Triangulum i Stavanger – bruk av kloakk som varmekilde

- Ernst Olsen, Stavanger kommune
- Fredrik Skaug Fadnes, Norconsult AS

Fagtreff Norsk Vannforening, Oslo
12.november 2019

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Agenda

- Triangulum – Stavanger som fyrtårnsby
- Konseptstudien – anbefalt løsning
- Byggeperioden med hovedfokus på avløpsvarmevekslere
- Driftserfaringer og energiregnskap

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Horisont 2020 - The process

triangulum
DEMONSTRATE·DISSEMINATE·REPLICATE

2012

Stavanger Region European Office

- Stavanger Regional Brussels Office: Strategy 2013-2020, Smart Cities as priority.
- The city decides to start the process towards SCC.

2013

- Stavanger Regional Brussels Office and University EU-resource center facilitates Eindhoven and Stavanger meetings.
- Desember: H2020 SCC1-call lighthouse projects. Local triple helix. Application for proposal formed with Eindhoven and Manchester. Fraunhofer as project manager.

2014

- Application: May 7th
- October: EC selects Triangulum as 1 of 3 lighthouse projects.
- Nov/dec: Grant Agreement

2015

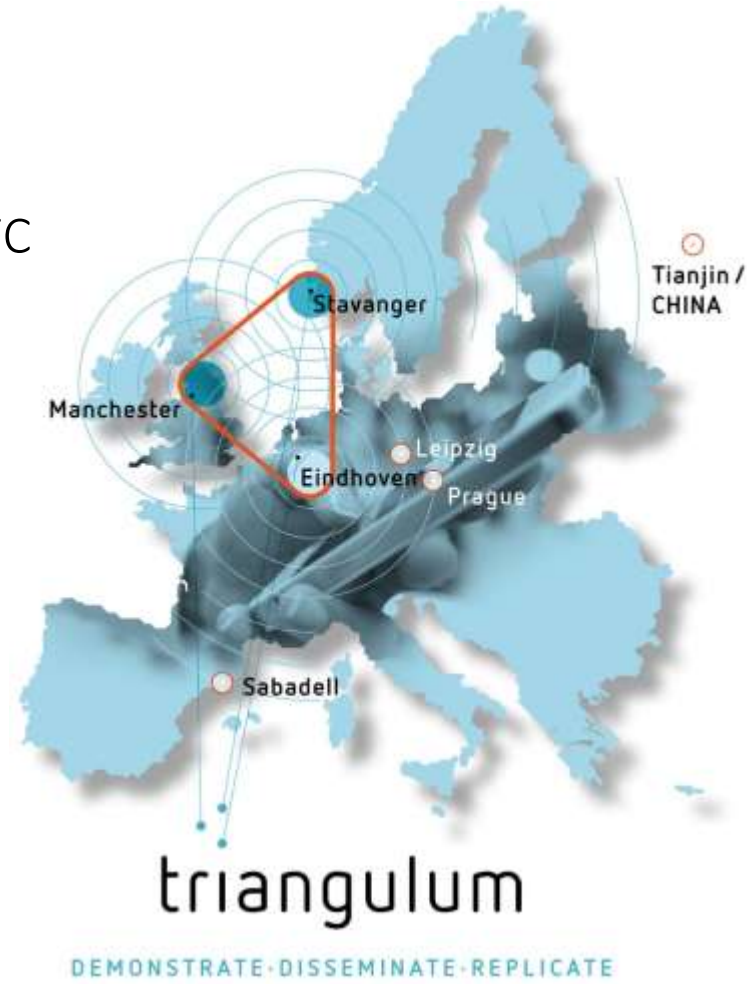
- January: Consortium Agreement
- February: Project starts
- City of Stavanger coordinates local partnership

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE · Lyse · ROGALAND FYLKESKOMMUNE · GREATER STAVANGER · Universitetet i Stavanger

3 POINT PROJECT • DEMONSTRATE • DISSEMINATE • REPLICATE

SCC1-2014:
3 prosjekt / 9 LHC / 10 FC
SCC5-2018:
14 prosjekt / 41 LHC / 51 FC



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE · Lyse · ROGALAND FYLKESKOMMUNE · GREATER STAVANGER · Universitetet i Stavanger

Målsetting

triangulum
DEMONSTRATE·DISSEMINATE·REPLICATE

«The main goal of Triangulum is to demonstrate that the integration of technologies from the sectors energy, buildings, mobility and ICT *within one district leads to a significant reduction of energy demand and local GHG emissions whilst at by the same time enhancing quality of life, delivering efficient and clean mobility to residents and local workers and providing the basis for economic growth and development*.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE
Lyse
ROGALAND FYLKESKOMMUNE
GREATER STAVANGER
Universitetet i Stavanger

Triangulum consortium – 22 partners

triangulum

Lead: Fraunhofer and support-team

Fraunhofer
Universität Stuttgart
STEINBEIS-EUROPA-ZENTRUM

Manchester

MANCHESTER CITY COUNCIL
Manchester Metropolitan University
MANCHESTER 1824 The University of Manchester
SIEMENS
Clicks and Links

Eindhoven

EINDHOVEN
TU/e Technische Universiteit Eindhoven University of Technology
kpn
WOONBEDRIJF
VolkerWessels

Stavanger

STAVANGER KOMMUNE
Lyse
ROGALAND FYLKESKOMMUNE
GREATER STAVANGER
Universitetet i Stavanger

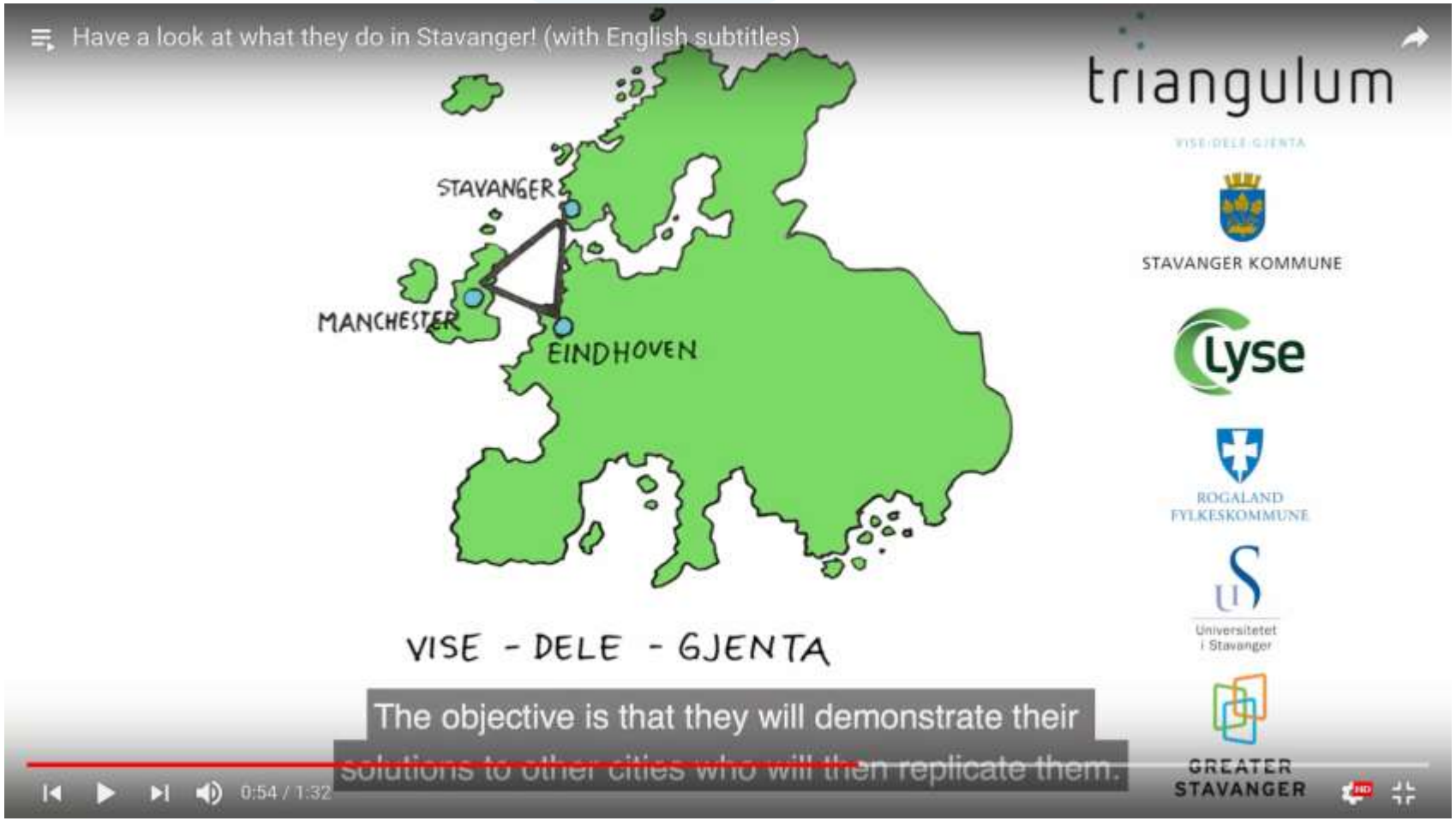
Replication/ Follower Cities

PRAHA PRAGUE PRAGA PRAG
IPR PRAHA
Ajuntament de Sabadell
Stadt Leipzig
TÜV SÜD

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

GREATER STAVANGER
Universitetet i Stavanger

Stavangers partnerskap



https://www.youtube.com/watch?v=Zwv86eFRHfg&index=3&list=PLU5o8H82DLK0GtuS941JiJCM-TuNntqVN

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Intensjonen i søknaden

- Stavanger kommune skal utvikle et nytt energianlegg (CEP), planlagt som en felles energisentral for tre offentlige administrasjonsbygninger og seks private kontor- og forretningsbygg.

- Plassert i kjelleren til administrasjonsbygning i Olav Kyrres gate 19 (OK19). Prosjektet inkluderer også konvertering av OK19/svømmehall, fra elektrisk oppvarming til vannbåren oppvarming.

- Den nye energiløsningen for varmeproduksjon skal bruke varmepumpeteknologi (geotermiske brønner) som grunnlast. Spisslast skal dekkes av fornybar energi, pelletskjel.

- Automatisert, overvåket og styrt fra driftssenteret i SK. Energimålere for alle energikilder og leveringspunkter (bygninger) installeres for å måle produsert energi og CO_2-belastning.

