



# SAMMENLIGNING AV NOR96, NORD 2000 OG CNOSSOS-EU

Herold Olsen, SINTEF Digital  
Foredrag på NAS, Trondheim, 25-26 oktober 2019

# Bakgrunn

---

- EU direktiv pålegger Norge å bruke en ny metode for beregning av strategiske støykart
- Vi ser nærmere på tre metoder
  - Nord 96
  - Nord 2000
  - CNOSSOS-EU
- Oppdrag for Miljødirektoratet og Vegdirektoratet
- Hvilken metode er best egnet for fremtidig støykartlegging i Norge?

# Metodisk tilnærming

---

- Helhetlig perspektiv
- Pre-definerte kriterier for kvalitet
  - Nøyaktighet
  - Forståelighet / Aksept
  - Stabilitet
- Tilfelle-studie / Testberegninger
- Etterfølgende faglige vurderinger

# Litt om metodene: Støykilde

|          | Nor 96 (flere varianter)                                                                                   | Nord 2000                                                                                         | CNOSSOS-EU                                                                                           |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vei      | Lydtrykk 10 m: $L_{p,E}$ $L_{max}$<br>Kun A-veid<br>Hastighet fra 50 km/t<br>Miks: lett-tung               | Lydeffekt: $L_W$<br>1/3-okt. 25 Hz – 10 kHz<br>Hastighet fra 30 km/t<br>Miks: lett-middels-tung++ | Lydeffekt: $L_W$<br>1/1-okt. 63 Hz – 8 kHz<br>Hastighet fra 30 km/t<br>Miks: lett-midd.-tung-2hjul++ |
| Bane     | Lydtrykk 10 m: $L_{p,E}$ $L_{max}$<br>1/1-okt. 63 Hz – 4 kHz<br>Hastighet 40-150 km/t<br>Diverse tog-typer | Lydeffekt: $L_W$<br>1/3-okt. 25 Hz – 10 kHz<br><br>Litt mangelfull?                               | Lydeffekt: $L_W$<br>"Komplisert"<br>1/1-okt. 63 Hz – 8 kHz<br>Trenger tilpasning ...                 |
| Industri | Lydeffekt: $L_W$ $L_{W,max}$<br>1/1-okt. 63 Hz – 8 kHz                                                     | Lydeffekt: $L_W$ $L_{W,max}$<br>1/3-okt. 25 Hz – 10 kHz                                           | Lydeffekt: $L_W$<br>1/1-okt. 63 Hz – 8 kHz                                                           |

# Litt om metodene: Lydutbredelse

|                      | Nor 96 (flere varianter)                                                    | Nord 2000                                                                                                              | CNOSSOS-EU                                                                                                                        |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Avstand</b>       | Enkel sfærisk demping pluss luftabsorpsjon pga. temperatur og luftfuktighet |                                                                                                                        |                                                                                                                                   |
| <b>Bakke</b>         | Enkel empirisk: hard/myk                                                    | Kompleks modell for lydbølger over impedansplan, med Fresnel-sone. Støtter full variasjon i topografi og 8 bakketyper. | Forenklet bakkemodell utledet fra kompleks modell for lydbølger over impedansplan. Støtter variasjon i topografi og 8 bakketyper. |
| <b>Skjerm</b>        | Eldre empirisk for tynn skjerm.                                             | Kompleks modell for diffraksjon over kanter/hjørner.                                                                   | Sammensatt modell for diffraksjon over kanter. Utvidet spesifikasjon for praktisk bruk.                                           |
| <b>Refleksjon</b>    | Ikke tydelig spesifisert                                                    | Enkel speil-kilde modell med Fresnel-sone                                                                              | Enkel speil-kilde modell. Utvidet spesifikasjon for praktisk bruk.                                                                |
| <b>Vær-variasjon</b> | Ingen støtte                                                                | Log/Lin lydhastighetsprofiler for spesifikke værsituasjoner og full værstatistikk.                                     | Miks mellom to vær-typer: <b>Homogen</b> og <b>Gunstig</b> . Støtter bruk av vær-statistikk.                                      |
| <b>Kompleksitet</b>  | "Enkel"                                                                     | "Meget omfattende"                                                                                                     | "Moderat"                                                                                                                         |

## KRITERIUM 1: NØYAKTIGHET

# Metode mot Metode

Samme rådgiver med samme programvare

---

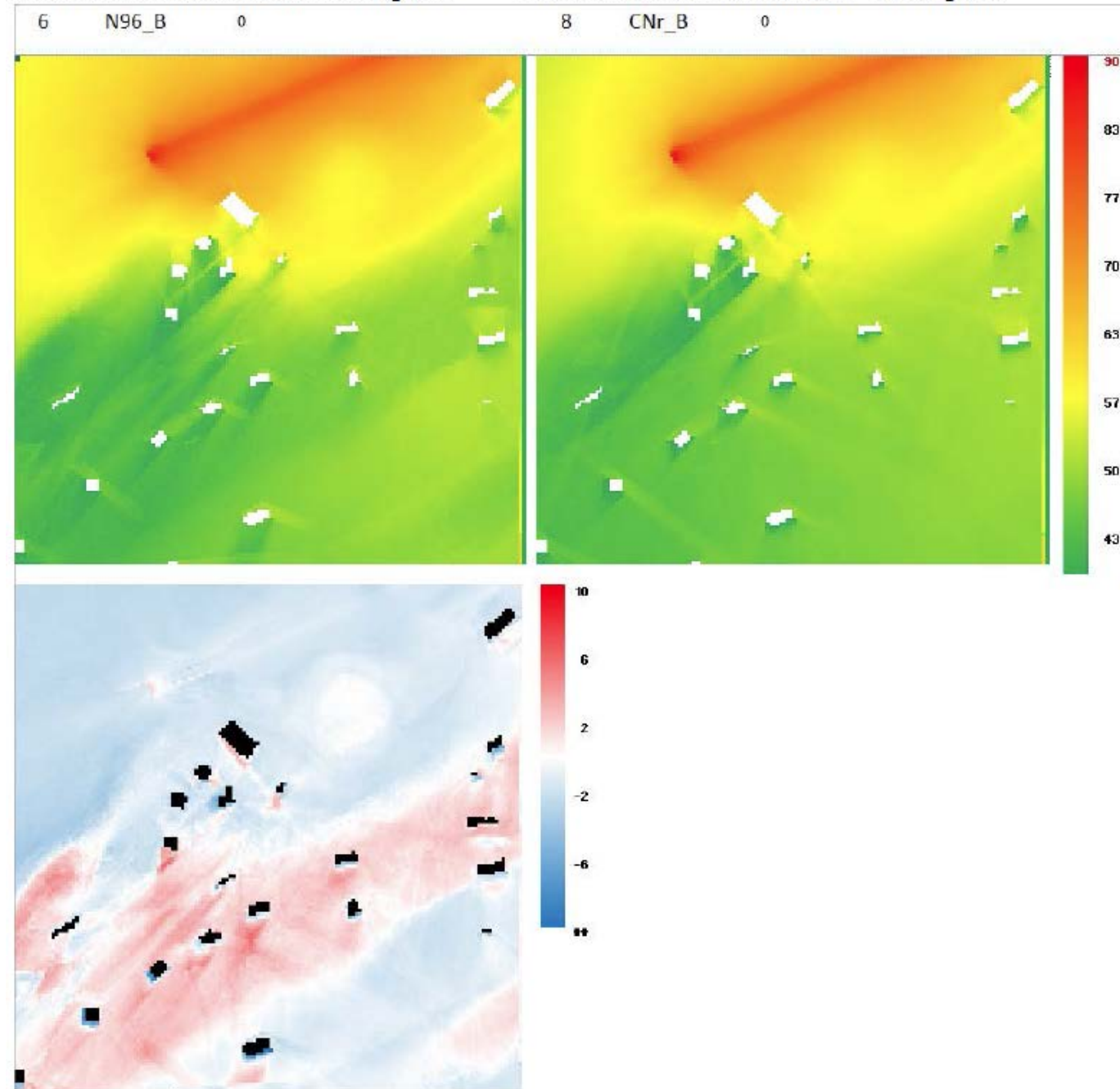
- Følgende lysark:

