peleløsning, mens energiløsningen tilpasses i etterkant.

Bruk av fundamenteringspeler som energiløsning kan ha en rekke utfordringer som må hensyntas ved dimensjonering av anlegget. Energiuttak fra løsmasser må begrenses slik at temperaturen aldri når vannets frysepunkt. Temperaturer under frysepunkt vil kunne føre til frysetørring og -setninger, noe som igjen kan gi skader på bygningen. Store temperaturendringer kan også medføre termisk ekspansjon i pelenes betong eller stålkonstruksjon, noe som igjen vil påvirke stabiliteten. Høy temperatur kan føre til økt materialkorrosjon og redusert levetid på konstruksjonen.

Dersom energipeler benyttes til etablering av termisk lager foreslår NGI at temperaturene holdes mellom 2 og 25 grader²⁰. For at anlegget skal fungere tilfredsstillende er det viktig at det opprettholdes et balansert varmeuttak gjennom året, der varme som hentes ut i vinterhalvåret tilbakeføres i sommerhalvåret (eksempelvis gjennom kjøling eller overskuddsvarme fra andre energikilder).

En større utbygging på Stasjonsområdet vil kreve en omfattende andel friksjonspeler for fundamentering ettersom området består masser som i mange områder er basert på flis. Å benytte konseptet for energipeler som en del av fundamenteringen kan derfor være et interessant tema.

3.2.8 Lagerløsninger i vannbasseng – Pit Thermal Energy Storage (PTES)

Lagringsteknologier kan være avgjørende for å sikre en stabil og kostnadseffektiv energiforsyning i fremtiden og gir industri og kraftselskaper muligheten til å lagre eller omdanne overskuddsenergi, og dermed skape stabilitet og fleksibilitet i energisystemet.

En Pit Thermal Energy Storage (PTES) er et stort vannreservoar brukt for lagring av termisk energi. Reservoaret er foret med en vanntett plastfolie for å beholde varmen og forhindre lekkasje av vann ut i omgivende jord. Toppen av lagringen er dekket av et flytende isolerende lokk som brukes for å beholde varmen og forhindre at regnvann trenger inn i lagringen. Vannbasseng kan være kunstige basseng eller benyttes i mer naturlige fordypninger.

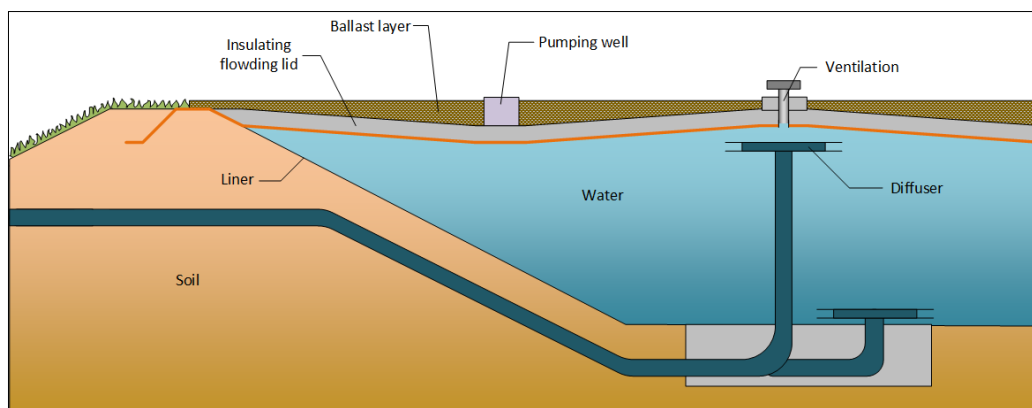
Lokkteknologien skal redusere varmetapet ned mot 8 – 10% med denne løsningen etter tall fra Aalborg CSP. I tillegg skal det forhindre effektivt opphopning av luft, vann og fuktighet inne i isolasjonen.

²⁰ Ramstad, R. K.; Grunnvarme i Norge – kartlegging av økonomisk potensial. NVE rapport nr. 5/2011. Gjengitt i presentasjon om BEAR-prosjektet, NGI, for Konseptutredning Fjernvarme 5.0, Halden, 20.6.23.



Figur 13 Viser hvordan det flytende lokket synes ovenfra. Fra presentasjon til Aalborg CSP, Jonas Sørensen, Webinar "Fjernvarme i Halden, 2. samling", 2023.

Overskuddsvarme fra soloppvarming og biomasseanlegg, industrielle prosesser, samt energi fra vindturbiner og solcellepaneler, kan brukes til å varme opp vannet inne i PTES til ca. 80-90 °C. Når varmebehovet øker, ledes avkjølt retur-vann fra fjernvarmenettverket inn i bunnen av lagringen, mens det oppvarmede vannet fra toppen sendes ut til forbrukerne. Varme lagres ideelt sett når produksjonsprisen er lav og leveres til forbrukerne når det er dyrt å produsere. På denne måte er det ønskelig å oppnå optimal utnyttelse av energien.

