# Hur kommer klimatförändringarna förändra risken för dominoeffekter?

**Karina Barquet, Senior Forskare**

**Teamledare Vatten Kust & Hav**

SEI Stockholm Environment Institute

7 Februari 2024

RISC-KIT

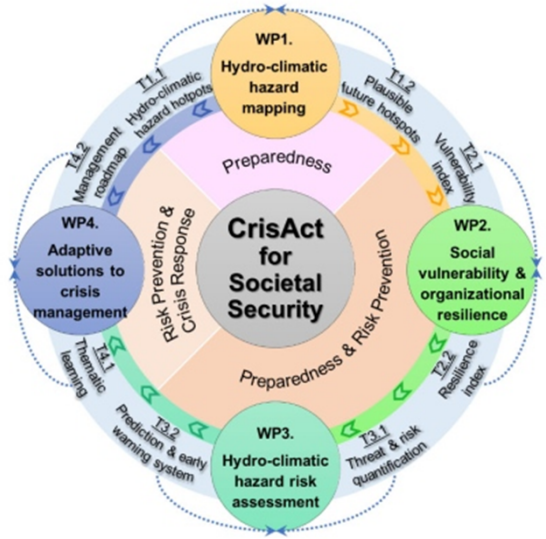
RESILIENCE-INCREASING STRATEGIES FOR COASTS - TOOLKIT

WWW.RISCKIT.EU

EU FP7
2012 – 2016

HYDRO HAZARDS

MSB/Formas
2020 – 2024




Vetenskapsrådet
2023 – 2027

# Översikt

1. Extremaväder händelser, enskilda och multipla trender i Sverige – värmeböljor, torka, och översvämningar
2. Dominoeffekter på infrastruktur och samhället
3. Naturbaserade lösningar som anpassningsstrategi
4. Sammanfattning och rekommendationer

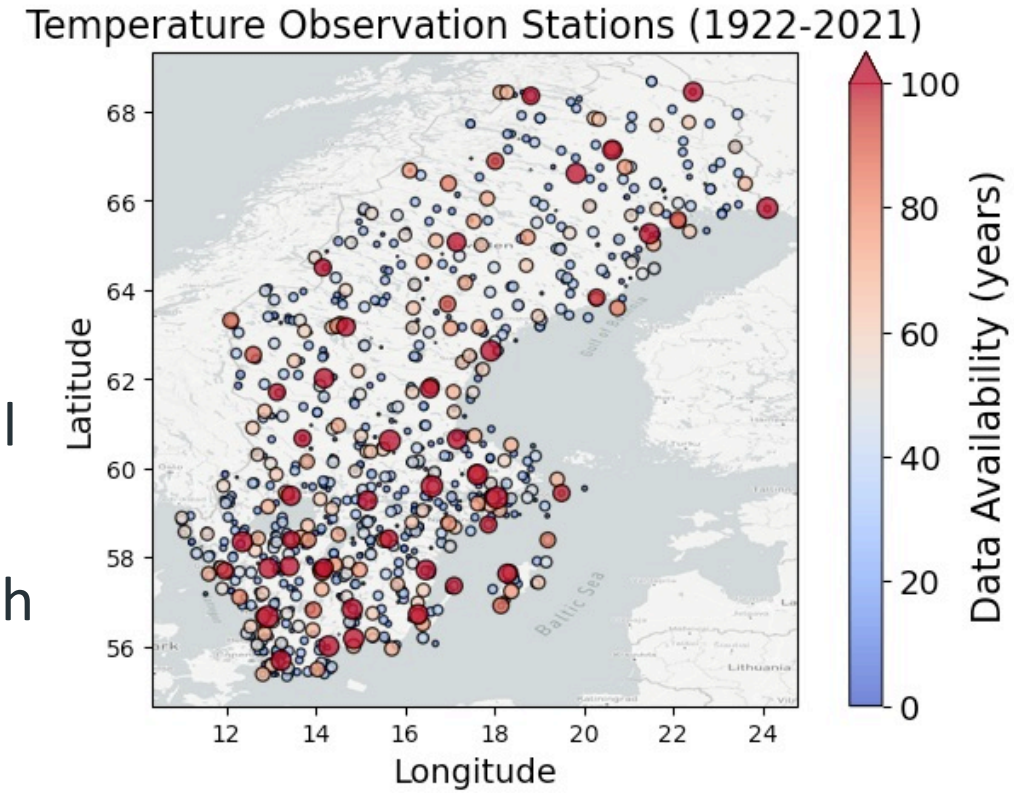
# Extrema väderhändelser – trender i Sverige



Foto: Frederik Bong, Äspet

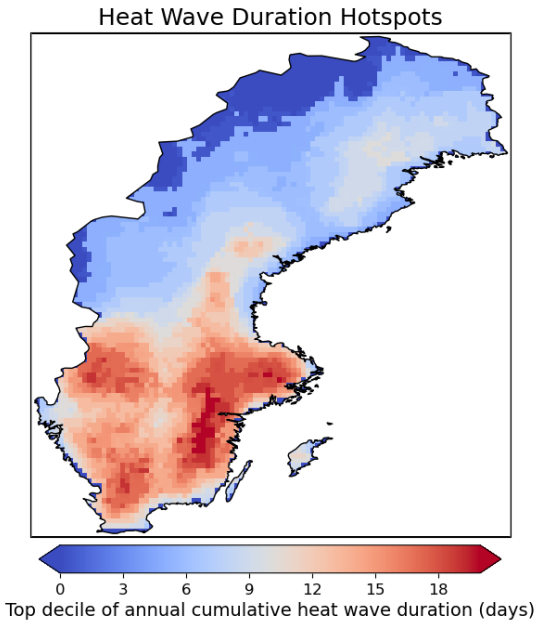
# Hotspots av värmeböljor, torka och översvämningar i Sverige

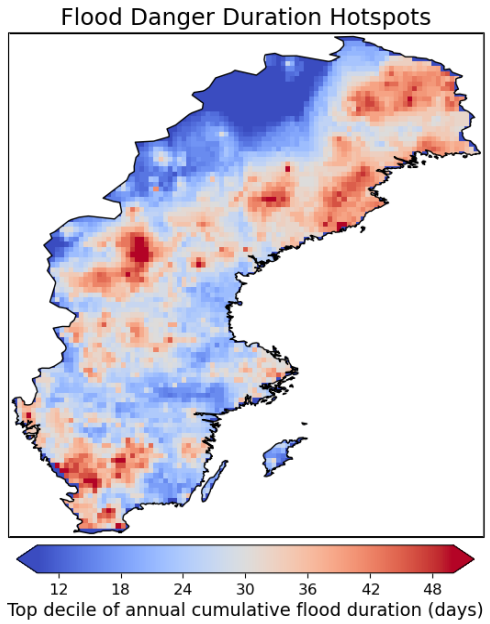
1. **Data**
   Temperatur, nederbörd och vattenföring, beräkning av klimatindex
2. **Validering och urval av indikatorer**
   Jämförelse mot dokumenterade extrema händelser. Optimalt val av indikator och tröskel
3. **Kartläggning av enskilda händelser**
   Intensitet, frekvens och varaktighet. Platser och mönster
4. **Kartläggning av multipla händelser**
   Återkommande perioder av samtidiga händelser. Beroendeuppskattning mellan händelsepar.