- |                                 |           |       |
|---------------------------------|-----------|-------|
| • Nord 96 mot Cnossos-EU:       | Landsbygd | Urban |
| • Nord 96 mot Nord 2000(DK):    | Landsbygd | Urban |
| • Cnossos-EU mot Nord 2000(DK): | Landsbygd | Urban |



## ROAD

N96 vs. Cnossos  
Accuracy  
Village

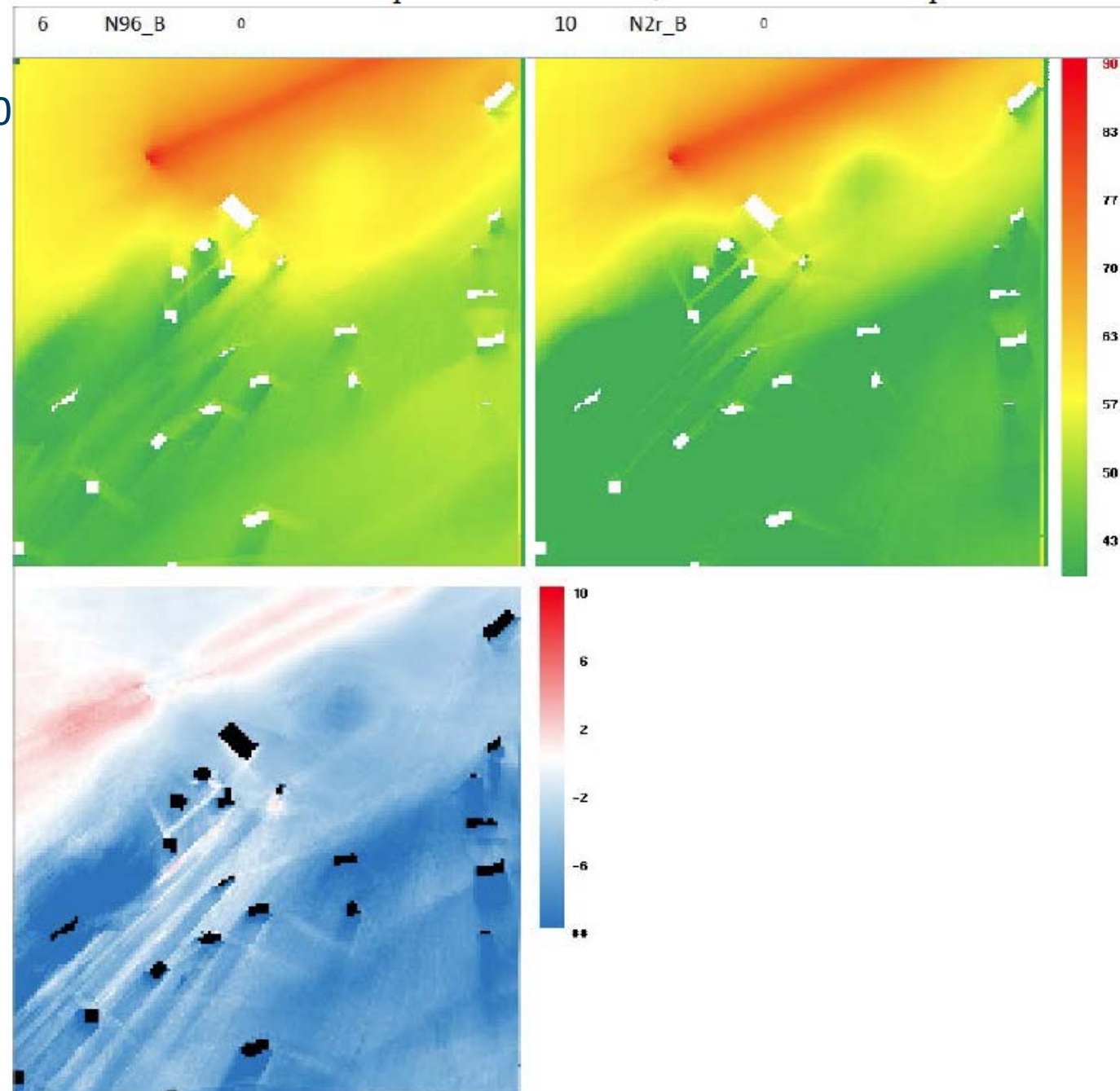


## ROAD

N96 vs. Nord 2000

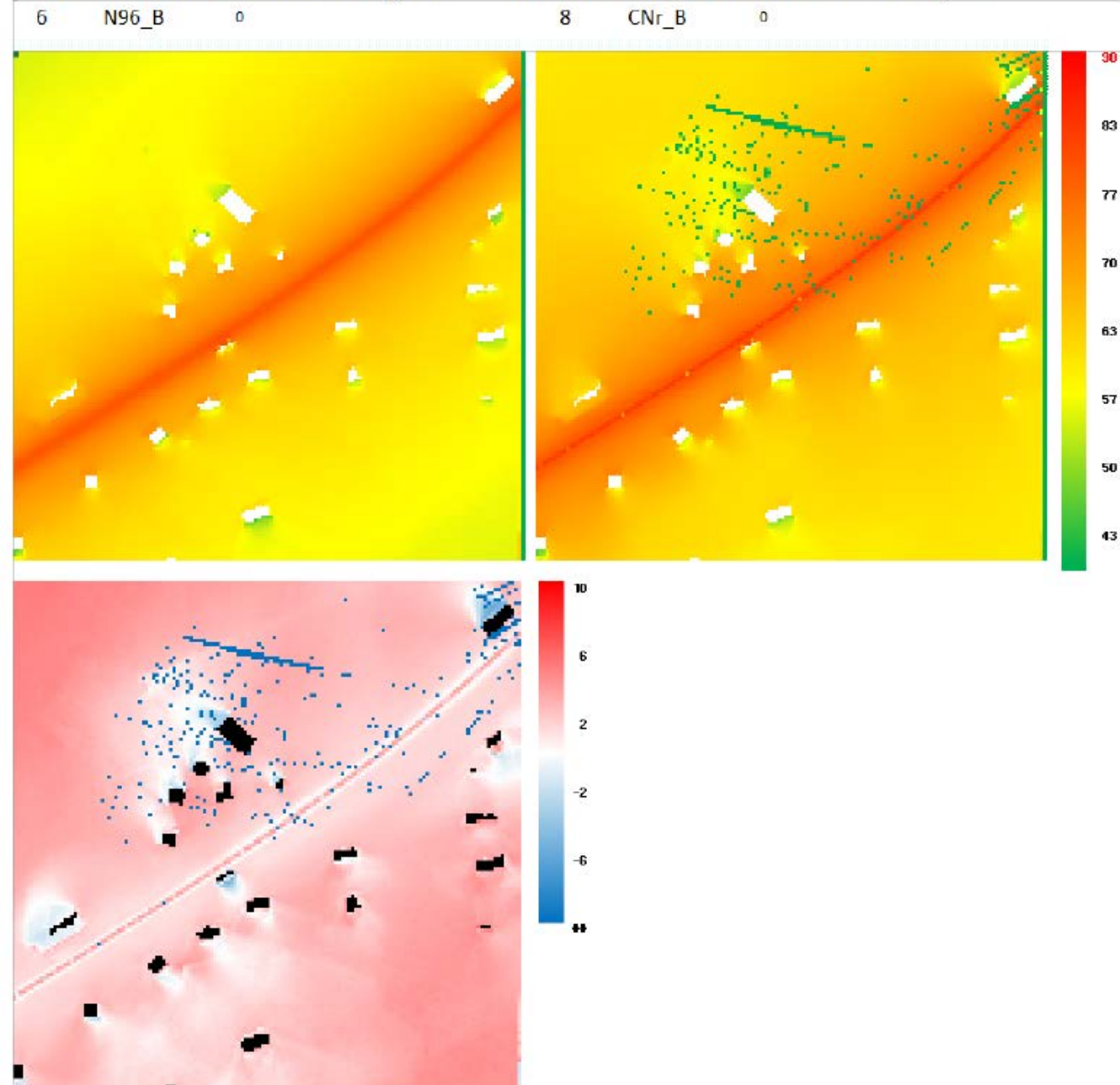
Accuracy

Village



## RAIL

N96 vs. Cnossos  
Accuracy  
Village

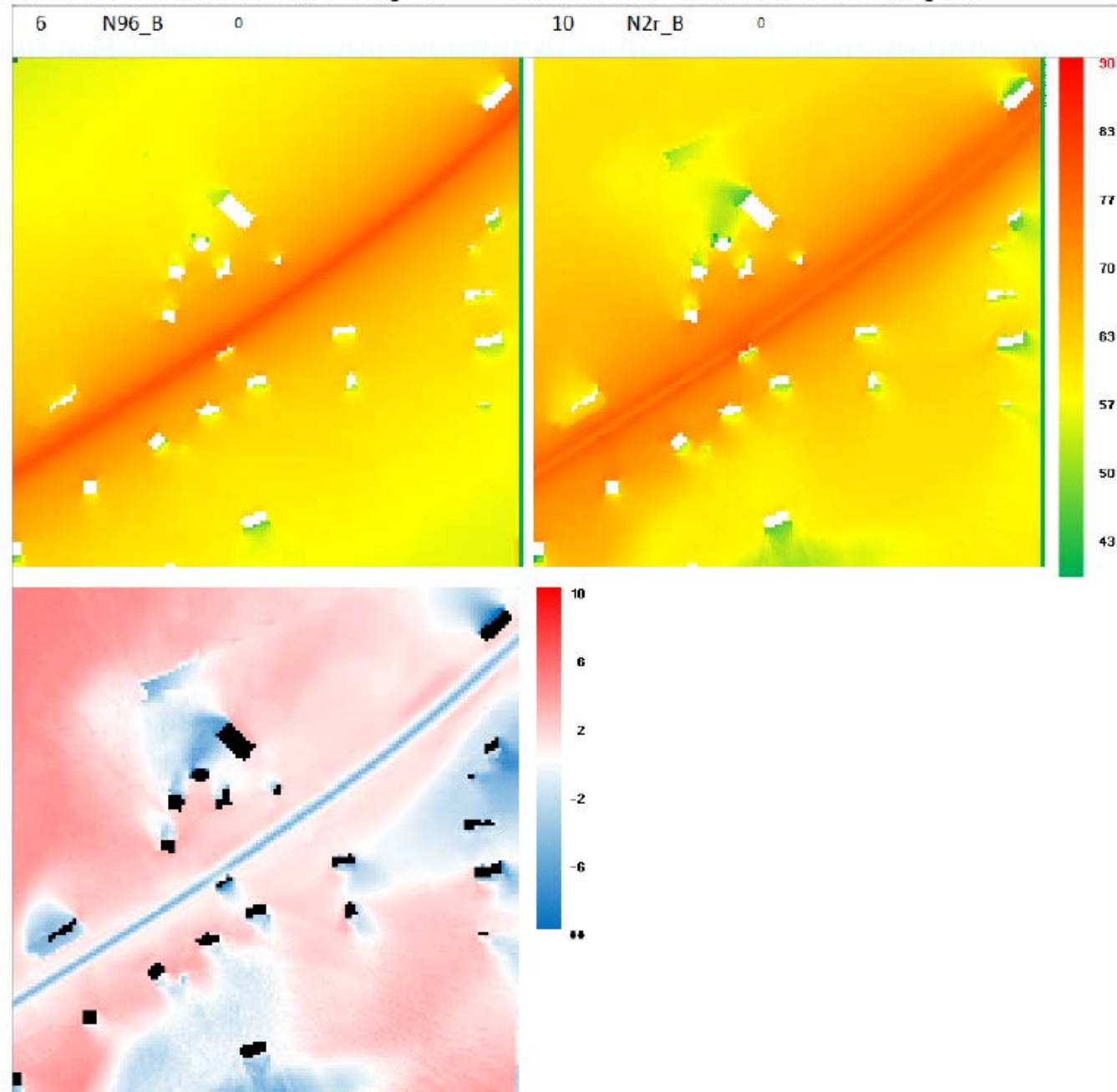


