



**NIBIO**

NORWEGIAN INSTITUTE OF  
BIOECONOMY RESEARCH

# Nitrogenavrenning fra sprengstein

Erfaringer, målinger og mulige rensetiltak

Roger Roseth, Lene Sørli Heier, Yvonne Rognan og Johanna Skrutvold



**Statens vegvesen**

**BANE NOR**

**Nye  
Veier**



# Disposisjon

- Sprengstoff og nitrogen
- Resipienteffekter
- Utvasking fra sprengstein – erfaringer
- Mulige rensetiltak
- Pilot- og fullskala N-rensing
- Oppsummering

# Sprengstoff og nitrogen

- Bulksprengstoff: Emulsjon (flytende) og ANFO (fast)
- Emulsjon mest brukt, og helt dominerende ved tunnelsprengning
- Emulsjon består av 60-80 %  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 5-15 %  $\text{NaNO}_3$ , 3-8% mineralolje, 0,5-5% gassmiddel (N-10) og 0,5-5 % emulgator.
- Mengde uomsatt N påvirkes av type emulsjon, fjellkvalitet, tennersystemer mm
- Bækken 1998 → 24 g N/tonn, 15 % av N i sprengstoff (60 %  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 40 %  $\text{NH}_4\text{-N}$ )
- Ranneklev m.fl 2017 → 17-22 g N/tonn, 10 % av N (66 %  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 33 %  $\text{NH}_4\text{-N}$ )
- Beregning FRE16 → 1-3 kg emulsjon per  $\text{m}^3$  fjell gir 21-64 g N per anbrakt  $\text{m}^3$  tunnelstein
- 2 mill. anbrakte  $\text{m}^3$  → 42 til 128 tonn N til avrenning

Bækken, T. 1998. Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse. NIVA rapport 3920-1998, s 26.

Bane NOR/Statens vegvesen. 2019. Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE16). Vurdering av mulige effekter på vannkvalitet av utfyllinger ved Sundvollen og Elstangen.

Ranneklev, S.B. m.fl. Undersøkelse av tunnelvann, slam og uomsatt sprengstoff under drivingen av Espatunnelen på E6. VANN, nr. 03, 291-305, 2017.

# Tunnelvann og nitrogen

- Hvor stor andel av N følger tunnelvannet?
- Drivetid, vannforbruk og konsentrasjoner?
- Vannforbruk rigg, spyling, innlekkasje, dagsone
- Vikan 2013 → 30-50% i tunnelvann og 50-70% følger tunnelstein (NFF 2009)

Vikan, H. 2013. Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann – Giftvirkninger i resipient og renseløsninger. VANN 03 2013.

NFF Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk. 2009. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg, Teknisk rapport 09, august 2009

## Regneeksempel:

- 1000 m tunnel, tverrsnitt 130 m<sup>2</sup>
- 130 000 m<sup>3</sup> fast fjell, 230 000 m<sup>3</sup> anbrakt stein, ensidig driving 40 uker
- Midlere vannmengde tunnelvann 2 l/s, totalt 48 000 m<sup>3</sup>, midlere kons. 100 mg N/l
- 4,8 tonn N i tunnelvann og 4,8 tonn N i sprengstein → **50 % i tunnelvann?**

## Dobbeltspor Farriseidet – Porsgrunn, Renseanlegg Kleivertunnelen 2. halvår 2014

	m3/uke	liter/sekund	Tot-N	NH4-N	Nitrat ?	% NH4-N	
Min	1217	2,0	57	17	40	30	mg/l
Middel	2603	4,3	142	47	95	33	
Max	4332	7,2	204	63	141	31	

Jernbaneverket 2014. Dobbeltspor Vestfoldbanen, parsell 12 Farriseidet – Porsgrunn. Miljørapport nr. 4, 1.7.2014 – 31.12.2014

Skui og Brenne  
2007

# Hva er problemet med økt tilførsel av nitrogenforbindelser?

## Enkelt regnestykke, trenger kvalitetssikring !

5 mill. m<sup>3</sup> anbrakt sprengstein per år rundt Oslofjorden

Potensiell N-utvasking 21 -64 g/m<sup>3</sup> anbrakt

Beregnet N-avrenning årlig gitt middelværdi 42 g/m<sup>3</sup> = 212 tonn N

N-avrenning jordbruksareal 3 kg/daa?

Årlig N utvasking sprengstein tilsvarer 70 000 daa jordbruksareal

Jordbruksarealet i Nye Asker (35 000), Bærum (14 000) og Oslo (10 000) er 59 000 daa

*Gonyostemum semen* – 212 mg/l



Hva skjer i innsjøer og tjern avhengig av om de er dystrofe, oligotrofe eller eutrofe eller andre forskjeller

# Mengder, konsentrasjoner, varighet og fraksjoner



Hordenesskogen E39 Svegatjørn - Rådal



Statens vegvesen

# E134 Gvammen-Århus



25 000 m<sup>3</sup> tunnelstein til anlegget  
Totalt 182 000 m<sup>3</sup> fra Mæletunnelen

<https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/europaveg/e134lifjellet/nyhetsarkiv/nytt-liv-for-tunnelstein/>