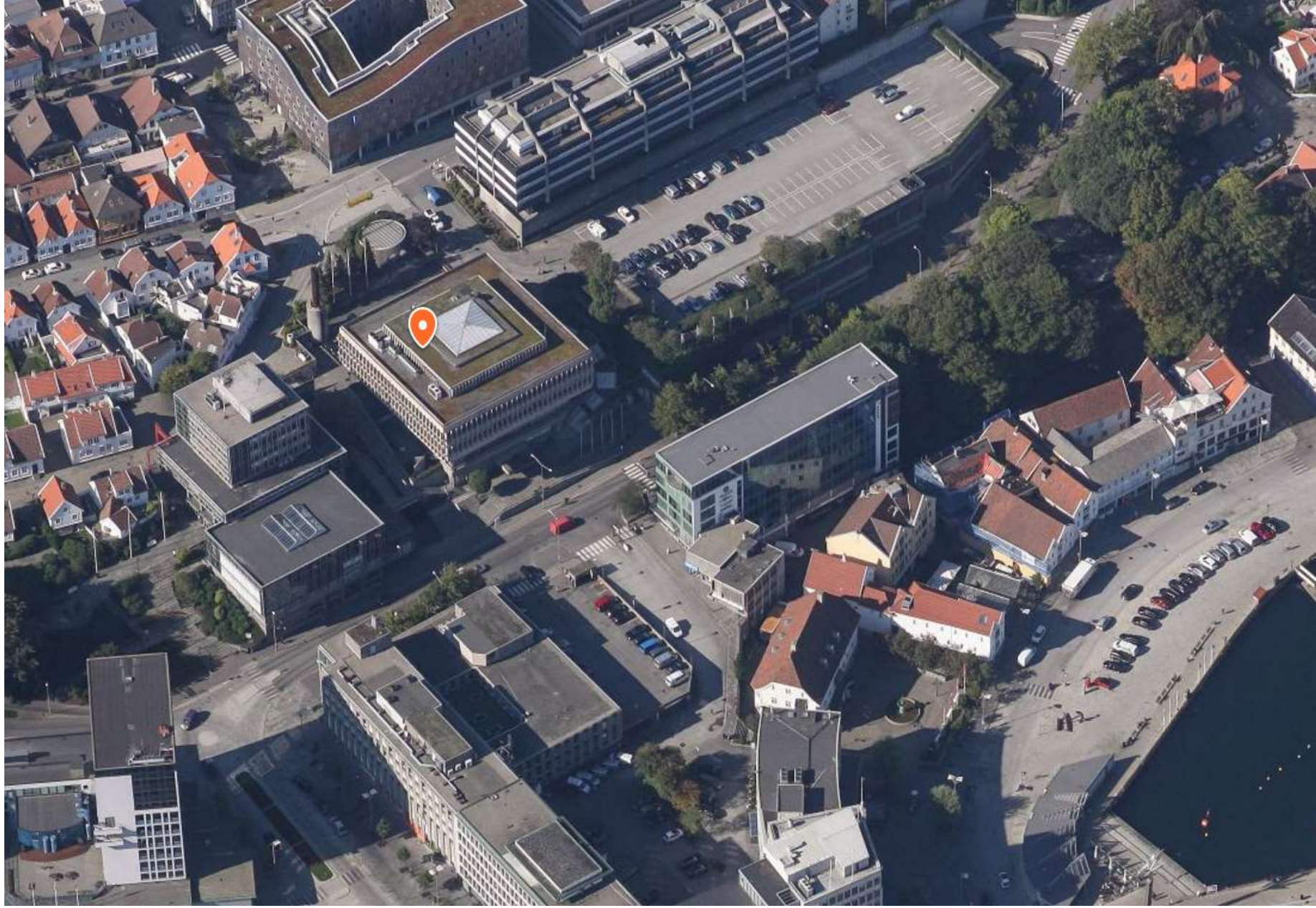
- CO_2-reduksjon på minst 75 % sammenliknet med eksisterende sentral (basert på gass og direktevirkende elektrisitet).

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

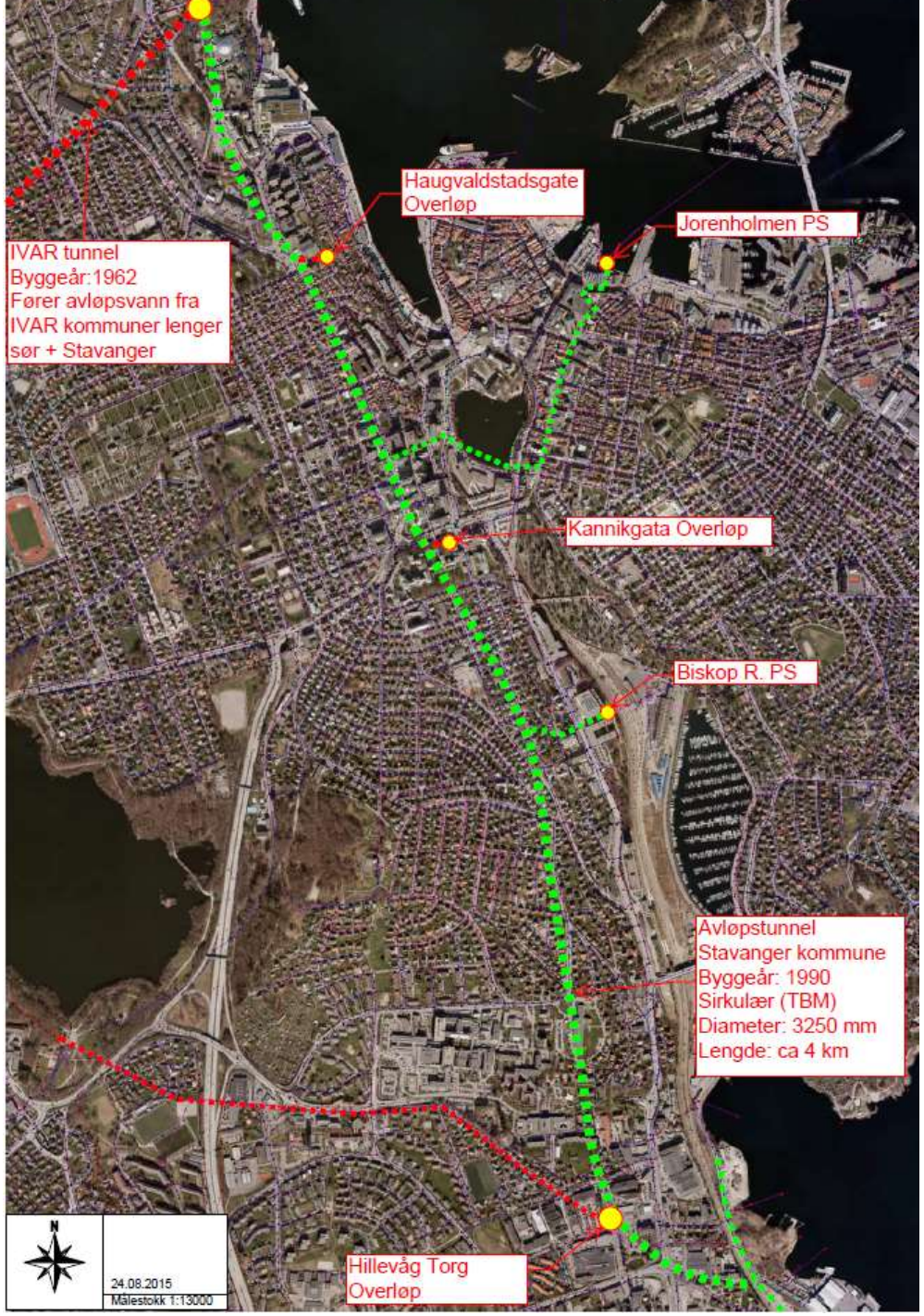
Utfordringen

- Prosjektet skal være ferdigstilt innen utgangen av mai 2017.
- Ideen lar seg ikke gjennomføre.
- Stavanger kommune må begynne fra scratch i juni 2015.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

50
100
18/10/2012

Avløpstunnelen

- Tunnel for transport av kloakk og overvann.
- Fullprofilboret fra slutten av 80-tallet.
- 4 km lang
- Fall på 0,2 promille
- Diameter 3,25 m
- Vintertemperaturer på 6-7 °C
- Sommertemperatur på 15-18 °C
- Vannmengder på 190 – 750 l/s, normalt på 250 l/s.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Forutsetninger for bruk av avløpstunnel

- Klar forutsetning at ingen tiltak skulle gå ut over tunnelens hovedfunksjon som transportvei for avløpsvann (installering, drift, rehabilitering, fjerning)
- Måtte finnes akseptabel løsning for rensk/rengjøring av tunnelen (10-20 år?)
- Senkning av temperatur skulle ikke forverre renseprosessen på IVAR sitt renseanlegg
- Kommune/IVAR skulle være med i prosessen

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Agenda

- Triangulum – Stavanger som fyrtårnsby
- **Konseptstudien – anbefalt løsning**
- Byggeperioden med hovedfokus på avløpsvarmevekslere
- Driftserfaringer og energiregnskap

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Arbeidsoppgaver konseptutredning:

- Felles løsning eller egne løsninger
- Energiløsning
- Bruk av avløpstunnel som energikilde skal utredes.
- Trinnvis utbygging.
- Forprosjektrapport – gjennomgås med kontroll av beregninger av effekt- og energibehov.
- OK19 – Forslag for gode energitekniske løsninger
- Teknisk beskrivelse av valgt konsept

triangulum

This project has received funding from the European Union's Horizon2020 under Grant Agreement No 646578

Konkurransegrunnlag

Kontrakt om

Konseptvalg –
Teknisk løsning av nytt energianlegg

Stavanger kommune

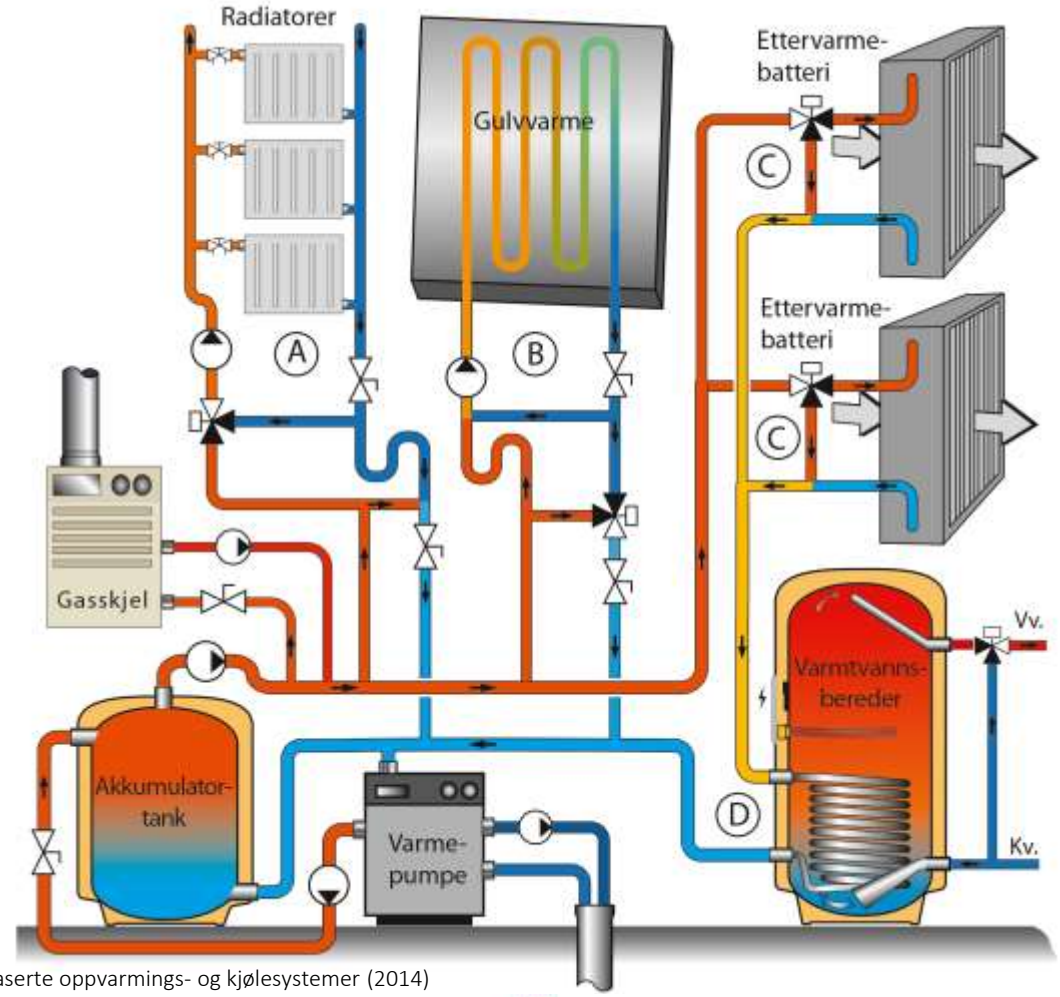
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Sak: 15/7306

STAVANGER KOMMUNE

Om energisentraler, energi, effekt og varmepumper

- Energisentral:
  - Sentral produksjon av varmt (og kaldt) vann som sirkuleres og distribueres til forbrukere i rør. Vannbåren varme (og kjøling).
  - Radiatorer mest kjent. Gulvvarme, vannbåren ventilasjonsoppvarming og –kjøling og tappevannsoppvarming.
  - Temperaturnivå på vannet er en viktig parameter.
  - Fordeler:
    - Varme er «lavverdig» energi – ikke termodynamisk optimalt å utnytte «høyverdig» elektrisitet til oppvarmingsformål.
    - Kan designe miljøvennlige anlegg med lave livssykluskostnader.
    - Belaster ikke strømnettet på samme måte som direktevirkende elektrisitet (panelovner).
    - Mer «behagelig» varme.



