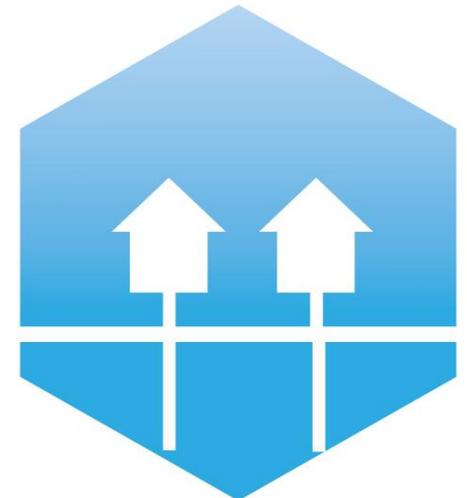
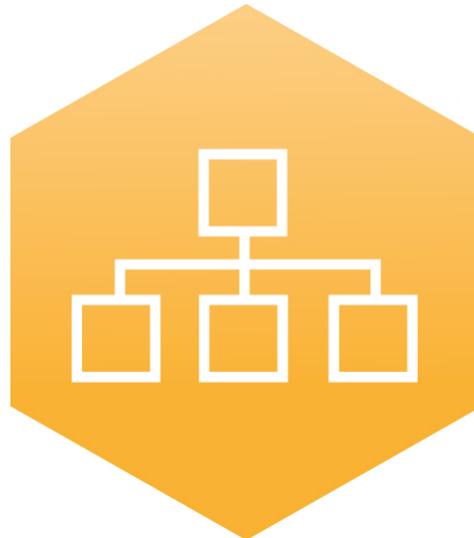


Decision support system for district heating network development optimization



Alessandro Capretti, A2A Calore & Servizi
Matteo Pozzi, Optit Srl



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

4DH

**4th Generation District Heating
Technologies and Systems**

Summary



- Company info
- Business problem



- Company info
- OptiDH: Decision Support System to optimise DH networks



- Case study: analysis and results
- Conclusions



A2A Calore & Servizi: DH key numbers



Is the main player in the DH sector in Italy

	Network extension (pair of pipes)	Customers	Heated volumes
	(km)	(n.)	(Mm ³)
Bergamo	69	545	6
Brescia area	665	20.726	42
Milan area	281	3.109	45
Varese area	16	146	3
Total	1.031	24.526	96

last update 31/12/2015

			Business Plan		
OPERATING DATA ⁽¹⁾		2015	2016	2020	
Heat production	GWht	984	1.186	1.242	
Purchases from other business units	GWht	1.026	1.181	1.335	
Purchases from third parties	GWht	287	334	440	
Heat volumes sales	GWht	2.297	2.702	3.018	
Electricity production from cogeneration plants	GWh	235	214	184	

