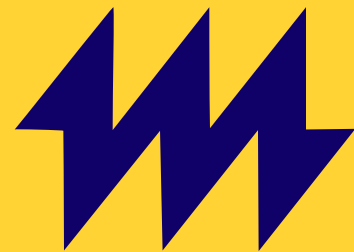


Meriveden lämmöntalteenottoprojekti, TBM:n käyttö Suomessa

Louhinta- ja kalliotekniikan päivät 13.-14.10

Jaakko Tiittanen, Projektijohtamisen päällikkö, Helen Oy



HELEN





Helen suunnittelee meriveden lämmön hyödyntämistä

- Helen suunnittelee meriveden lämmöntalteenottojärjestelmän sijoittamista Salmisaareen. Toteutuessaan lämpöpumppulaitoksella olisi merkittävä rooli Helsingin lämmöntuotannossa.
- Työ etenee kaksivuotisella suunnittelu ja kehitysvaiheella, jonka arvioidaan kestävän syksyyn 2024 saakka. Sen lopussa tehdään päätös noin viisi vuotta kestävään toteutusvaiheeseen siirtymisestä.
- Merivesilämpöpumppulaitos käyttää sekä sähköä että meriveden lämpöenergiaa lämmön tuotantoon.

Lämpöpumput hyödyntävät jopa alle +2-asteista merivettä sekä sähköä kaukolämmön tuotantoon. Tuotettu lämpö toimitetaan asiakkaille kaukolämpöverkon välityksellä.

Helen lyhyesti

Helen-konsernin
henkilöstömäärä

1015

Yhteensä

1400 km

kaukolämpöverkkoa

Helsingissä sähkönjakelun
toimitusvarmuutemme on maailman kärkeä:

99,999 %

Helen-konsernin
liikevaihto 2021

1318 milj.
euroa

Hiilineutraali

2030

Yli sata vuotta kaupunkienergiaa

Helsingin kaupungin kunnallinen sähkölaitos perustettiin vuonna 1909, koska haluttiin luoda turvallisempi ja ympäristö-ystävällisempi tapa tuottaa energiaa savuiseen kaupunkiin

Tarjoamme maailman luokan osaamista

Tuotamme kaukolämpöä, kaukojäähdytystä, sähköä sekä palveluita energian pientuotantoon, sähköiseen liikenteeseen ja energiankäytön tehostamiseen.



**Suomen toiseksi
suurin energiayhtiö**



Etsimme uuden ajan energiaa merten syvyyksistä, maan uumenista, ilmasta ja hukkalämmöstä

Maa

- Vuosaaren biolämpölaitos vähentää hiilidioksidipäästöjä 700 000 tonnia vuodessa
- Mustikkamaan luolalämpövarastot tasaavat kaukolämpöverkon kulutushuippuja ympäri vuoden

Ilma

Pohjanmaan Lakiakangas 3 –tuulivoimapuisto kolminkertaisti tuulivoimantuotantomme

- Vuonna 2024 tuotamme terawattitunnin tuulivoimaa vuodessa Närpiön ja Kristiinankaupungin tuulivoimapuistoilla

Vesi

- Kasvava uusiutuvan energian tuotanto mahdollistaa vihreä vedyn tuottamisen teollisuuden tarpeisiin
- Vuosaaren merivesilämpöpumput
- Merivedenlämmöntalteenottohanke

