

Seconda edizione

Italia  
NODIG  
LIVE 2025



Premio  
"Milco Anese"

11 GIUGNO



**SYSTRA**

MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI ALLAGAMENTI  
TRAMITE RELINING SENZA SCAVO IN UN  
ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO A  
LILLESTRØM, NORVEGIA

Irene, Seco Rizo, Senior Hydraulic Engineer,  
Systra SpA

I. Seco Rizo, K. Lien, D. Bang, F. Eccel

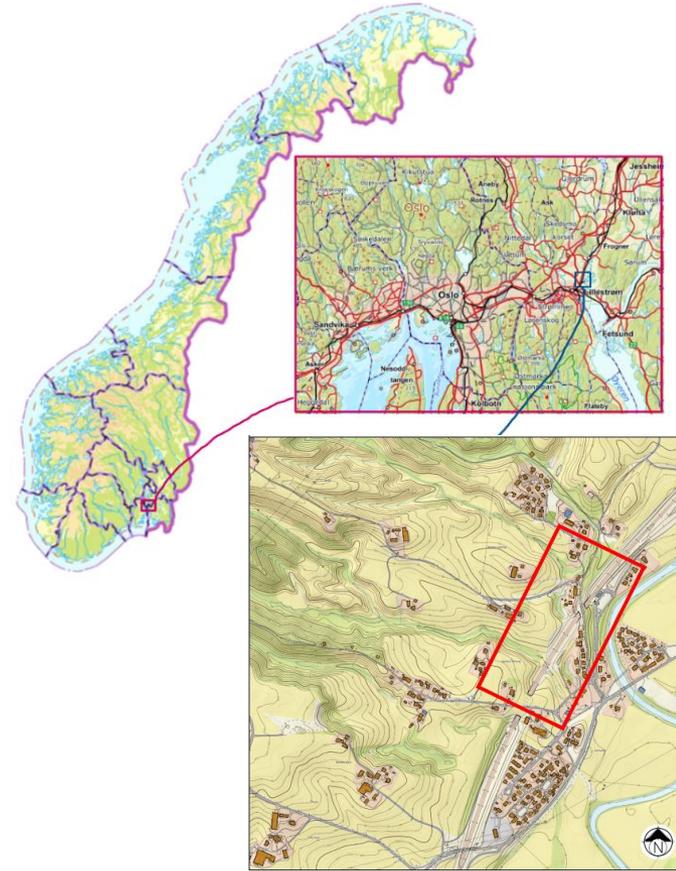
Parco Esposizioni Novegro - 11 giugno 2025



## Contesto e Problematica

linea ferroviaria  
Gardermobanen

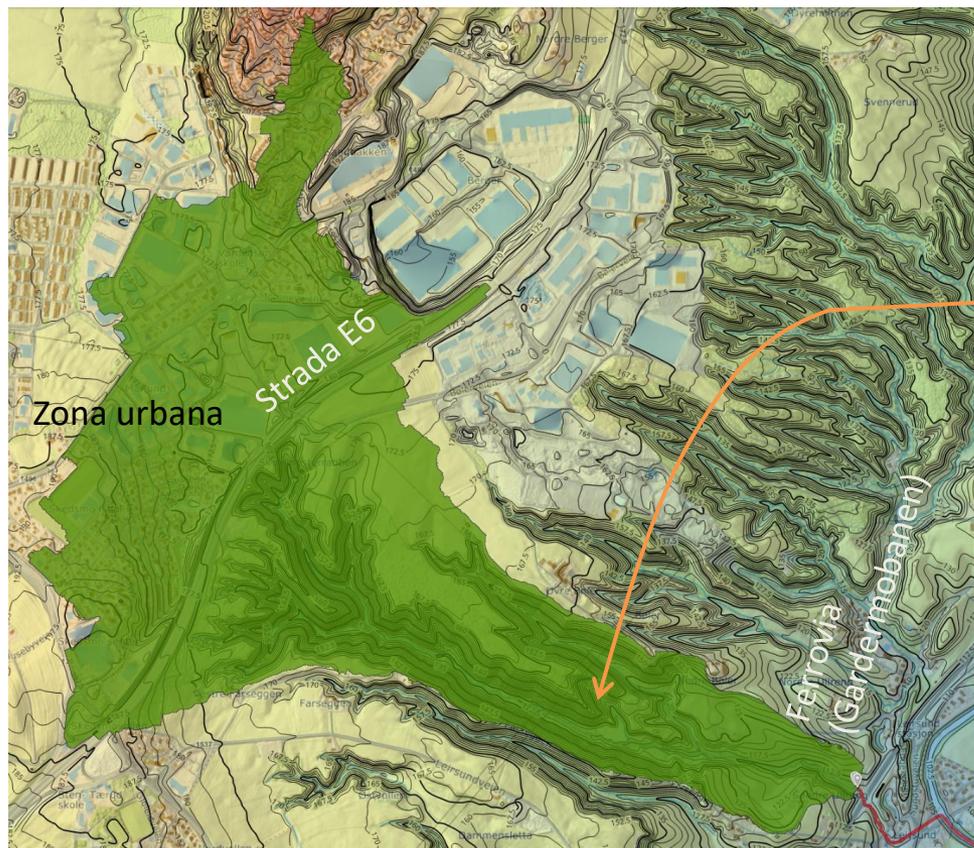
Canale di attraversamento  
ferroviario al km 26,550