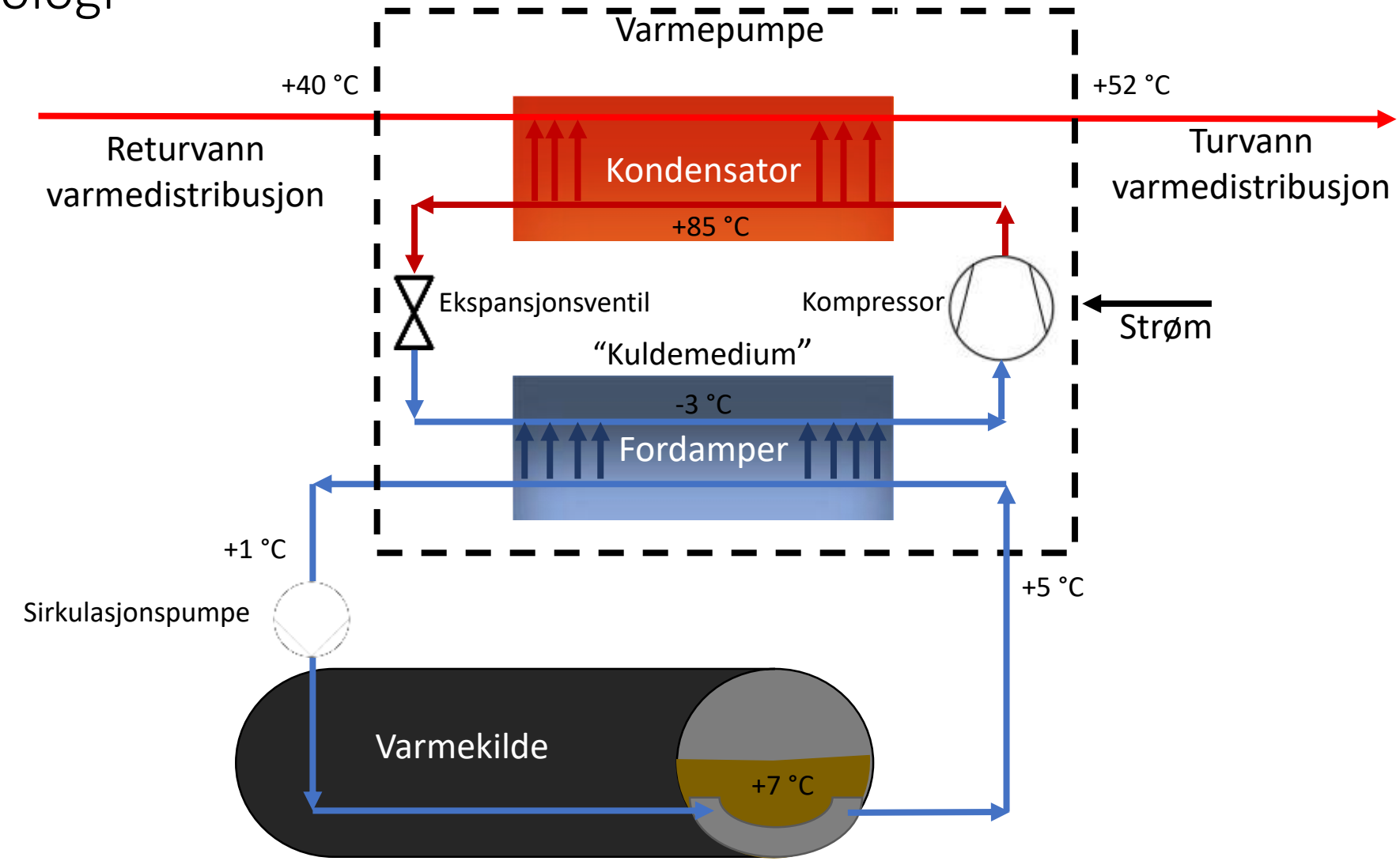
Kilde: Vannbaserte oppvarmings- og kjølesystemer (2014)

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

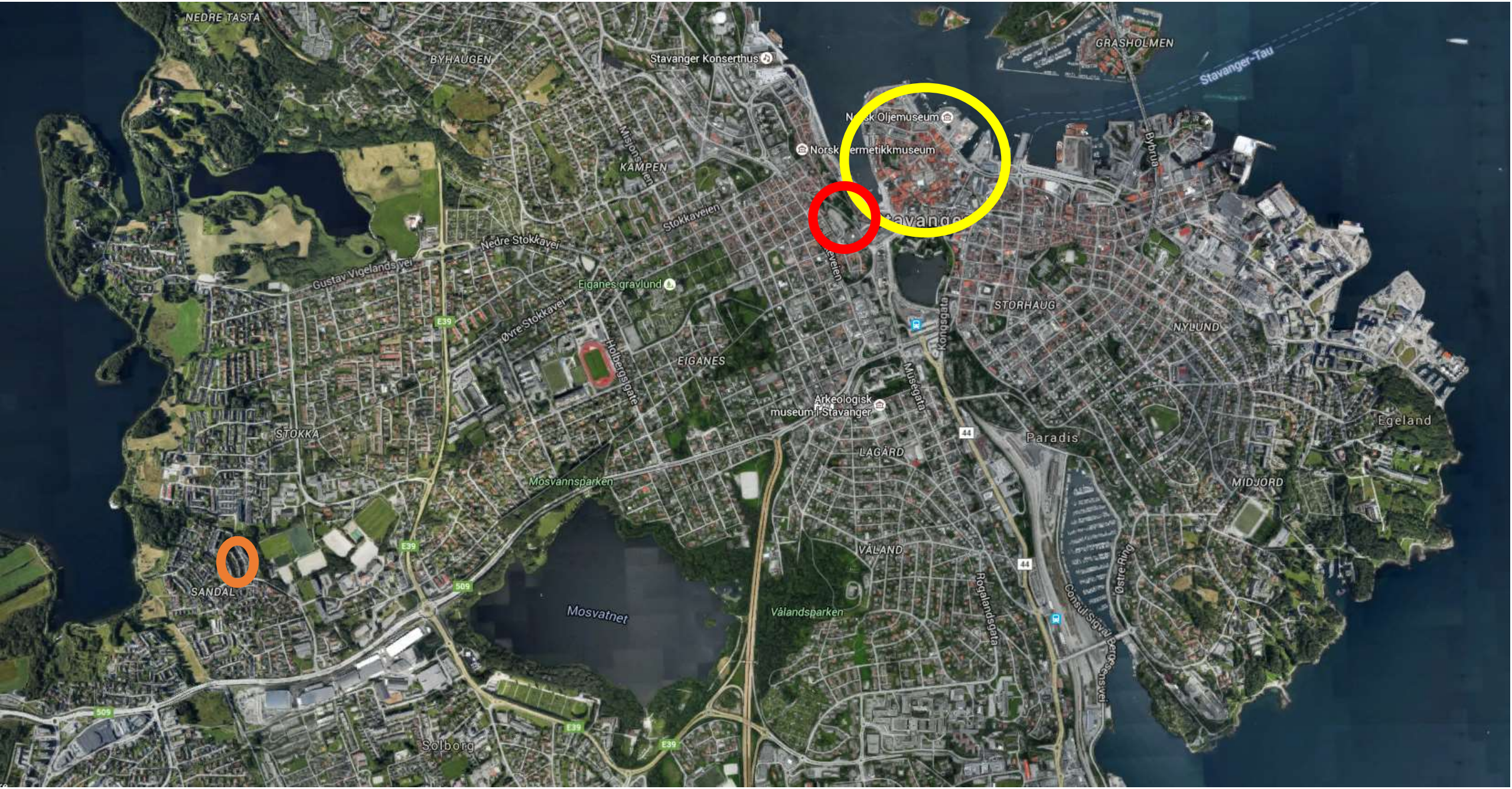
Om varmepumpeteknologi

- Utnytter at ulike medier har ulike termodynamiske egenskaper.
- Henter «gratis» varme fra en kilde (luft, vann, berggrunn, kloakk, gråvann, etc…) og øker temperaturnivået i en kompressor.
- «Coefficient of Performance» - COP – mål på hvor effektivt varmen produseres.
- COP = Levert varme / tilført strøm.
- Jo mindre «løftet» er – jo høyere COP og mer effektiv varmepumpe.



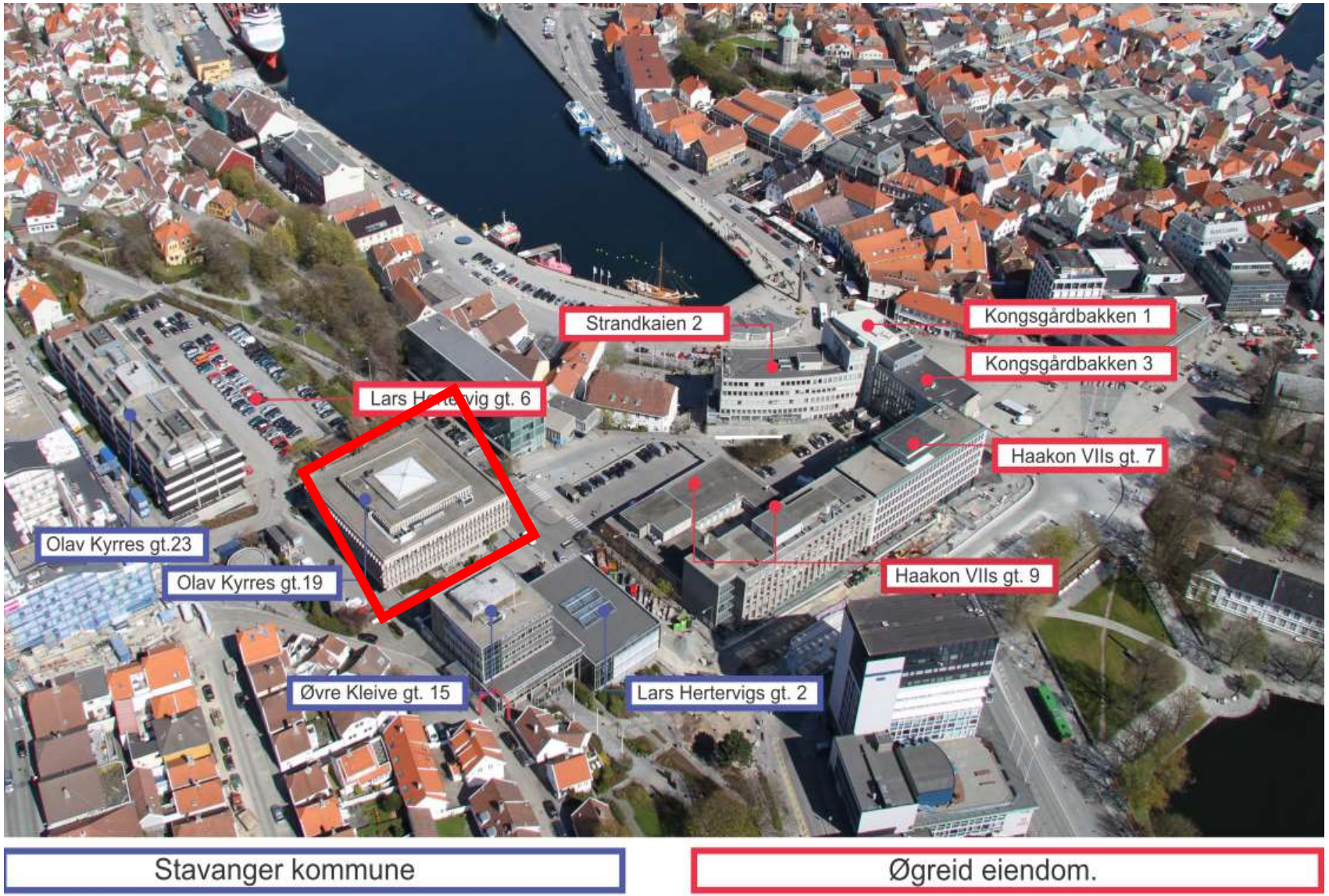
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE