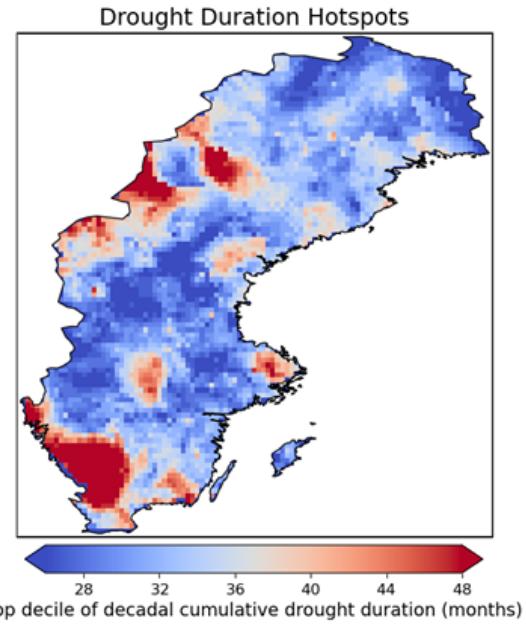


# Enskilda hydroklimatiska händelser – varaktighet (duration)

- Top 10% av ackumulerade klimatindexvärden visar varaktighetsmönster
- Värmeböljor längre i befolkade områden i söder
- **Sydväst** mycket exponerad för alla tre händelser

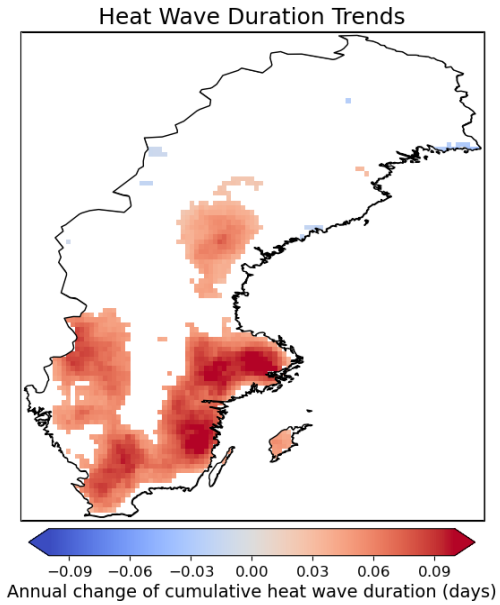


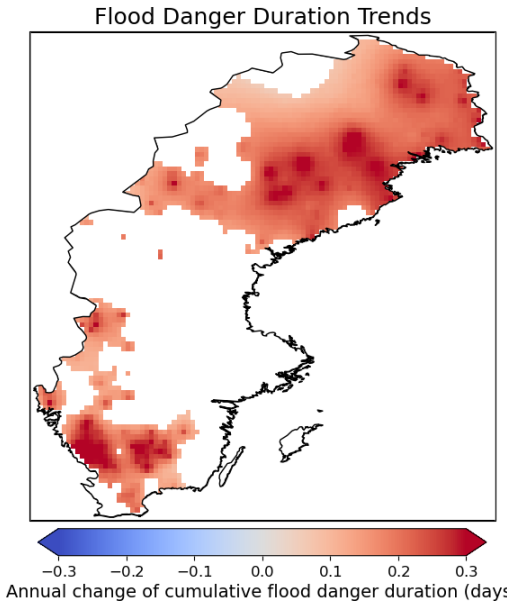



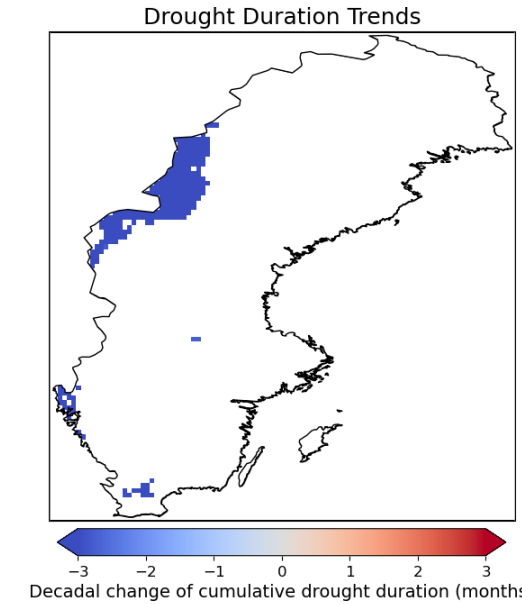



# Ökande trender - värmeböljor och översvämningar i Sverige

- Värmeböljans intensifiering mestadels i söder
- Översvämningsrisken ökar i norr och delar av söder
- Övergripande vätningstrend