Lillestrøm,  
in Norvegia

Zona di  
protezione  
naturale

## Contesto e Problematica



### Bacino idrologico del Farseggen

Area: 2.2 km<sup>2</sup>

Pendenza media: 2.8%

Zona naturale protetta dalla strada E6 fino alla ferrovia (> 2km)

Zona di protezione naturale



## Problematica e obiettivi



## Diagnosi del Problema

Collasso idraulico della condotta lungo la Gardermobanen per capacità ridotta, sedimentazione detriti e limo e ostacoli naturali (dighe di castori)

## Impatto

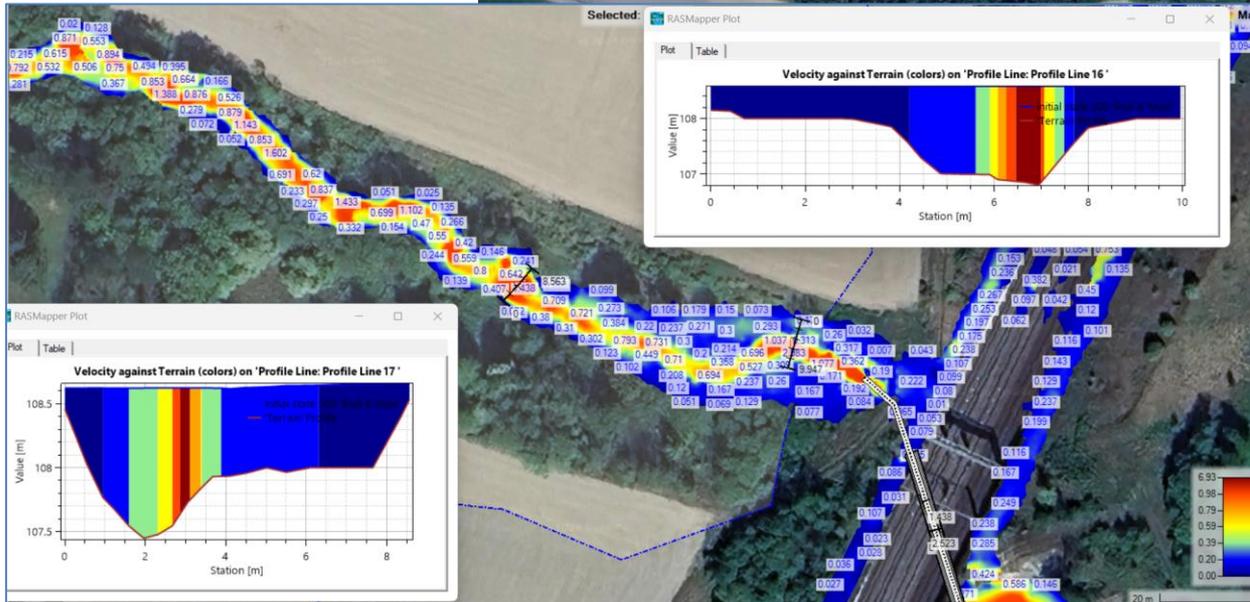
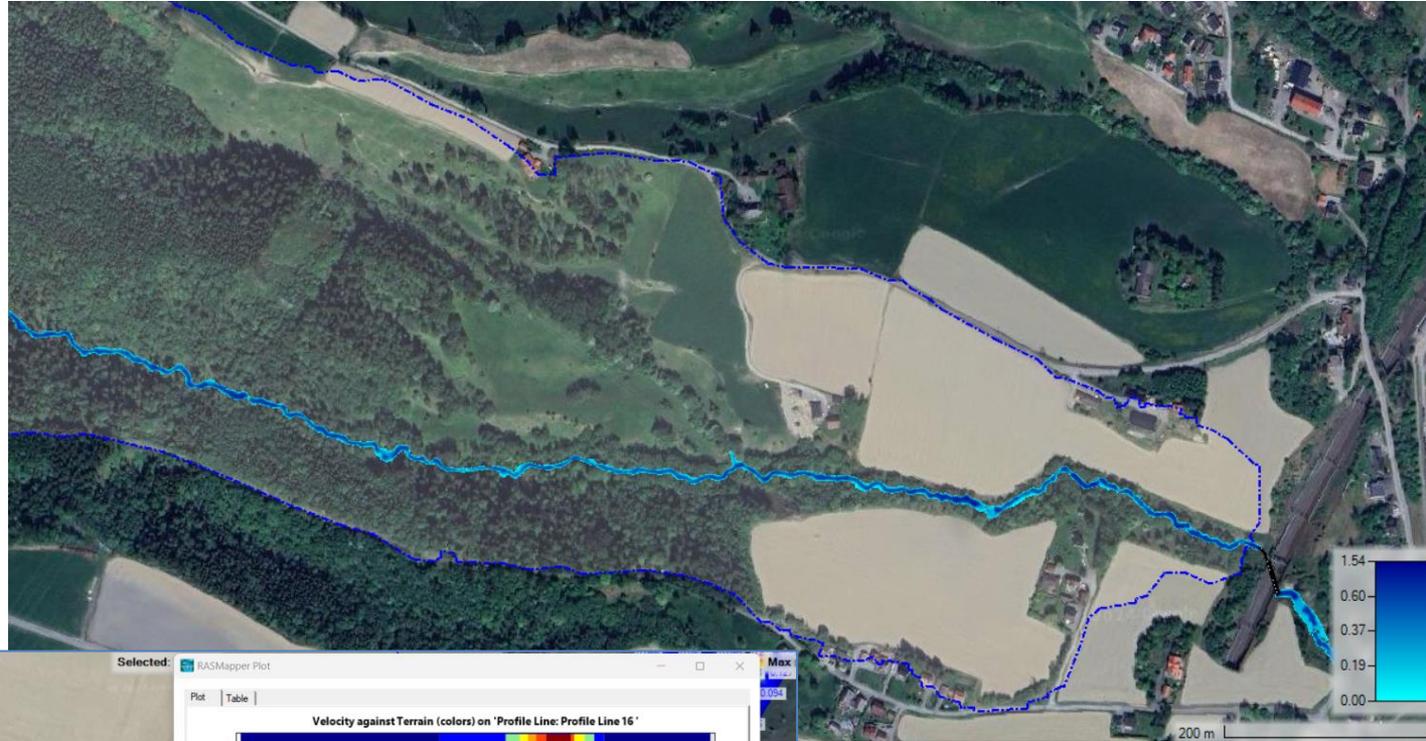
Interruzione traffico ferroviario, allagamenti

## Obiettivi del Progetto

- Gestione dell'emergenza e prevenzione di eventi futuri
- Messa in sicurezza e ottimizzazione dell'infrastruttura ferroviaria
- Mitigazione trasporto di sedimenti



## Analisi idrologica e idraulica



Mappatura dell'altezza d'acqua (Tr=50 anni)

Mappatura delle velocità d'acqua (200 anni TR)