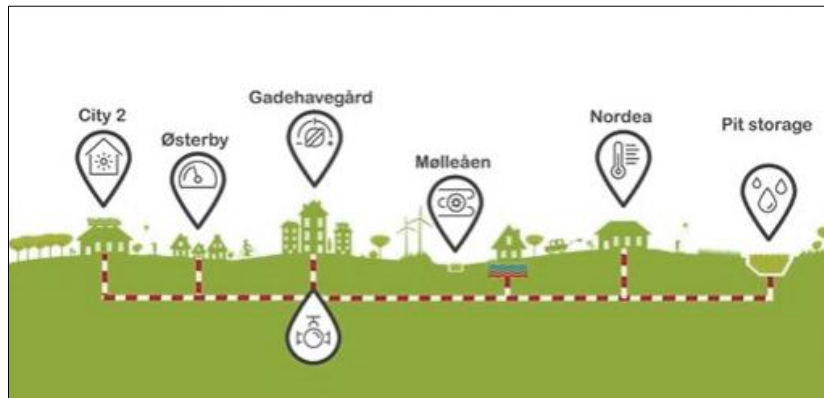


Figur 14 Fremstiller hvordan et PTES-basseng fungerer. Fra presentasjon til Aalborg CSP, Jonas Sørensen, Webinar "Fjernvarme i Halden, 2. samling", 2023.

Teknologien Pit Thermal Energy Storage (PTES) kan også benyttes for sektorkobling av for eksempel elektrisitet og fjernvarme ved hjelp av energilagring. Eksempelvis kan systemer med en el-kjel bli komplementert med lagring. Kjelen bruker overskuddselektrisitet fra eksempelvis solcellepaneler eller vindturbiner til å varme opp vann for fjernvarmeformål, og det oppvarmede vannet lagres i en PTES. Når strømprisen er lav, trekkes avkjølt vann ut fra lagringen og varmes opp ved hjelp av den elektriske kjelen. Deretter lagres vannet igjen i PTES for senere bruk når etterspørselen øker. Det er dermed mulig å konvertere overskuddselektrisitet til fjernvarme og utnytte svingninger i strømprisene for å oppnå systemfleksibilitet.

3.2.8.1 Pilotprosjekt med lavverdi spillvarme og PTES-løsning

Høje Taastrup er et annet demoprojekt for lavtemperatur fjernvarme i EU- prosjektet «Cool DH». Der benyttes det distribuert varme fra flere kilder; grunnvann, spillvarme fra datasenter og kontorbygninger. Fire store varmepumper er i drift for samproduksjon av kjøling og varme. PTES-løsningen, termisk lager, er et basseng med volum på 70 000 m³. Lageret har en kapasitet på 30 MW og kan lagre rundt 3300 MWh med energi. Det lades opp med overskuddsenergi, enten termisk eller elektrisk og lades ut til fjernvarmesystemet. Dette gir en bedre utnyttelse av varmen og mindre behov for spisslast i fjernvarmesystemet. Opp og utlading av lageret skjer ca. 25 - 30 ganger per år.

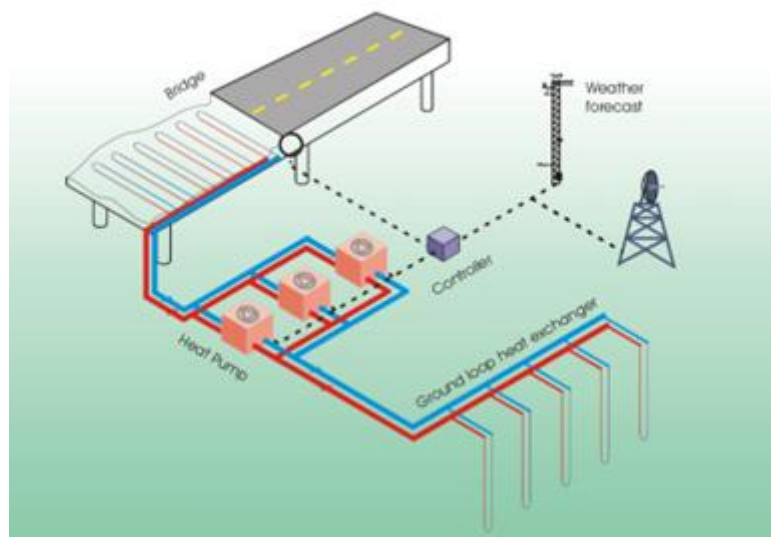


Figur 15 Skisse av komponenter i Høje Taastrup fjernvarmesystem

3.2.9 Svart gatebelegg og kjølebehov

Svart gatebelegg kan utnyttes som en gatebasert solfanger på sommeren hvor temperaturen i veidekket blir høy. Ved å høste varme fra gater kan levetiden på veidekket økes og temperaturbildet i byen på sommeren reguleres. Dersom anlegget installeres til å kunne brukes som snøsmelteanlegg på vinteren oppnås det en samvirkeeffekt hvor systemet kan utnyttes på både sommer og vinter²¹.

Et slikt system kombinert med termisk energilager er blant annet utnyttet på bruer i SERSO-prosjektet i Sveits og undersøkt i Oklahoma State University som vist i figuren under. I SERSO-prosjektet er det mulig å høste varme ca. 1000 timer i året, og snøsmelteanlegget er operativt i underkant av 1000 timer årlig med et typisk effektforbruk på 100 W/m².²²



Figur 16 Illustrasjon av et kombinert solfanger/snøsmelteanlegg med termisk lager. (Liu, X. (2005) Development and experimental validation of simulation of hydronic snow melting systems for bridges).