(1) Net of distribution losses



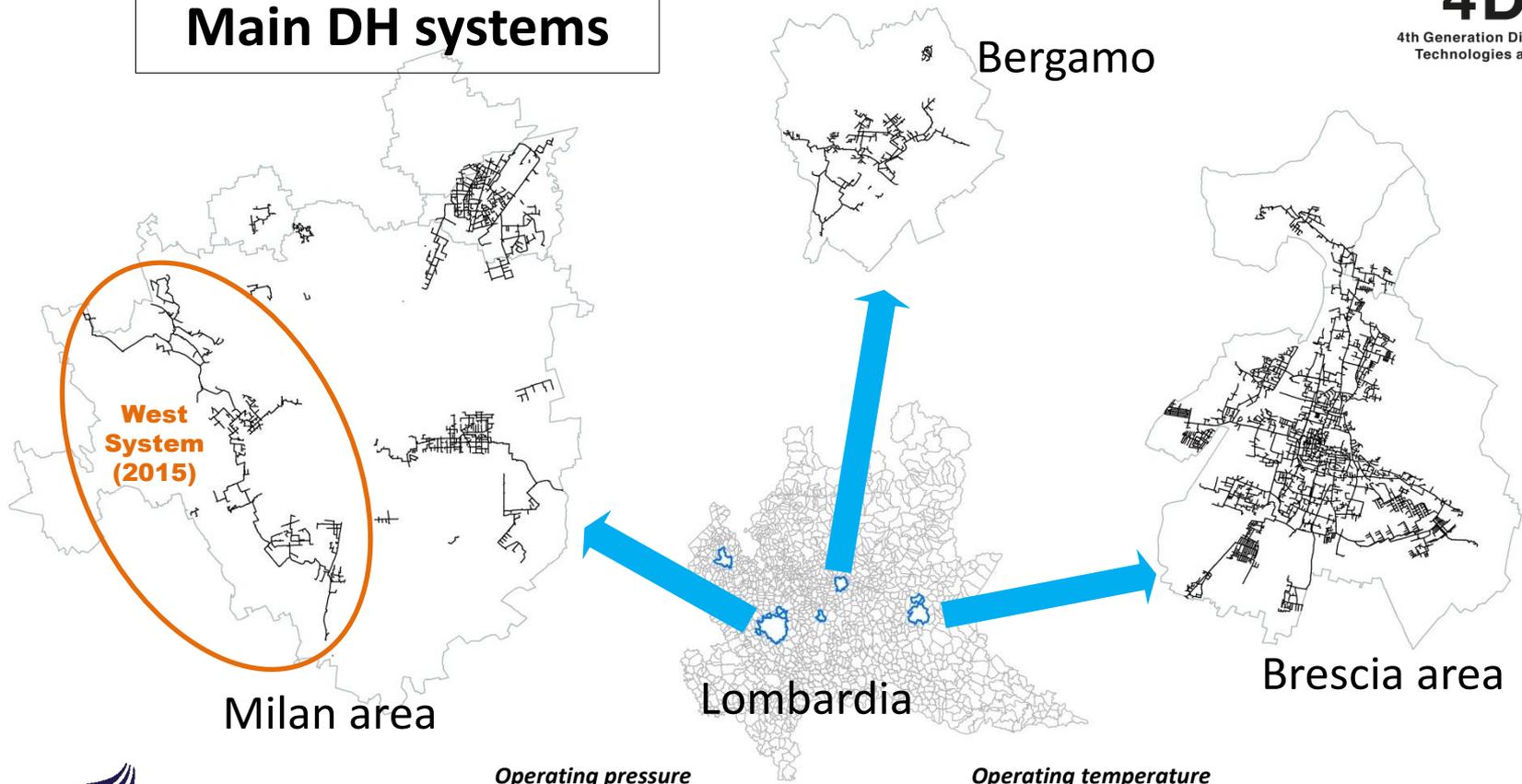
A2A Calore & Servizi: DH networks



4DH

4th Generation District Heating
Technologies and Systems

Main DH systems



Operating pressure

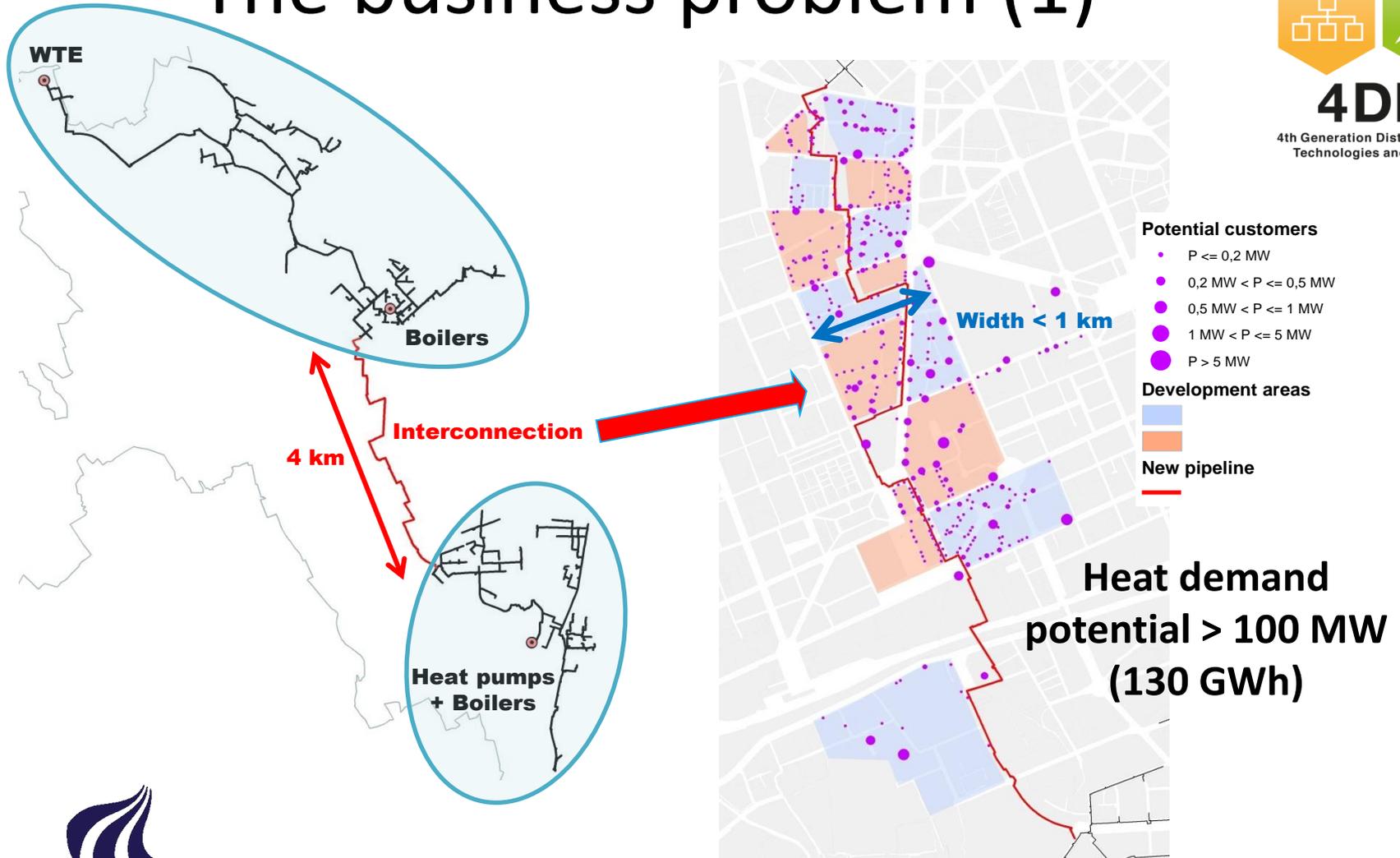
- up to 14 bar

Operating temperature

- winter: 90°C ÷ 120°C supply, 60°C return
- summer: 80°C ÷ 90°C supply, 60°C return



The business problem (1)



The business problem (2)



Summarizing

- Huge heat demand potential
- Limiting conditions both for the production side and for transport capacity of the system
- Need to analyse and compare a lot of small areas to decide on DH development plan

As a result

- Market survey for DSS tool (network development optimization)
- Development of an existing tool based on A2A requirements



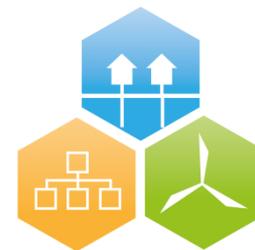
OPTIT: who we are

optimal solutions



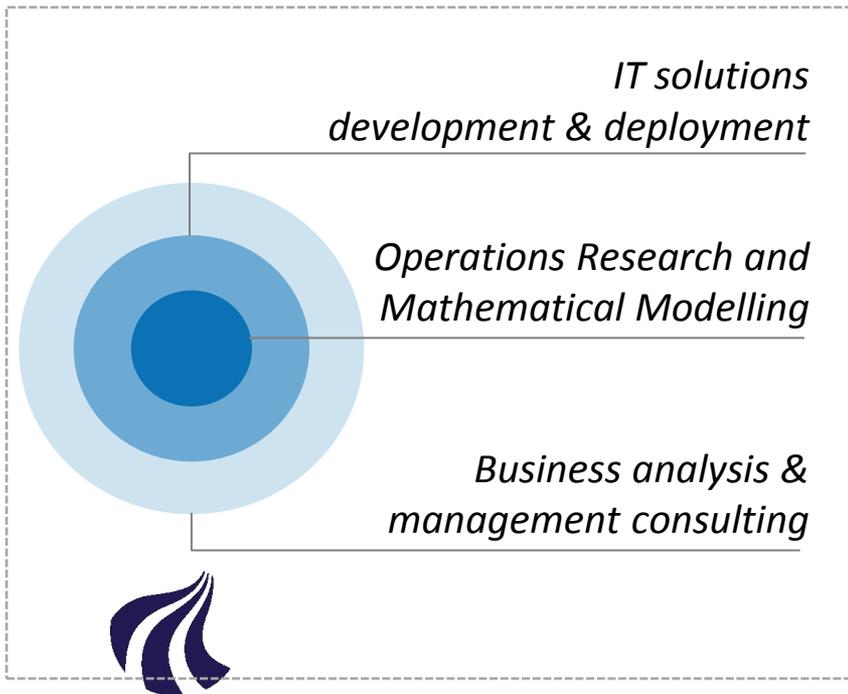
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA DI BOLOGNA