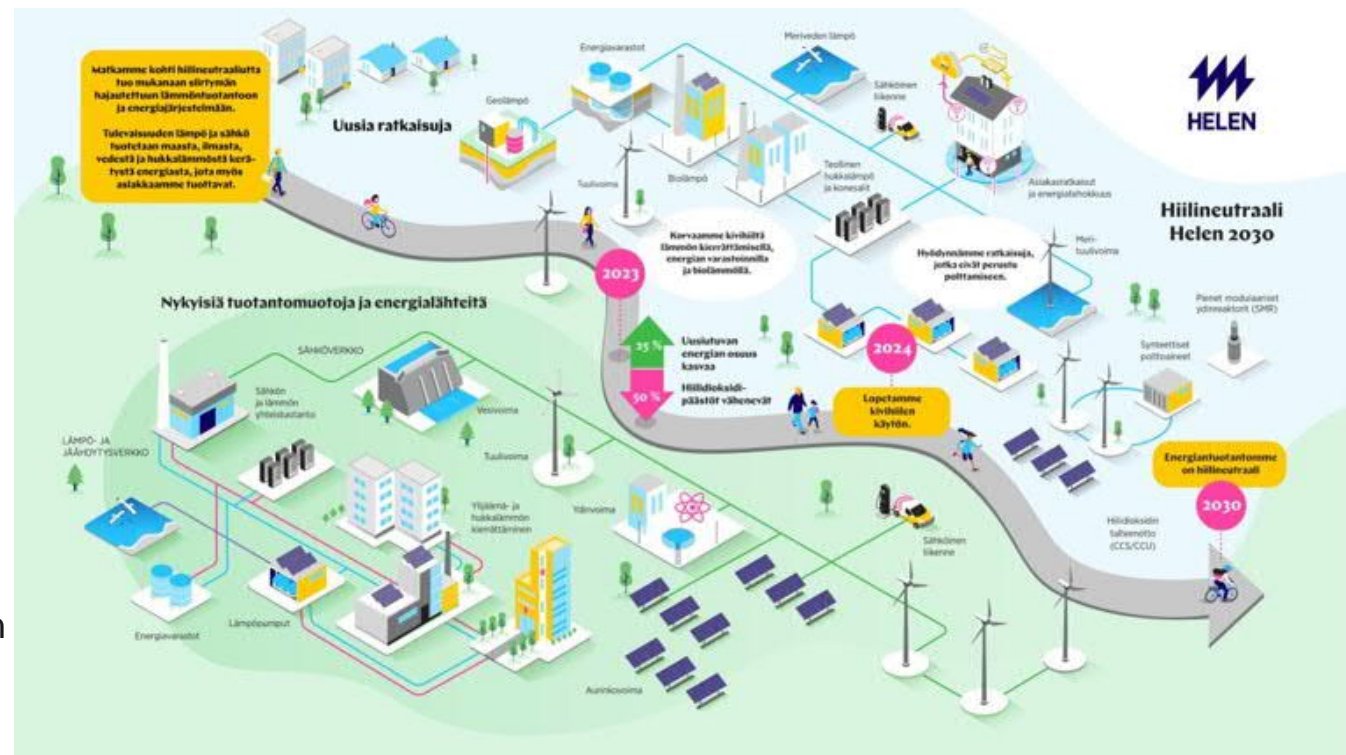
Hukkalämmöt

- Hukkalämmöillä on suuri rooli hiilineutraalissa tulevaisuudessa
- Otamme hukkalämmöt talteen ja lämmitämme niillä yhä useamman korttelin
- Katri Valan lämpöpumput, datakeskusten lämmön talteenotto