**Statens vegvesen**

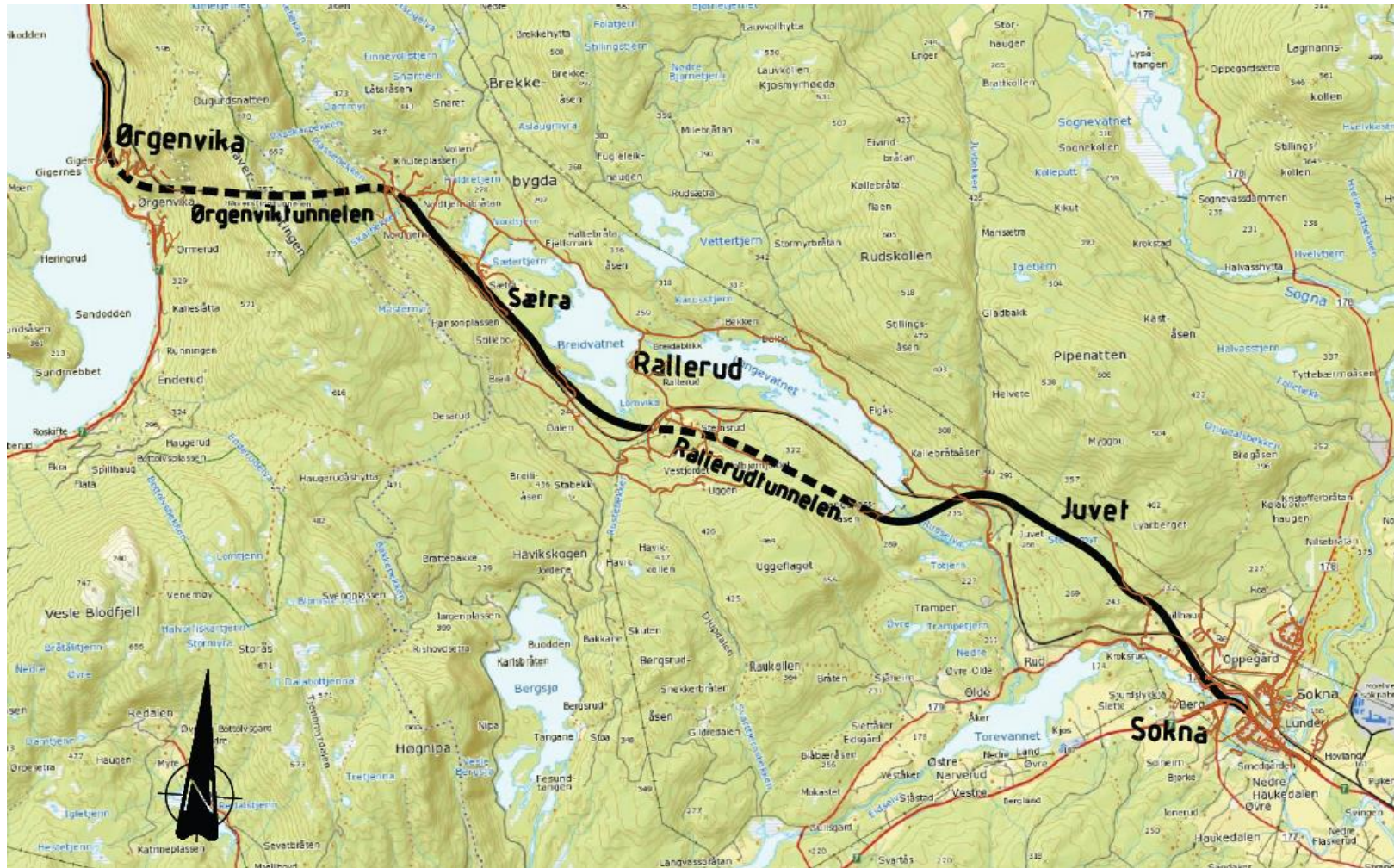


# Rv7 Sokna-Ørgenvika (2011-2014)



Statens vegvesen

- Rallerudtunnelen (2,8 km) og Ørgenviktunnelen (3,7 km) samt 10,5 km dagsone
- 1,2 mill. m<sup>3</sup> fast fjell og 2,2 mill. m<sup>3</sup> anbrakt tunnelstein
- Rudsvassdraget (66 km<sup>2</sup>) fikk anleggsvann fra tre tunnelpåslag samt deponert og anvendt stein
- Bakgrunn **0,2 mg N/L** økte til maksimalt **2 mg N/l**, over i løpet av to år ? Sluttbefaring 2014, **0,3 mg N/l**