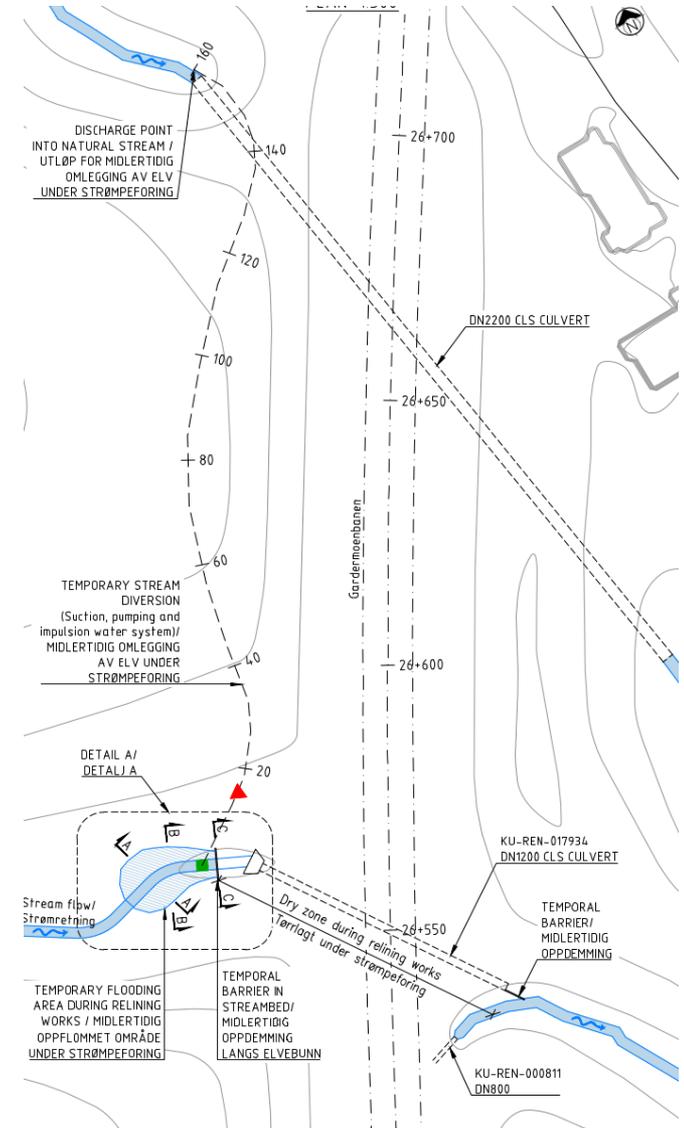
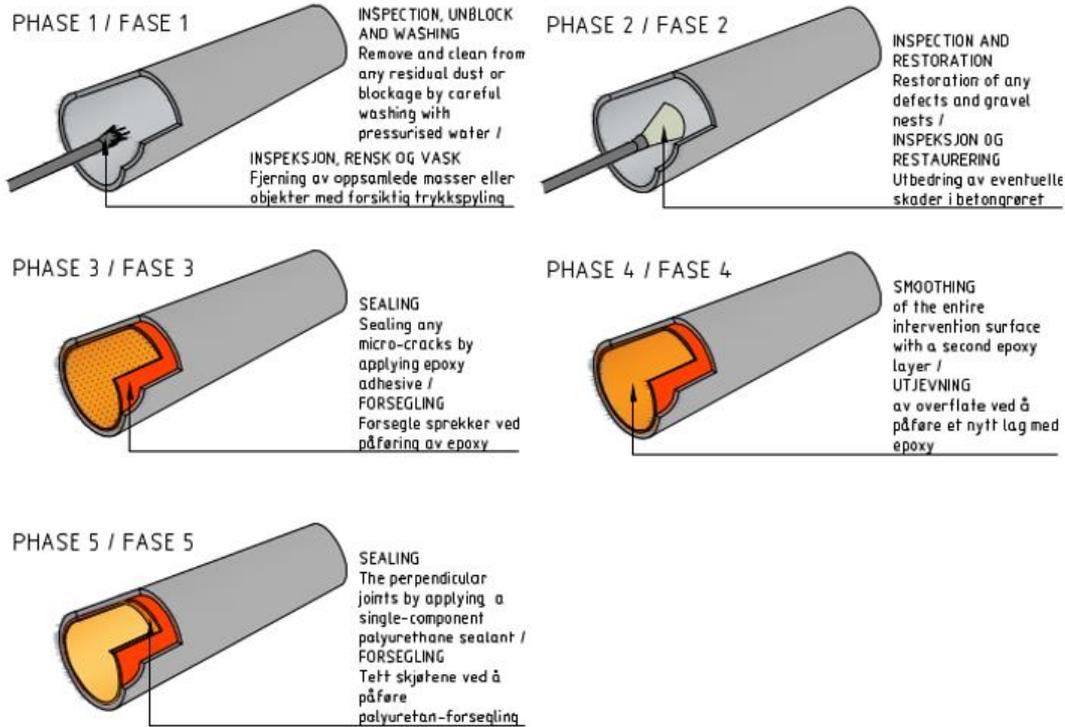
## Soluzioni Tradizionali vs NoDig