Projektin taustaa

Meriveden lämmöntalteenotto -hanke

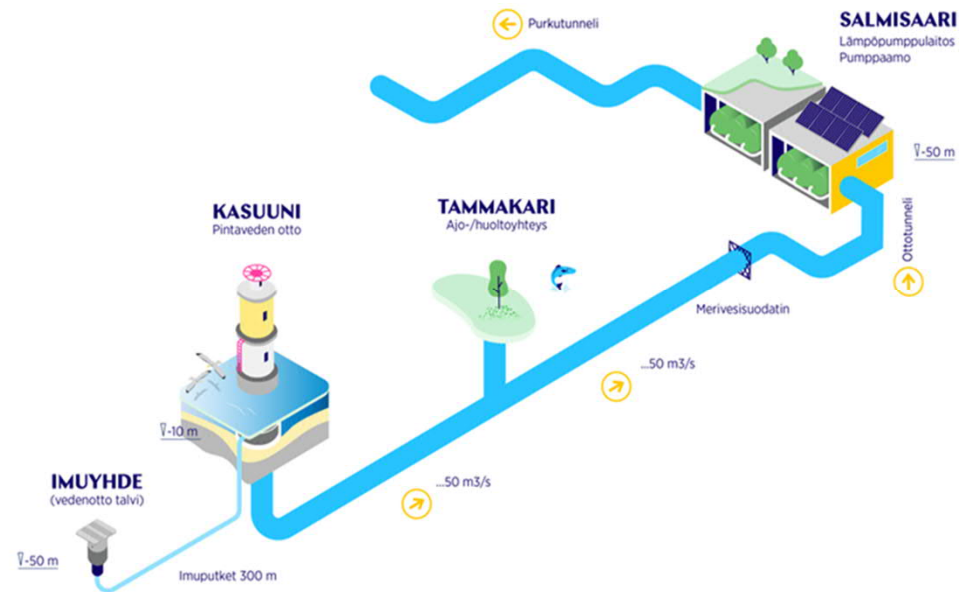
- Esiselvitysprojekti toteutettiin 2020-2021. Projektin taustalla Helenin hiilineutraaliustavoitteet ja tarve investoida poltton perustumattomaan kaukolämmöntuotantoon.
- Meriveden lämpöä hyödynnettäisiin lämpöpumppujen lämmönlähteenä kaukolämmön tuotannossa. Tavoitteena on läpivuotinen tuotanto laitokselta.
- Kaukolämpö kattaa noin 90 % Helsingin lämmöntarpeesta ja kulutushuippu on ollut yli 2500 MW.
- Lämpöpumput on suunniteltu sijoitettavan Salmisaaren laitosalueelle lähelle Helsingin ydinkeskustaa.