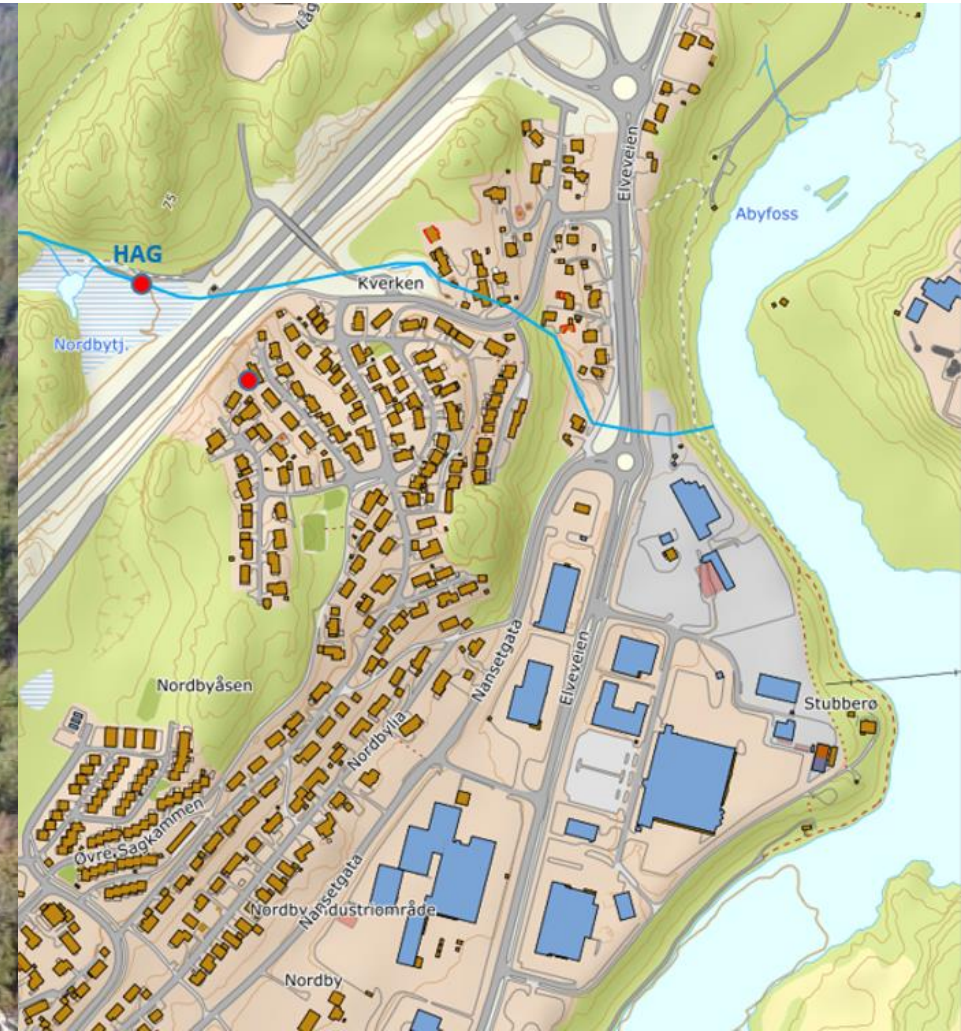


# E18 Bommestad – Sky (2014-2018)

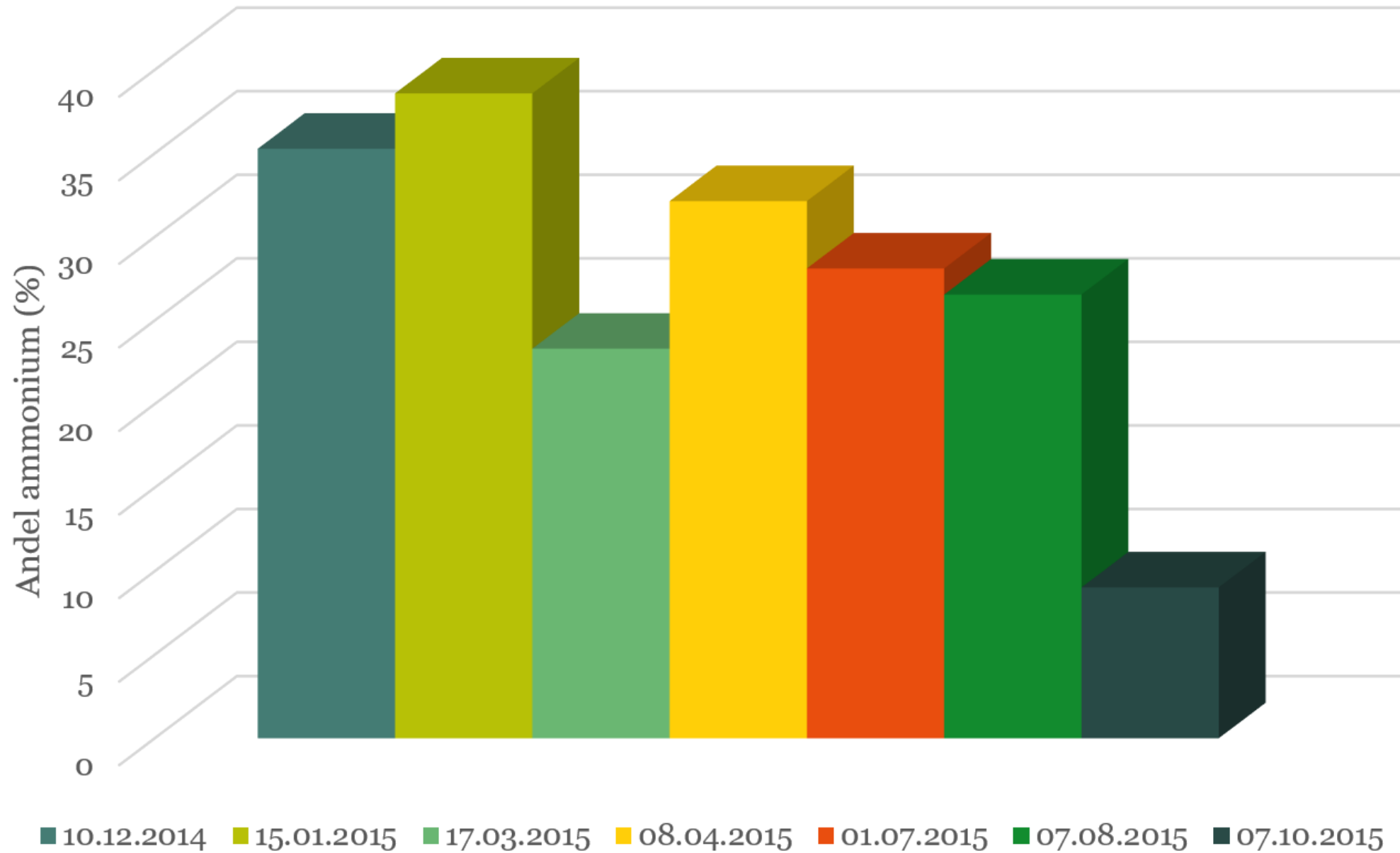


Statens vegvesen

- Larviks- og Martineåstunnelen, rundt 1 mill. m<sup>3</sup> stein, 60 % fra Larvikstunnelen
- Noe til Hedrum pukkverk, resten til deponiene på Breimyr og Langemyr
- 1 mill. m<sup>3</sup> → 21 til 42 tonn N til utvasking samt bidrag fra tunnelvann