NEDRE TASTA
BYHAUGEN
Stavanger Konserthus
GRASHOLMEN
Stavanger-Tau
Norsk Oljemuseum
Norsk Petroleumsmuseum
Byhrua
KAMPEN
Misjonsveien
Stokkaveien
Nedre Stokkavei
Gustav Vigelands vei
Eiganes gravlund
Øvre Stokkavei
E39
Holbergsgate
EIGANES
Kongsgata
STORHAUG
NYLUND
Misegata
Arkeologisk museum i Stavanger
44
Paradis
Egeland
STOKKA
LAGÅRD
Mosvannsparken
MIDJORD
VÅLAND
SANDAL
509
Mosvatnet
Vålandsparken
Rogalandsgata
Consul Sigval Bergesens vei
Østre Ring
Solborg

Byggene

- Tre kommunale bygg:
  - 20 000 m².
  - Svømmehall, administrasjonsbygg, kontorer.
- Seks private bygg:
  - Ca. 30 000 m².
  - Kontorer, forretningsbygg.
  - Ble utredet, men ikke med i prosjektet.



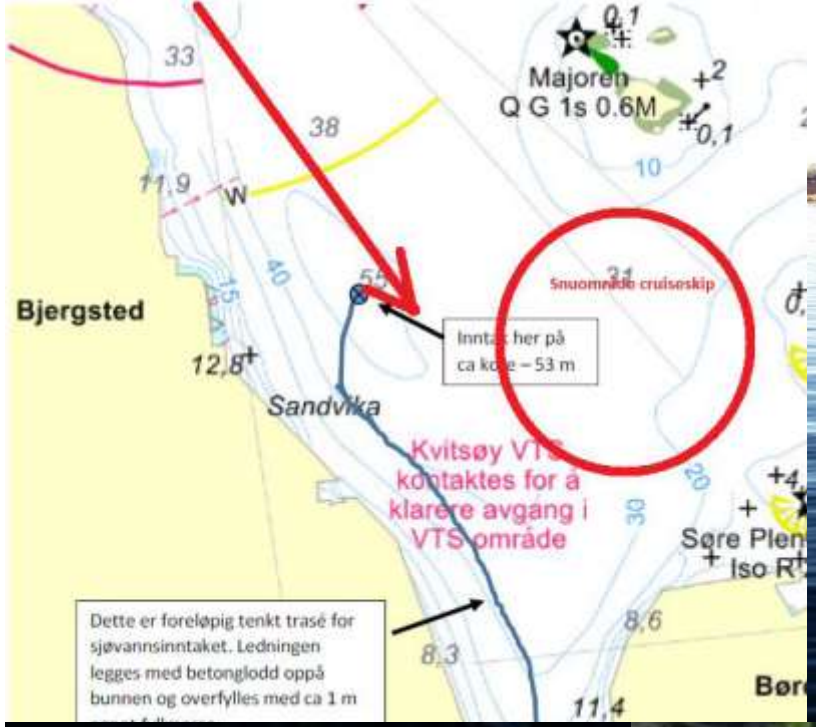
Konseptstudien

- Vurdering av energi- og effektbehov oppvarming og kjøling.
- Dimensjonerende data Stavanger kommune sine tre bygg:
  - BRA: 19 600 m²
  - Varmebehov (inkl. tappevann i svømmehall):
    2 300 000 kWh/år /1000 kW
  - Kjølebehov: 100 000 kWh/år / 450 kW

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Konseptstudien forts.

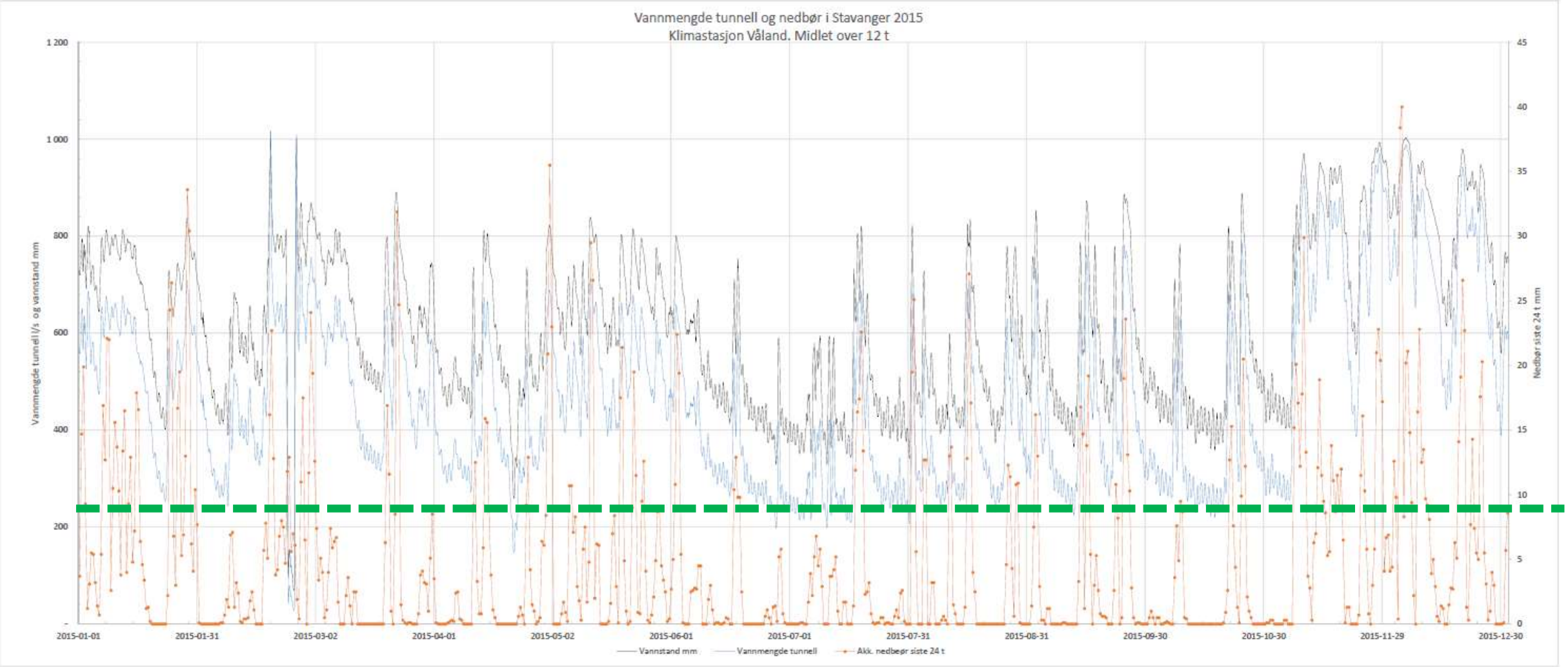
- Vurdering av energikonsepter:
  - Sol- og vindkraft
  - Bioenergi
  - Gråvannsgjenvinning
  - Solvarme
  - Varmepumper med følgende varmekilder:
    - Brønner
    - Sjøvann
    - Kloakk