Aspetto	Relining (CIPP/Liner)	Pipe Bursting	Scavo Tradizionale (Open Cut)
<b>Disturbo</b> durante intervento	Minima, nessun impatto servizio ferroviario e zona agraria	Basso impatto servizio ferroviario durante intervento	Elevata, interruzioni a ferrovia e territorio
<b>Diametro finale</b>	Ridotto $\approx$ -5%	Uguale o aumentato (potenziale upsized)	Uguale od aumentato a scelta
<b>Capacità idraulica</b>	+48% <sup>1</sup> (3.13 m <sup>3</sup> /s)	+68% (stesso DN) (3.55 m <sup>3</sup> /s) +153% (upsized) <sup>1</sup>	+68% (stesso DN) (3.55 m <sup>3</sup> /s) +153% (upsized) <sup>1</sup>
<b>Durata intervento</b>	Da poche ore a 1-2 giorni	<1 ora (20 m), molto rapido	Settimane, dipende da logistica
<b>Scavi richiesti</b>	Solo punti accesso	Solo punti accesso	Trincea su tutta la lunghezza, ferrovia
<b>Energia di lavorazione</b>	Bassa/moderata	Elevata (spinta/trazione), vibrazioni	Tradizionale, uso di macchine escavatrici
<b>Limiti</b>	Riduzione diametro, non adatto per gravi deformazioni	Non idoneo in terreni non comprimibili, possibile cedimento terreno/smottamenti	Gravi impatti su traffico, tempi e costi maggiori
<b>Costi</b>	Medio-bassi, meno ripristini	Medio-alti, meno ripristini	Alti, costi di scavo e ripristino
<b>Ambiente</b> (inquinamento, tutela fauna e habitat, emissioni e disturbi acustico, rifiuti da cantiere)	Minimo impatto	Minimo-Medio impatto	Alto impatto
<b>Bypass temporaneo flusso</b>	Necessario durante il intervento e curing	Necessario durante l'intervento	Necessario durante tutta la fase lavori

<sup>1</sup> Valori rispetto alla capacità idraulica del tubo esistente DN1200mm in CLS (2.11 m<sup>3</sup>/s max)

## Strategie di intervento

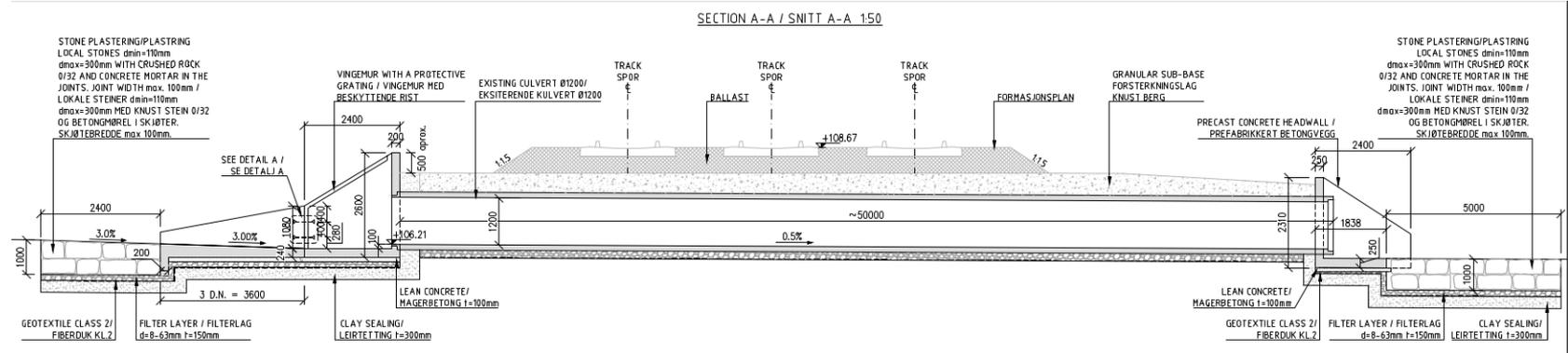
### Implementazione del rivestimento interno (relining)