# Andel av nitrogen som ammonium (%) i Hagabekken



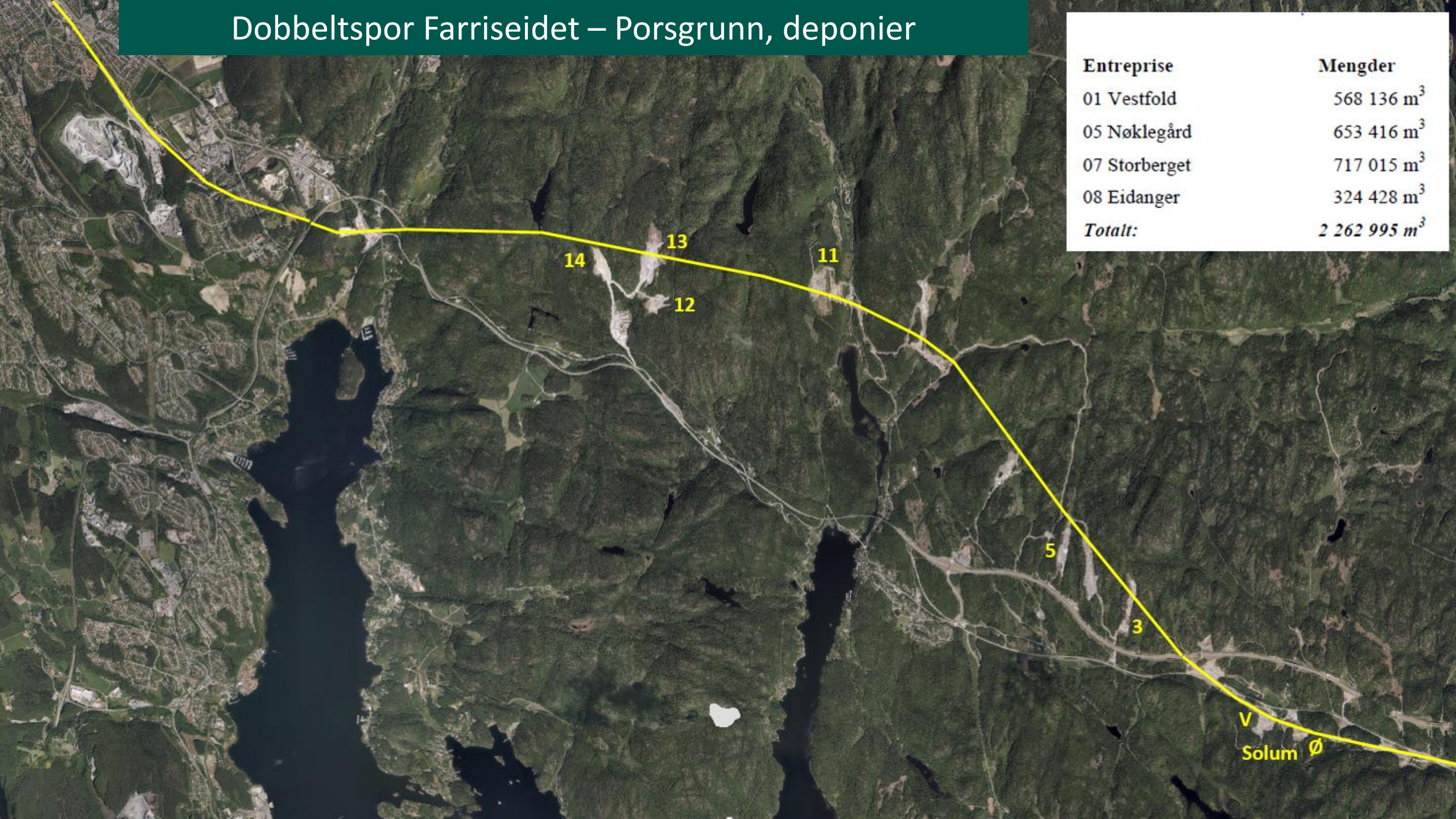
# Dobbeltspor Farriseidet – Porsgrunn (2012-2018)



7 tunneler, tilsammen 15 km  
2,3 mill. m<sup>3</sup> tunnelstein

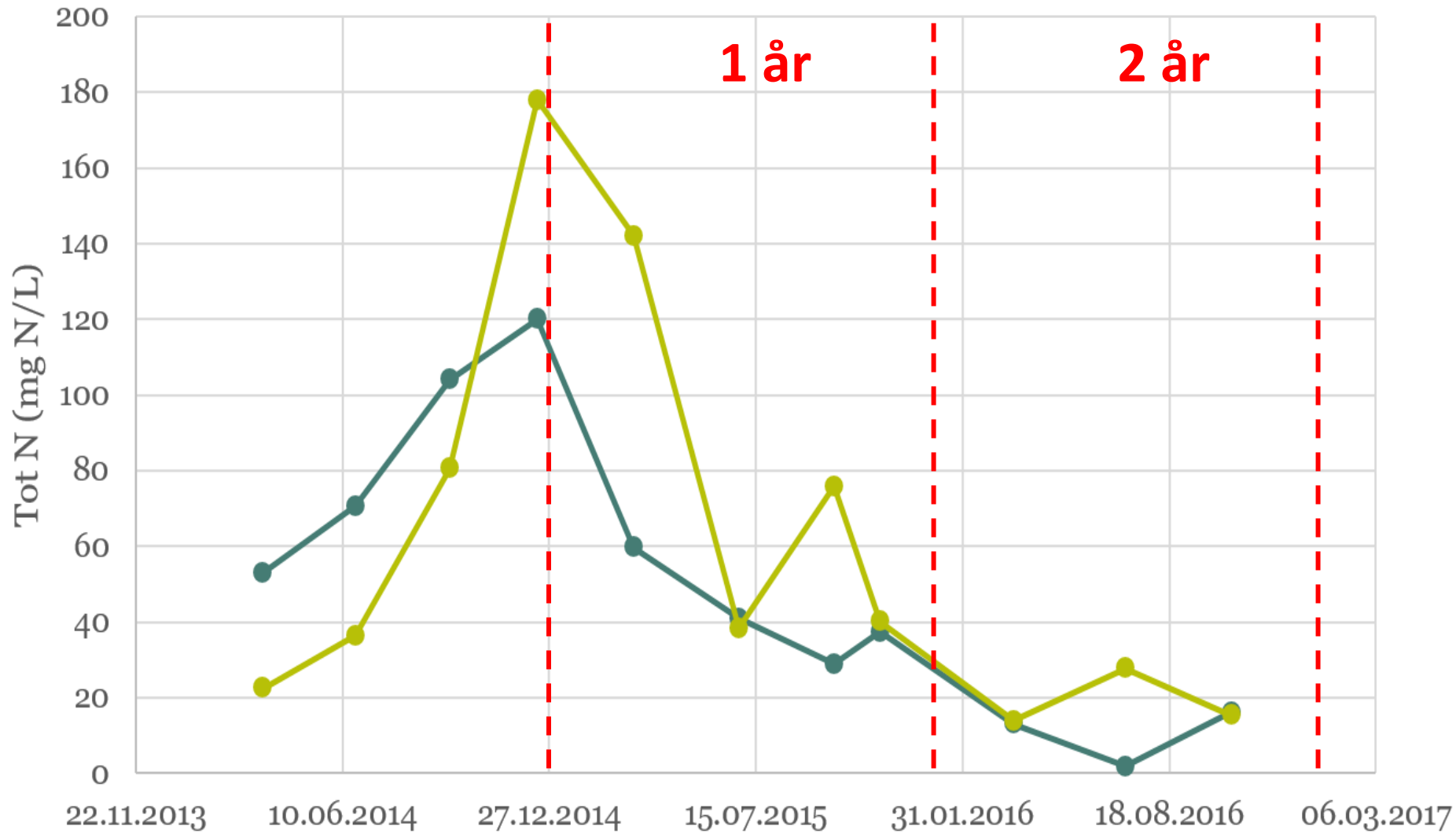
# Dobbeltspor Farriseidet – Porsgrunn, deponier