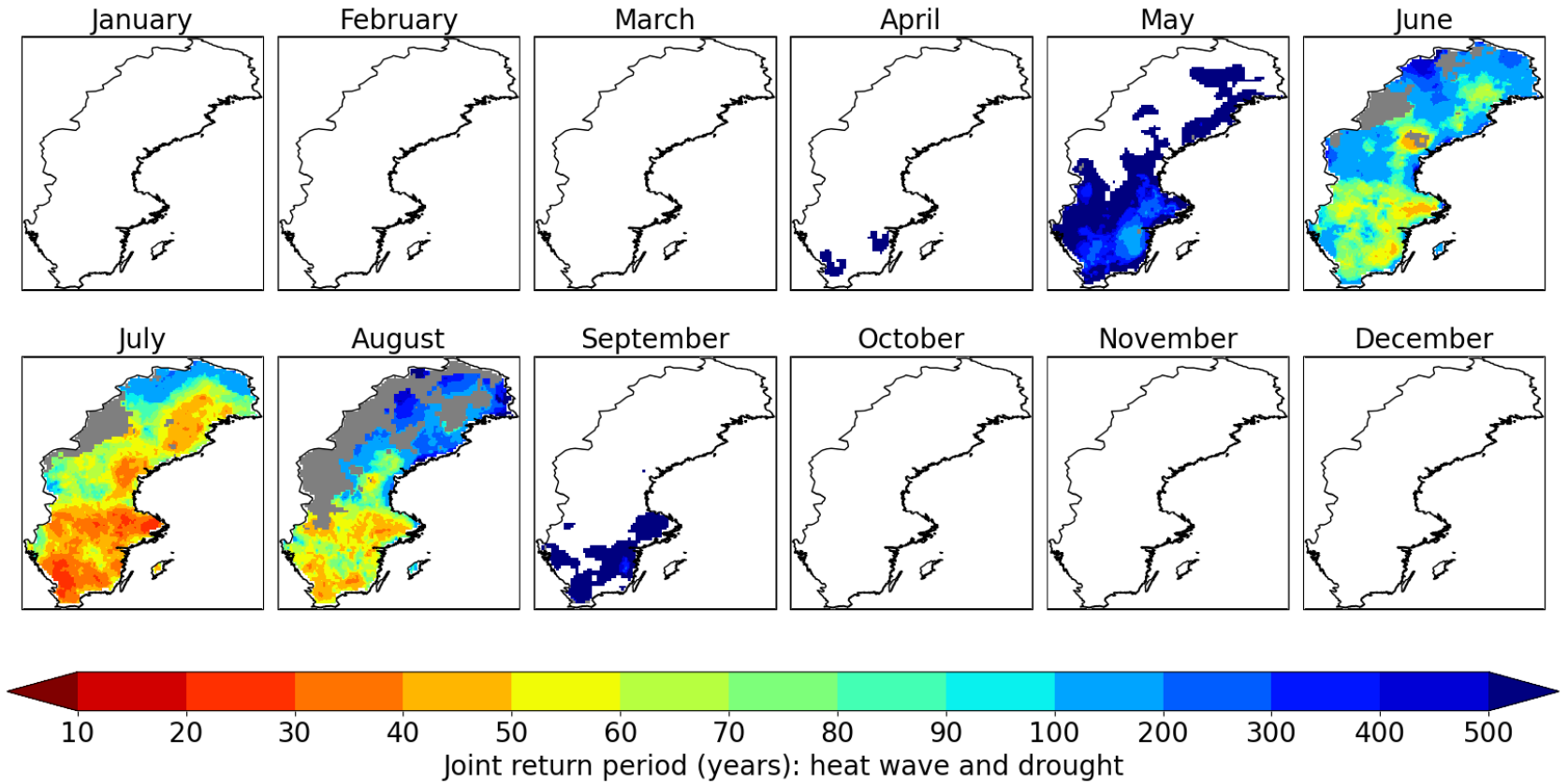


# Värmeböljor och meteorologisk torka är den vanligaste risken för samtidiga naturhändelser

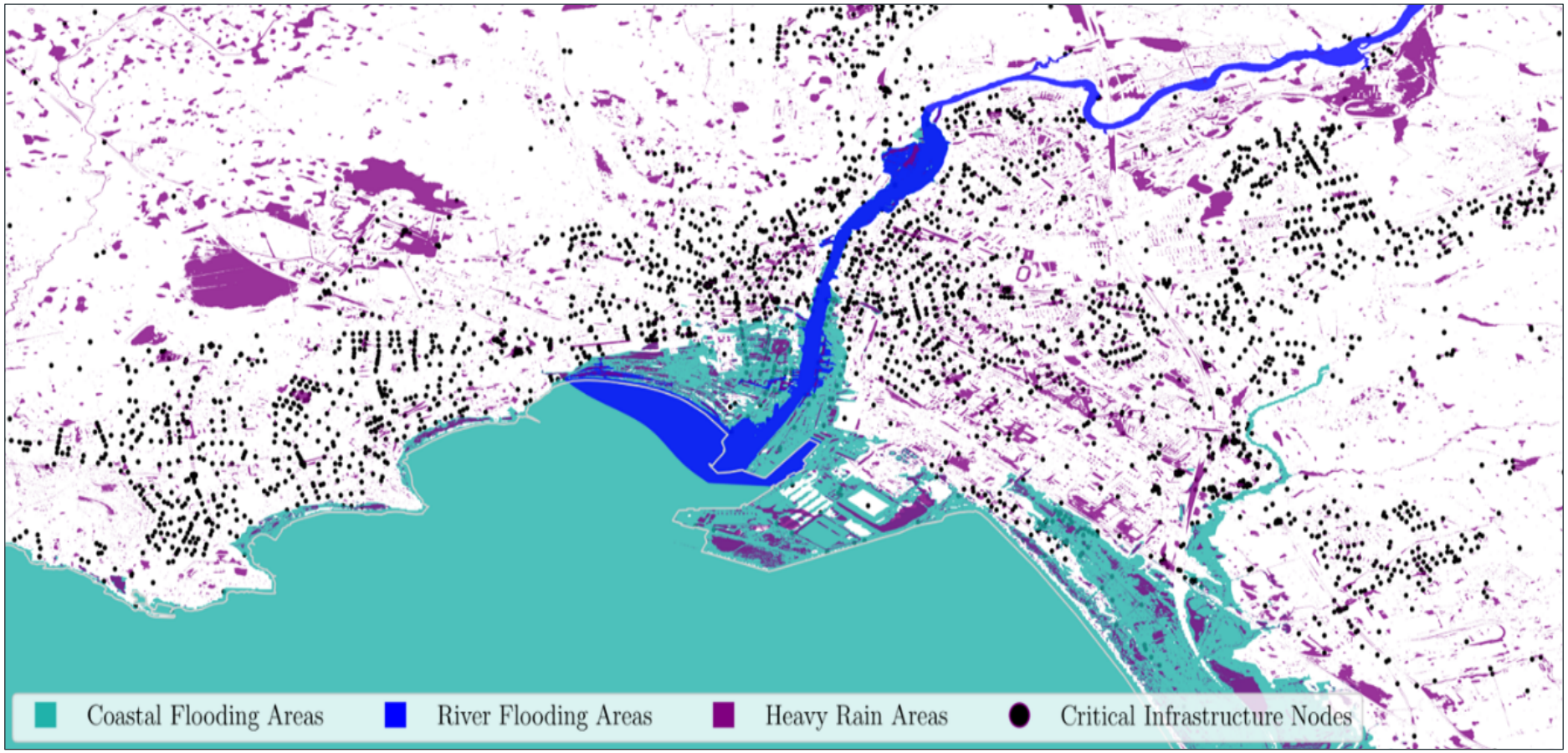
- Samtidiga förekommande händelser under sommaren förvärrar deras effekter
- Högre påverkan:
  - Vatten (resurs)
  - Jordbruk
  - Ekosystem



# Dominoeffekter på infrastruktur och samhället



# Västkusten: Halmstad



# Översvämningsrisker i Halmstad kommun

Flod + Regn



Skyfall som ledde till höga vattenstånd i Oskarström 2014

https://www.hallandsposten.se/nyheter/halmstad/skyddsvallar-f%C3%B6rst%C3%A4rkta-och-utbyggda-1.1439947

Kusten

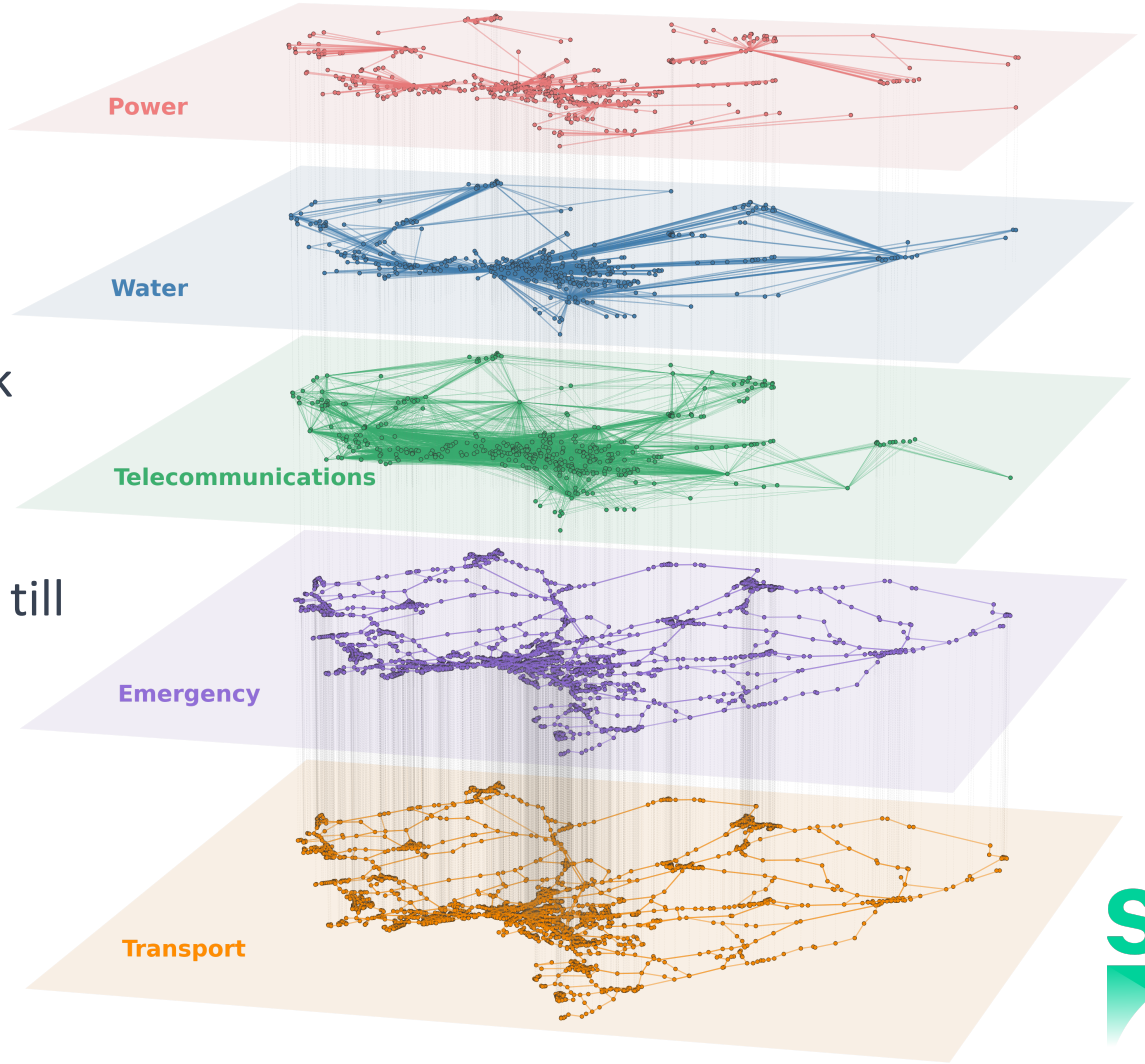



Halmstad 2015 Stormen Gorm

https://www.halmstad.se/kommunochpolitik/pressochinformationsmaterial/tidningenhalmstad/tidningenhalmstad/kommunenrustarforklimatforandringar.7335.html

# Analys av dominoffekter på kritisk infrastruktur

- Ömsesidiga beroende
- Nätverksanalys genom öppen data
- Noder representerar knutpunkter mellan kritisk infrastruktur
- Länkar indikerar viktiga tjänster från leverantör till användare
- Styrka utifrån intressenternas perspektiv
- Fem nätverkslager