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

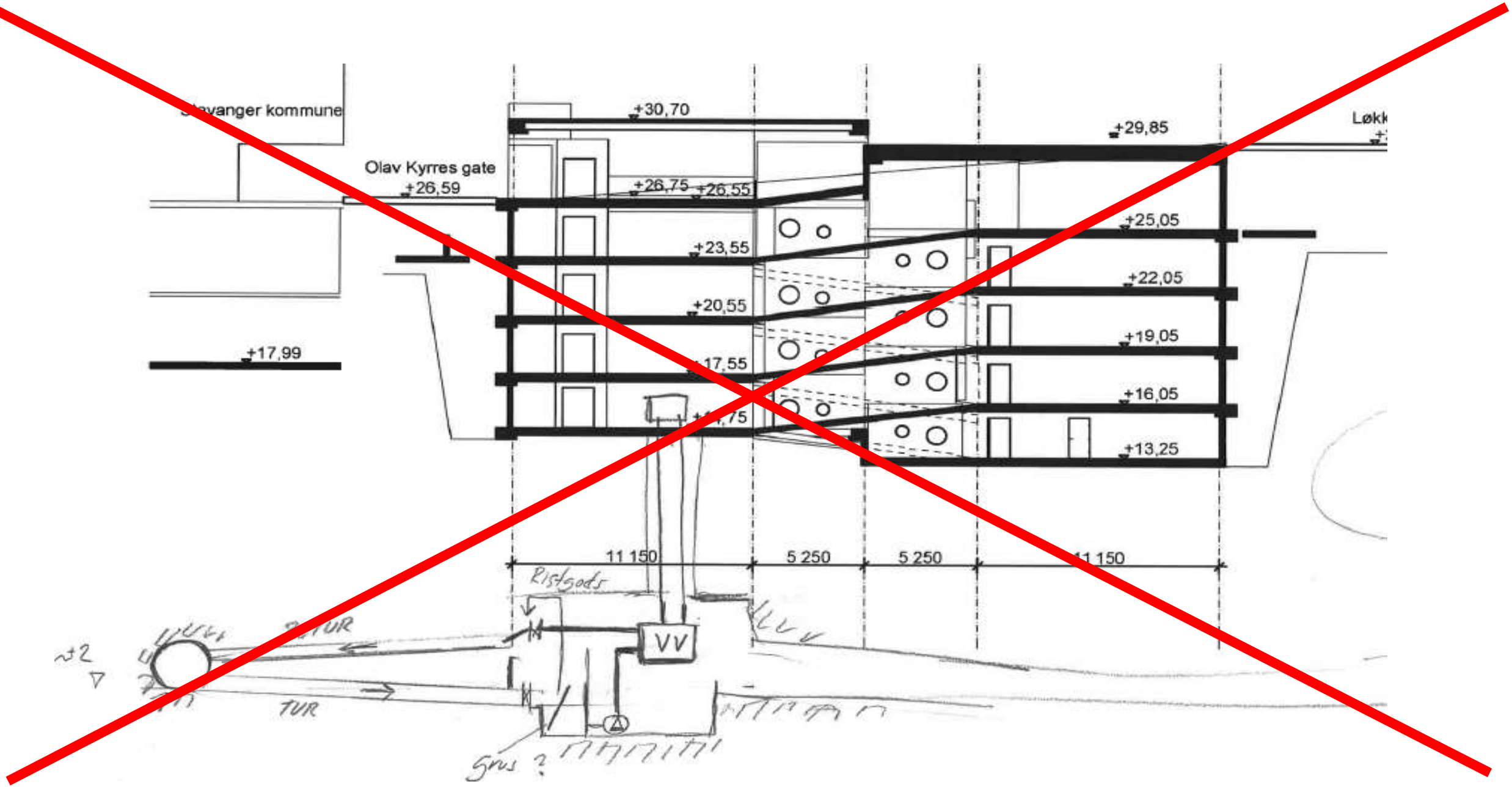
STAVANGER KOMMUNE

Avløpsmengder



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

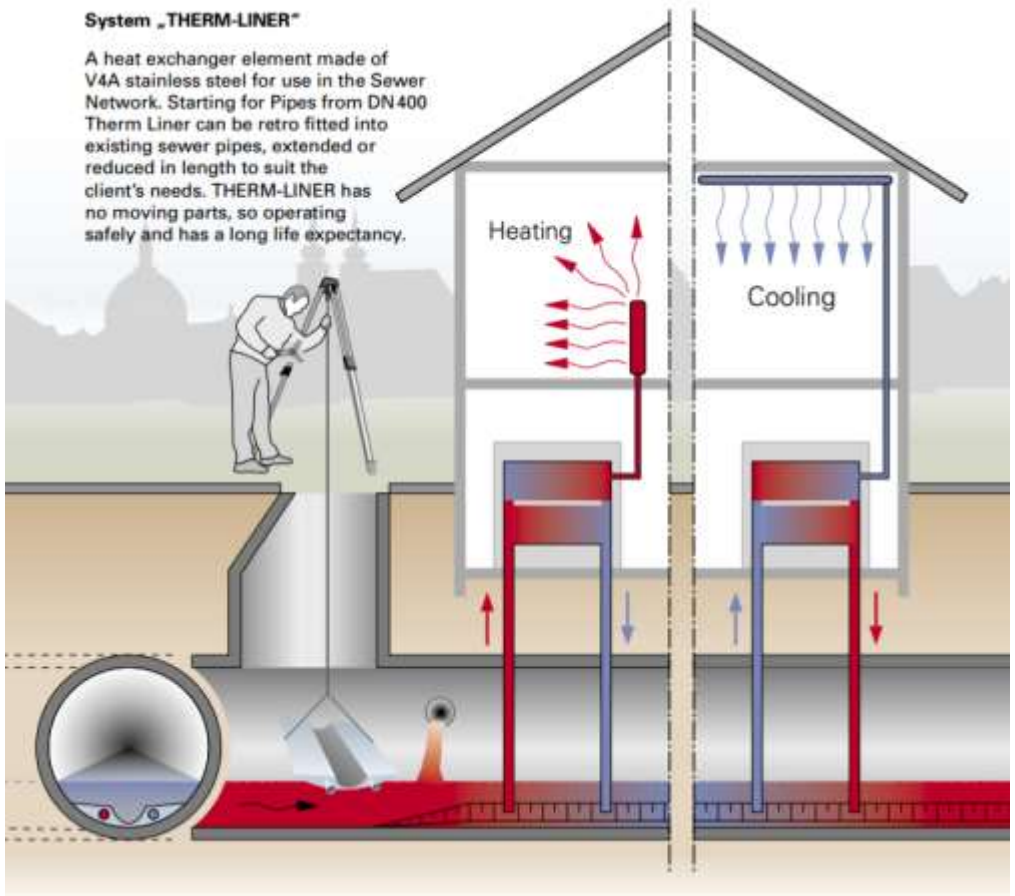
STAVANGER KOMMUNE



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

«Therm-liners»



- Tysk leverandør – Uhrig.
- 71 anlegg i Europa siden 2006.
- Prefabrikkerte varmeveksleplater i rustfritt stål.
- Ingen mekaniske deler.
- Overdimensjonere s for å ta hensyn til dannelse av biofilm.
- Gode referanser.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Dimensjoneringskriterier

- **Energiforutsetninger:**
  - Dimensjonerende effektbelastning [kW]
  - Tur- og retur temperatur fra energisentralen, DT [K]
  - Volumstrøm til/fra energisentral (gitt av effekt og temperatur) [l/s]
  - Trykk-klasse.
  - Dimensjonerende trykkfall i vekslerne [bar/kPa]
- **Tunnelenes utforming**:
  - Dimensjon
  - Profil.
  - Gradient (helning)
  - Vannmengde [l/s]
  - Temperaturer i avløpsvannet, spesielt laveste/høyeste.

Projektname:
Adresse:
Meine Kontaktdaten:

1. Mein Energiebedarf		*Optimal*
1.1 Bedarf Heizleistung	kW	*ab 25 kW*
1.2 Bedarf Kühlleistung	kW	*ab 25 kW*
1.3 Heizstunden pro Jahr	h/a	-
1.4 Kühlstunden pro Jahr	h/a	-
1.5 Temperatur Heizsystem	°C	-
1.6 Mein Projekt	Neubau	
	Sanierung	

2. Mein Abwasser*		*Optimal*
2.1 Entfernung Kanal zu Gebäude	m	-
2.2 Kanaldimension	DN	*ab DN 400*
2.3 Kanalform	Rund	-
	Sonstige	-
2.4 Abwasser	Abwasser	-
	Industr. Abwasser	-
	Mischwasser	-
2.5 Sohlgefälle (Gefälle des Kanals)	‰	-
2.6 Trockenwetterabfluss Minimum	l/s	*ab 10l/s*
2.7 Abwassertemperatur Minimum	°C	*8°C*
2.8 Verfügbare Kanallänge	m	-
2.9 Neubau/Sanierung Kanal?	Neubau	
	Sanierung	

3. Mein Angebot	
3.1 Mich interessiert...	Wieviel Energie aus Abwasser kann ich nutzen?
	Was kosten Energie aus Abwasser in meinem Fall?
	Wie setzt man ein solches Projekt um?
3.2 Sonstiges / Fragen:	

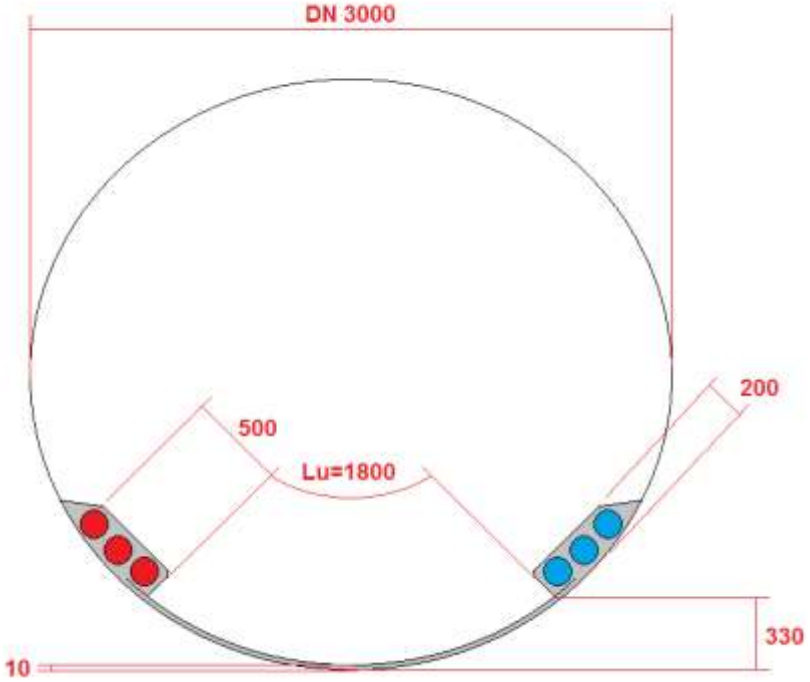
** Erfragen Sie diese Informationen bitte bei ihrem Entwässerungsbetrieb oder sprechen Sie uns an. Wir helfen Ihnen gerne!*

THERM-LINER

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Kontakt med Uhrig



Open Space Sewer Pipe DN 3000:	7,069m
Space requirement heat exchanger:	0,25m²
Remaining Space	6,819m
Reduction of Cross section:	3,5 %