Optit srl is a spinoff of the Operations Research team of the University of Bologna with the mission to develop innovative **Decision Support Systems** based on state-of-the-art Operations Research

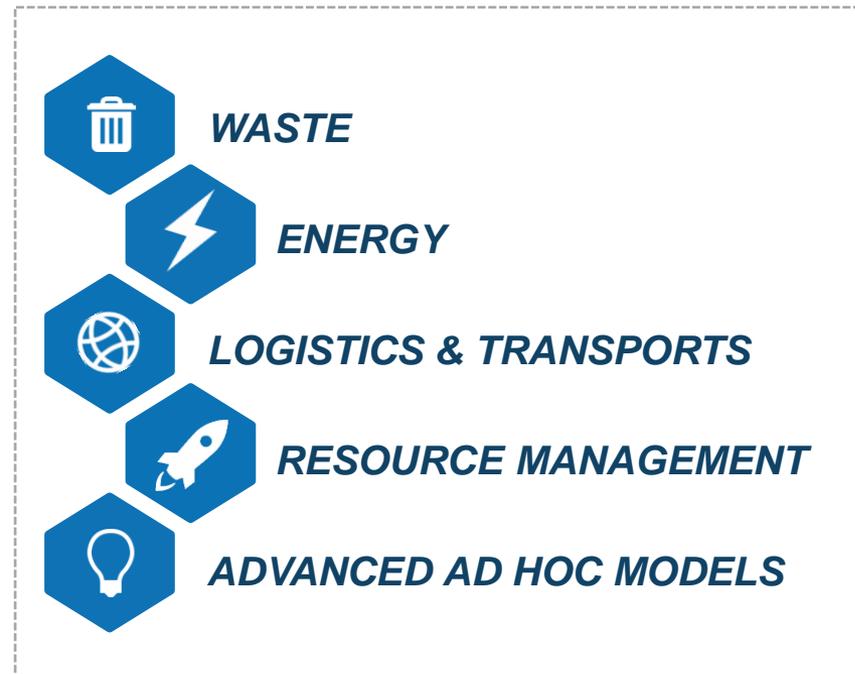


4DH
4th Generation District Heating
Technologies and Systems

WHAT WE DO

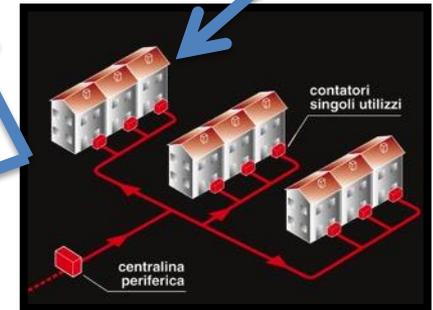
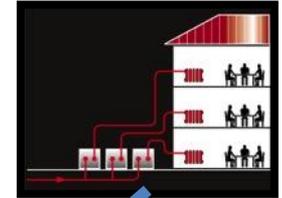
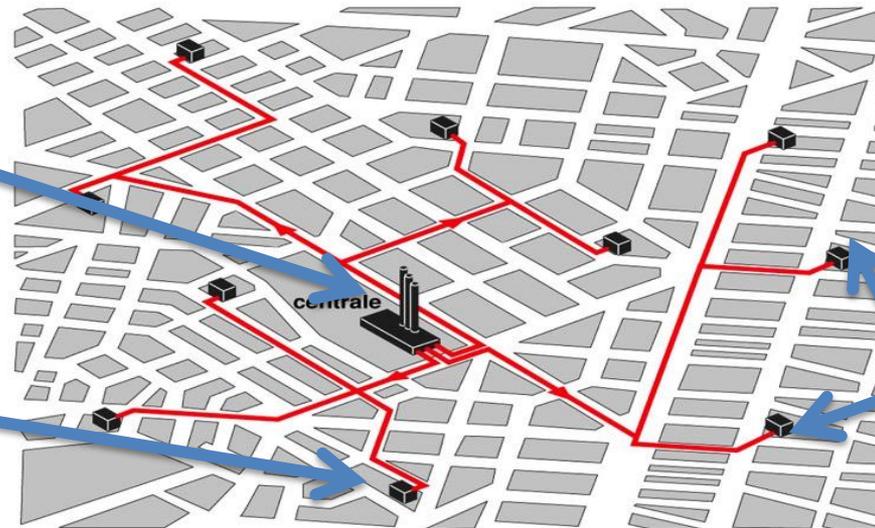
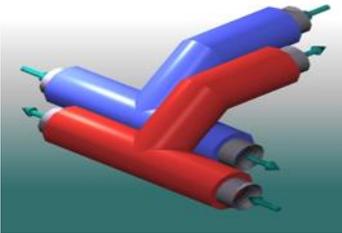


MAIN BUSINESS AREAS



Challenges in DH networks development

Urban and industrial district heating networks require significant investments, which imply a challenging planning process



- Where should the new pipes be built ...
 - Which potential new customers should be acquired first ...
 - Should current ones be re-contractualised?
- ... in order to achieve max Net Present Value?**



Optimizing DH network development



Decisions require dealing with:

- **large numbers** of existing and potential new customers and pipings leading to a huge number of possible combinations
- Capability to assign **cost/revenue** values to every single element of the network
- The network must respect complex **thermohydraulic constraints**