Projektin taustaa

Meriveden lämmöntalteenotto -hanke

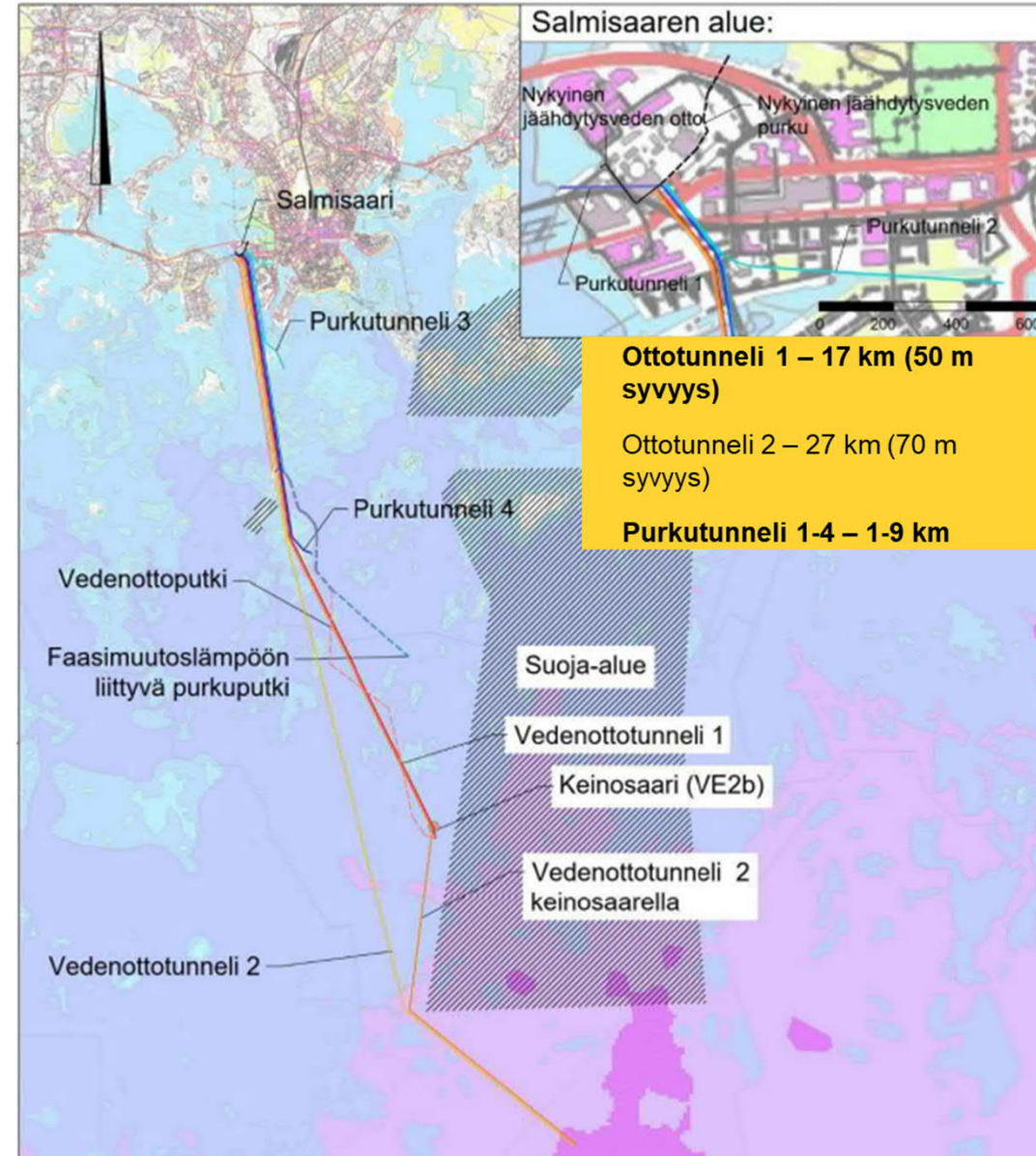
- Hanke on jaettu kahteen suureen osaan Lämpöpumppulaitos ja Merivesijärjestelmä, joiden suurin työ on tunnelit.
- Merivesijärjestelmän hankeosa toteutetaan allianssi-mallilla, johon kuuluvat Helen, YIT ja ACCIONA, eli HAYA.
- Allianssin kehitysvaihe alkoi 9/2022 ja kestää noin 2 vuotta. Allianssi hankkii hankkeen suunnittelijan, varsinainen suunnittelu alkaa Q1 2023.
- Salmisaaren lämpöpumppulaitoksen hankeosan perussuunnittelu on aloitettu 8/2022.
- Hankkeesta on aloitettu 1/2021 YVA -menettely.
- YVA -selostus jätetään alkuvuodesta 2023, luvitus alkaa kesällä/syksyllä 2023.
- Hankkeen lopullinen toteutus päätös on tavoitteena tehdä syksyllä 2024.
- Tavoiteaikataulu merivesilämpöpumppulaitoksen käyttöönotolle on 2029 loppuun mennessä.



Projektin konsepti

Meriveden lämmöntalteenotto –hanke

- Suunnittelun lähtökohtana 475 MW kaukolämpöteho (jäähdytysteho 40 MW kesäkaudella)
 - Lämpöpumput käyttävät sekä sähköä (noin 200 MW) että meriveden lämpöenergiaa kaukolämmön tuotantoon.
 - Lämpöpumpuille johdettava merivesi on alimmillaan alle +2 °C, jolloin palautettava vesi on noin 0,5 °C.
 - Kaukolämpövesi sisään noin 45 °C, ulos max 95 °C, jolloin lämpöpumpun COP noin 2,5 (COP=Tuotetun lämmön suhde käytettyyn sähköön)
- Soveltuvan veden löytäminen talvella vaatii vedenottoa 50-70 m syvyydeltä, jolloin tarvitaan 17-27 km pitkä tunneli.
- Pitkä ottotunneli on tarkoitus tehdä TBM- menetelmällä
 - Hyötynä prosessissa tunnelin pienempi virtausvastus perinteiseen nähden
- Tarvittava virtaama on noin 50 m³/s.
- Ongelmana ovat mm. lyhyessä tunnelissa miten hallitaan kylmän paluuveden jäätymisriski ja pitkässä miten hallitaan toteutuksen riskit sekä kasvavat kustannukset.