## RAIL

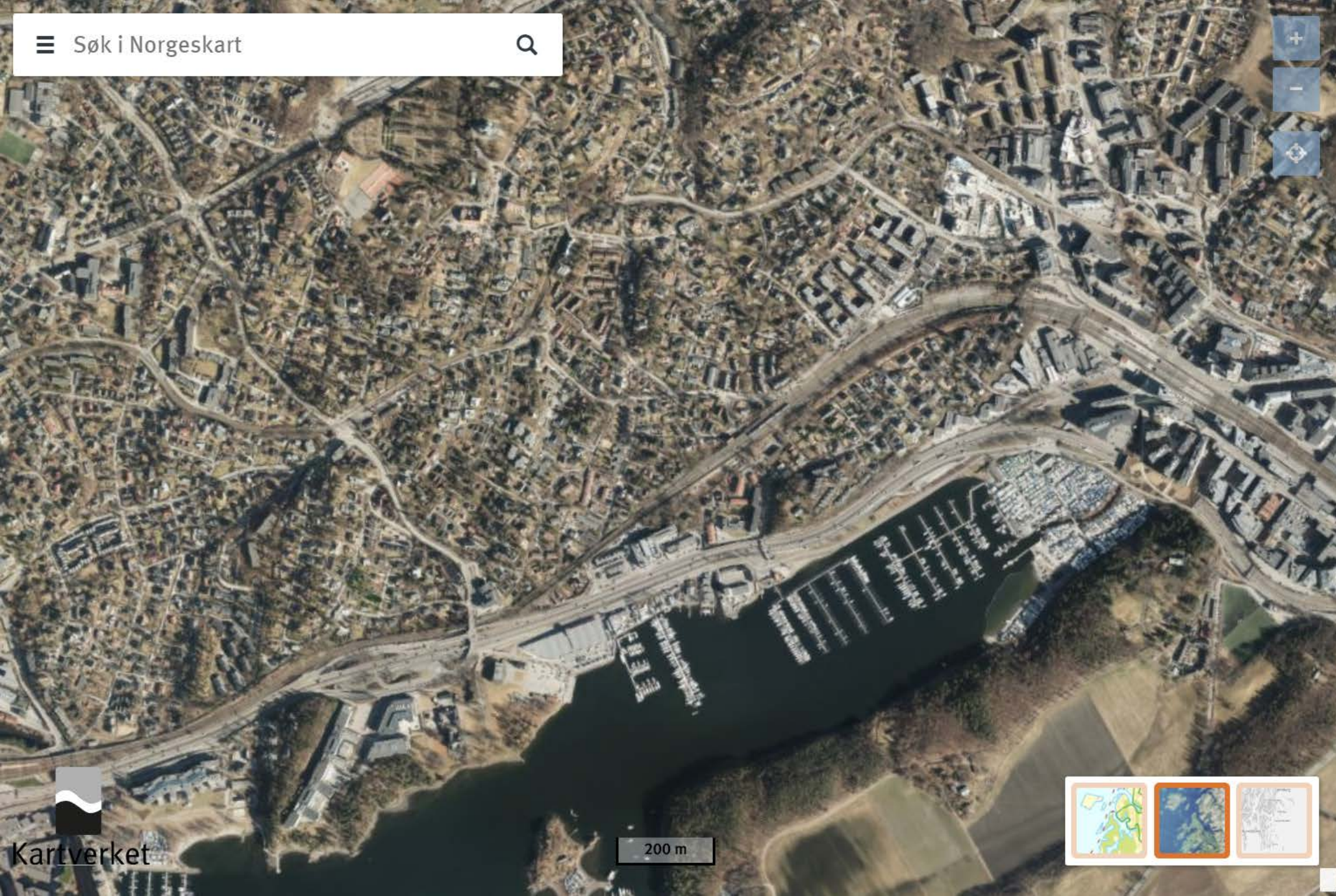
N96 vs. Nord 2000

Accuracy

Village



☰ Søk i Norgeskart



Kartverket

200 m

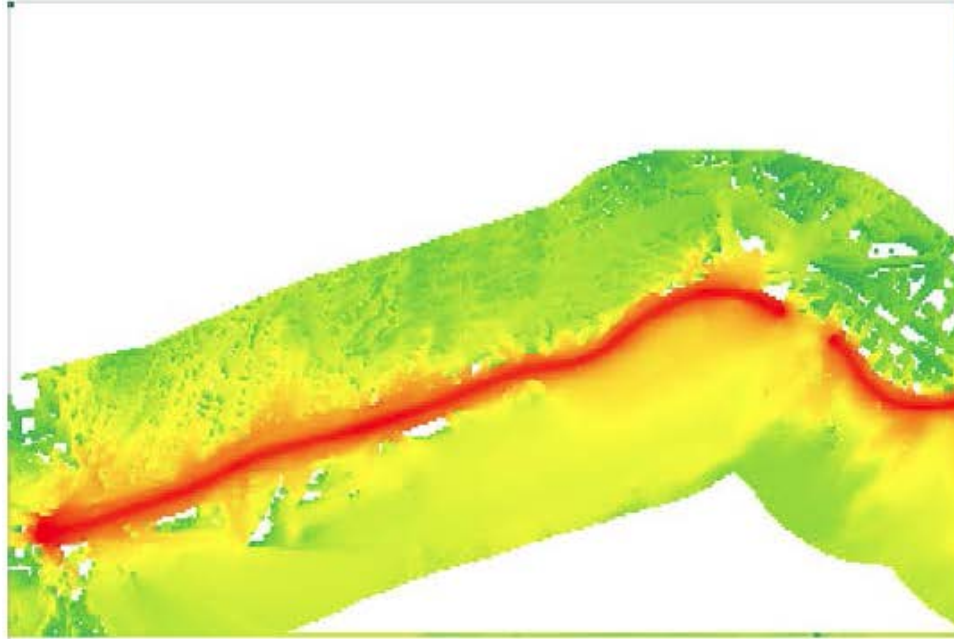


 SINTEF

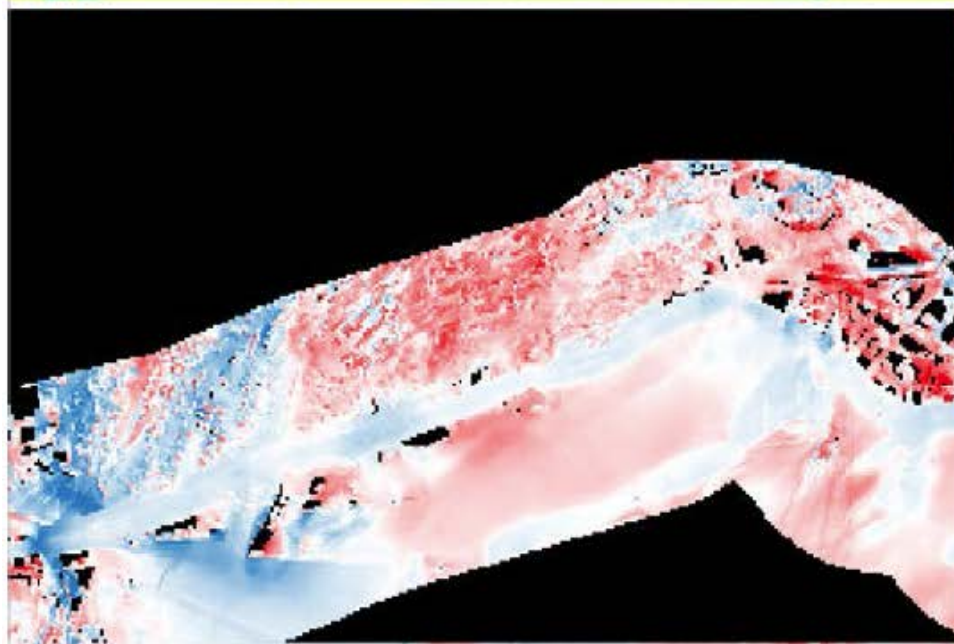
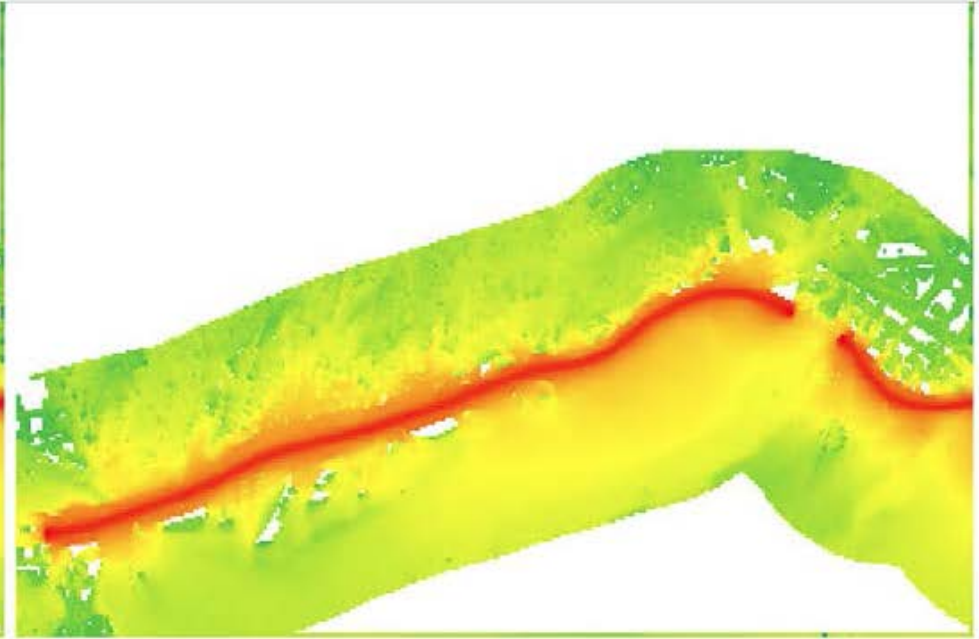
## N96 vs. Cnossos Accuracy Urban