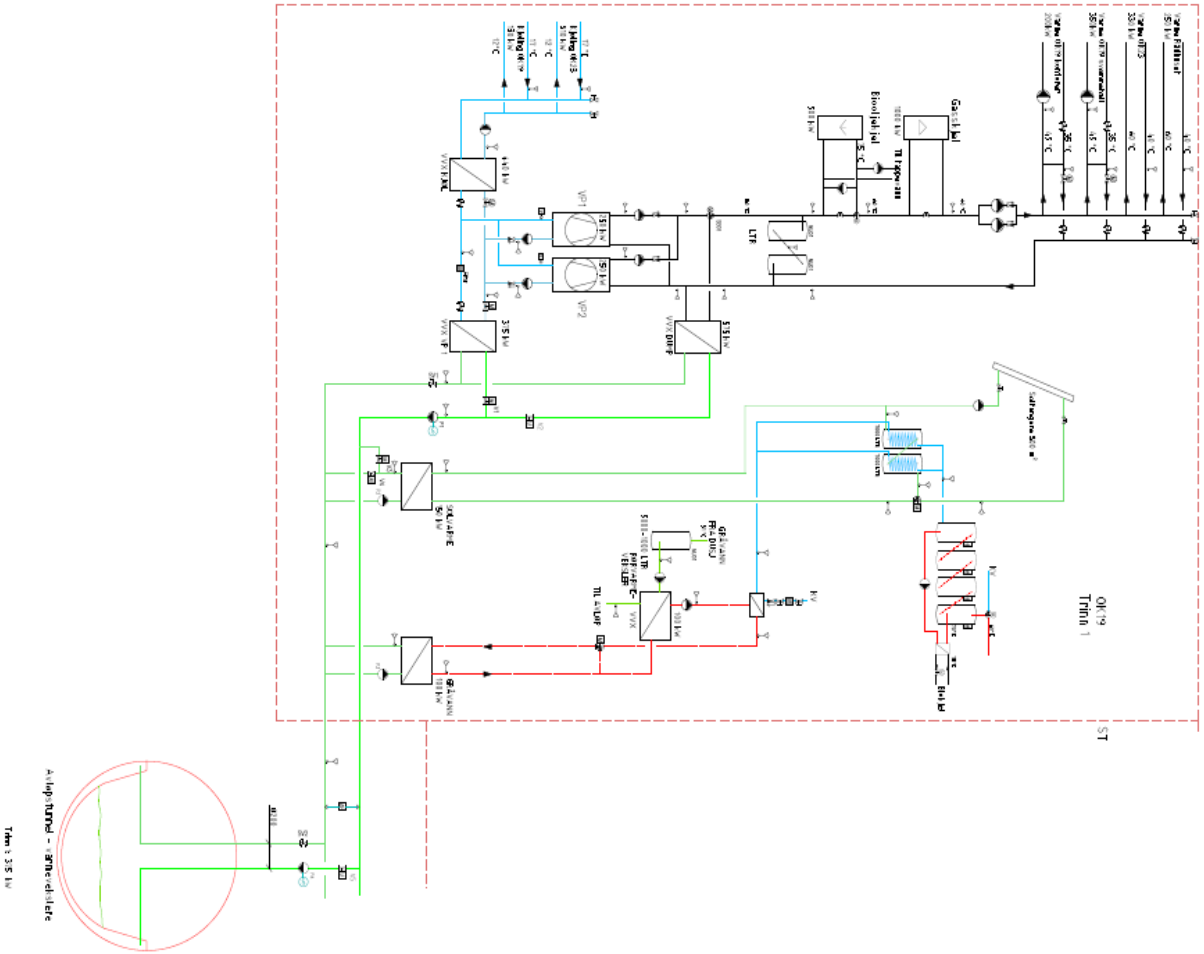
Studietur til Tyskland

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

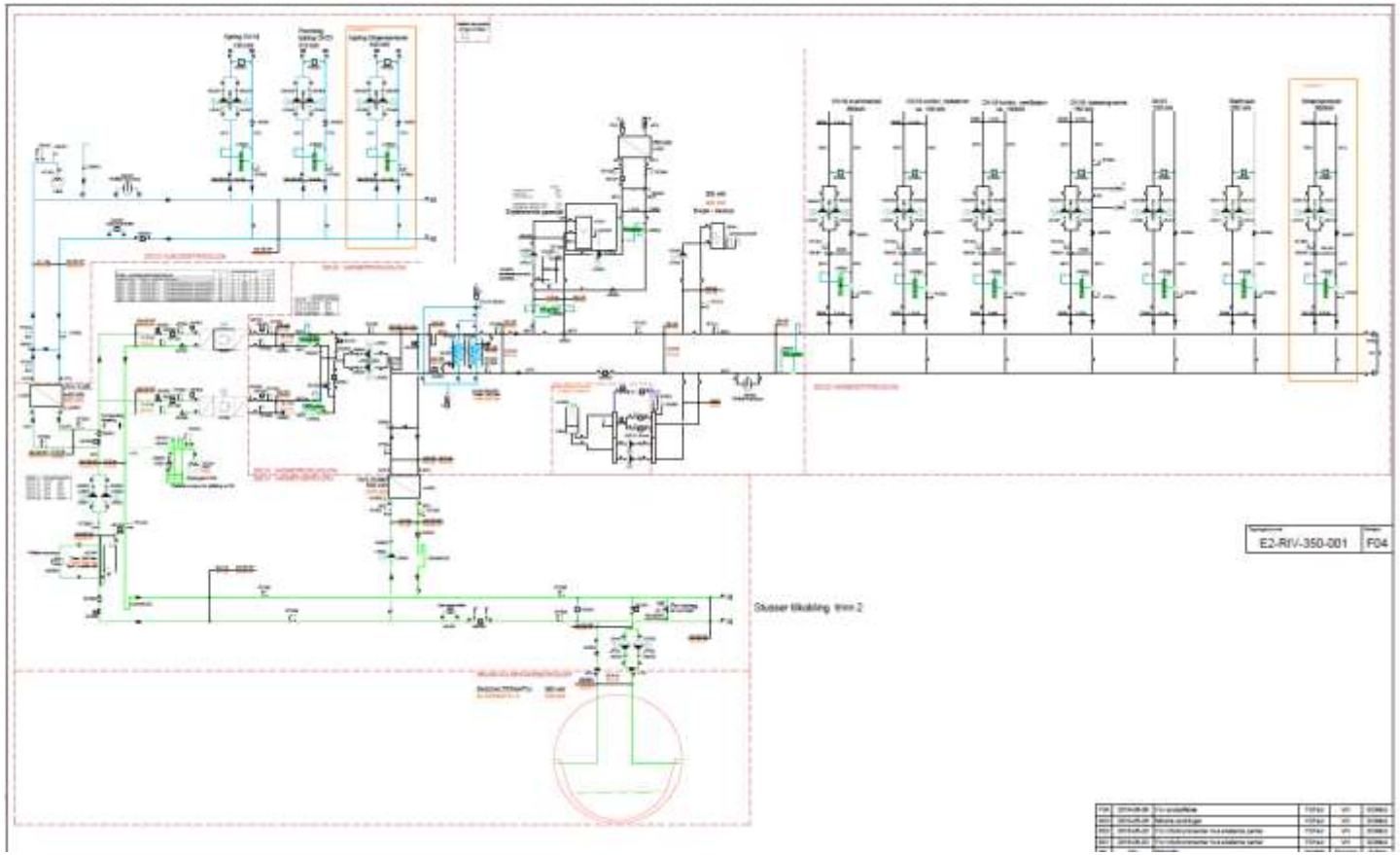
Konseptanbefaling

- Anbefalte energikilder:
  - Ferdig konsept – januar 2016.
  - Energisentral som leverer til tre bygg basert på:
    - Varmepumpe med varmevekslere i avløpstunnel.
    - Solvarme på taket i OK19.
    - Gråvannvarmegjenvinning.
    - Bioolje



Detaljering av konsept

- Varmepumpesentral 500 kW.
  - 2 x 250 kW
  - R1234ze
  - Frekvensstyring på kompressorene.
  - Varmekilde – kloakk – varmeopptak 360 kW.
  - Mulighet for dumping av overskuddsvarme
- Solvarme 150 kW (for oppvarming av tappevann).
- Gråvannsgjenvinning ca. 100 kW
- Eksisterende gasskjel som spisslast og backup, men kjøper biogass.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Anskaffelser – gjennomføringsforhold

Entreprise	Utlysning	Kontrakt	Ferdigbefaring	
E1 – Rivningsarbeider	21.04.2016	06.06.2016	29.05.2017	
E2 - Elektromekaniske arbeider	21.06.2016	06.10.2016	29.05.2017	
E3 – Automasjon	21.06.2016	20.10.2016	29.05.2017	
E4 – Avløpsvarmevekslere	14.07.2016	09.11.2016	29.05.2017	
E5 – Tunnelboring	09.05.2016	04.07.2016	29.05.2017	
E6 - Integrasjon SD-anlegg	Rammeavtale	06.04.2017	29.05.2017	
E7 - Varme- og kjølerør	21.01.2017	09.03.2017	29.05.2017	

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Agenda

- Triangulum – Stavanger som fyrtårnsby
- Konseptstudien – anbefalt løsning
- **Byggeperioden med hovedfokus på avløpsvarmevekslere**
- Driftserfaringer og energiregnskap

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Byggeperioden

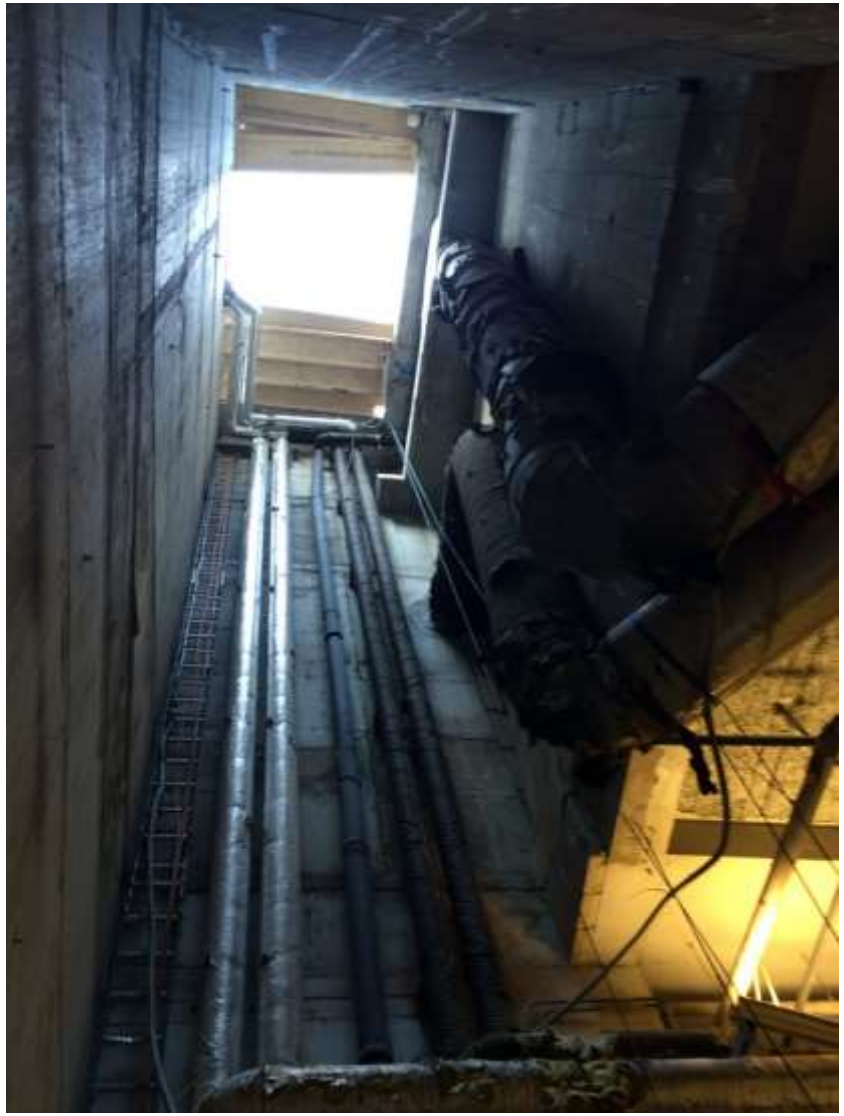
- Rivearbeider
- Tunnelboring
- Elektromekanisk
- Automatikk
- Avløpsvarmevekslere, rengjøring og montering
- Varme- og kjølerør