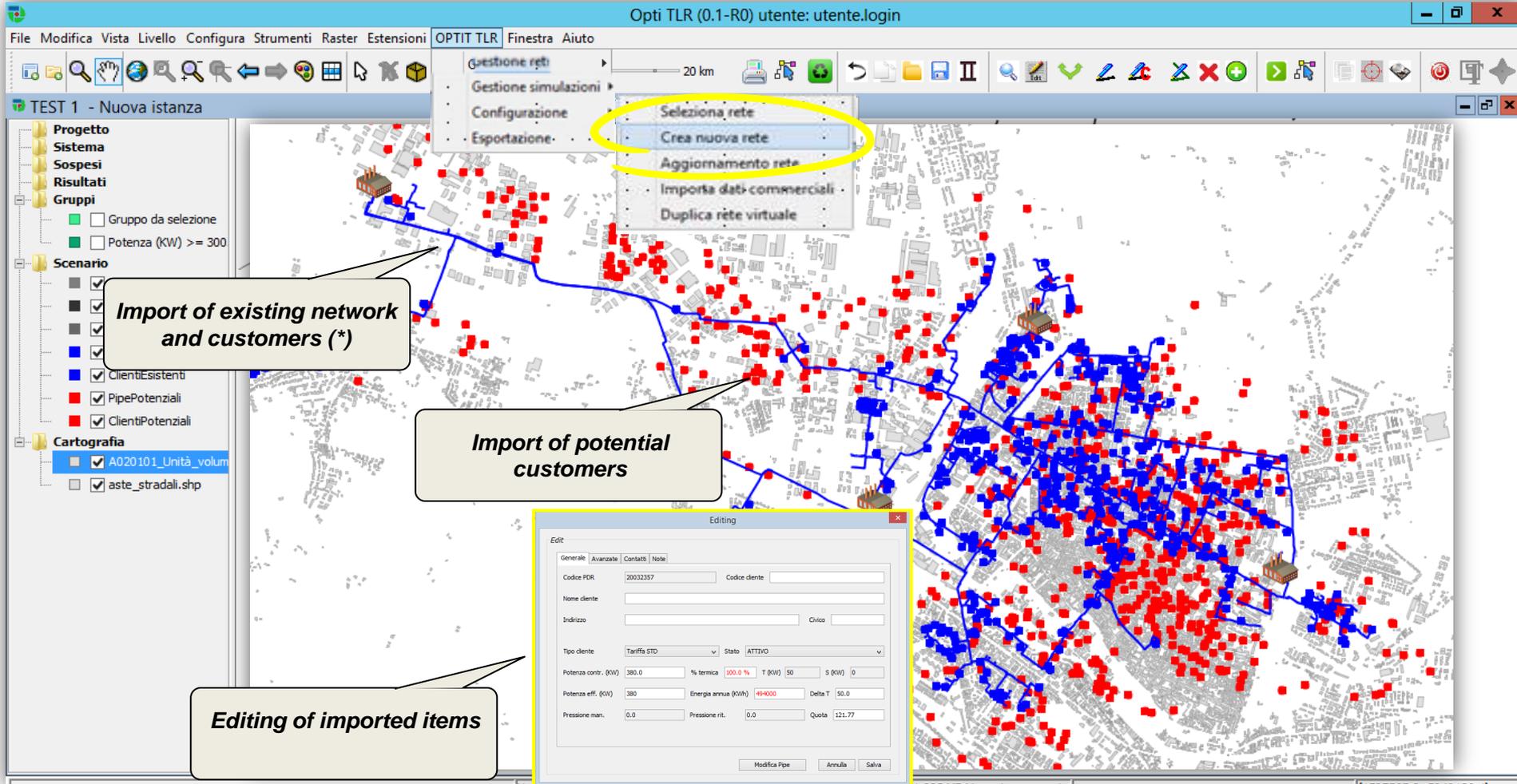


OPTIT
optimal solutions

Optit's solution is an innovative decision support system, based on GIS technology, to generate and analyse strategic and commercial development scenarios of district heating networks



Network setup and configuration



Opti TLR (0.1-R0) utente: utente.login

File Modifica Vista Livello Configura Strumenti Raster Estensioni OPTIT TLR Finestra Aiuto

Gestione reti
Gestione simulazioni
Configurazione
Esportazione

- Seleziona rete
- Crea nuova rete**
- Aggiornamento rete
- Importa dati commerciali
- Duplica rete virtuale

Import of existing network and customers (*)

Import of potential customers

Editing of imported items

Editing

Generale | Avanzate | Contatti | Note

Codice PDR: 20032357 Codice cliente: _____

Nome cliente: _____

Indirizzo: _____ Civico: _____

Tipo cliente: Tariffa STD Stato: ATTIVO

Potenza contr. (kW): 380.0 % termica: 100.0 % T (kW): 50 S (kW): 0

Potenza eff. (kW): 380 Energia annua (kWh): 494000 Delta T: 50.0

Pressione man.: 0.0 Pressione rit.: 0.0 Quota: 121.77

Modifica Pipe Annulla Salva

(*) Multiple networks can be managed as separate instances

Configuration of scenario and parameters



4DH

4th Generation District Heating
Technologies and Systems

Configuration of heating plants
(max / min pressure & power)

Selection of set of potential customers

Set up of revenues and costs (tariff, cost of pipe,...)

Set up of optimization parameter : technical constraint (pressure, falling,...) , **economic** (rate, amortization, allowance ,...) **and strategic** (max investment, max pressure)

Opti TLR (0.1-R0) utente: utente.login

File Modifica Vista Livello Configura Strumenti Raster Estensioni OPTIT TLR Finestra Aiuto

Gestione reti
Gestione simulazioni
Configurazione
Esportazione

Configurazione tariffe
Configurazione parametri generali
Configurazione tipi pipe

TEST 1 - Nuova istanza

Progetto Sistema

Clienti Potenzialii

Cartografia

A020101_Unita_volum
aste_stradali.shp

Gestione simulazioni

Nuova simulazione

Titolo: lizzazione gio 3 dicembre 2015, 09:55:56

Gruppo pot. Gruppo da selezione Selezione per attributo

Note:

Parametri ottimizzazione	Parametri tecnici	Parametri economici	Parametri contrattuali	Avanzate
Parametro	Valore			
Max clienti allocabili	50			
Max clienti ricambi actualizzabili	0			
Massima potenza nuovi allacciamenti (MW)	0			
Massimo investimento nuovi allacciamenti (M€)	0			
Timeout di ottimizzazione (minuti)	10			