---

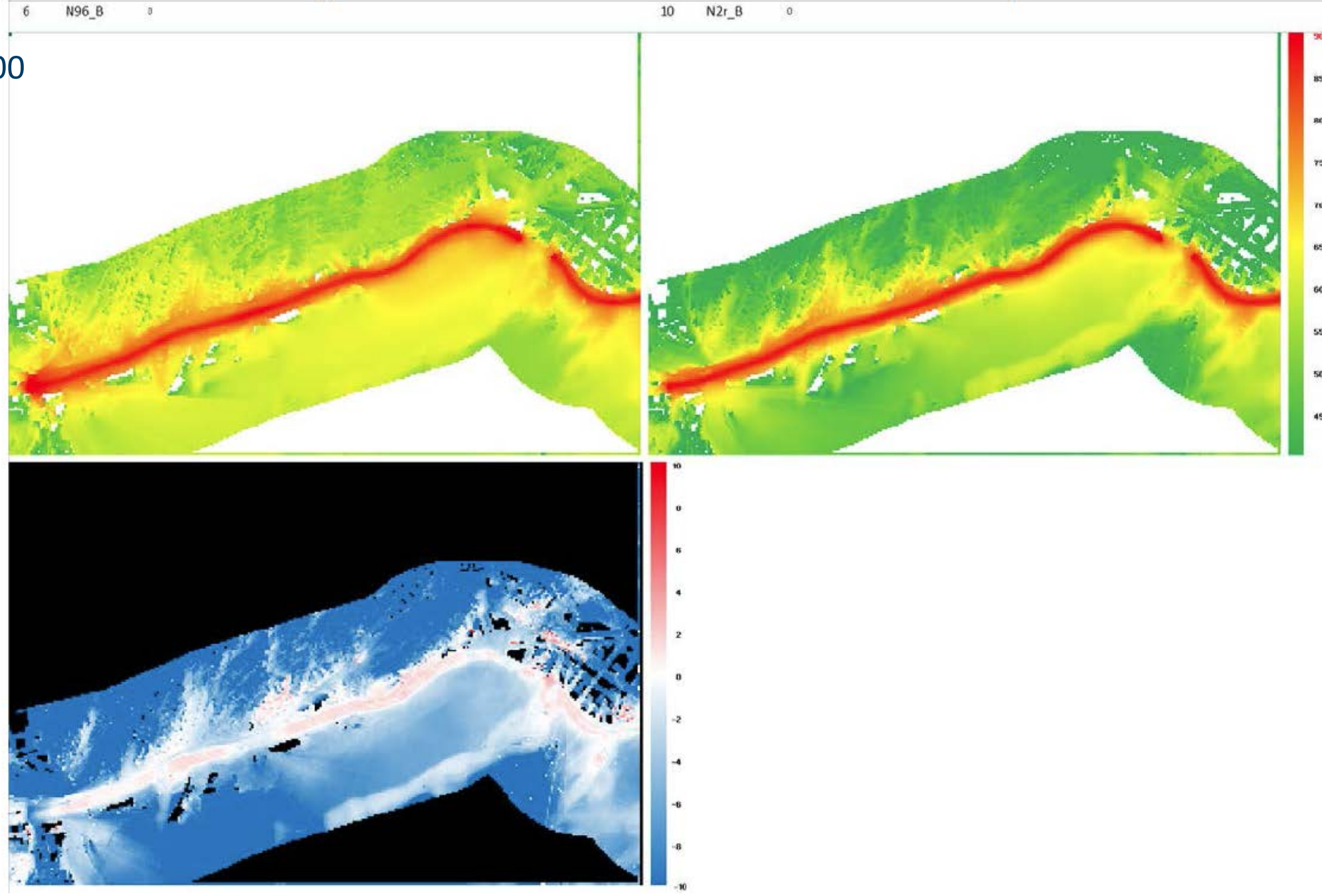
6 N96\_B 0



8 CNr\_B 0



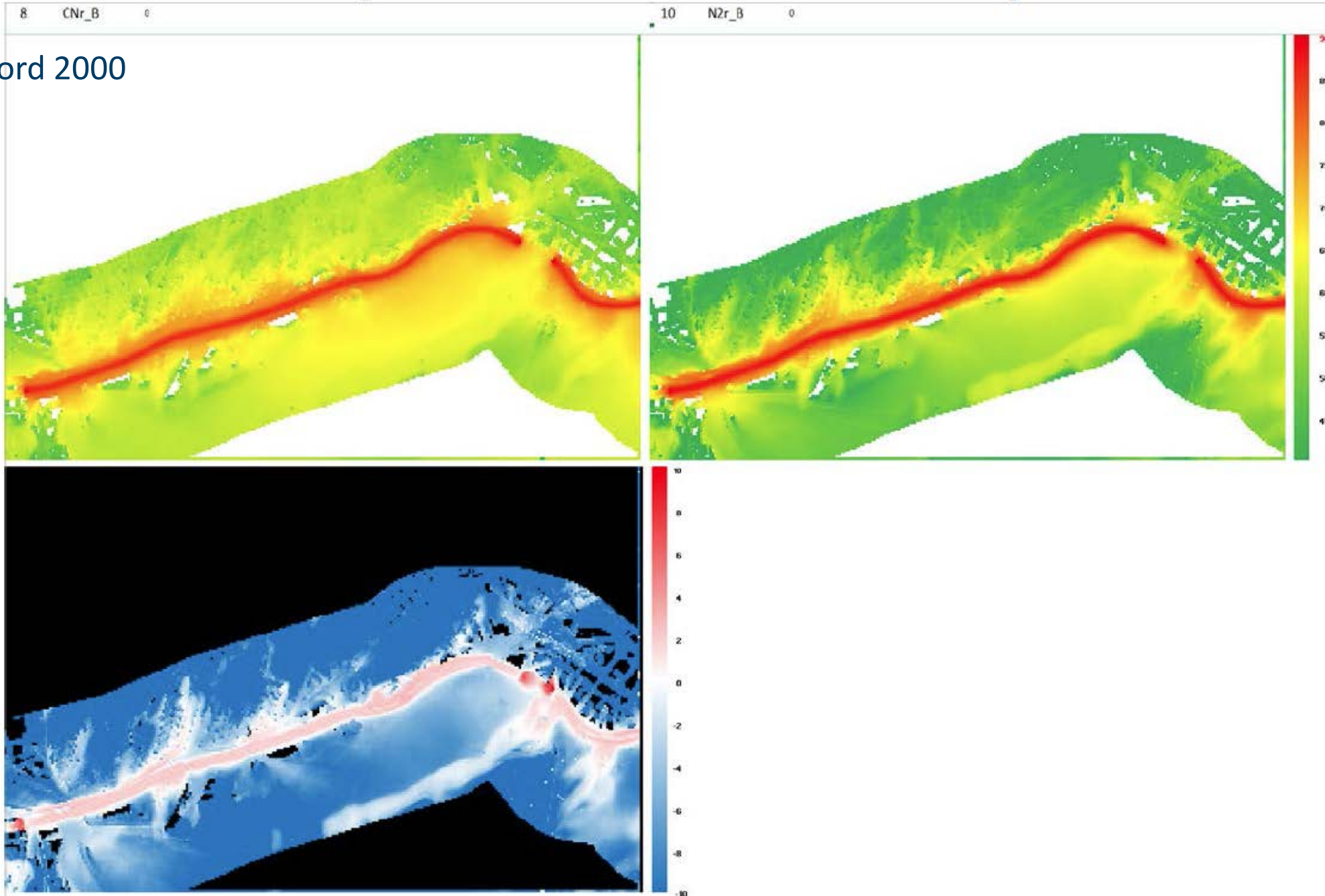
N96 vs. Nord 2000  
Accuracy  
Urban



Cnossos-EU vs. Nord 2000

Accuracy

Urban



### KRITERIUM 3: STABILITET

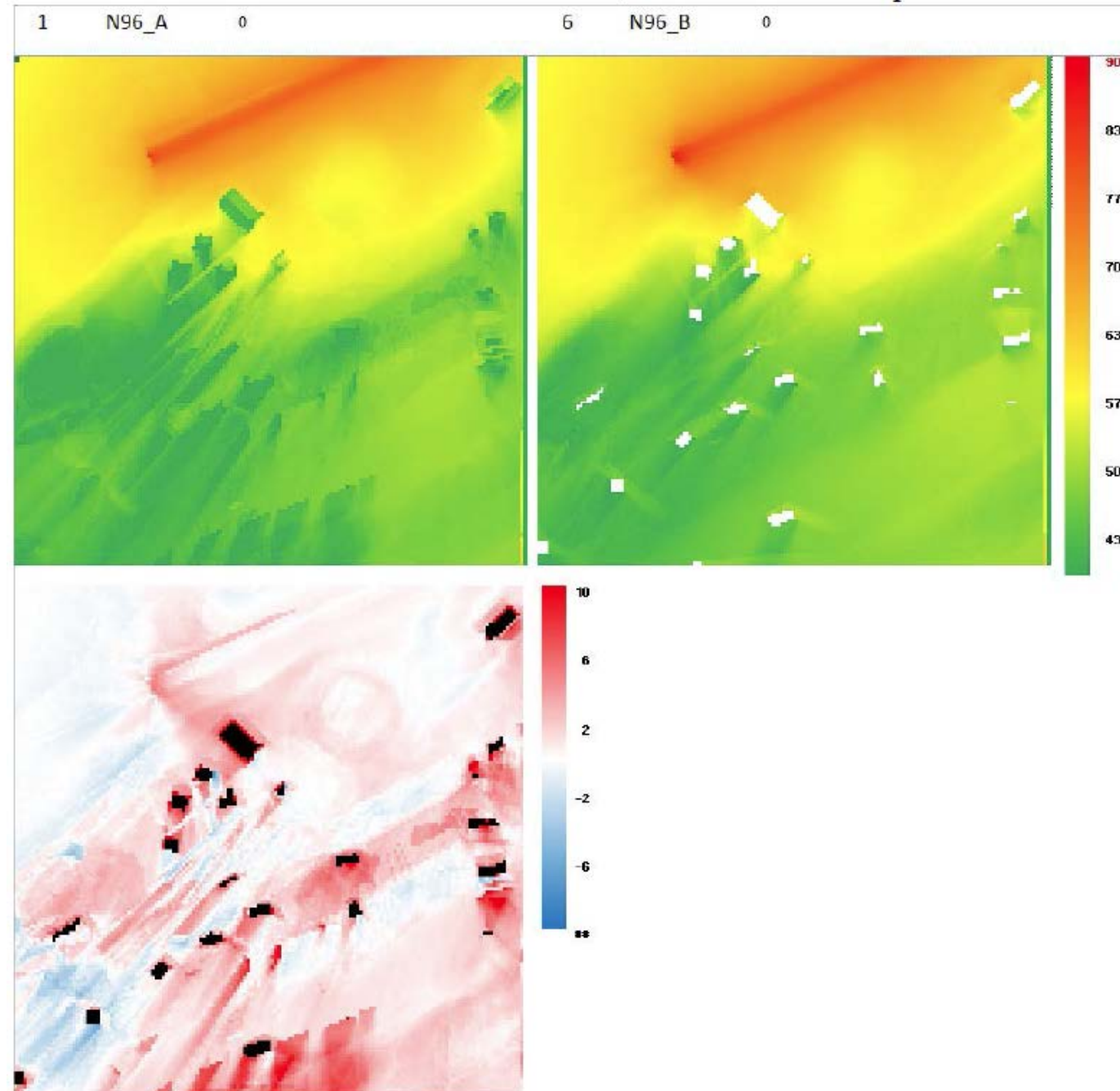
## Rådgiver A mot Rådgiver B

---