Entreprise	Mengder
01 Vestfold	568 136 m <sup>3</sup>
05 Nøklegård	653 416 m <sup>3</sup>
07 Storberget	717 015 m <sup>3</sup>
08 Eidanger	324 428 m <sup>3</sup>
<b>Totalt:</b>	<b>2 262 995 m<sup>3</sup></b>



# Totalnitrogen i avrenning fra deponiene Solum Øst og Solum Vest, UFP

—●— Solum Øst    —●— Solum Vest



586 000 m<sup>3</sup> stein

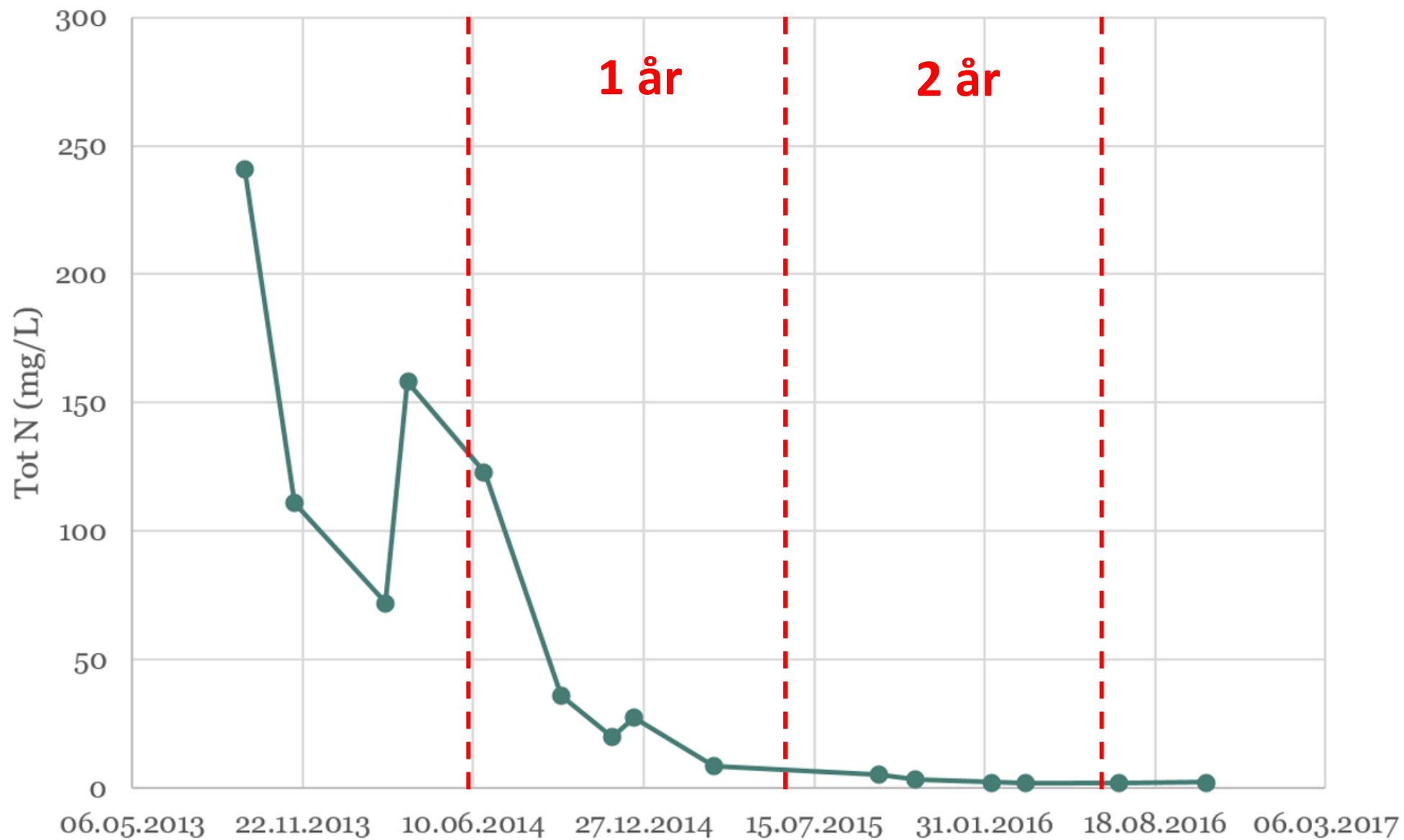
12-25 tonn N?