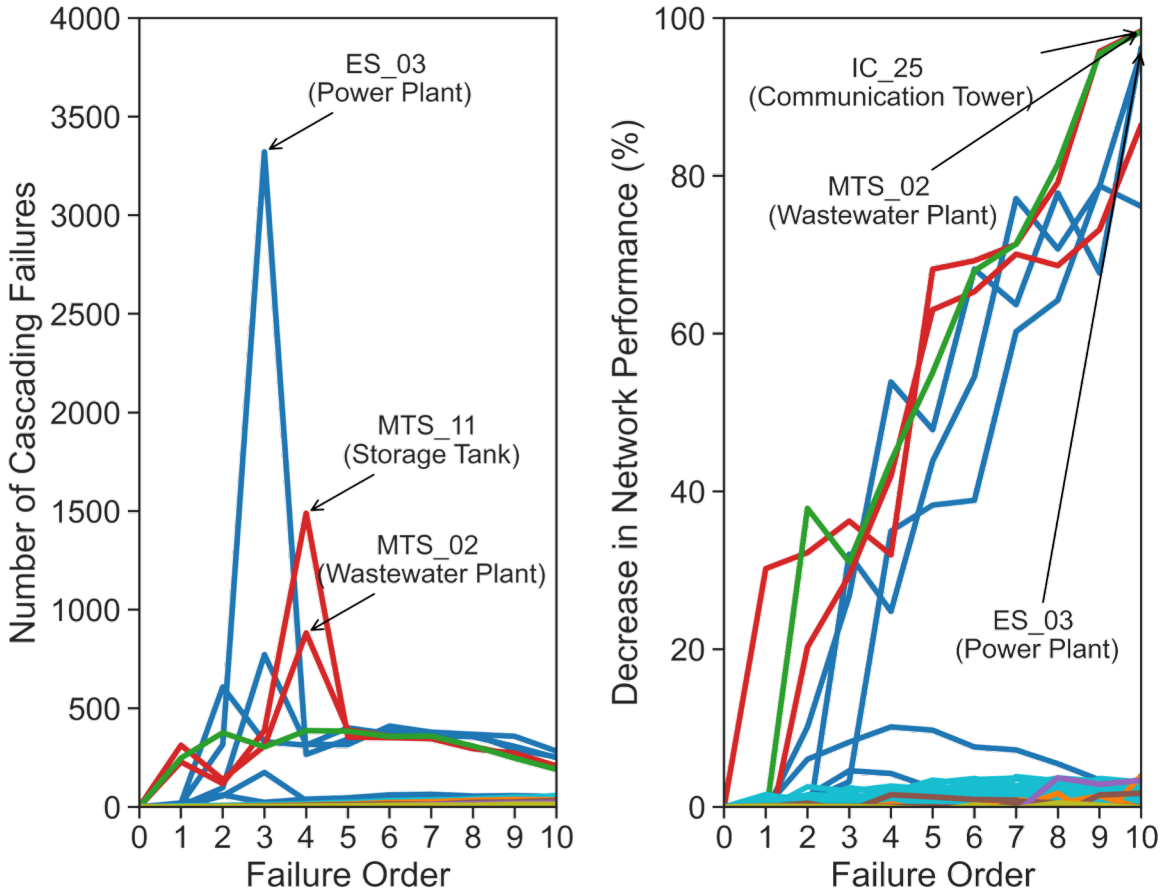
# Dominoeffekter i riskområden

**Nätverksstatistik (för utvalda noder)**

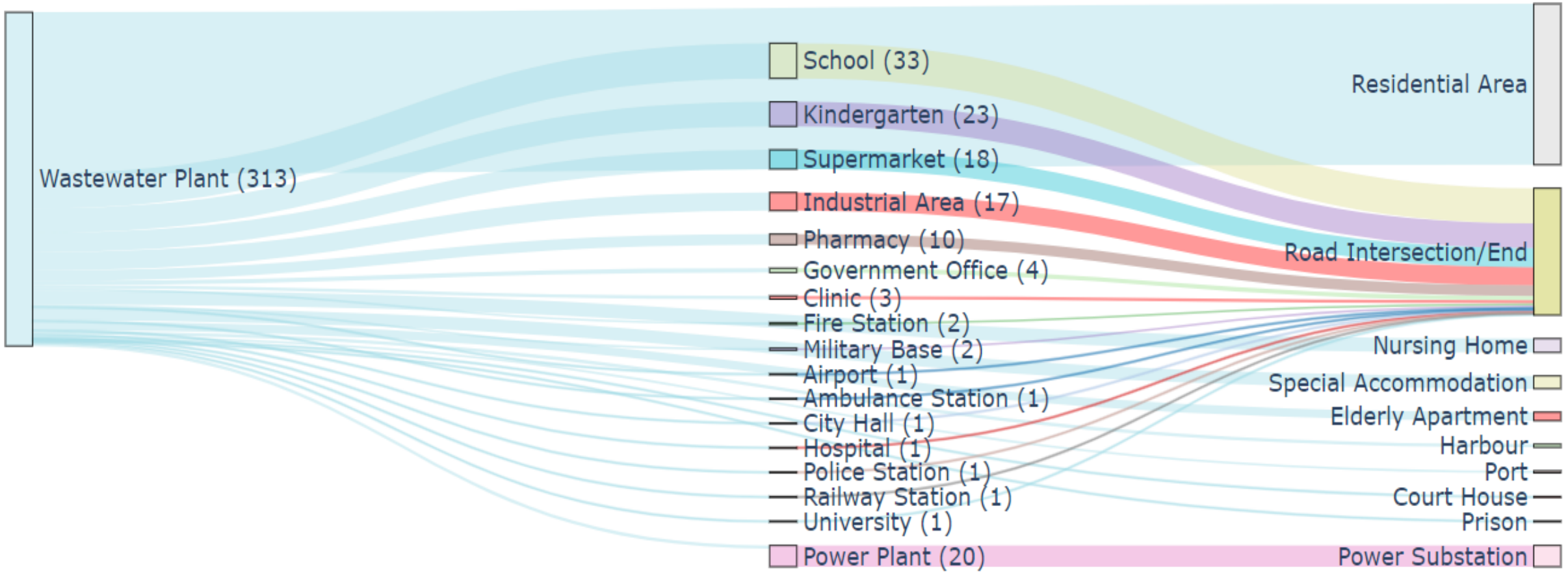
- Antal fel (cascading failures)
- Minskad nätverksprestanda

**Resultat**

- 1.3% noder sticker ut
- Största störningarna:
  - Kraftverk och transformatorstationer
  - Avloppsreningsverk och vattentorn
  - Kommunikationstorn