Energisentralen april 2016

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

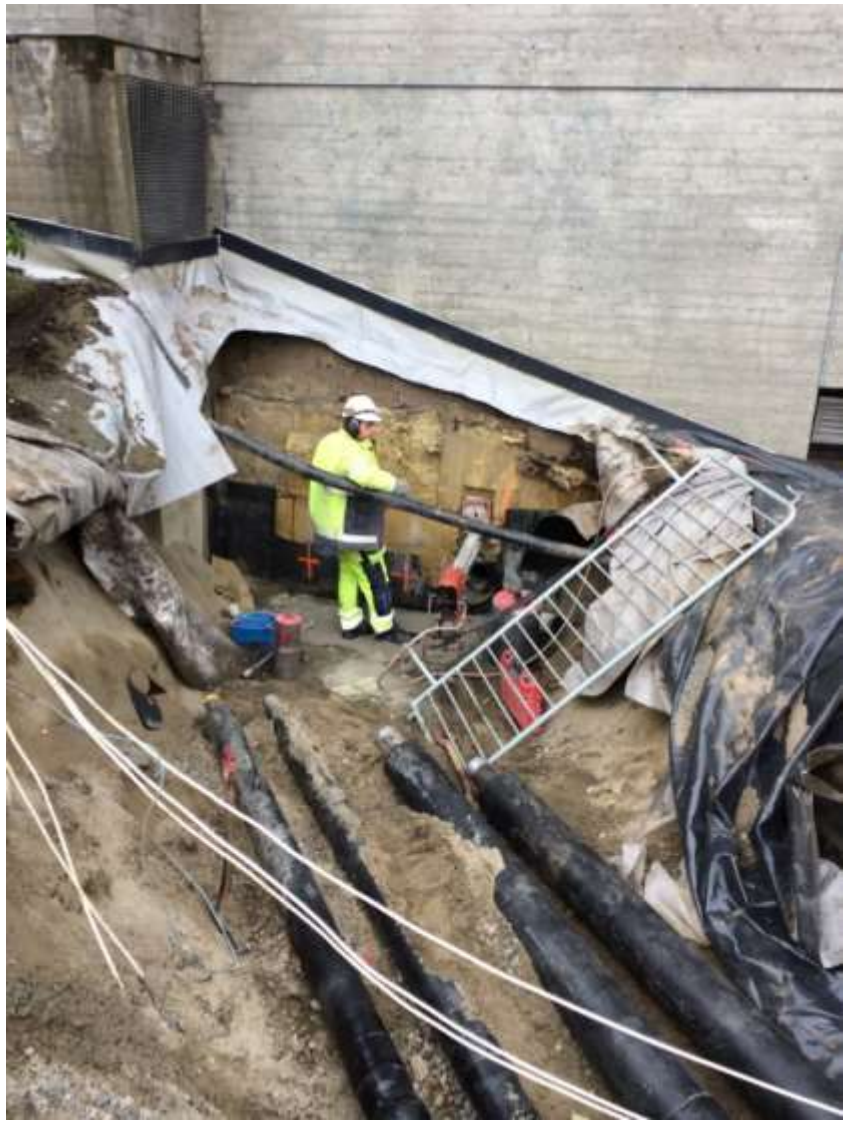
Energisentralen august 2016



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

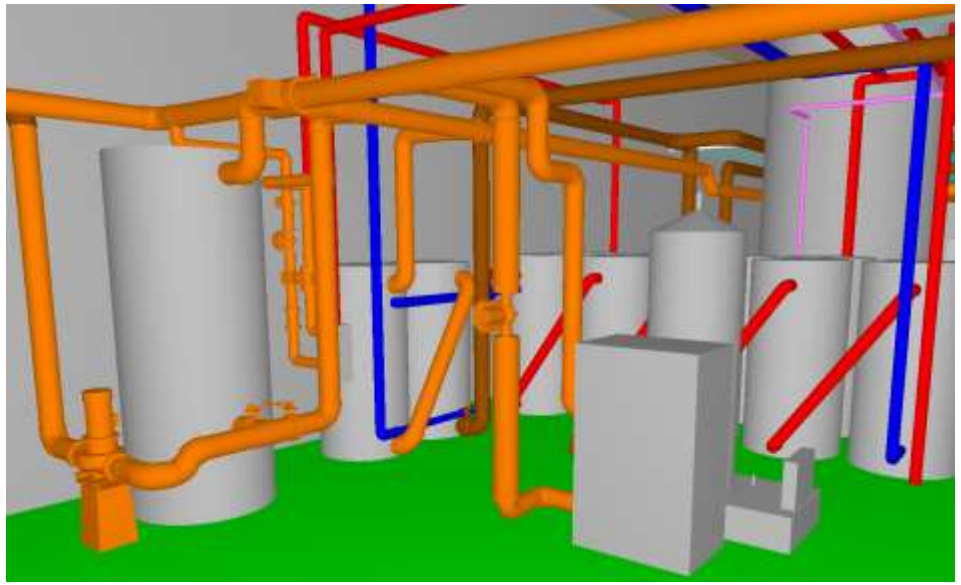
Energisentralen januar 2017

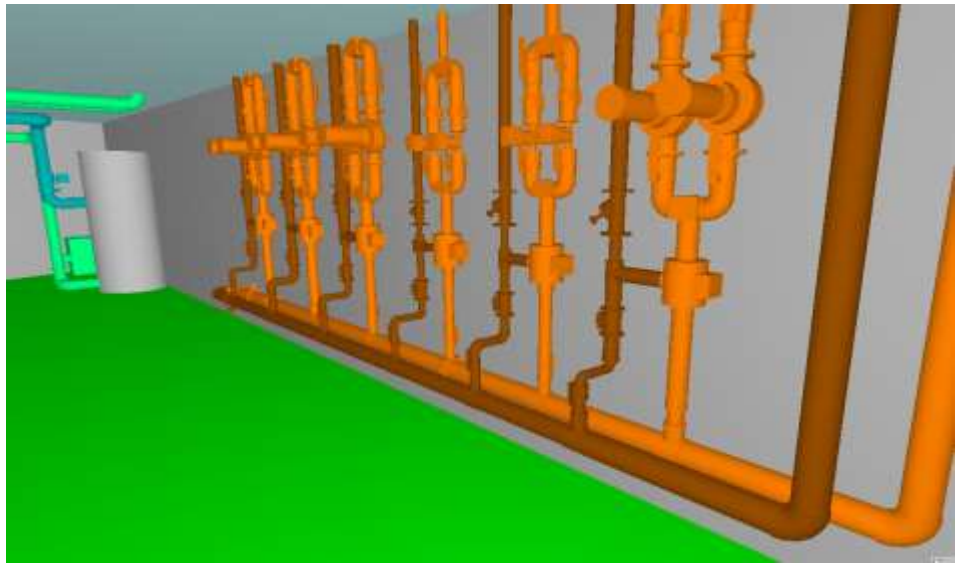


This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

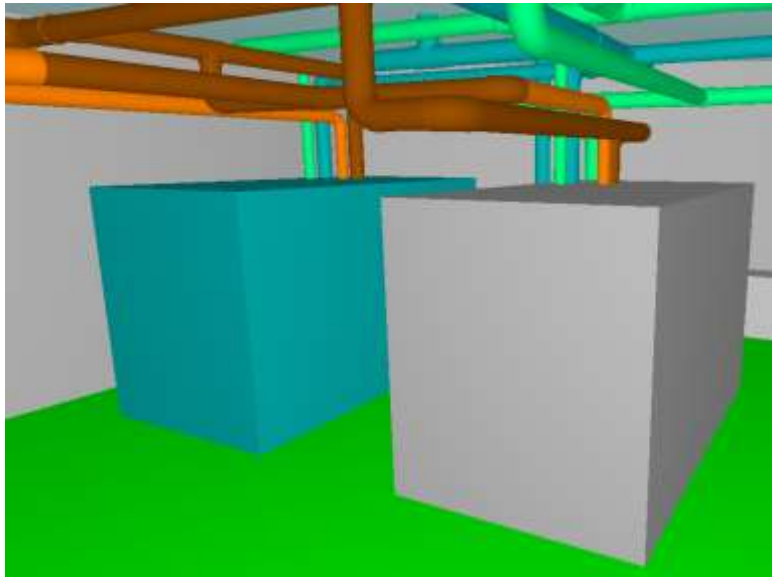
Energisentral (fra 3d til virkelighet)

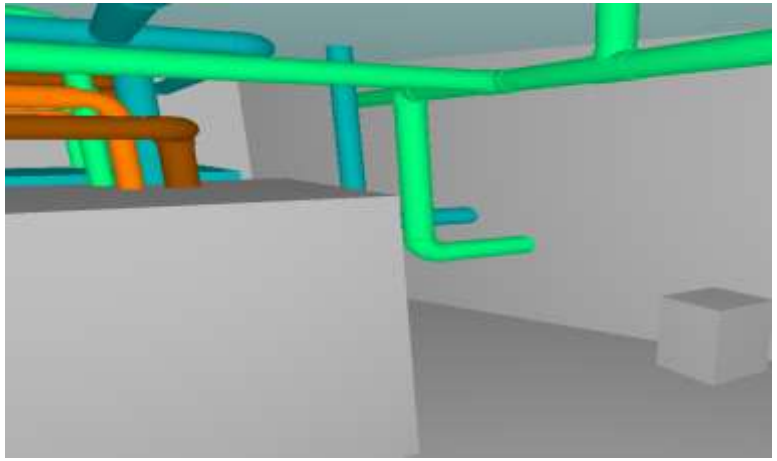




This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Energisentral (fra 3d til virkelighet) - varmepumpene





Rørføringer til avløpstunnel

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Fremdriftsplan - avløpsvekslere

- Avtale inngått - september 2016
- Oppmåling tunnel – november 2016
- Prosjektering og konstruksjon varmevekslere – desember 2016 – februar 2017.
- Slamfjerning – To uker i februar 2017.
- Montasje varmevekslere - en uke i mars 2017.

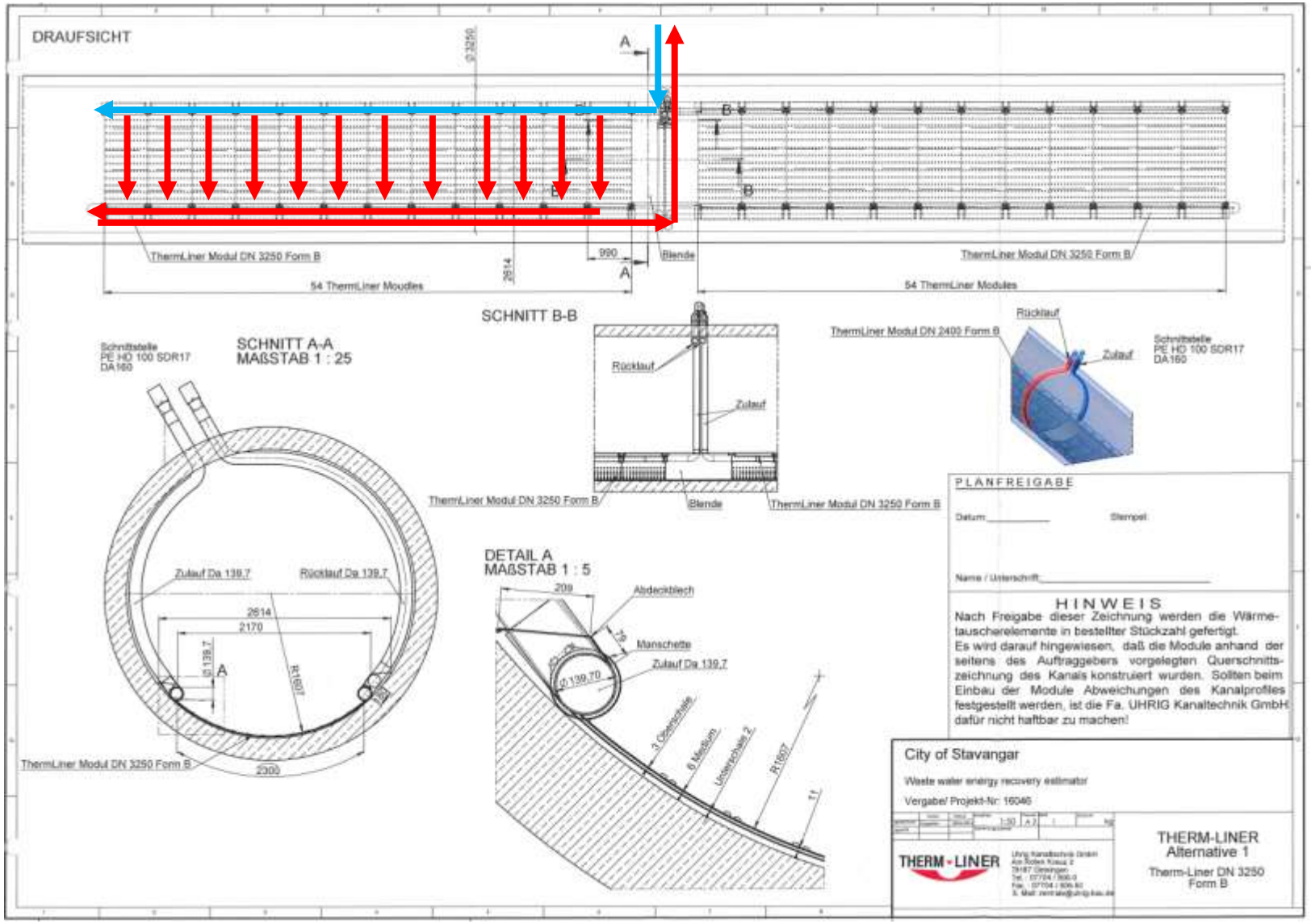
Spørsmål/utfordringer med avløpsvekslere

- Avstand mellom energisentralen og avløpstunnelen.
- Avstand fra tunnelinngang til montasjepunktet.
- Hva gjør man med kloakken under montasjen?
- Sikkerhet for montører.
- Uventet utfordring – **slam!**

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Nøkkeltall varmevekslersystem

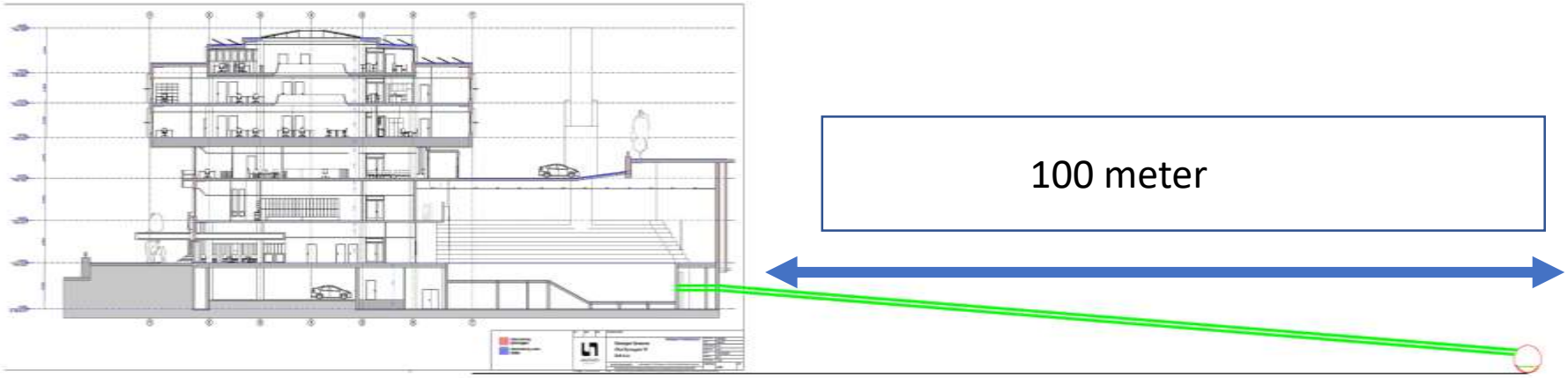
- Effektopptak: 360 kW
- Dimensjonerende vannmengde: 270 l/s
- Temperatur avløpsvann: +7 °C
- DT glykol: 4 K
- Temperaturreduksjon avløpsvann: 0,32 K
- System (beregnet av Uhrig):
  - 108 plater á 1 meter
  - Ca. 100 kg/element.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Avstand energisentral til avløpstunnel



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Uventet utfordring – slam!