Deviazione del corso d'acqua

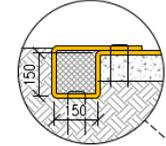
## Strategie di intervento: opere complementari

### Ripristino entrata ed uscita dell'attraversamento ferroviario



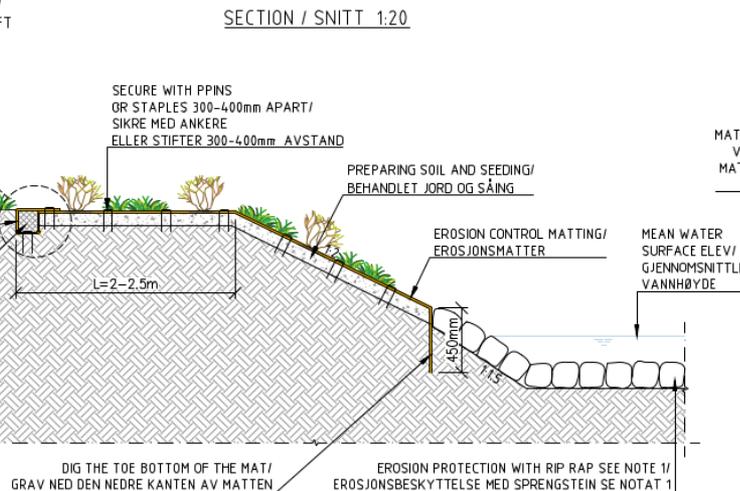
### Mitigazione e controllo della erosione