Denne typen av gatebasert solfanger kan kun foretas på lave temperaturnivåer og er avhengig av gode solforhold. Varigheten er kort, produsert energimengde er lav, og en høy effekt på solfangeren forutsetter at kollektoren er

²¹

Pan, P., Wu, S., Xiao, Y. & Liu, G. (2015). A review on hydronic asphalt pavement for energy harvesting and snow melting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48: 624-634.

²² Eugster, W. J. (2007). Road and bridge heating using geothermal energy. overview and examples. Proceedings European geothermal congress.

dekket til med et transparent lag som slipper inn sollys, men som ikke slipper varmen ut. Det betyr at gatebasert solfangerløsning kan være dyr, og det er usikkerhet rundt leverandørmarked og modenhet for teknologien i Norge.

Kjølebehov i butikker på sommeren kan utnyttes som spillvarmekilde til forvarming av tappevann eller til et fjernvarmenett. Installasjonen må vurderes opp mot hvor store mengder energi som kan utnyttes og hvilke aktuelle konsumenter eller termiske lagre som kan utnytte/lagre varmen på sommeren. Felles for gjenvinning av kjøling og gatebasert solfanger er at temperaturen som kan utnyttes er lav og det krever lavtemperatursystemer eller oppgradering for å utnytte energien på best måte

3.2.10 Ulike varmepumpeteknologier

Bruk av varmepumpe er en svært miljøvennlig løsning som kan avlaste strømmettet. Varmepumpen fungerer ved at den bruker noe elektrisitet for å levere en større mengde varmeenergi. En varmepumpe med virkningsgrad (COP) på f. eks lik 4 vil bruke ca. 25% av strømmen en elkjel ville benyttet for å levere samme termiske energimengde.

I dette delkapittelet gjøres det rede for ulike konsepter med varmepumpeteknologi. Varmepumpene dimensjoneres vanligvis for å dekke 50-60 % av det totale effektbehovet. Hvor resterende effekt dekkes av el-kjel eller en annen spisslast. Totalt vil varmepumpene da kunne dekke typisk 80-90 % av varmebehovet gjennom året.

1. Luft/vann-varmepumpe, 60 % effektdekning og 100 % effektdekning med elkjel. Grunnet at luft/vann-varmepumpe har en lav energidekning på ca. 80%, så betyr det at elkjel må støtte opp med tilskuddsvarme på resterende 20%. Dette hever totalt energibruk og tilskuddet foregår ved kalde værforhold, hvor det antas det at strømprisen er dobbelt så høy som gjennomsnittsprisen under et år.

2. Bergvarmepumpe, 50 % effektdekning og 100 % effektdekning med elkjel. Investeringen er noe lavere og varmepumpen har en energidekning på ca. 90% som betyr at elkjel kun støtter opp med tilskuddsvarme på resterende 10%. Totalt energibruk blir lavere og det mindre behovet for tilskudd som foregår ved kalde værforhold påvirker mindre.

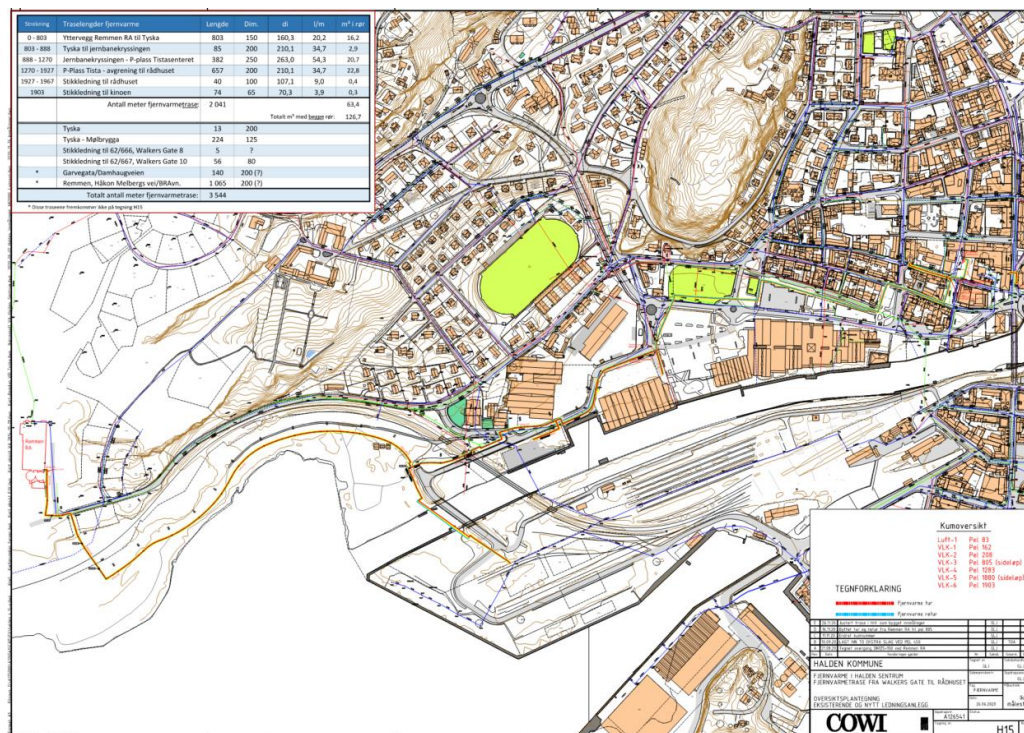
3. Sjøvannsvarmepumpe + elkjel, 50 % effektdekning og 100 % effektdekning med elkjel. Investeringen er noe høyere, og varmepumpen har en energidekning på ca. 90% som betyr at elkjel kun støtter opp med tilskuddsvarme på resterende 10 %. Sjøvann gir gunstigere driftsforhold og energibruken for varmepumpen reduseres. Totalt energibruk blir lavere og det mindre behovet for tilskudd som foregår ved kalde værforhold påvirker mindre.