Annulla Alaccia e salva Esegui

Scenario optimization: what if analysis of a new development area



4DH

4th Generation District Heating Technologies and Systems

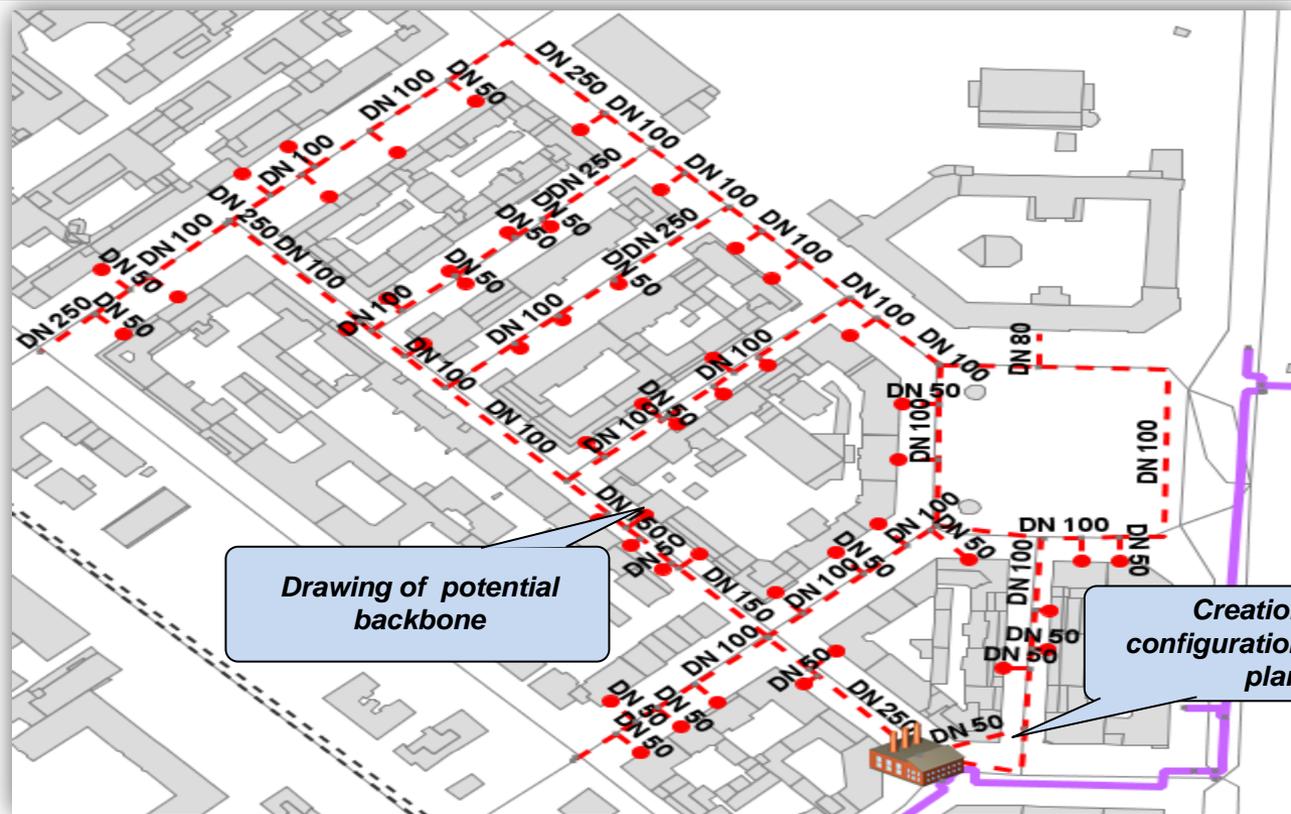
Opti TLR (0.1-R0) utente: utente.login

File Modifica Vista Livello Configura Strumenti Raster Estensioni OPTIT TLR Finestra Aiuto



TEST 21 * - ZONA VIA DEL PIOMBO (VIRTUALE)

- Progetto
- Sistema
- Sospesi
- Risultati
 - ClientiDaRicontrattuali
 - ClientiDaAllacciare
 - PipeDaAllacciare
- Gruppi
- Scenario
 - Punti
 - TrattatiNonAttraversabili
 - Impianti
 - PipeEsistenti
 - ClientiEsistenti
 - PipePotenziali
 - ClientiPotenziali
- Cartografia
 - A020101_Unità_volum
 - aste_stradali.shp



Drawing of potential backbone

Creation and configuration of virtual plant

Scenario optimization: what if analysis of a new development area



4DH

4th Generation District Heating
Technologies and Systems

Opti TLR (0.1-R0) utente: utente.login

File Modifica Vista Livello Configura Strumenti Raster Estensioni OPTIT TLR Finestra Aiuto

TEST 21 * - ZONA VIA DEL PIOMBO (VIRTUALE)

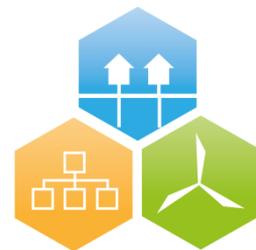
- Progetto
- Sistema
- Sospesi
- Risultati
 - ClientiDaRicontrattuali
 - ClientiDaAllacciare
 - PipeDaAllacciare
- Gruppi
- Scenario
 - Punti
 - TrattatiNonAttraversabili
 - Impianti
 - PipeEsistenti
 - ClientiEsistenti
 - PipePotenziali
 - ClientiPotenziali
- Cartografia
 - A020101_Unità_volum
 - aste_stradali.shp



Optimal Solution

- **customers** to be connected and **pressure settings**
- **backbone and service pipes** to be realised with optimal diameter;
- **investment value:** costs, revenues, cash flows, NPV