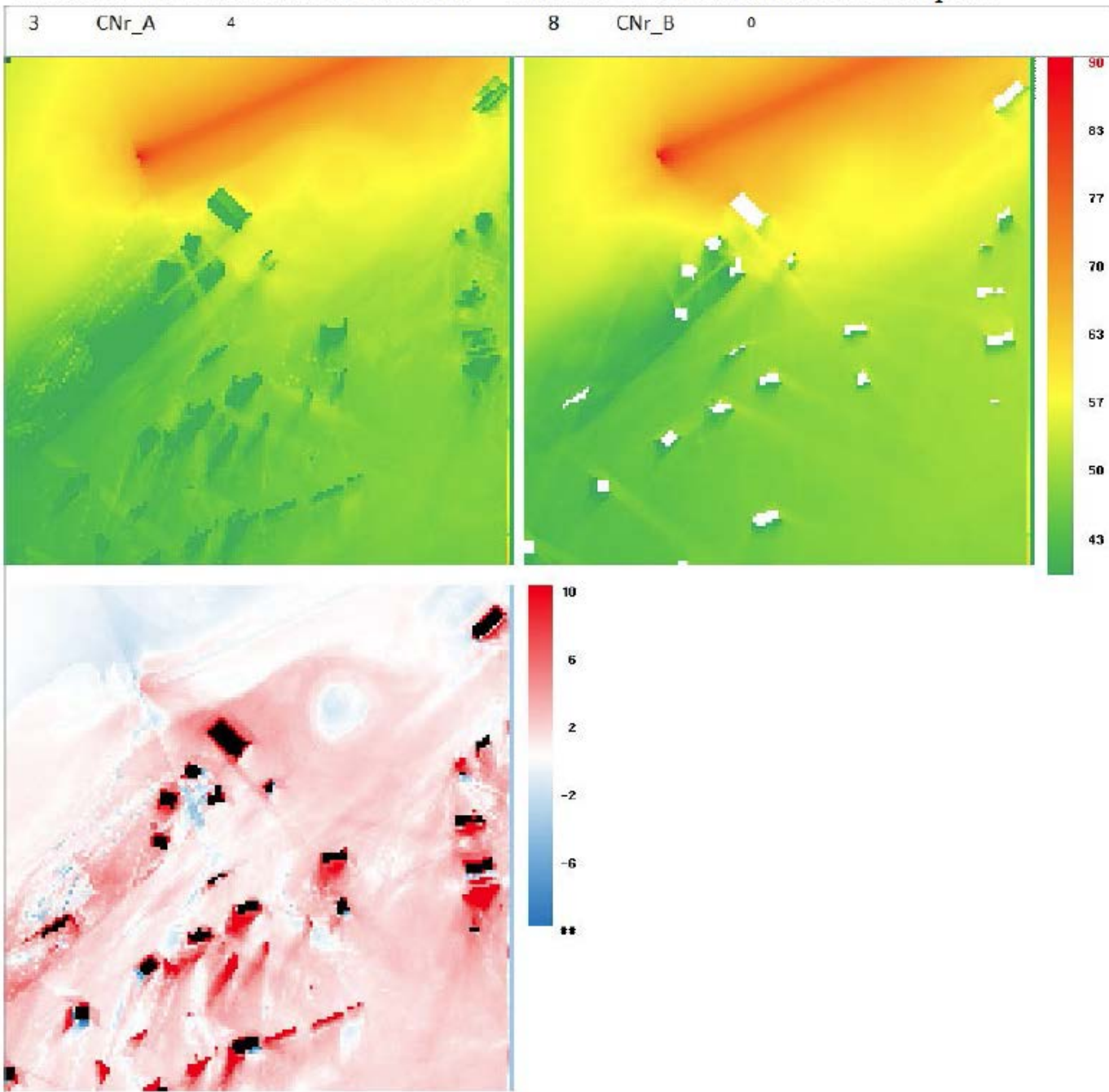
- Følgende ni lysark:

- |                     |         |            |                |
|---------------------|---------|------------|----------------|
| • <b>Landsbygd:</b> | Nord 96 | Cnossos-EU | Nord 2000 (DK) |
| • <b>Urban:</b>     | Nord 96 | Cnossos-EU | Nord 2000 (DK) |