DETAIL A: ANCHOR TRENCH / DETALJ A: FORANKRINGSGRØFT

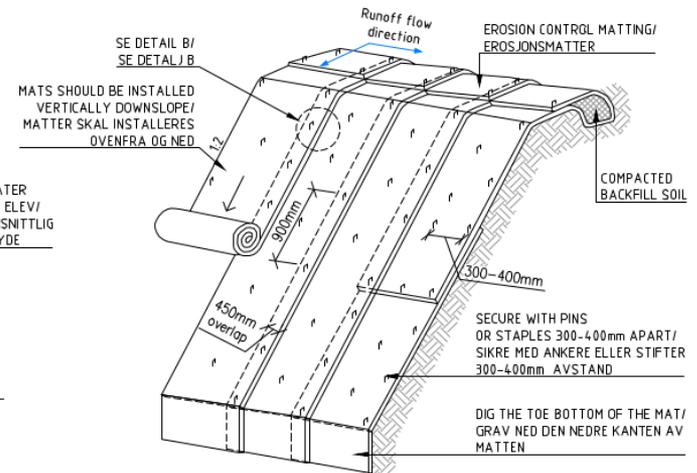


ANCHOR TRENCH / ANKERGRØFT 150x150mm

COMPACTED BACKFILL SOIL / KOMPRIMERT TILBAKEFYLLING

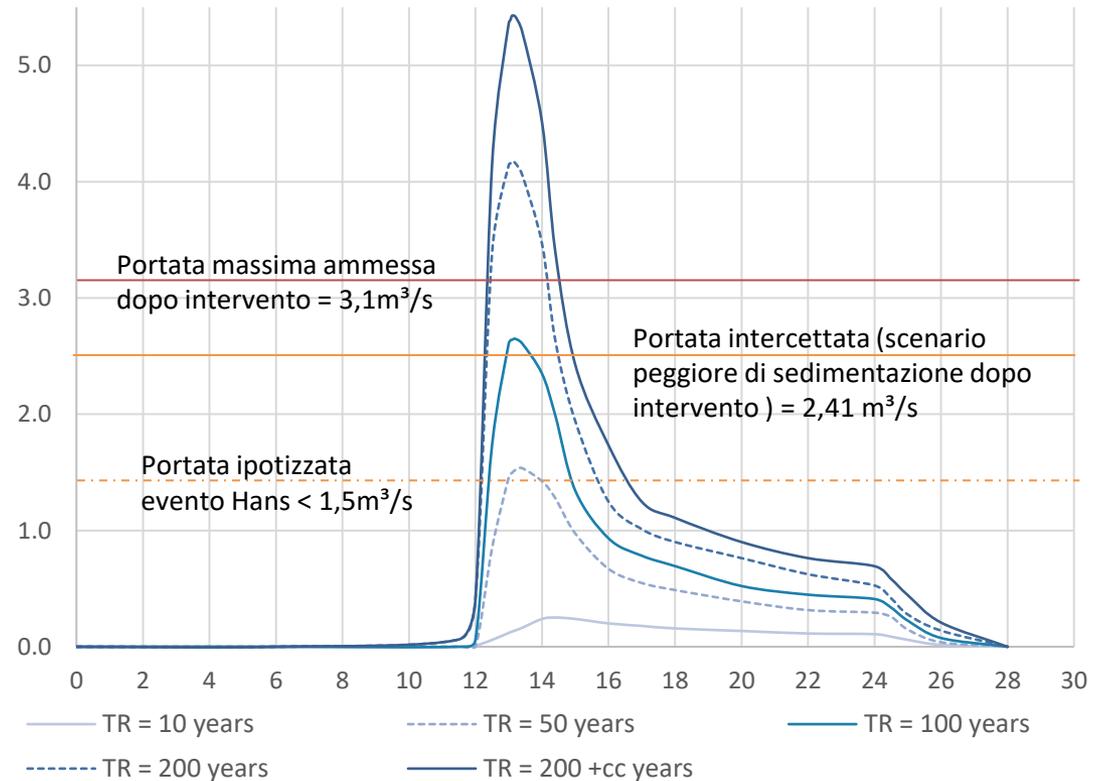


ISOMETRIC VIEW / ISOMETRISK VISNING



## Analisi idrologica e idraulica

Scenario del periodo di ritorno (Tr)	Portata di picco dell'evento Q (m <sup>3</sup> /s)
10 anni	0.25
50 anni	1.54
100 anni	2.65
200 anni	4.18
200 anni + Fattore climatico (30%)	5.43