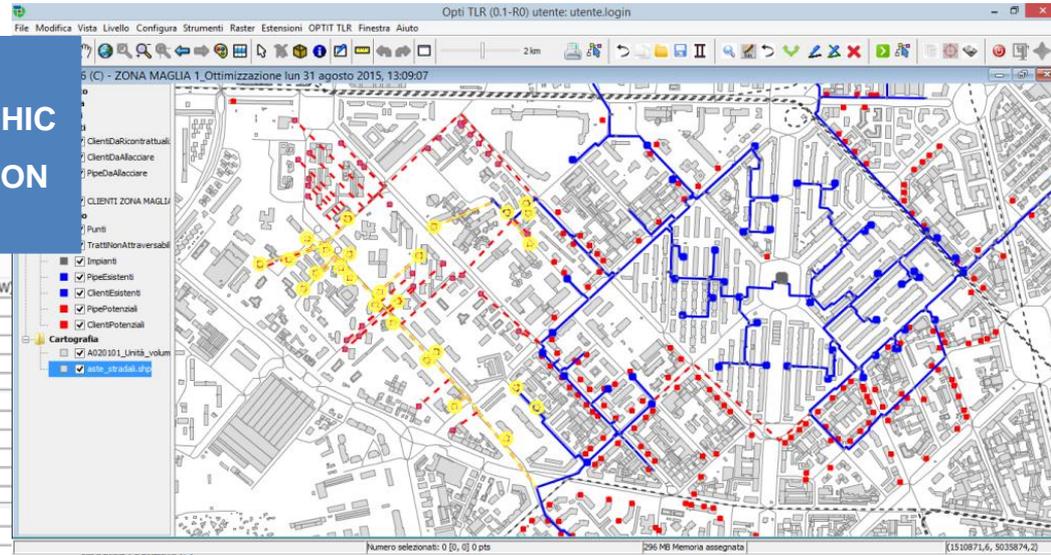
Examples of optimization results



4DH

4th Generation District Heating Technologies and Systems

CARTOGRAPHIC VISUALISATION



Parametri input

Parametro	Valore
GRUPPO DI RIFERIMENTO	Potenza (KW)
Costo fisso contratto nuovo allaccio (€)	
Costo fisso contratto ricontrattualizzazione...	
Pressione min cliente (bar)	
Fattore contemporaneità	
Tasso di interesse VAN	
Max clienti allacciabili	
Max clienti ricontrattualizzabili	
Profilo min ricontrattualizzabilità (h)	
Profilo max ricontrattualizzabilità (h)	
to (bar)	
nte (bar)	
(anni)	
(%)	
Clienti potenziali	
ivalente (MWh/mc gas)	7,675
eventivo	1.450
ntrattualizzazione	0
ontrattualizzazione	

KEY PERFORMANCE INDICATORS

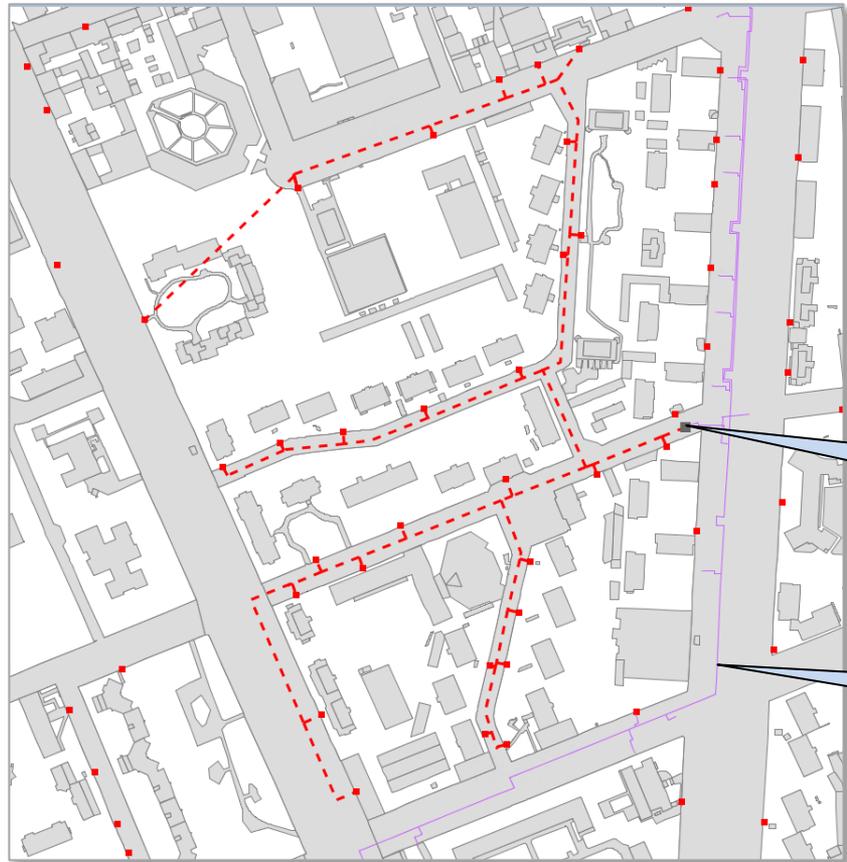
Parametro	Valore
Num tot clienti ricontrattualizzabili	
Potenza tot ricontrattualizzabile(kW)	
Num tot potenziali gruppo di riferimento	
Potenza tot potenziali gruppo di riferiment...	
Ricavo netto (€)	3
Num clienti da ricontrattualizzare	
Potenza da ricontrattualizzare (kW)	
Costo ricontrattualizzazione (€)	
Num clienti da allacciare	
Potenza da allacciare (kW)	
Ricavo nuovi allacciamenti-VAN (€)	
Costo nuovi allacciamenti(€)	
Num clienti da allacciare	
Potenza da allacciare (kW)	
Ricavo nuovi allacciamenti-VAN (€)	
Costo nuovi allacciamenti(€)	
Contributo su costo nuovi allacciamenti(€)	1.172.396,89
Fattore VAN	7,656

	A	O	P	W	X	AA	A
1	PDR	CONS_ANNUO	POT_CONTR	DATA	CONTATTANTE	STATO	POT
2	PDR	Consumo Annuo	Potenza contratto	Data contatto	Referente Commerciale	Stato del cliente	Pot
3		3118	51579	316,69		DA ALLACCIARE	1
4		3556	42950	263,7		DA ALLACCIARE	16
5		3592	56207	345,11		RIFIUTA ALLACCIAME	4
6		3706	50700	311,29		NON ALLACCIABILE	31
7		3883	52722	323,7		ALLACCIATO	0
						DA ALLACCIARE	32

LIST OF PROSPECTS

	A	M	O	W	Y	Z	AC	AE
1	PDR / POD	CONS_ANNUO	POT_CONTR	TP_TAR	DATA	CONTATTANTE	STATO	POTENZA
2	PDR	Consumo Annuo	Potenza contratto	Tipo tariffa thr ipotizzata	Data contatto	Referente Commerciale	Stato del cliente	Potenza ricontratt.
3		1007	301500	427,13	C_B_T12		DA RICONTRATTUALIZZARE	241,2
4		1050	412020	757,75	C_B_TG2		DA RICONTRATTUALIZZARE	329,61
5		1064	130730	318,6	C_B_T12		RIFIUTA RICONTRATTUALIZZAZI	104,58
6		1158	57426	76,67	C_B_T12		RICONTRATTUALIZZATO	45,94
							DA RICONTRATTUALIZZARE	

Case study (1)