TBM-menetelmä Tunnel Boring Machine



TBM -menetelmät

Meriveden lämmöntalteenotto -hanke

Single Shield

- Tarkoittaa yhden suoja tai kilven sisällä tapahtuvaa porausta. Single shield perustuu kahteen tahtiin: ensimmäisessä tahdissa hydraulisylinterit tukeutuvat vuorausrakenteen betonielementteihin työntövoiman saavuttamiseksi ja toisessa tahdissa asennetaan uusi varvi kyseisiä betonielementtejä. Single shieldin avulla eteneminen onnistuu vaikka kivilaatu olisi rikkonainen, sillä työntövoima saadaan valmiista elementtirakenteesta. Single shieldillä ei voida peruuttaa.

Double Shield

- Tarkoittaa kahden suojan tai kilven sisällä tapahtuvaa porausta, jossa molempia tahteja voidaan suorittaa samanaikaisesti. Leikkuupää saa työntövoimansa gripper-tyylisien tartuntatukivarsien avulla poratusta tunnelista, jolloin vuorausrakenteen asentaminen on työntötahdista riippumaton työlajinsa. Rikkonainen kivilaatu voi vaikeuttaa etenemistä, mutta tällöin konetta voidaan ajaa kuten single shieldiä. Double shieldillä voidaan peruuttaa ja leikkuupäähän päästään käsiksi myös etupuolelta

Gripper

- Gripperissä on vain yksi lyhyt kattosuoja, jonka alla sijaitsee työntövoiman synnyttävät hydraulisylinterit Työntövoiman porakone saa työntötukivarsista, jotka tukeutuvat porattuun kalliopintaan. Lyhyen kattosuojan takana on kattopulttausyksikkö turvapulttaukseen, sekä rengasmaisen tukipalkin asentamisyksikkö kallion stabiliteetin parantamiseen, lisäksi voidaan verkottaa ja ruiskuttaa. Gripper mahdollistaa todellisen profiilin poraamisen ilman, että vuorausrakenteen paksuus vaikuttaa tunnelin todelliseen poikkileikkausalaan. Gripperillä on myös mahdollista peruuttaa pidemmälle, jolloin sitä voidaan huoltaa etupuolelta paremmin.

TBM -menetelmät

Meriveden lämmöntalteenotto -hanke

Tunnelin suunnittelusta ja vedenohjausvaatimuksista riippuen TBM on varustettu vaadituilla ratkaisuilla, kuten tunnustelureikien poraus (probe drilling) ja esi-injektointi (pre-grouting).

Louhinnan vaiheet kovassa kivessä (kun tarvitaan yllä olevia ratkaisuja):

1. Tunnustelureikien poraus 35 m eteenpäin louhintapinnasta, veden haihtumisen mittaus ja analysointi
2. Jos tarpeen, injektointireikien poraus ja injektointi ("viuhka/sateenvarjo"), kovettumisaika
3. Louhinnan aloitus, normaali louhintavaiheen pituus on 1,5 – 2 metriä
4. Louhintavaiheen jälkeen, double shield TBM-menetelmällä tartuntatukien sisäänveto, single shield TBM-menetelmällä verhousrakenteiden (liner) asentaminen
5. Tartuntatukien uudelleen asettaminen / edellisiin verhousrakenteisiin tukeutuminen, jonka jälkeen uusi louhintavaihe
6. Näin edetään 30 – 35 metriä, jonka jälkeen porataan uudet tutkimusreiät ja prosessi alkaa alusta.
7. Terien vaihto ja laitteen huolto suunnitellaan tehtäväksi huoltopysähdyksissä