4. Selvstendig sjøvannsvarmepumpe med økt effektdekning til 80-100 % + elkjel <20%. En slik høy effektkonfigurasjon er en uvanlig løsning for norske standarder. Det brukes flere varmepumper og forutsetter en variasjon av reguleringsmuligheter. Investeringskostnaden blir høyest av alle løsningene da det installeres opp mot dobbel kapasitet iht. vanlig dimensjonering. Det er imidlertid ikke behov for en stor elkjel og det blir kun noen få prosent tilskudd fra elkjel. Dette fører til at energibruken blir lavest av alle løsningene og med høyest kostnadsbesparelse. Med høy varmekapasitet vil hver av varmepumpene ha lavere driftstid, og levetiden antas derfor å øke fra 20 til 30 år.

5. Spillvarmebasert varmepumpe, 50-100% effektdekning avhengig av spillvarmekilde og energiflyt. Fungerer mye på samme måte som en sjøvannsvarmepumpe hvor det veksles mot en energikilde med høyere temperaturnivå, før varmepumpen løfter temperaturen enda høyere. Den mest gunstige løsningen dersom det er store muligheter for utnyttelse av spillvarme.

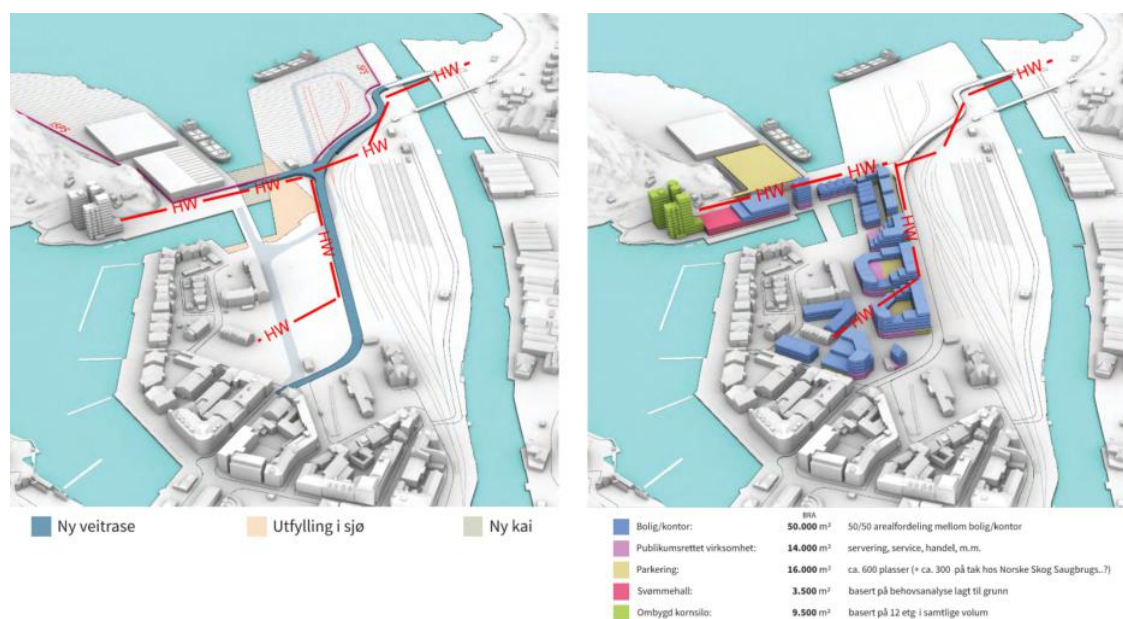
3.3 Konseptskisser

Det finnes i dag et eksisterende fjernvarmenett som er markert med oransje farge etablert langs nordre delen av Halden sentrum. Det er i hovedsak kommunale bygninger som er tilknyttet fjernvarmenettet. Det finnes også et stikk over broen over Tista som slutter på Stasjonsområdet. Dette stikket er lagt med DN125 som begrenser overføringsevnen til ca. 2MW med en differanse på tur/returtemperatur på 20°C.



Figur 17 Viser et oversiktskart over fjernvarmeinfrastruktur samt dimensjoner for rør i tabell.

Ny fjernvarmeinfrastruktur er foreslått og markert med rød farge i følgende skisse. Systemet knytter på stikkledning og forsyner nye planområde i havneområdet i sør. Utover planlagt 68 000 m² er det lagt til en potensiale om tilknytning av ytterligere 25 000 m² eksisterende bygg, til sammen 93 000 m².



Figur 18 Viser forslag på alternative stikkledninger på Stasjonsområdet.