Fylt opp 2014

# Deponi 3 Løkka

- 165 000 m<sup>3</sup> stein
- Fylt 2013 og 2014

## Totalnitrogen i avrenning fra Deponi 3, Løkka



# E18 Rugtvedt - Dørdal (2017-2019)

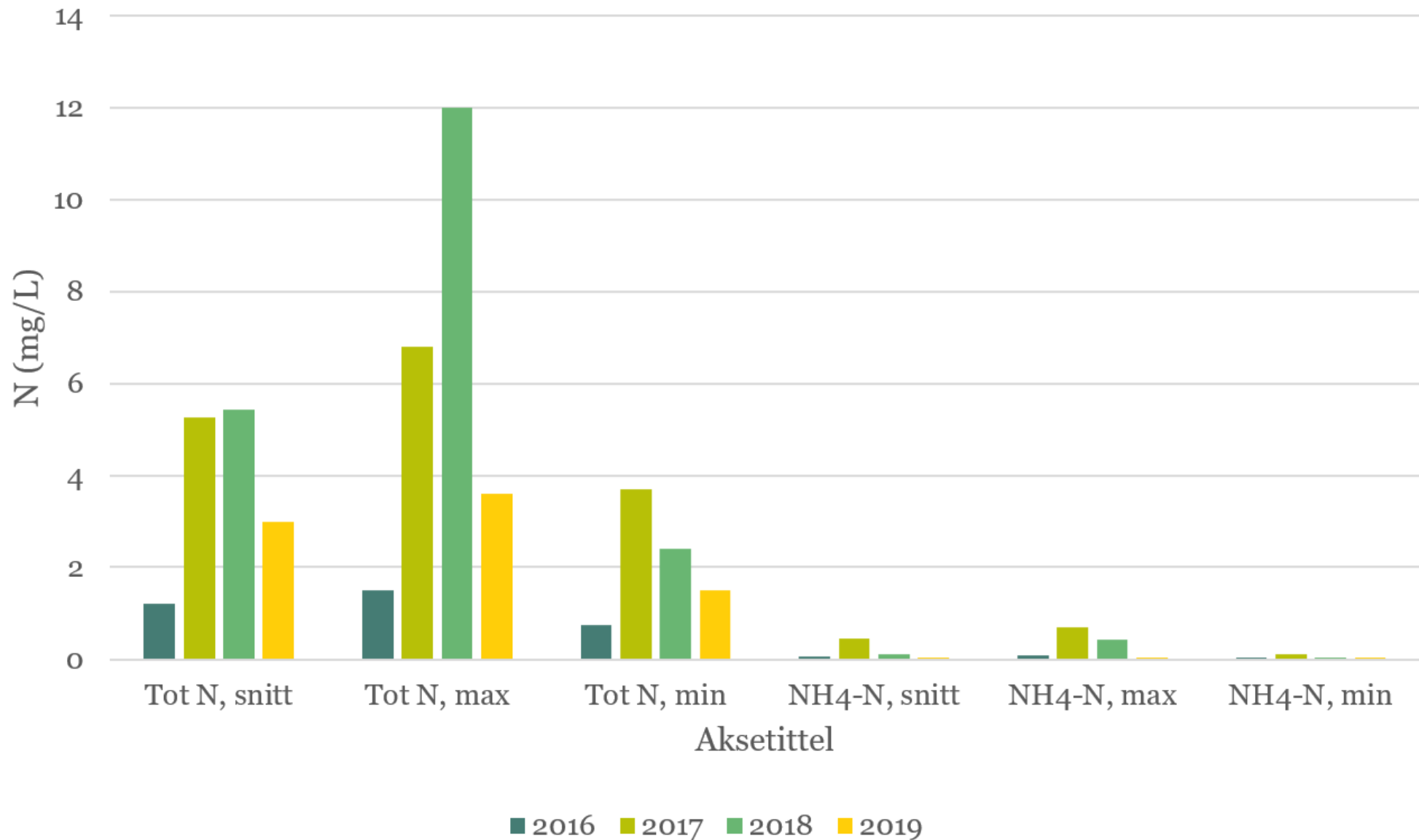
- 16 km firefelts motorvei, 4 mill. m<sup>3</sup> fast fjell dagsprengt, tilsvarende 7,2 mill. anbrakte m<sup>3</sup>
- Mye sprengstein ble brukt i vegfyllinger og for å korte ned bruer.
- Overskuddet i 6 fyllinger: Stillinga (210 000), Bjørnemyr (400 000), Stemmen nord (125 000), Stemmen sør (80 000), Svartholt (160 000) og Closs (190 000).
- Stort fokus på vannmiljø, forundersøkelser og oppfølging. Flere viktige vassdrag og særlig Åby- og Lonavassdraget.