TBM:n etuja ”perinteiseen” tapaan nähden

Meriveden lämmöntalteenotto -hanke

- Samanlaisia värinäongelmia ei synny kuin räjäytyksissä
- Turvallisuusriski räjähteiden suhteen vältetään
 - Pois lukien aloitus- ja lopetuskaivannot, sekä yhdystunnelit
- Räjähdyksikaasujen ja komuilun puute
- Pitkillä matkoilla nopeampi ja varmempi eteneminen -> Tuotanto käynnissä 24/7
- Kustannustehokkaampi yksiperälouhinnassa kun tietty pituus ylitetään
- Vähemmän manuaalista työtä, pääosa prosessista automatisoitua tai mekanisoitua
- Hihnakuuljettimien tapauksessa pienemmät lastaus- ja kuljetusriskit
- Rakenne kerralla valmis ja vähemmän hukkaa
- TBM-louhe on hyödyntämiskelpoista, jos suunnittelualueen kallioperän kivilajeissa ei ole haitallisia mineraaleja.
 - Ensisijaisina vaihtoehtoina on pyrkiä hyödyntämään louhe lähellä. Vaihtoehtoisesti TBM-louhe soveltuu myös proomukuljetukseen, mikäli läheltä ei löydy sopivaa hyödyntämiskohdetta louheelle.
- **Ilmanvaihdon kannalta ja turvallisuuden kannalta voi olla ainoa vaihtoehto pitkässä yksiperätunnelissa, jossa pystykuilut ei ole mahdollisia**

TBM:n tunnistettuja heikkouksia

Meriveden lämmöntalteenotto -hanke

- Korkea aloituskustannus, kallis porakone
- Pitkä mobilisointiaika
 - Tilauksesta toimitukseen vähintään 12 kk
 - Toimituksesta porauksen aloitukseen 4-6 kk
- Pora on logistisesti haastava kasata ja toimittaa
- Suomessa työvoimaa ei saatavilla itse koneen käyttöön
 - Työryhmien koko mahdollisesti isompi, jopa 15 henkilöä porakoneelle
- Louheen jatkojalostus saattaa olla ongelmallista kalliolastun muodosta johtuen
- Louheen loppusijoitus hankala luvittaa
 - Louhe on uusi viranomaisille joten sen ominaisuudet on selvitettävä ja tutkittava tarkkaan
 - Referenssit on haettava ulkomailta
- Sähköliitännän suuruus arviolta yli 6 MW liitântäteho on ison teollisen lämpöpumpun luokkaa
- Myös kaapelointi urakka on valtava, kun koneen perässä kulkee 17 km syöttökaapelit



TBM – menetelmän turvallisuus

Meriveden lämmöntalteenotto -hanke

- Jokaisesta projektista tehdään riskienarviointi.
- Projektispesifiset olosuhteet vaikuttavat turvallisuus- ja pelastautumiskonseptiin.
- Pitkissä merenalaisissa tunneleissa kaksi merkittävintä riskiä on:
 - Tulipalo TBM-laitteessa tai tunnelissa
 - Veden tulviminen tunneliin louhintapinnan kautta.
- TBM-laite ja tunneli varustetaan pelastautumiskonteilla.
- Lisäksi on käytössä pelastautumisjuna/-ajoneuvo, jonka avulla tunnelista on mahdollista poistua.
- Kaikilla on myös henkilökohtainen pelastautumishuppu, jonka avulla pystytään poistumaan lähimpään pelastautumiskonttiin /- ajoneuvoon.
- Turvallisuusvaatimukset otetaan huomioon TBM-laitteen määrittelyssä ja kohteeseen valitaan tarkoituksenmukainen malli.