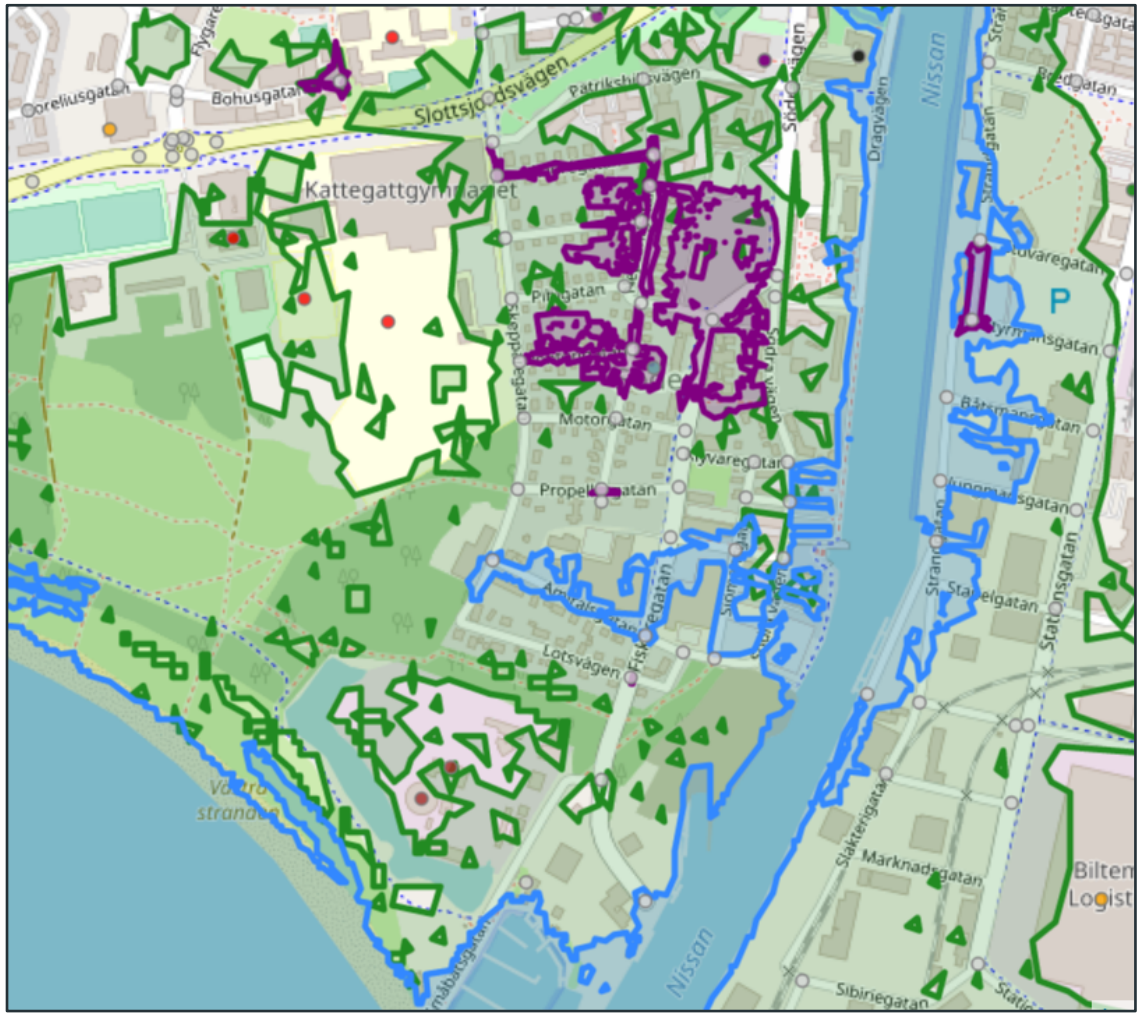


# Dominoeffekter i riskområden



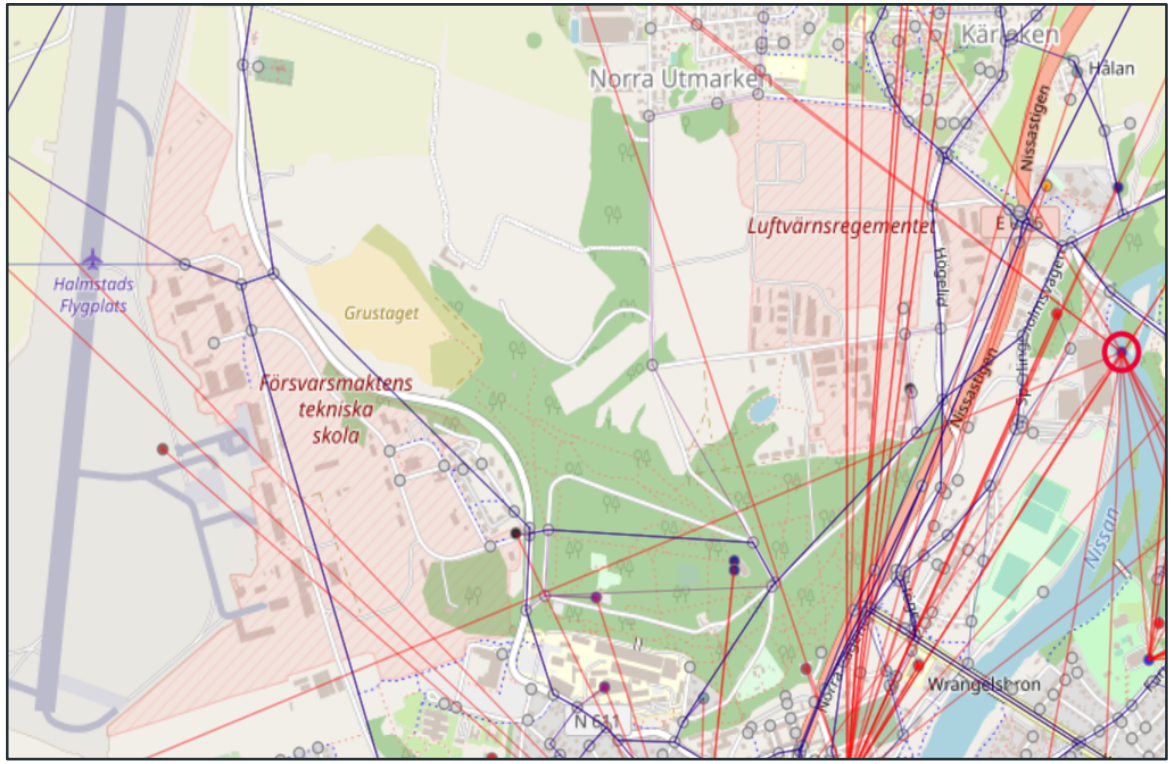
# Mest exponerad: Halmstad Söder

1. **Översvämningsrisker:** Överlappande översvämningsområden på grund av flod- och kustöversvämningar, översvämningar på grund av extrema nederbörd
2. **Kritisk infrastruktur:** avloppsreningsverk och lagringstank, vägar och en domstolsbyggnad
3. **Social sårbarhet:** skolor, förskolor, äldreboende och särskilt boende



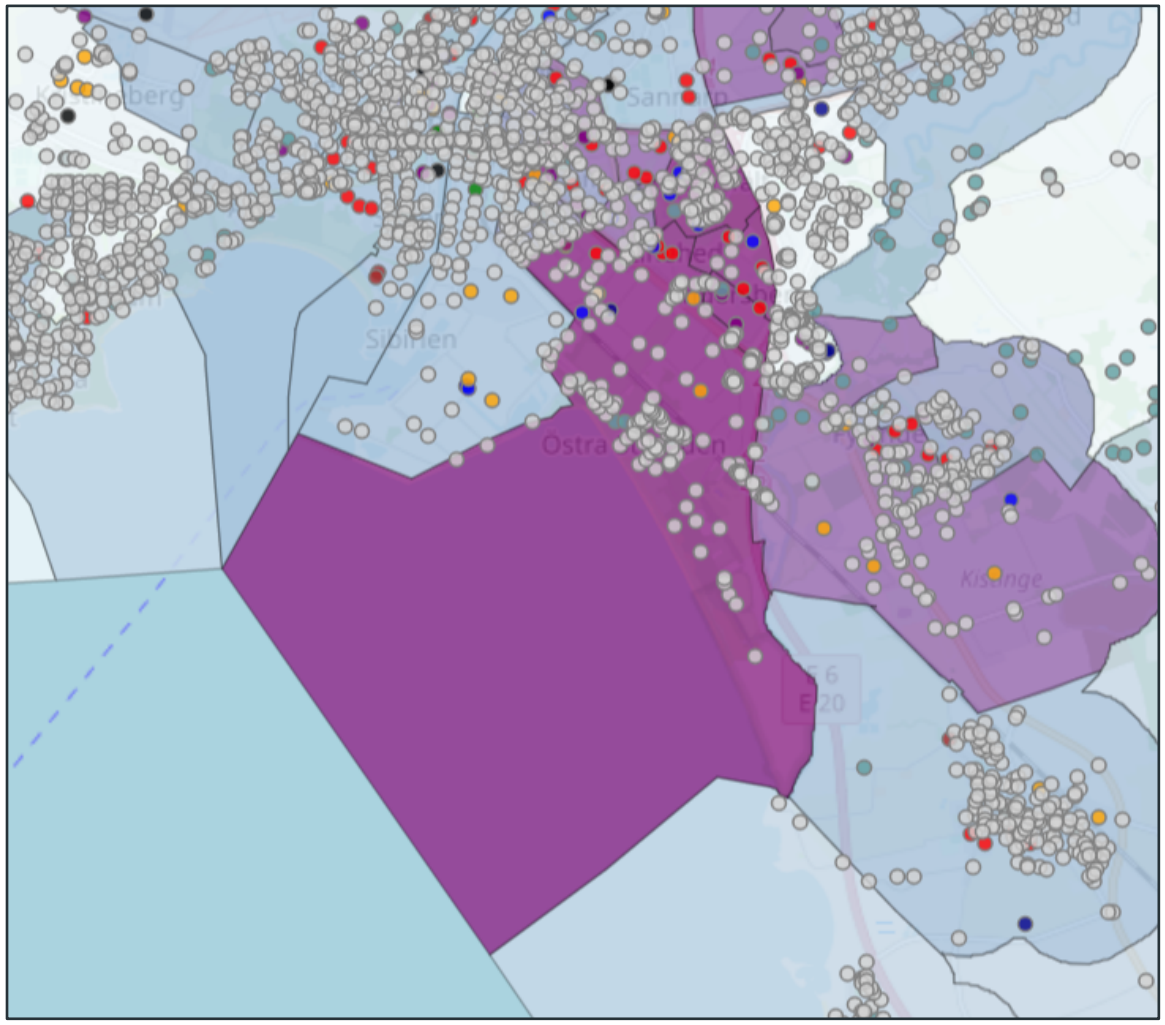
# Mest påverkad kritisk infrastruktur: Norra Utmarken

1. **Kritisk infrastruktur:** Kraftverket orsakar flest störningar på grund av energiförsörjning till flera kraftverk i närheten. Nära militärbas, flygplats, brandstation, vattenrening och kommunikationstorn.
2. **Social sårbarhet:** stort sjukhus i området, förskola och polisstation
3. **Översvämningsrisker:** flodöversvämning och kraftiga regn



# Mest socialt utsatt: Östra Stranden

1. **Social sårbarhet:** ökad bebyggelse, icke permanenta boende, turism, handikappbad, familjehus, avskuret från resten av staden och infrastruktur
2. **Översvämningsrisker:** främst kustöversvämningsrisker och viss nederbördsrisk. Vattennivåerna stiger väster ifrån havet och söder ifrån vid Fylleån
3. **Kritisk infrastruktur:** flera kraftstationer, ett kommunikationstorn och många bostadsområden. Industriell, kommersiell i nordost.