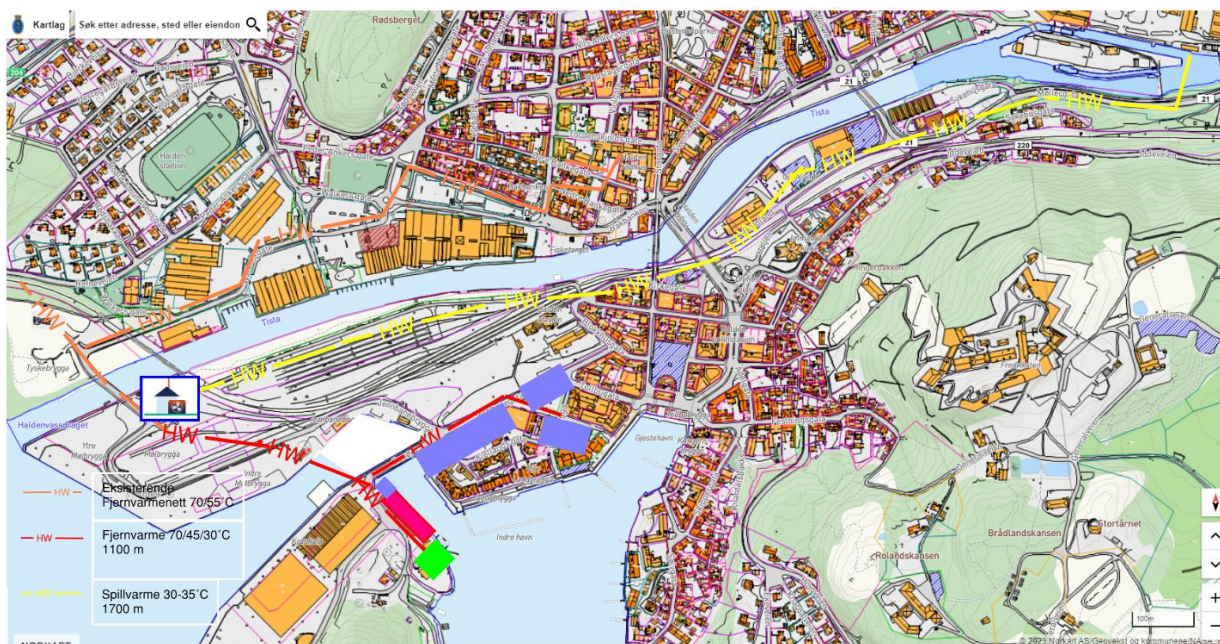
For å forstå energibehovet i et lengre perspektiv, er det i tabellen under forsøkt å synliggjøre de ulike behovene innenfor tidsrammer frem til år 2030, mellom år 2030 og 2040, og etter år 2040. Det er også inkludert eksisterende fjernvarmebrukere per i dag. Disse forsynes av fjernvarme fra det lokale renseanlegget, som beskrives nærmere i kapittel 3.1.3, Eksisterende fjernvarmeanlegg i Halden.

Tabell 1 viser en oversikt over forventet energibehov på eksisterende større bygninger i sentrum som kan benytte fjernvarme på nåværende tidspunkt.

Bygg	Eier	BRA m2	Årsforbruk kWh/m2	Effekt oppvarming (kW)	<2030 (kWh)	2030-2040 (kWh)	2040< (kWh)
Sentrum Nord							
Storgata 7 - fjernvarme i dag	Halden kommune	2 116	166		351 256		
Storgata 8 - fjernvarme i dag	Halden kommune	6 550	160		1 048 000		
Alladin Scene (tidl. Kino)	Privat	1 900	168		319 200		
Rødsberg ungdomsskole	Halden kommune	4 500	289	400	1 300 000		
Skofabrikken (neste rehab)	Halden kommune	8 444	160	200			1 351 040
Sparebank 1 bygget	Halden kommunale pensjonskasse	3 000	160	200	480 000		
Sentrum SYD							
Brygga Kultursal & Thon Hotell	Halden kommune og private eiere	6 000	200	300		1 200 000	
Stasjonsområdet							
Bane Nor - Potensiale basert på reguleringsarbeidet (inkl. varmt forbruksvann)	Privat	70 000	60	2 000		4 200 000	
Ny Svømmehall	Halden kommune	5 000	300	800		1 500 000	
Tyska & Hollenderen	Halden kommune	40 000	60	1 000			2 400 000
Kornsiloen (korntørking aug-okt)	Østfoldkorn			2-3000	900 000		
Andre områder							
HIØ	Statsbygg	30 000	193	1 500	5 800 000		
Sum		177 510		8 000	10 198 456	6 900 000	3 751 040

3.3.1 Konseptforslag

Forslag til konsept for Halden fjernvarme baserer seg på utnyttelse av spillvarme fra nærliggende industri med varmepumpe som hever temperaturen. Dette vil være en svært miljøvennlig løsning ved å utnytte varme som ellers hadde gått til spille, med en varmepumpe som får gode arbeidsforhold og dermed en høy effektfaktor. Spillvarmen fra prosesser hos Norske Skog Saugbrugs utnyttes allerede i dag med lignende formål som forsyner Porsnes Videregående skole med varme.