Import data and set input parameters + create new virtual system

■ *Potential customers*

--- *Hypothetical network layout*

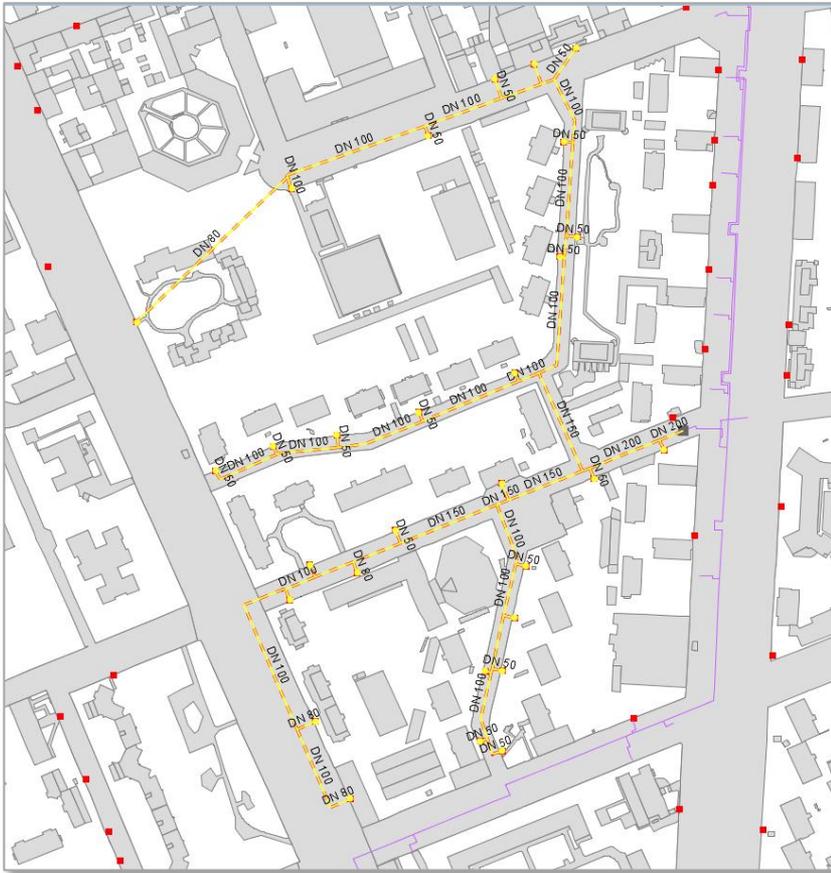
Virtual power plant

Existing network



Case study (2)

System without
any limitation



Results

Visualizzazione risultati

Versione confronto: 1 - Nuova istanza (VIRTUALE)

Parametri input

Parametro	05_Analisi con ut.Primaticcio 96 e 98
Max clienti allacciabili	100
Massimo investimento nuovi allacciamenti (M€)	0
Massima potenza nuovi allacciamenti (MW)	0
Pressione massima della rete (bar)	16
Pressione minima della rete (bar)	1,5
Orizzonte temporale (anni)	20

Parametri output

Parametro	05_Analisi con ut.Primaticcio 96 e 98
Num tot potenziali gruppo di riferimento	29
Potenza tot potenziali gruppo di riferiment...	7.213,01
VAN complessivo (€)	985.427
Num clienti da allacciare	28
Potenza totale nuovi clienti (kW)	7.213,01
Ricavo nuovi allacciamenti (valore attuale)...	3.468.540

Esporta risultati

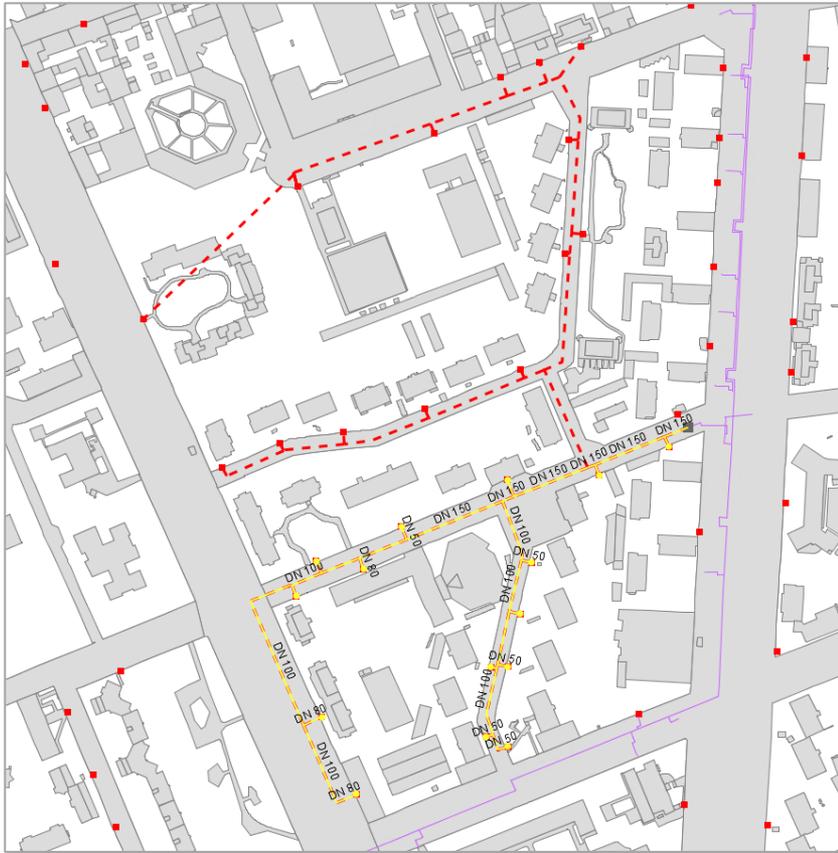
Reset

Chiudi



Case study (3)

System with
investment
limitation



Results

Visualizzazione risultati

Versione confronto: 1 - Nuova istanza (VIRTUALE)

Parametri input

Parametro	11_Simulazione con LIMITE INVESTIM...
Max clienti allacciabili	100
Massimo investimento nuovi allacciamenti (M€)	1
Massima potenza nuovi allacciamenti (MW)	0
Pressione massima della rete (bar)	16
Pressione minima della rete (bar)	1,5
Orizzonte temporale (anni)	20