# Men stranden är hur bred som helst…eller?



Östra Stranden, April 2022

# Ökad urbanisering och en dynamisk kust









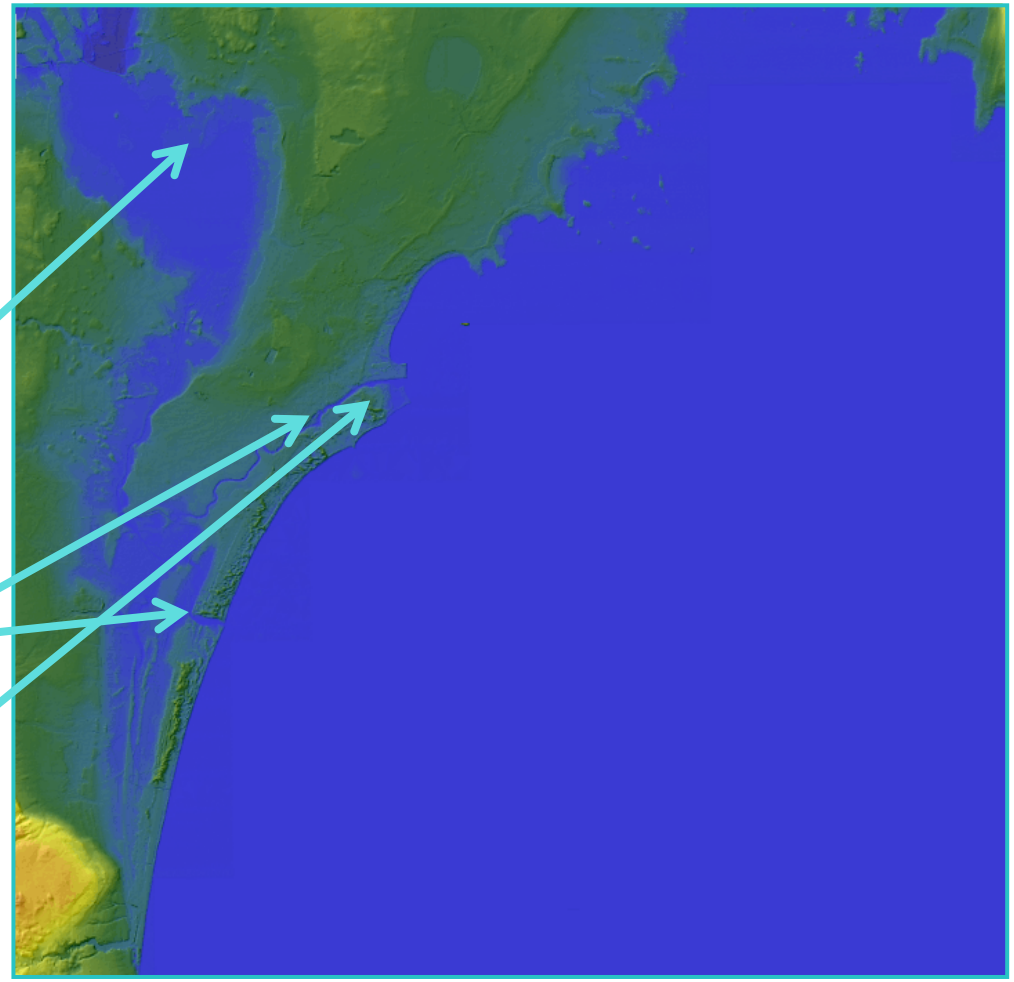

Bilder: https://fritidsomradethastskon.se och https://ostrastranden.se/

# Även i Östkusten



Foto: Frederik Bong, Äspet

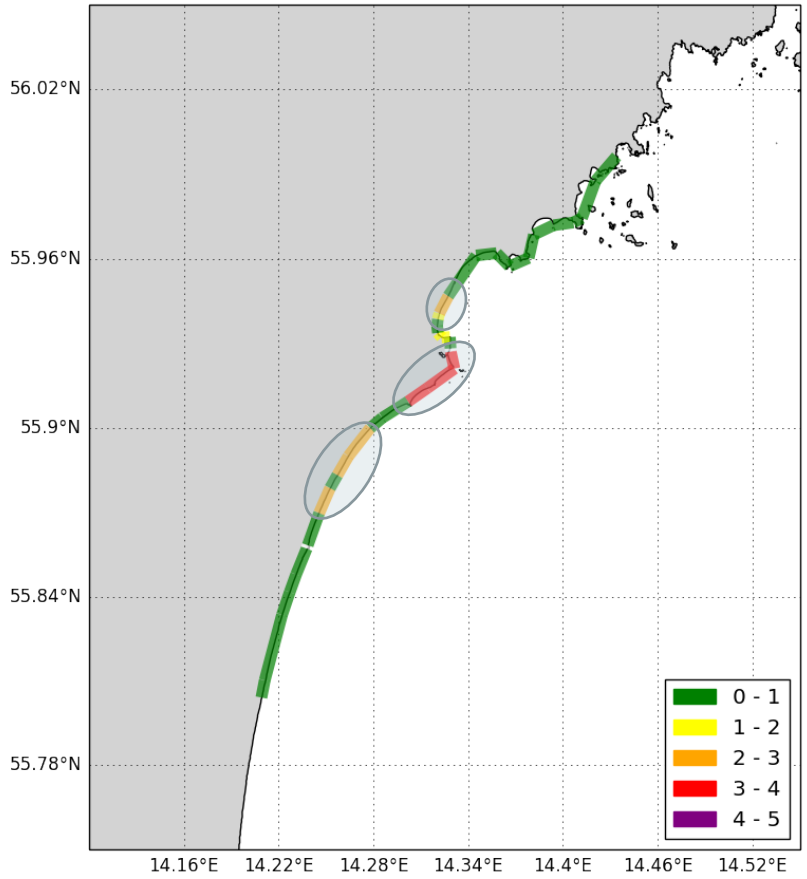
# Östkusten: Kristianstad



# Risker längst Kristianstadskust

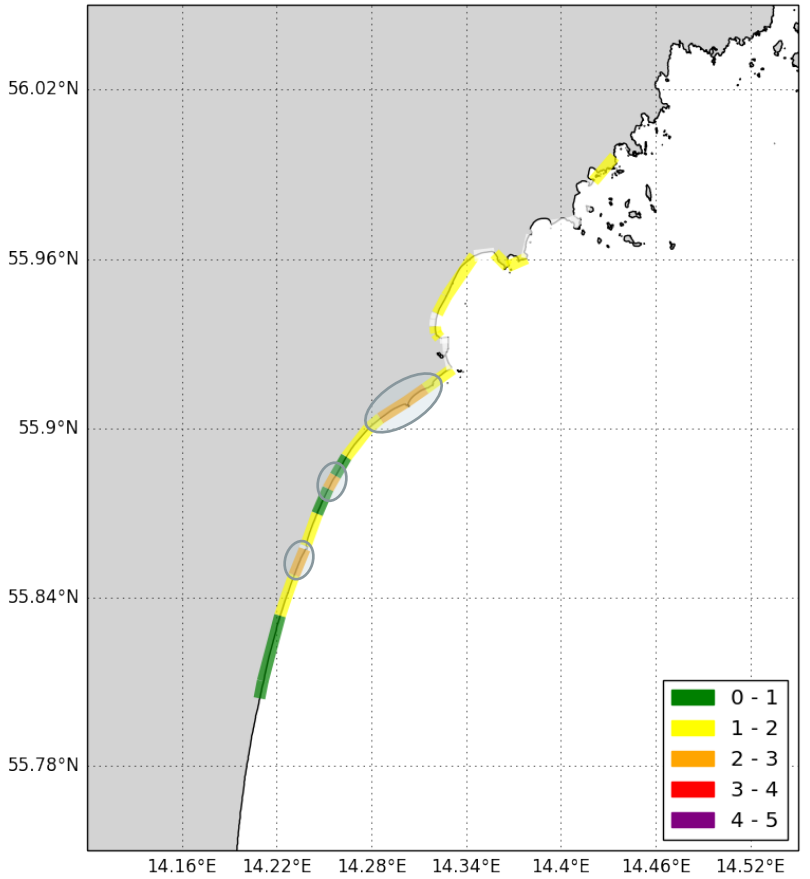
## Översvämningsrisker

Coastal Index for potential Overwash, $CI_{OW100}$, with a Return Period of 100 years