Markert med gul strek et spillvarmerør fra Norske Skog Saugbrugs til en tenkt plassering av en varmesentral med en varmepumpe. Føringen av dette røret går langs Tista og temperaturen er lav, som medfører lite varmetap. Dette er et enkeltrør og returvannet er tenkt å slippes ut ved elveutløpet i vest. En etablering av varmesentral ved sørsiden av Tista muliggjør varmeleveranse mot nordsiden ved bruk av eksisterende stikkledning ved behov.

Fordelernetet fra varmesentralen til den nye bebyggelsen er tenkt med et trerørssystem med to turledninger på hhv. 70°C og 45/40°C med en returledning på 30°C. Fordelen med dette er at 70°C vil dekke tappevannsbehovet som er en stor del av varmebehovet for nybygg, og kan dermed redusere legionelltiltak. Den lavere turledning leverer varme til lavtemperert oppvarmingssystem og ventilasjonsbatteri, mens den lave temperaturen i returledningen gir lave varmetap.

Det finnes også andre industriområder med nærhet til Halden sentrum som kan være aktuelle for spillvarmeutnyttelse, blant annet undervannskabelprodusent Nexans, som ligger ca 2,5 km i luftlinje vestover fra Remmendalen Renseanlegg. Et energisystem som baseres på spillvarme er uforutsigbart ettersom det kan forekomme driftsstans, industri kan omlegges eller stenges helt ned. Dermed øker viktigheten av et backupsystem. I Halden vil det dermed være gunstig å undersøke en varmepumpeløsning som baseres på sjøvann eller bergvarme. Alle varmepumpesystemene vil være avhengig av spisslast.

3.3.1.1 Forretningsmodell

Piloten i COOL DH prosjektet i Brunnshög i Lund i kap. 3.2.5.1 hadde justert prismodellen slik at en lavere returtemperatur ga en bedre pris. Det var heller ingen faste kostnader kunden måtte betale i utgangspunktet. Dette var et positivt insentiv for å få en lavere returtemperatur. Videre så var varmen i Brunnshög overskuddsvarme fra 2 laboratorier i Lund, men det var i tillegg påkoblet 2 andre leverandører, slik at det ble konkurranse på å levere varme inn. På denne måten ble det markedsbasert system som kunne tilbys forbrukerne.

I et scenario hvor lavverdi spillvarme fra Saugbrugs utnyttas, med eller uten en oppkobling på eksisterende fjernvarmenett som fører varme fra Remmendalen renseanlegg, vil en som drifter i utgangspunktet ikke stå for varmen, men for infrastruktur, vedlikehold og administrasjon, med en eventuell sentral varmepumpe. Selv om Saugbrugs i dag leverer fjernvarme til noen få eksterne kunder, er det i hovedsak egne bygg som benytter varmen. Dette gjelder også for Remmendalen renseanlegg, selv om byggene er noe mer distansert enn hos Saugbrugs. Det er derfor ingen av disse aktørene som ønsker å selv satse som fjernvarmeleverandør på nåværende tidspunkt, og i enda mindre grad som en solitær leverandør. På den andre siden må det det også

hensyntas at begge fjernvarmeleverandører allerede har investert i infrastruktur og leveranser, slik at et leieforhold kan være relevant som et startpunkt.

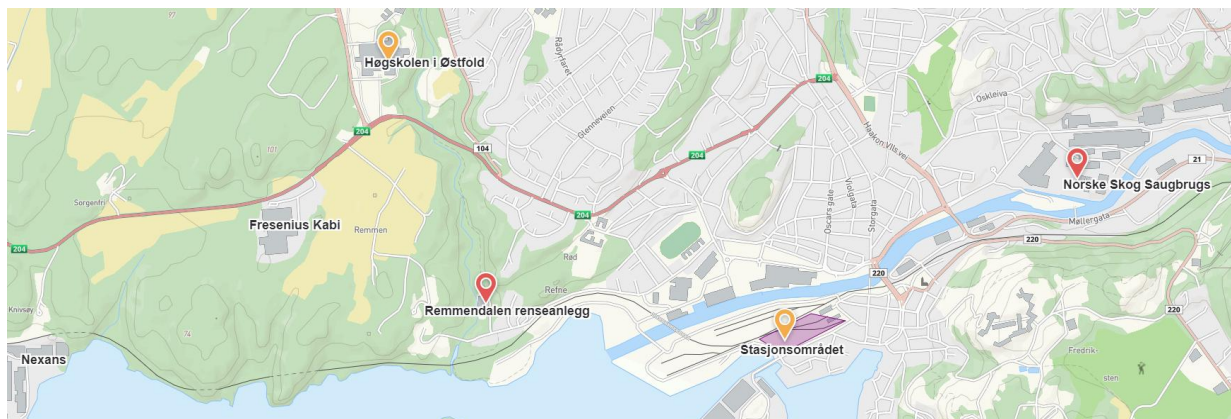
I motsetning til forbrukerne i Lund, så er det i et scenario med spillvarme fra Saugbrugs ingen fordeler for kunden å påvirke returtemperaturen opp mot leverandøren. Den resterende varmen kan utnyttes så langt det er hensiktsmessig å legge infrastruktur, men vil på ett sted få utløp i elven Tista.

3.3.2 Konseptvariasjoner

Vi har følgende lagt til grunn ulike konseptvariasjoner basert på utredningens overordnede mål med å ha 2 konsepter. Konseptvariasjoner vil være utvikling av konseptforslaget, basert på behovet for back-up, lagring av varme og markedsgrunnlaget.