Parametri output

Parametro	11_Simulazione con LIMITE INVESTIM...
Ricavo nuovi allacciamenti (valore attuale)...	2.179.690
Lunghezza complessiva nuovi allacciamenti...	0,691
Costo complessivo nuovi allacciamenti (€)	870.432
Costo complessivo nuove dorsali (€)	451.261
Costo complessivo pipe di allacciamento (€)	76.547,6
Costo complessivo SST (€)	362.623

Esporta risultati

Reset

Chiudi



Case study (4)



4DH
4th Generation District Heating
Technologies and Systems

System with new
customers total
power limitation



Results

Visualizzazione risultati

Versione confronto: 1 - Nuova istanza (VIRTUALE)

Parametri input

Parametro	10_Simulazione con LIMITE POTENZA da...
Massimo investimento nuovi allacciamenti (...)	0
Massima potenza nuovi allacciamenti (MW)	4
Pressione massima della rete (bar)	16
Pressione minima della rete (bar)	1,5
Orizzonte temporale (anni)	20
Tariffa assegnata ai clienti potenziali	Tariffa STD

Parametri output

Parametro	10_Simulazione con LIMITE POTENZA da...
Num tot potenziali gruppo di riferimento	29
Potenza tot potenziali gruppo di riferiment...	7.213,01
VAN complessivo (€)	666.740
Num clienti da allacciare	13
Potenza totale nuovi clienti (kW)	3.990,5
Ricavo nuovi allacciamenti (valore attuale)...	1.918.920

Esporta risultati Reset Chiudi



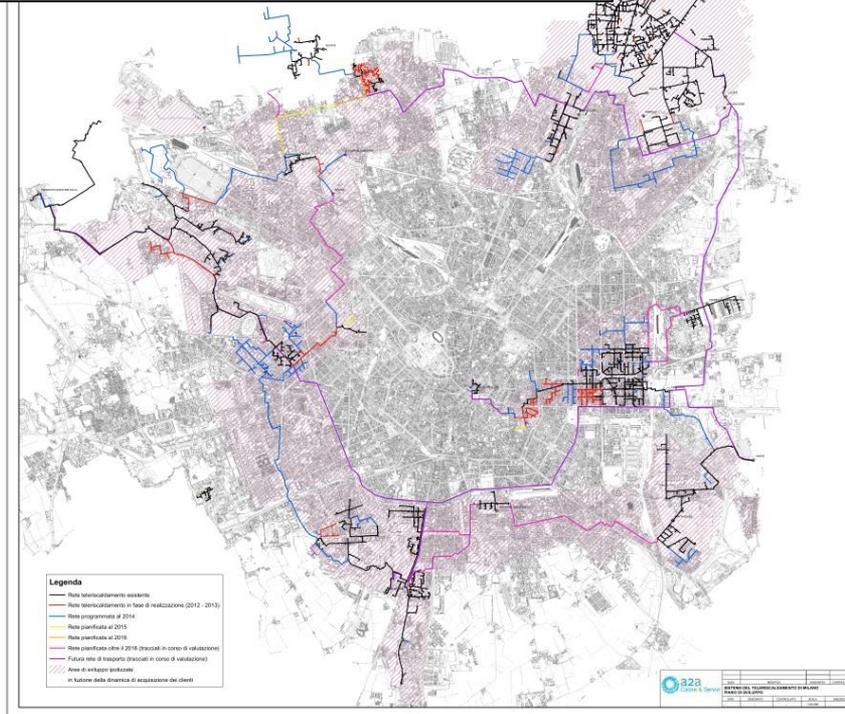
A2A Calore & Servizi : DH planning



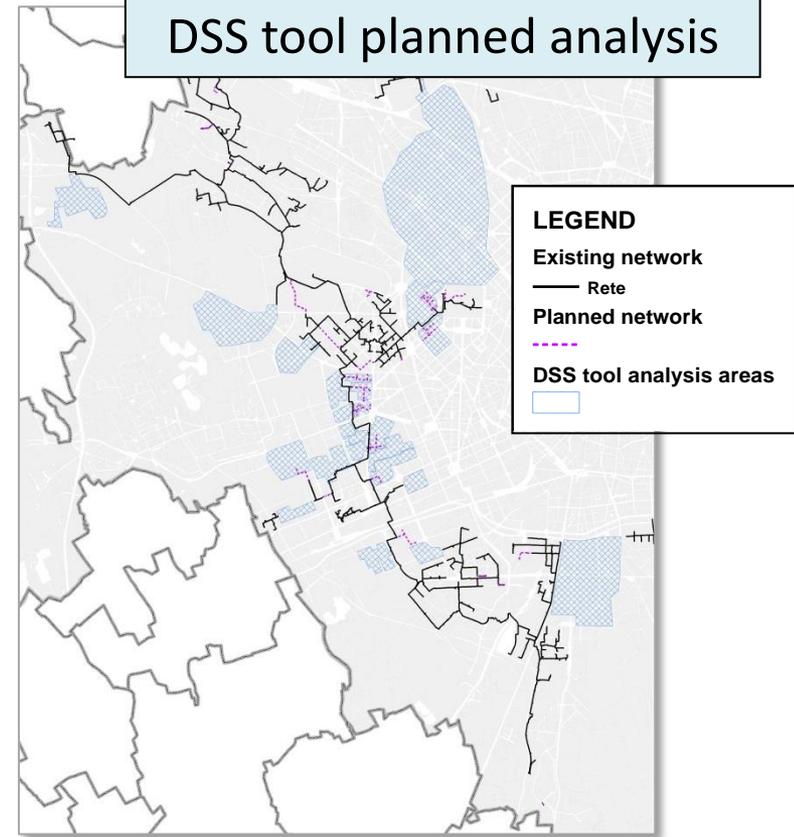
4DH

4th Generation District Heating
Technologies and Systems

Milan underground services
DH general urban plan



DSS tool planned analysis



Conclusions

Key benefits of OptiDH



- Support for development / investment decisions (long term) enabling effective multiple scenario generation and analysis
- Commercial campaigns: choice of next best customers (medium to short term) that maximise return
- Solution provides scenarios to maximise Net Present Value, i.e. balance between CAPEX, OPEX and Turnover
- Solutions incorporate both commercial and tactical rationales, leading to more effective internal processes



Questions or comments?



Thank you for your attention

Alessandro Capretti

alessandro.capretti@a2a.eu

www.a2acaloreservizi.eu



Matteo Pozzi

matteo.pozzi@optit.net

www.optit.net



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

2nd International Conference on Smart Energy Systems and
4th Generation District Heating, Aalborg, 27-28 September 2016