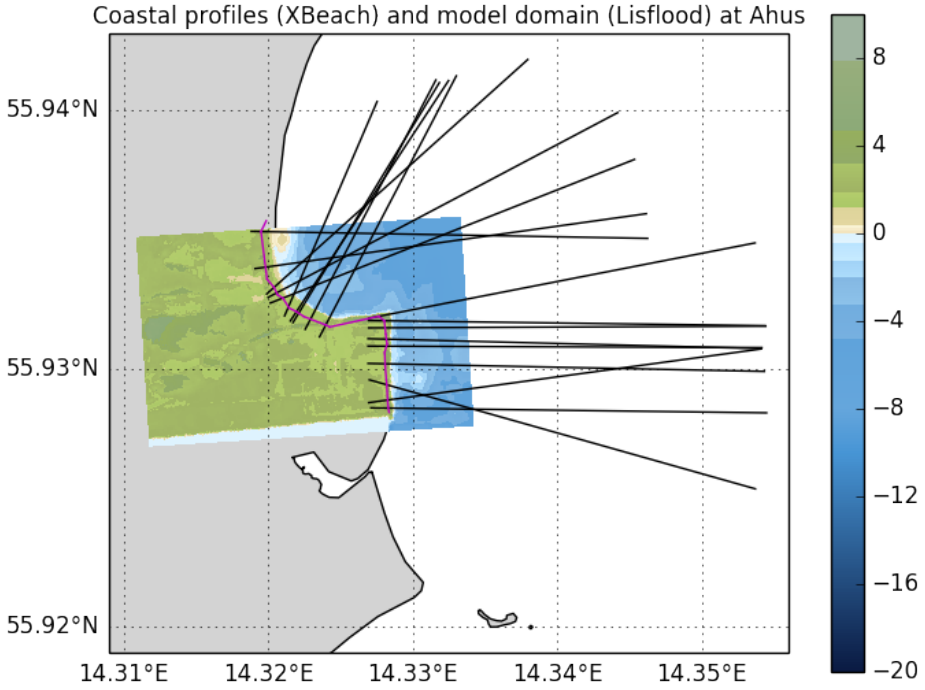

## Erosionsrisker

Coastal Index for potential Dune Erosion, $CI_{DE100}$, with a Return Period of 100 years