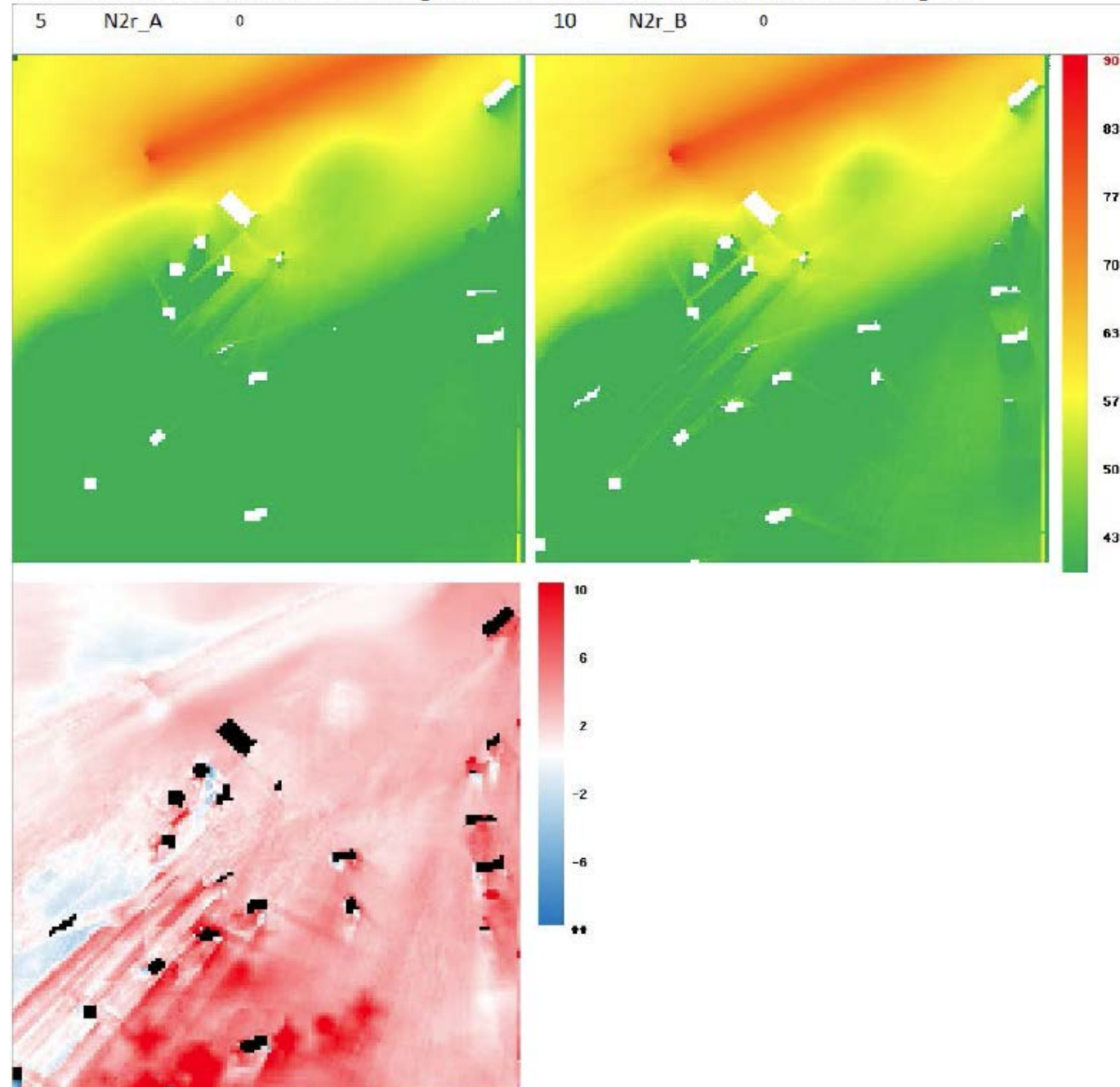
## Nord 96 Stability Village



Cnossos-EU  
Stability  
Village

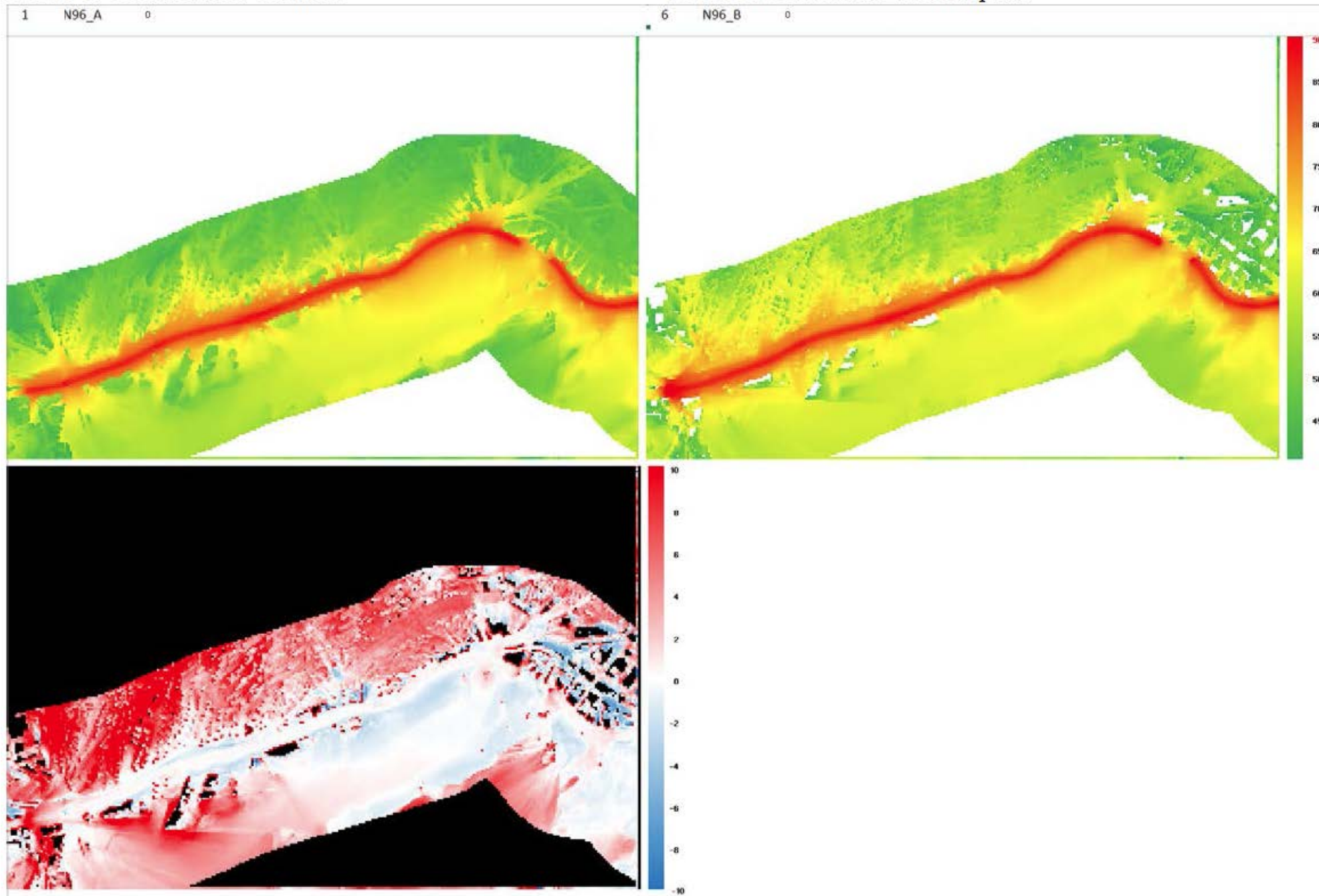


# Nord 2000 Stability Village

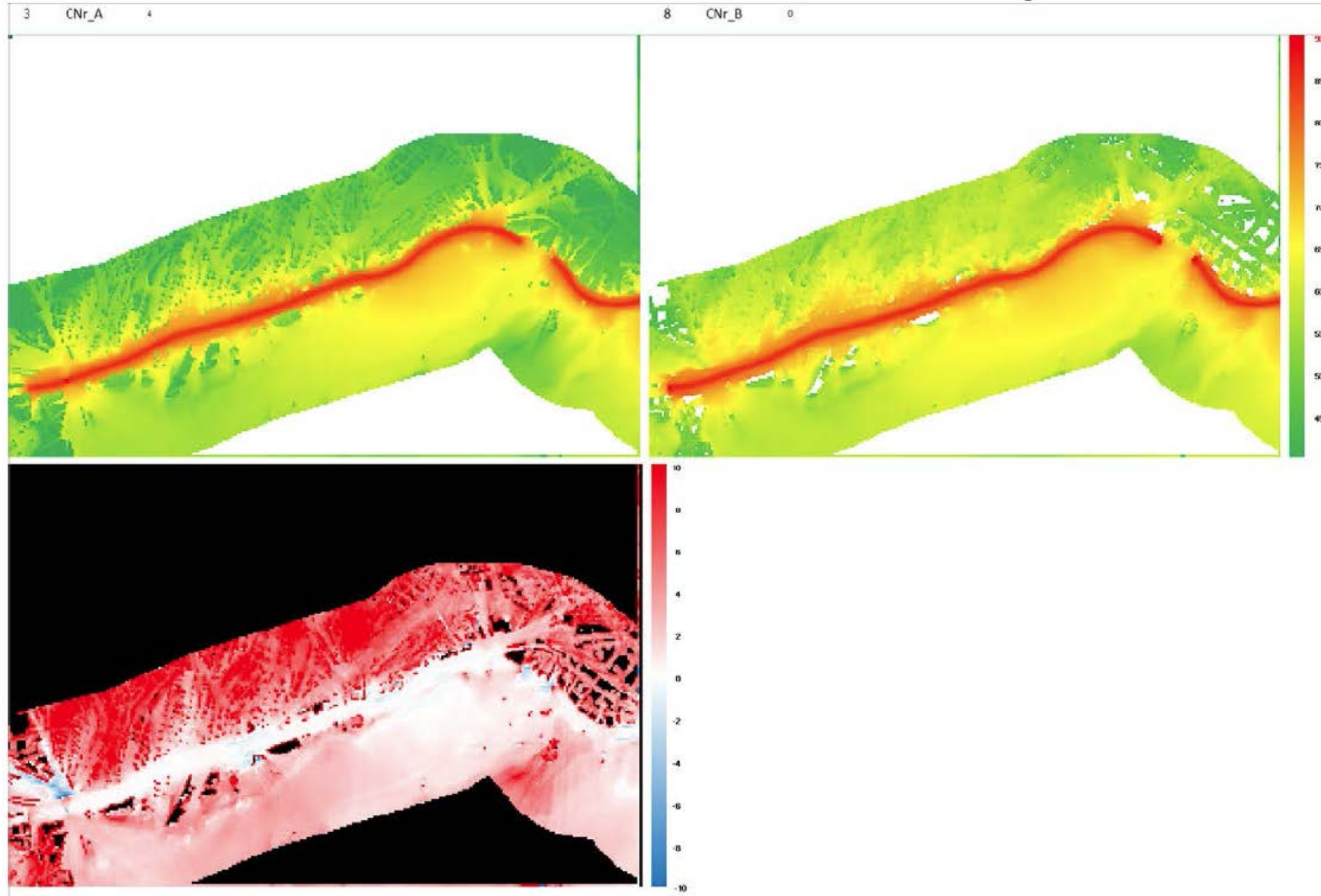


## Nord 96 Stability Urban

---

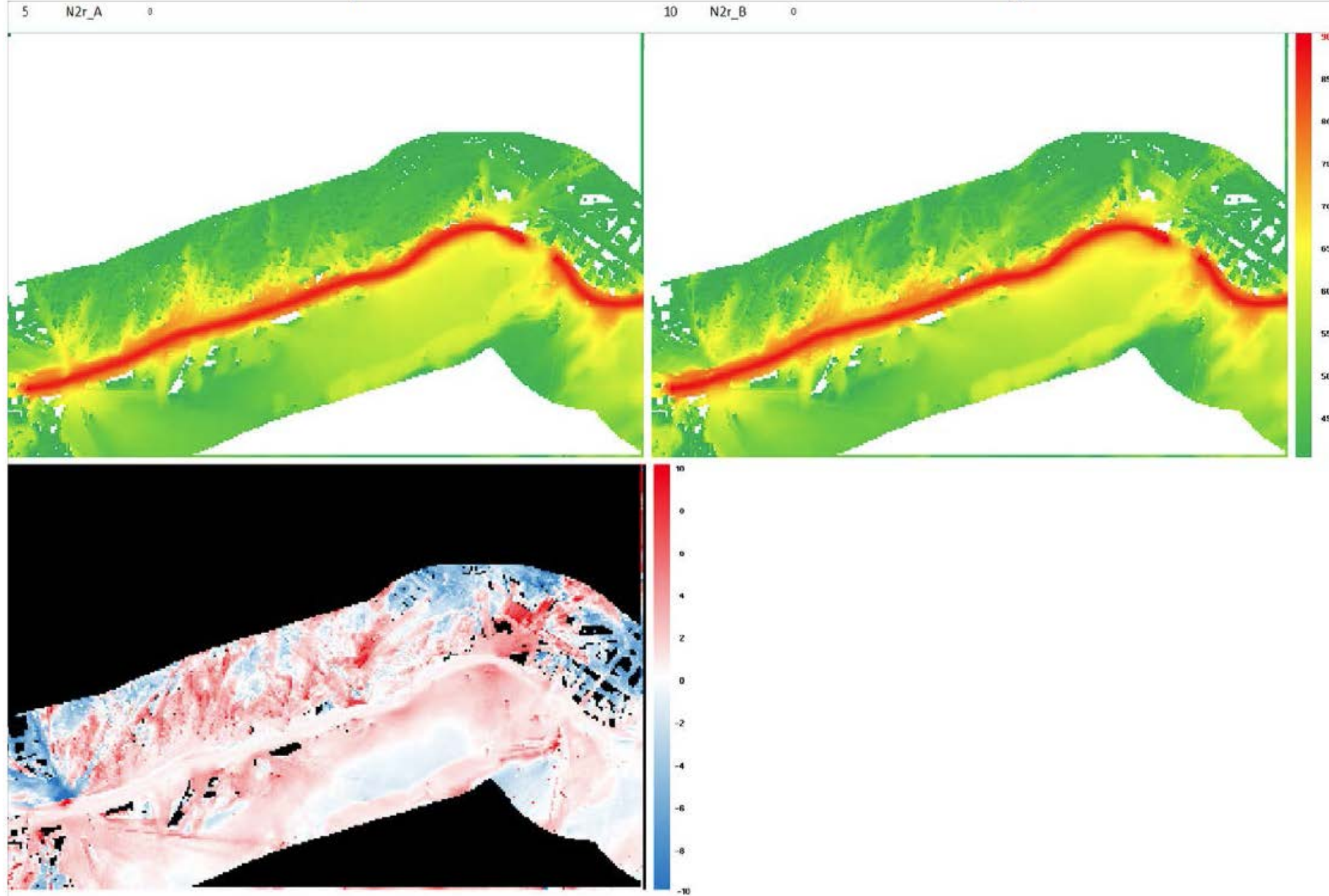


# Cnossos-EU Stability Urban



## Nord 2000 Stability Urban

---



# Konkrete vurderinger om avvik

---

- Tunnelstøy i Oslo-tilfellet kan forklare mye av avvikene
- Andre mulige forklaringer er
  - Forskjeller mellom en rekke frie valg/parametere i Cadna A og SoundPlan
  - Ulik bruk, innlesing og tolkning av grunnlagsdata (terreng, bygninger etc.)
  - Ulik bruk av tilleggsinformasjon (senterlinje, topografi etc.)
- Ulik innvirkning av vær-parametere
- Usikker / forskjellig implementering av CNOSSOS-EU
- Lite erfaring med Nord 2000

# Funn (så langt)

---

- Dårlig stabilitet for alle metodene, også Nord 96
- God overensstemmelse mellom alle metodene i åpent landskap, og på kort avstand
- Hyggelig likhet mellom Nord 96 og CNOSSOS-EU
- Store avvik mellom Nord 2000(DK) and CNOSSOS-EU på lange avstander

# Konklusjon om beregningsresultatene

---

- Rådgiverne har gjort et omfattende og godt arbeid
- Både CNOSSOS-EU og Nord 2000 fungerer godt på korte avstander og i åpent terreng
- De store avvikene for komplisert lydutbredelse bør kunne elimineres ved hjelp av omforent praksis og gode veiledninger
  - Om valg av beregningsbetingelser
  - Om bruk av datagrunnlag
  - Om konkrete parametersettinger i den aktuelle programvaren

# Drøftingspunkt CNOSSOS-EU / Nord 2000

---

- God overensstemmelse nær kilden: Liten forskjell med overgang til ny metode
- Uakseptabel stor spredning på lang avstand