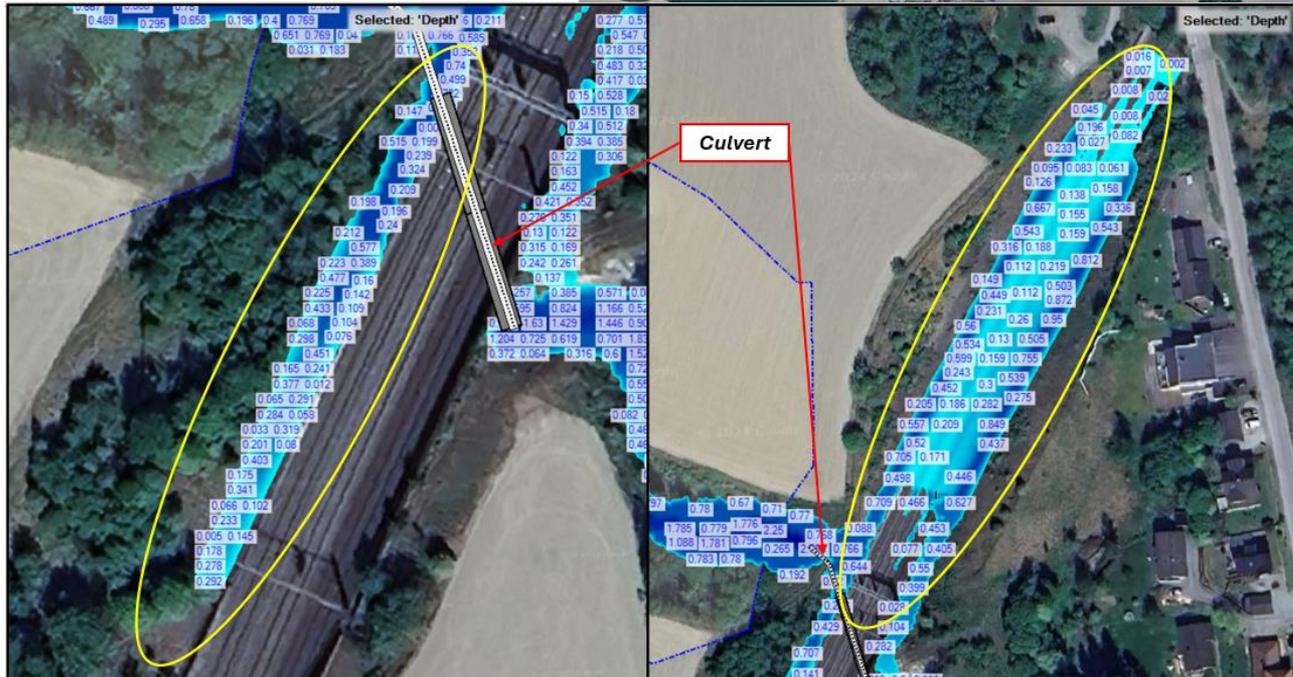


Durante eventi estremi, l'accumulo di sedimenti e detriti nel canale sotterraneo può limitarne la capacità, riducendo di conseguenza la portata effettiva del flusso.

Si prevede quindi che, in caso di sedimentazione e ostruzioni particolarmente gravi (scenario peggiore), la capacità massima di convogliamento possa diminuire da 3,13 m<sup>3</sup>/s a 2,41 m<sup>3</sup>/s.

## Analisi idrologica e idraulica

Mappatura dell'altezza d'acqua (Tr=200 anni + cc)



Allagamento controllato  
Eccesso d'acqua contenuto  
nelle trincee lungo la  
ferrovia.  
Altezza d'acqua in zona  
binari >30cm

## Analisi punti critici dell'intervento

### Sicurezza ed Esercizio

#### Ferrovioario



- Soluzione **no-dig relining** scelta per garantire la stabilità e la continuità della linea Gardermobanen
- *Pipe-bursting* escluso per rischi geotecnici (sollevamento suolo)
- **Nessuna interruzione del servizio ferroviario**

### Prestazioni Idrauliche &

#### Ambientali



- Incremento **capacità idraulica fino a +48%**
- Diminuzione sedimentazione in entrata e in canale di attraversamento
- eliminazione rischio di alluvione per eventi fino a 100 anni
- Diminuzione danni alluvioni di Tr 200 e Tr 200+cc. Allagamenti controllati. Necessità di infrastrutture "complementari" (es. bacini di ritenzione)
- Minimo impatto ambientale, preservazione habitat, accettazione sociale

### Efficacia economica &

#### Valore sociale



- Risparmio iniziale 35-40% rispetto allo scavo tradizionale
- Benefici indiretti: meno ripristini, meno interruzioni, miglior impatto sociale
- Approccio replicabile e modello per future implementazioni ferroviarie

## Conclusioni

Strategia di soluzione che concilia efficacia idraulica, tutela ambientale e continuità del servizio



Ripristino capacità idraulica e diminuzione rischio alluvioni



Minimo impatto ambientale, zero interruzioni al servizio ferroviario



Durata di vita prolungata del sistema



Approccio integrato di controllo alluvioni. No dig per il ripristino della infrastruttura di attraversamento e le misure complementari (detenzione, mitigazione erosione) hanno rafforzato la resilienza contro eventi estremi.



Soluzione replicabile per altre infrastrutture ferroviarie (contesti simili)



Prospettive future:

Manutenzione preventiva: ispezioni programmate, monitoraggio sedimenti, valutazione idraulica continua.

Promuovere l'**adozione di soluzioni senza scavo** come strategia per il ripristino di attraversamenti ferroviari.

## MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI ALLAGAMENTI TRAMITE RELINING SENZA SCAVO IN UN ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO A LILLESTRØM, NORVEGIA

Parco Esposizioni Novegro - 11  
giugno 2025

PhD, Eng. Irene, Seco Rizo  
[risecorizo@systra.com](mailto:risecorizo@systra.com)

**SYSTRA**



**GRAZIE**

### Ringraziamenti:

Questo progetto è stato finanziato da BaneNOR le cui conoscenze tecniche del caso di studio e supporto durante la progettazione sono state fondamentali per il successo dell'iniziativa.