# Nensetbekken (2017 og 2018)

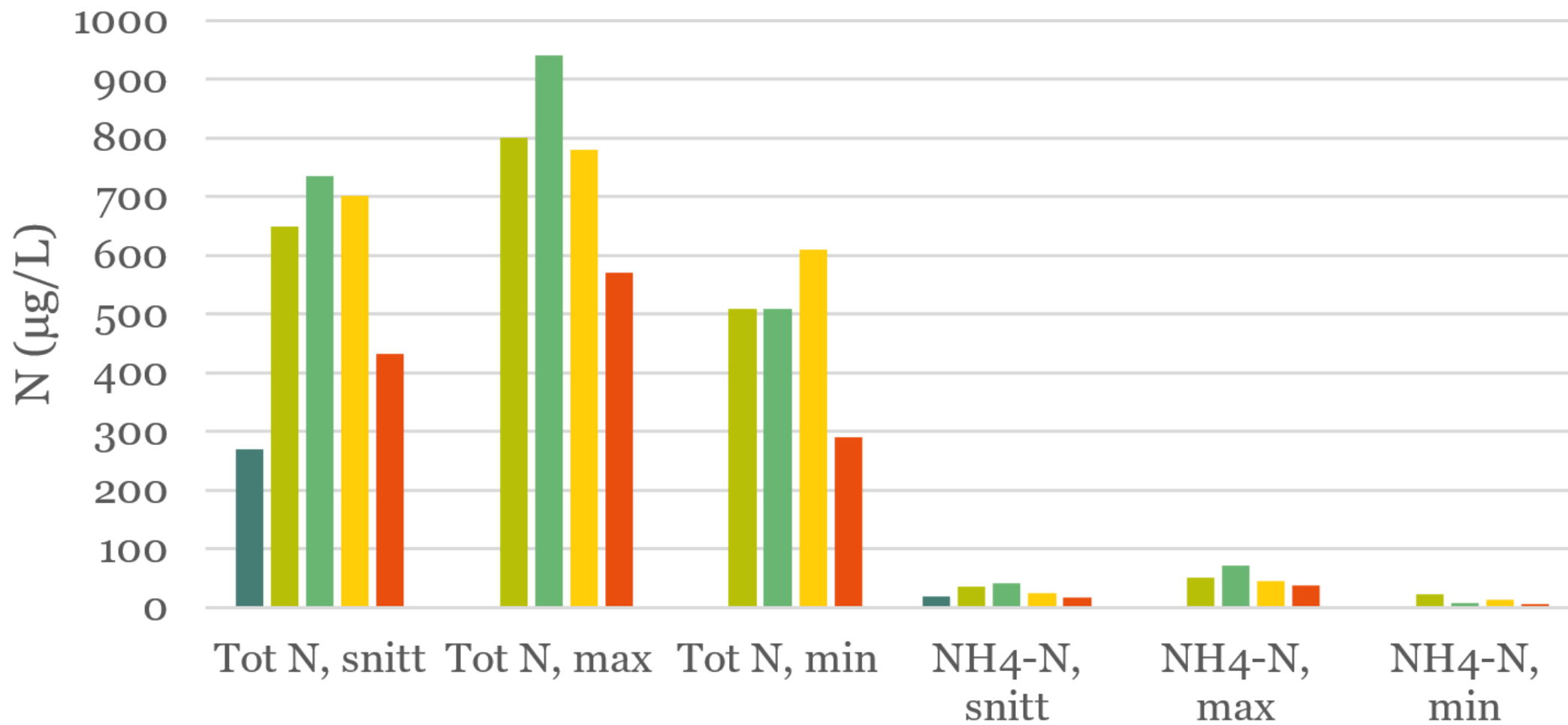
## Nensetbekken



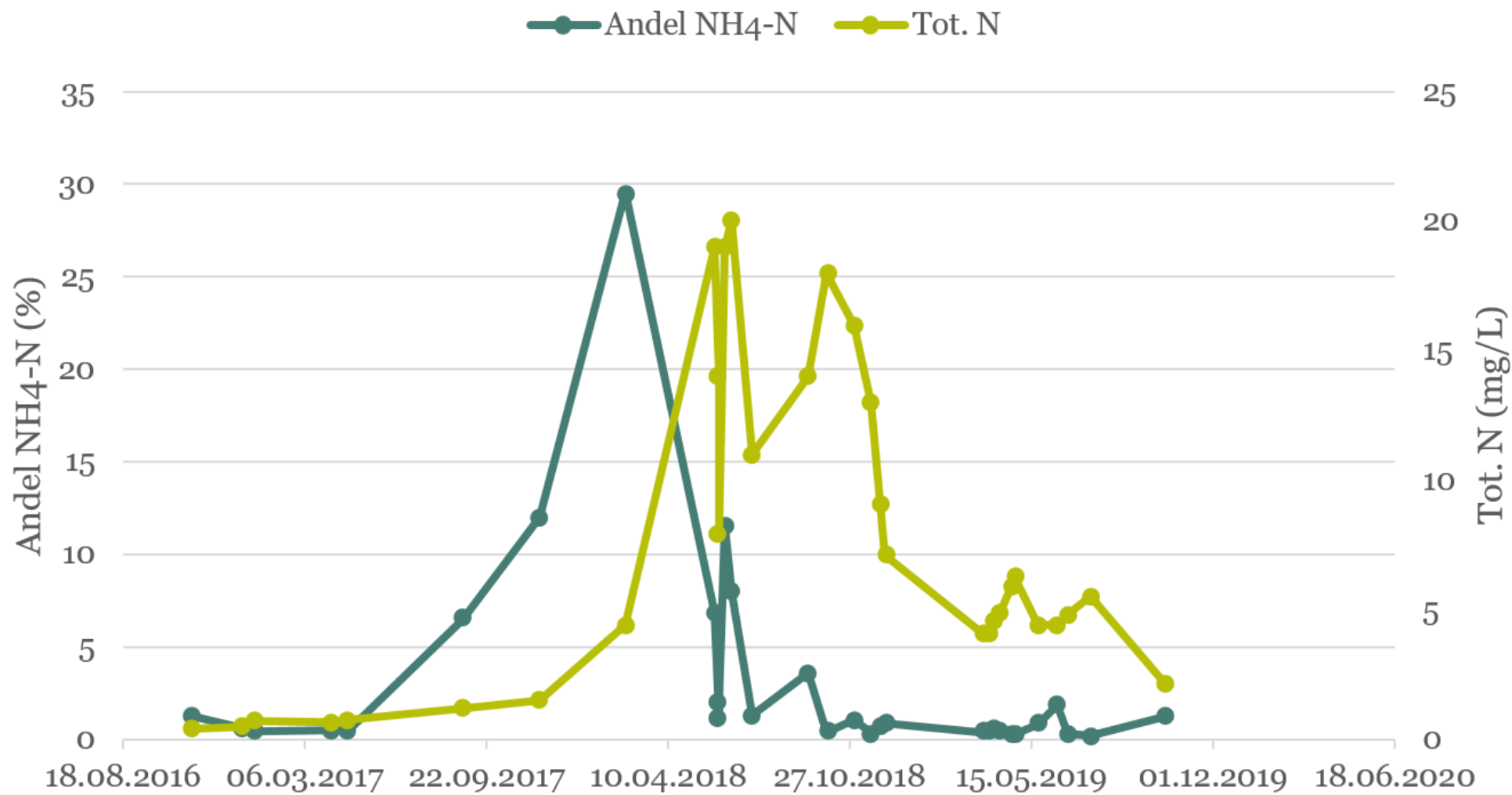
Nye  
Veier

## Åbyelva (Åby 5)

2016 2017 2018 2019 2020

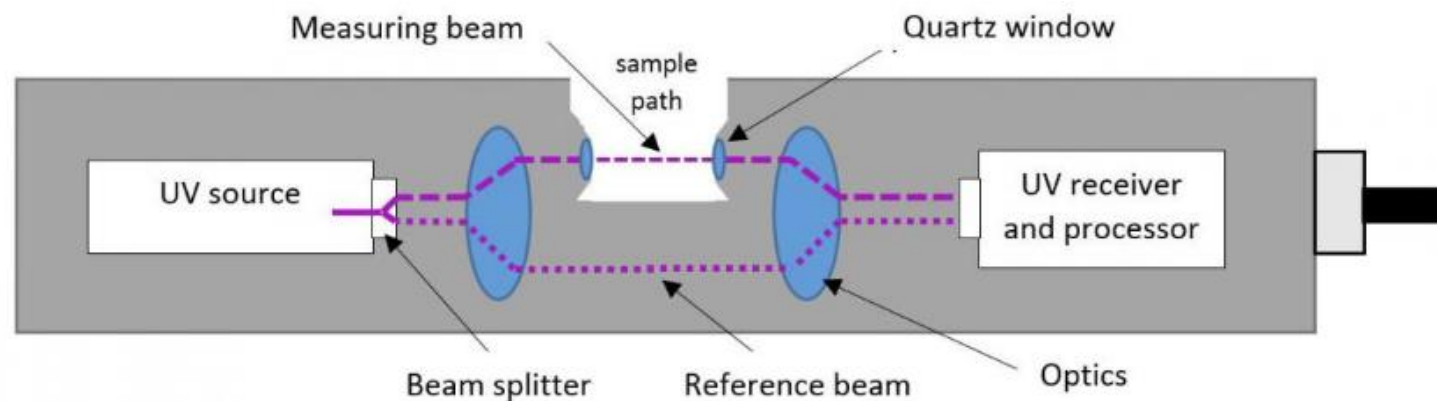


## Andel ammonium og konsentrasjon av Tot N i Roslandsbekken



Closs deponi (190 000 m<sup>3</sup>) – optisk nitratmåling og vannanalyser

Anaerobe rensedammer fjerner nitrat



# Renseløsninger for nitrogen fra sprengstein?

**Viktigst å optimalisere forholdene rundt sprengning, forbruk og oksidasjon av sprengstoff !**

## **Naturbasert rensing:**

- NO<sub>3</sub> og NH<sub>4</sub> – ulik rensing
- Våtmark/resepark
- Våtmarksfilter/kompostvåtmark
- Anaerob dam
- Terrengspredning skog eller vegetasjon (gjødseleffekt)
- Bindingskapasitet for NH<sub>4</sub> i torv, subbus, jord, tunnelmasser

## **Renseteknologi industri og avløp:**

Jermakka, J., Wendling, L., Sohlberg, E., Heinonen, H., Merta, E., Laine-Ylijoki, J., Kaartinen, T., & Mroueh, U-M. (2015). *Nitrogen compounds at mines and quarries: Sources, behaviour and removal from mine and quarry waters - Literature study*. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Technology No. 226 <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T226.pdf>

Kan N-tilførsler ha noen påvirkning i store innsjøer – Holsfjorden?