Termiske lagre vil være mer sentrale i fremtidig fjernvarmesystem og det bør dermed vurderes nærmere i hovedprosjekt. Et termisk lager muliggjør utnyttelse av fornybare energikilder som er sesongbaserte som f. eks solenergi og spillvarme i større grad. Samtidig kan billig energi lagres og utnyttes når energiprisen er høyere, som i et større perspektiv kan være med på å balansere energipris. Dette kan også være viktig ved et fremtidsscenario hvor forventninger om utfordringer med kraftunderskudd starter fra 2025, eksempelvis etter utspill fra Statnett²³.

Underveis i prosjektet har også muligheter andre steder i sentrum og litt lengre utenfor sentrum dukket opp. Helt konkret vil det være nye områder for regulering langs aksen fra Saugbrugs til Stasjonsområdet, samt at Høgskolen i Østfold også ser etter nye oppvarmingsløsninger for sine områder, lokalisert under 1 km unna Remmendalen Renseanlegg, med delvis nedlagte rør fra tidligere. Flere industribedrifter holder dessuten til i nærområdene her.



Figur 19 Viser et oversiktskart over de ulike aktørene i området som kan knyttes til fjernvarmeløsningen i Halden.

3.3.3 Kapasitetsberegninger

Et varmesystem må være fleksibelt iht. den blanding av virksomheter som skal bedrives. Det enkleste er å prosjektere for én spesifikk virksomhet, men verdien på et slikt område kan bli svekket om spesialiseringen skjer på bekostning av fleksibilitet.

For å beregne og estimere en realistisk energibruk på bydelen som skal brukes til dimensjonering av varmesystemet har prosjektet brukt ulike nøkkeltall.

²³ Artikkel fra E24, «Statnett: Sør-Norge kan få kraftunderskudd fra 2025», publisert på nett 10.09.2022, <https://e24.no/energi-og-klima/i/kEjrQv/statnett-soer-norge-kan-faa-kraftunderskudd-fra-2025>

3.3.3.1 Standardiserte nøkkeltall til bruk for beregning av klimaregnskap

For termiske energidata til klimagassregnskap er det en kombinasjon av erfaringstall fra passivhus og lavenergihus i boligblokk som er benyttet.

Bolig:

- Oppvarming 22 kWh/m² år
- Tappevann: 25 kWh/m² år
- Annet elforbruk: 29 kWh/m² år
- Kjøling: 0 kWh/m² år

Totalt termisk energiforbruk for areal på 93 000 m² oppvarmet BRA er beregnet til ca.

6 000 000 kWh per år. Dette er et normforbruk basert på areal. Det tilsvarende effektbehovet er beregnet til ca. 2800 kW vist i tabell:

Område fra planarbeid i havneområdet og togstasjonsområdet						
Type byggareal	Areal m ²	Nøkkeltall (kWh/m ²)	Energi termisk (kWh)	Hvorav VV-forbruk (kWh)	Effekt (kW)	Hvorav VV-produksjon Effekt (kW)
BRA Bolig	25 000	52	1 300 000	625 000	500	107,0
BRA kontor	25 000	35	875 000	125 000	500	21,4
Svømmehall	3 500	52	1 840 000	175 000	818	30,0
BRA service/dagligvare	14 000	10	140 000	140 000	280	24,0
Ombygging Kornsilø	9 500	50	475 000	47 500	190	8,1
Parkering (innendørs)	16 000	10	160 000			
Evt. tilkommende bygninger.	25 000	50	1 250 000	250 000	500	42,8
Totalt	93 000	65	6 040 000	1 362 500	2788	233

3.3.3.2 Erfaringsmessige nøkkeltall til dimensjonering av varmesystem

Erfaringsmessige nøkkeltall for passivhus og lavenergihus er satt opp for beregning av bydelens energiforbruk og brukes for tidligfase dimensjonering av varmesystem. Målte verdier avviker gjerne fra normerte krav i teknisk forskrift, standardiserte tall for å sammenligne bygg mot hverandre direkte, og kan noen ganger gi 20-50 % høyere energimengder. Variasjonene er store, og skyldes blant annet antall driftstimer i døgnet, valgte innetemperatur og andre preferanser.

Viktige faktorer er personlig bruk som matlaging, lufting, solinnslipp, dusjvaner, databruk og ikke minst elbillading som alene kan utgjøre ca. 50 % av elforbruket til en boenhet. Økt bevisstgjøring og synlighet rundt eget forbruk kan påvirke disse målte verdiene. Dette er enda viktigere i boligområde, hvor en er avhengig av folks vaner.

Andre faktorer kan være driftsperspektiv og tilrettelegging av gode energiløsninger. Her er god drift og smart styring avgjørende. Gulvvarme gir treg regulering og bør styres på riktig måte. Solavskjerming kan utnyttes på en god måte sommer og vinter. Varmtvann direkte inn på vaskemaskiner og oppvaskmaskiner er ikke standard i dag, men vil kunne øke den termiske andelen fra fjernvarme eller varmepumpe og redusere elforbruket.

Tabell 1. Nøkkeltall som har blitt brukt som hovedgrunnlag i energiberegningene.