  - Behov for bedre ensretting / veiledning. Berører datagrunnlag, brukere og programvareleverandører.
  - Forskjeller mellom beregningsmetodene.
- Nøyaktighet
  - Begge metodene er sannsynligvis nøyaktig nok, gitt at de brukes korrekt, men det trengs en innsats for å etablere fasit og innfase ny metode
- Aksept / Forståelighet
  - Begge metodene er forståelige/forklarbare utad
  - Nord 2000 er imidlertid lite transparent, og vanskelig å implementere
- Stabilitet
  - Cnossos har bedre forutsetninger til god stabilitet enn Nord 2000 (Mengden parametere; Behov for shortcuts).
  - Nord 2000 har en utfordring med lang beregningstid
  - To konkurrerende metoder er ødeleggende

# Konklusjon om beregningsmetode

---

- Både CNOSSOS-EU og Nord 2000 er i utgangspunktet god nok for norsk regelverk
- CNOSSOS-EU trenger imidlertid å utvides for
  - Maksimumsnivå
  - 1/3-okav frekvensoppløsning
- Nord 2000 har sannsynligvis best nøyaktighet for i situasjoner med detaljert hensyn til geometri og vær
- CNOSSOS-EU scorer bedre når man inkluderer krav til forståelighet (aksept) og stabilitet

# Anbefaling

---

- Unngå en løsning med to konkurrerende metoder (taler kanskje mot Nord 2000)
- På kort sikt:  
Etablere omforent fasit (typetilfeller e.l.)  
Jobb med å fjerne avvik mellom rådgiverne
- På lang sikt:  
Jobb med å bedre nøyaktigheten på lang avstand  
og for situasjoner med diffus lyd

## Hvilken metode er best egnet for fremtidig støykartlegging i Norge?

---

Nord 2000 er best,  
men CNOSSOS-EU er bedre,  
fordi den er god nok.

Nord 2000 er  
for komplisert  
for lite transparent  
for tung  
til å bli en god standardisert metode.



Teknologi for et bedre samfunn