# E16 Bjørnum-Skaret (2020-2025)

SKANSKA

VIANOVA



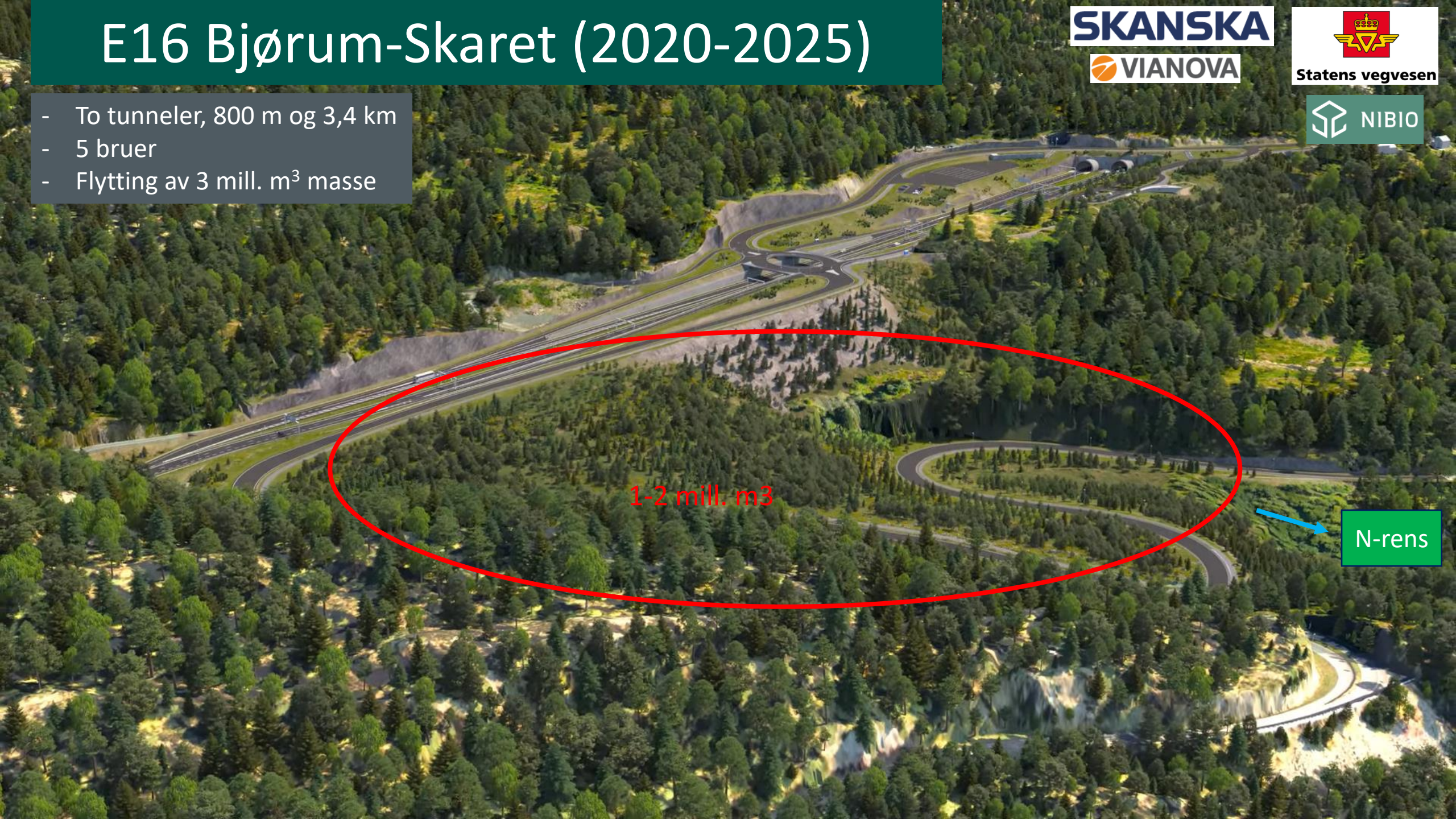
Statens vegvesen



- To tunneler, 800 m og 3,4 km
- 5 bruer
- Flytting av 3 mill. m<sup>3</sup> masse

1-2 mill. m<sup>3</sup>

N-rens



# Pilot N-filter





# Oppsummering

- Tidligere forsøk med utvasking av N fra tunnelsprengstein gir grunnlag for beregning
- Mengde N i tunnelvann og fra dagsprengt stein usikkert
- Resipienteffekter – marint og ferskvann, mer kunnskap
- Viktigst å fjerne NO<sub>3</sub> eller NH<sub>4</sub> eller begge ?
- Utvasking, binding, rensing og transport av NO<sub>3</sub> og NH<sub>4</sub>
- Utvaskingstid fra større steinfyllinger
- Pilotutprøving for N-rensing i anaerobt rensfilter har gitt lovende resultater, men fullskala er mer krevende
- Fullskala renseløsning bygges høst 21 på E16 Bjørum-Skaret av Skanska og SVV med bistand fra NIBIO og ViaNova



Mye nitrogen og partikler i 2018 og 2019,  
men økologisk tilstand planteplankton  
«Svært god» ?

**Daletjenn**



**Lilletjenn**



Skjellsand

GRÄÖR 1

BARK

GRÄÖR

ER

Selj



VWR  
BOROSILICATE 3.3  
1000 ml  
215-1595

VWR  
BOROSILICATE 3.3  
1000 ml  
215-1595