- Det ble fjernet 75 tonn slam de første 500 meterne i tunnelen!

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Sikkerhet for montører

- Vaksinasjon.
- Hjelm, redningsvest, gummi-/vadestøvler, gassdetektor.
- Oversiktlig liste over arbeidere i tunnelen.
- Egen vaktmann.
- Mobiltelefonforbindelse til IVAR.
- Signalhorn.
- Selvlysende maling på veggen.
- Båt…!

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Vekslersystemet i Stavanger - montasje

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Vekslersystemet i Stavanger - montasje

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Agenda

- Triangulum – Stavanger som fyrtårnsby
- Konseptstudien – anbefalt løsning
- Byggeperioden med hovedfokus på avløpsvarmevekslere
- **Driftserfaringer og energiregnskap**

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Energimål(inger)

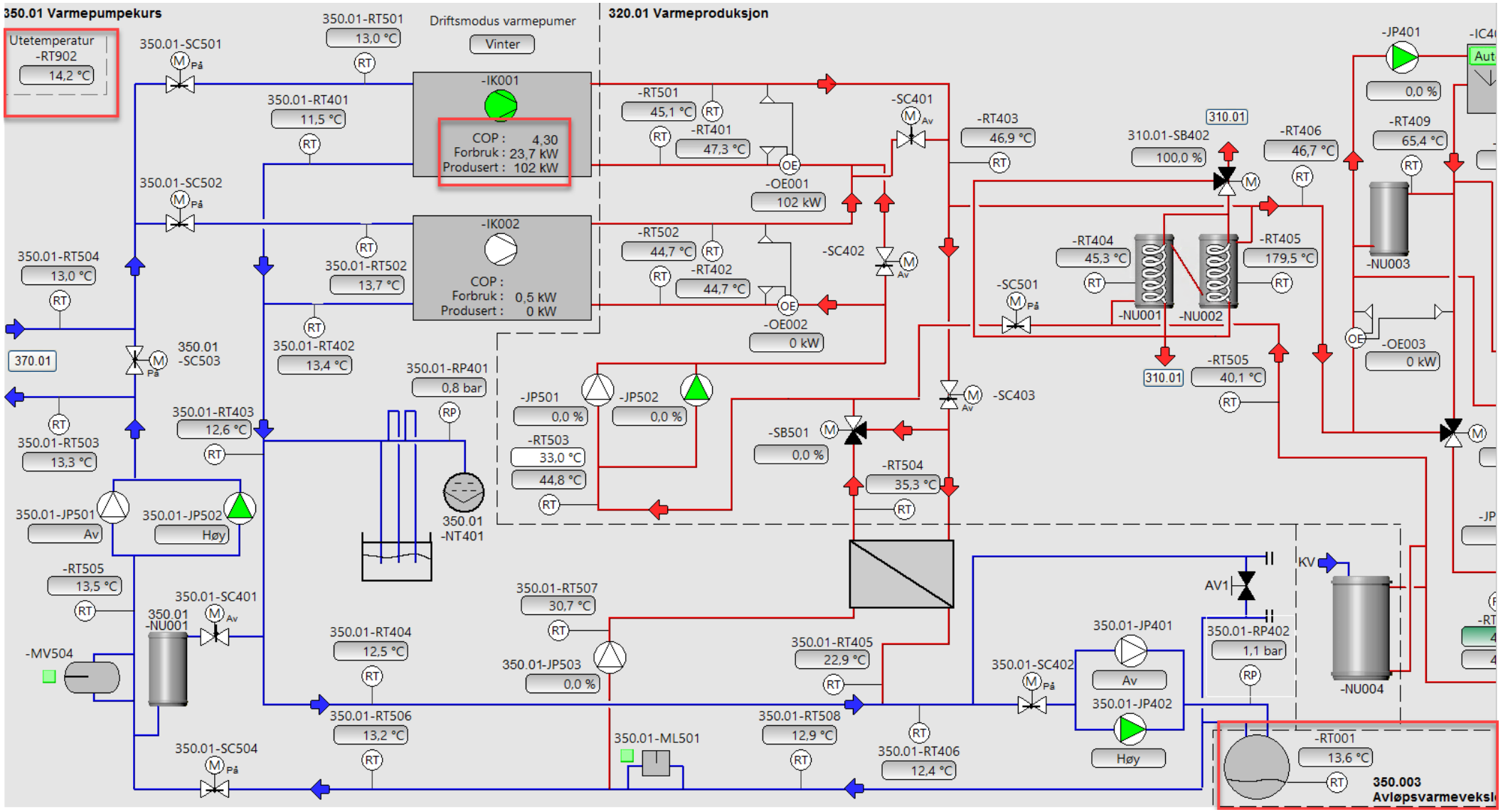
Måling av:

- Produsert varmepumpevarme og tilført strøm (per varmepumpe).
- Levert gass.
- Strøm til el-kjel
- Varme til distribusjon
- Varme på hver distribusjonskurs.
- Produsert kjøling til hver forbruker.
- Produsert solvarme
- Gjenvunnent gråvann
- Strøm til pumper og annet teknisk utstyr

		Eksisterende sentral (uten rehab.)	Eksisterende sentral (med rehab.)	Ny sentral
Eksisterende sentral (gass og strøm)	Energiproduksjon [kWh/år]	3 100 000	2 290 000	-
	CO_2-utslipp [tonn/år]	574	424	-
Varmepumpe	Energiproduksjon [kWh/år]			1 650 000
	Energibehov [kWh/år]			470 000
	CO_2-utslipp [tonn/yr			62
Biogasskjel	Energiproduksjon [kWh/år]	-	-	390 000
	Energibehov [kWh/år]	-	-	390 000
	CO_2-utslipp [tonn/år]	-	-	-
Solvarme Gråvann	Energiproduksjon [kWh/år]	-	-	250 000
	Energibehov [kWh/år]	-	-	15 000
	CO_2-utslipp [tonn/år]	-	-	2
Sum	Energiproduksjon [kWh/år]	3 100 000	2 290 000	2 290 000
	Energibehov [kWh/år]	3 100 000	2 290 000	875 000
	CO_2-utslipp [tonn/år]	574	424	64

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Oppstart drift energisentral – mai 2017



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

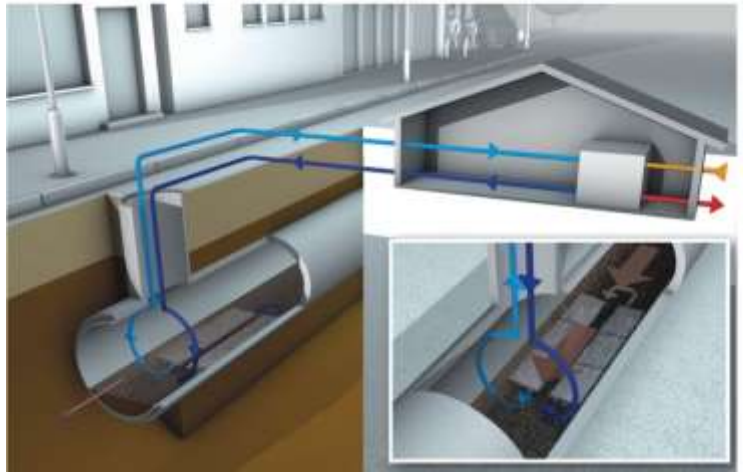
STAVANGER KOMMUNE

Energiproduksjon (august 2017 – juli 2018)

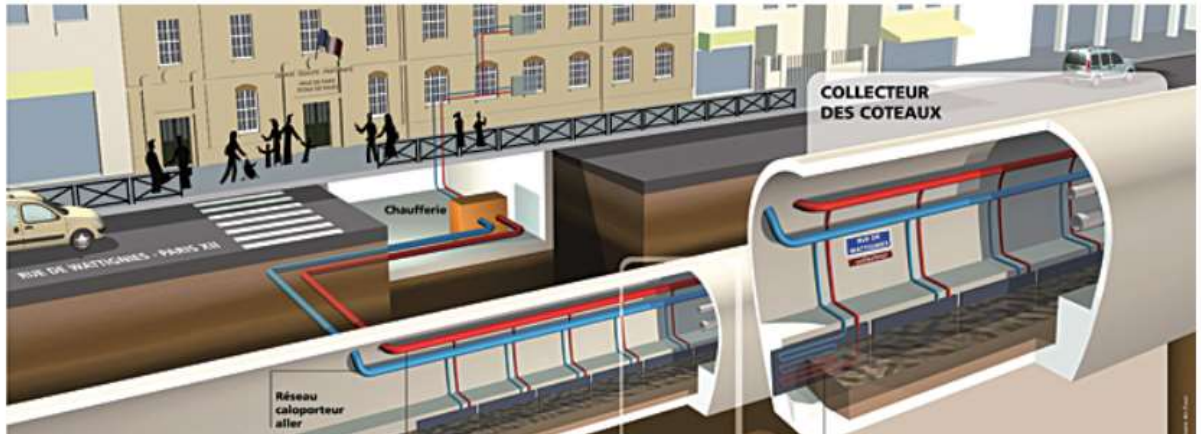
	Energy measurement [kWh/yr.]
Varmepumpeproduksjon Kjøleproduksjon	949 500 112 408
Strøm til varmepumpe (varmedrift) Strøm til varmepumpe (kjøledrift)	266 179 32 292
«SCOP» «SEER»	3,57 3,48
Biogassforbruk	335 809
Strøm til pumper og annet utstyr	102 406
Total varmepumpeproduksjon	1 285 309
Total energiproduksjon	1 397 717
Totalt enegiforbruk	736 686
«Sentral SCOP»	1,9

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

Potensial i teknologien?



Paris captures the warmth of its sewers



Fjernvarmesentraler i Oslo

I. Skøyen varmesentral er et anlegg i tilknytning til avløpstunnelen til Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune. To varmepumper med samlet effekt på 30 MW som henter varme fra kloakkvannet i tunnelen, i tillegg har anlegget en elkjel med kapasitet på 12 MW. Anlegget henter ut ren, fornybar energi som gjøres om til 130 millioner kWh varme, noe som tilsvarer behovet for varme og varmtvann til 13 000 leiligheter.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Prosjektdeltakere

STAVANGER KOMMUNE

Norconsult

wsp

Knut Skjæveland Prosjektledelse

PEFA MILJØ AS

Klimaservice as

DNF

Norwegian Pipeline Drilling

Dansk Kloak RenoveringsTeknik

SJT MILJØ

Sig.Halvorsen

Bryne Elektriske

OSV. SIVERTSEN - en allsidig rørlegger

Lura Forskaling AS

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No 646578

STAVANGER KOMMUNE

Norconsult