Erfaringsmessige tall	Totalt termisk og elektrisk forbruk	Varmeeffekt	Varme	Varmtvann
Nøkkeltall	kWh/m ²	W/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Bolig	116	20	22	30

Næring	128,1	40	50	10
Barnehage	77,5	25	49,5	10
Dagligvare	300	20	10	10
Kontorbygg	66,3	20	30	5

Dagligvarebutikker stikker seg ut og har meget energiintensiv virksomhet. Forskningsrapporter fra SINTEF viser at selv med varmegjenvinning fra effektive kjøle- og frysesystem, samt effektiv, behovsstyrt belysning, så er elforbruket meget høyt. Varmegjenvinning kan føre til at behovet av tilført varme reduseres til kalde vinterdager. Varmeoverskudd her kan også utnyttes til varmforsyning av det sentrale varmesystemet i bydelen, noe som fører til at støyende tørrkjølersystem på tak kan unngås.

For å dekke effektbehovet er systemet delt opp meget enkelt i noen delseksjoner. Det er summert opp rørlengder i dimensjoner fra DN100, DN150, DN200 og så spillvarmerøret fra Norske Skog Saugbrugs på DN300.

Til sammen med grove beregninger på rørlengder i gitte dimensjoner, kundesentraler, en varmepumpe på 2 MW og en spisslastkjel på 1 MW kan det antas at kostnaden for anlegget kan ligge omkring 55-75 millioner kroner.

4 OPPSUMMERING

I rapporten er det sett på flere teknologier og konsepter som har resultert i to foreslåtte konsepter for Halden med fokus på det nye stasjonsområdet.

I det første konseptet presenteres en løsning som utnytter spillvarmen fra Norske Skog Saugbrugs med en varmepumpe. Det finnes store mengder termisk energi med relativt høy temperatur som gir gode arbeidsforhold for en varmepumpe. Spillvarmen føres i et rør langs nordsiden av Tista og det etableres en varmesentral nede ved stasjonsområdet. Denne kan kobles mot eksisterende fjernvarmenett, og levere både til det nye og eldre området om nødvendig. Fra varmesentralen etableres et tre-rørssystem som forsyner det nye området med varme.

Denne løsningen vil ha god økonomi og er svært miljøvennlig ettersom strømmettet avlastes og spillvarme som i dag er utnyttet brukes til oppvarmingsformål. Det må etableres spisslast/ back-up i form av el.kjel som sørger for forsyningssikkerhet og unødvendig stor dimensjon på varmepumpe.

I det utviklede konseptet vil var det ønskelig å inkludere termiske lagre, siden det vil være mer sentrale i fremtidig fjernvarmesystem og bør dermed vurderes nærmere i hovedprosjekt. Et termisk lager muliggjør utnyttelse av fornybare energikilder som er sesongbaserte som f. eks solenergi og spillvarme i større grad. Samtidig kan billig energi lagres og utnyttes når energiprisen er høyere, som i et større perspektiv kan være med på å balansere energipris. Per i dag så er spillvarme fra Norske Skog Saugbrugs tilgjengelig hele året med ca 200 l/s på 30-35 grader og med de mengder som produseres vil det ikke være behov for termiske lagre per i dag.

5 KOMMUNIKASJON

Brorparten av aktivitetene i konseptutredningen har vært knyttet opp mot fag- og arbeidssamlinger hvor det er blitt invitert med ulike ekspertise og interessenter, gjennom ulike nettverk kommunen sitter i, samt at det har vært åpne invitasjoner via plattformer som LinkedIn og Facebook, i tillegg til kommunens webside. Bruk av fag- og arbeidssamlinger var definert innenfor samtlige arbeidspakker, unntatt prosjektledelse. Hensikten med dette var å lansere ideer, konsepter og problemstillinger for åpen diskusjon i plenum og i grupper. På denne måten fikk vi høstet innspill, forslag og vurderinger knyttet til ulike løsningsmuligheter basert på bred og variert innsikt. En journalist fra NRK Østfold deltok også ved den første og siste samlingen, hvor reportasjene ble sendt på radio. Kommunen har under hele prosjektet også hatt en webside med prosjektopplysninger.

Kommunens webside:

www.halden.kommune.no/tjenester/sentraladministrasjon/smart-city/prosjekter/fjernvarme-5-0.38994.aspx

LinkedIn:

Første samling:

<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7039900855998787585>

Andre samling:

https://www.linkedin.com/posts/halden-kommune_webinar-activity-7076547082139910144-609i

Tredje samling:

https://www.linkedin.com/posts/halden-n%C3%A6ringsutvikling_fjernvarme-i-halden-sentrum-hvilke-muligheter-activity-7120049626748981249-VmHY

Disse ble også lagt ut på Facebook og under aktuelle arrangement på kommunens webside. I tillegg ble det sendt invitasjoner til ulike nøkkelpersoner innen forskning og kommunale nettverk, samt næringslivsnettverket i Halden.

Videre kommunikasjon av konseptene vil gjennomføres i en dialogkonferanse med ulike leverandører innenfor fjernvarme, hvor det videre må drøftes på politisk nivå. Planen er å finne nye hovedprosjekter med mulige leverandører av fjernvarme innenfor løsninger og forretningsmodeller som kan utnytte eksisterende infrastruktur og eller bygge videre på de ulike ressursene som er definert i konseptet. Dette planlegges til 1. kvartalet i 2024.