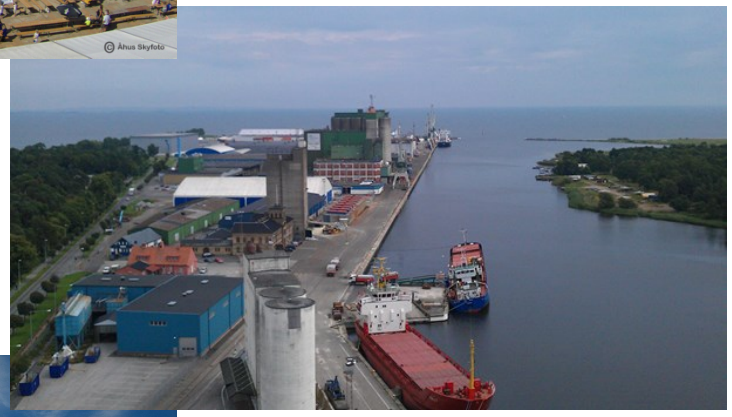


# Hotspots

## Åhus





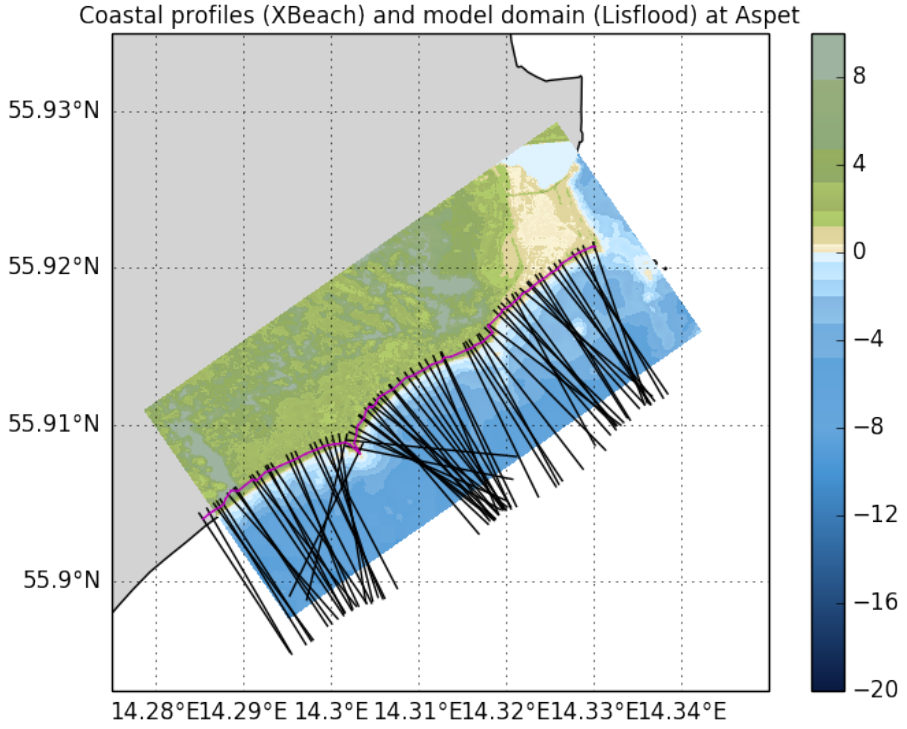



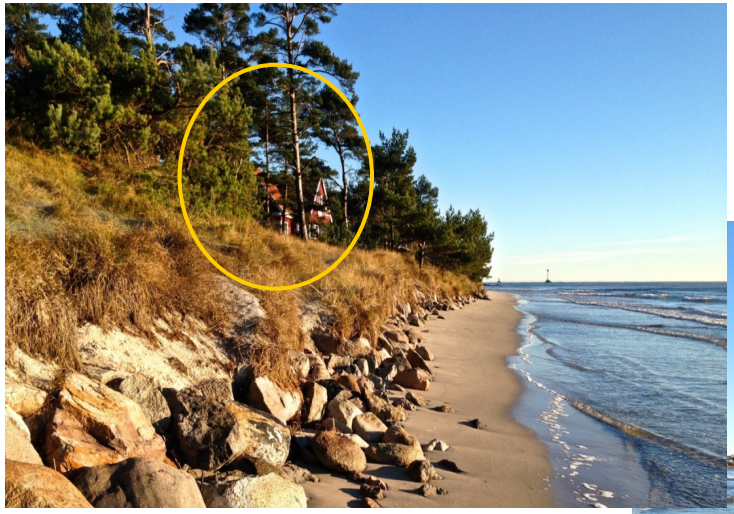


SEI

# Hotspots

## Äspet



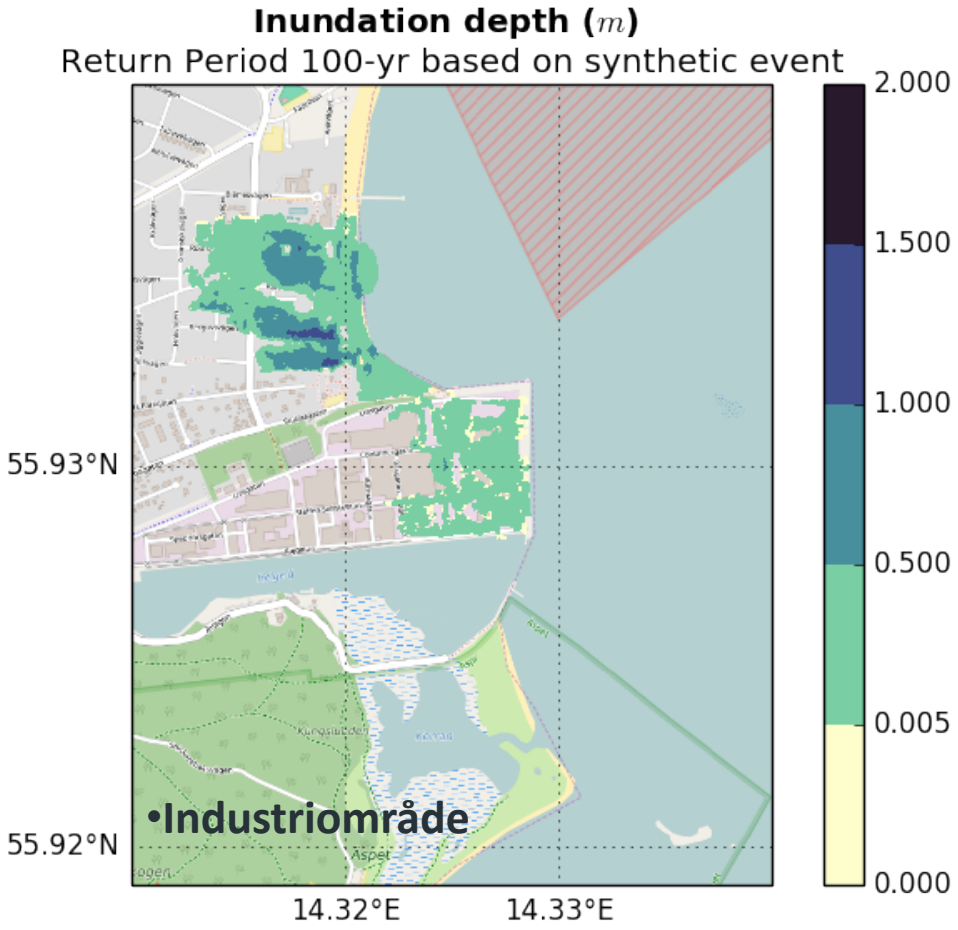





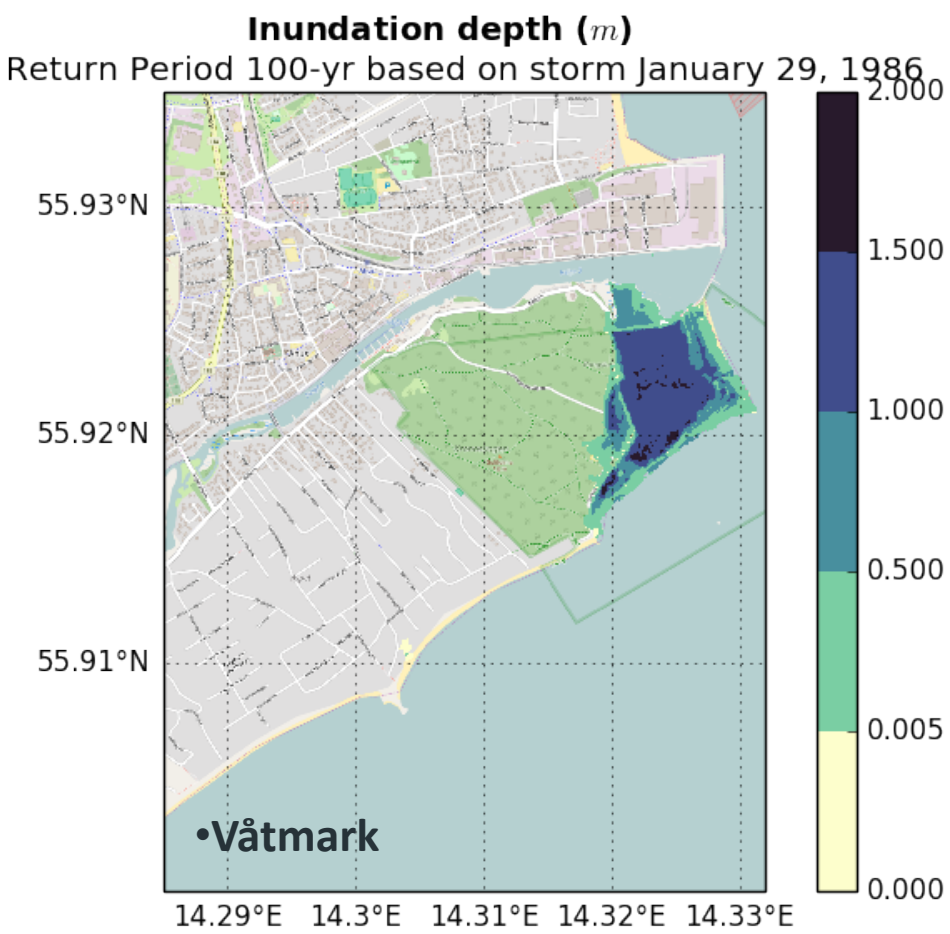


# Översvämningar

## Åhus

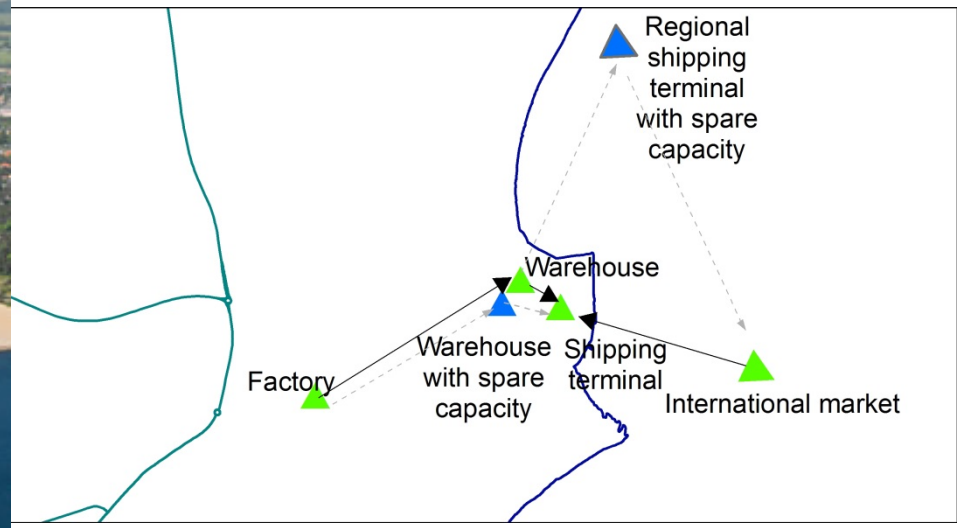



## Åhus



# Störningar i ekonomisk verksamhet

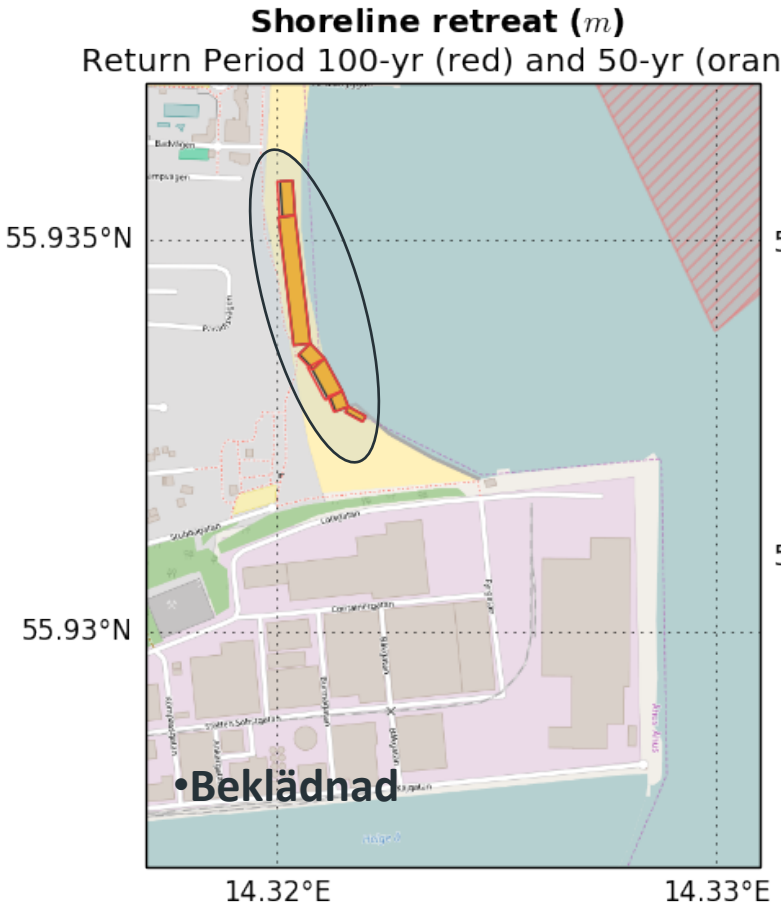




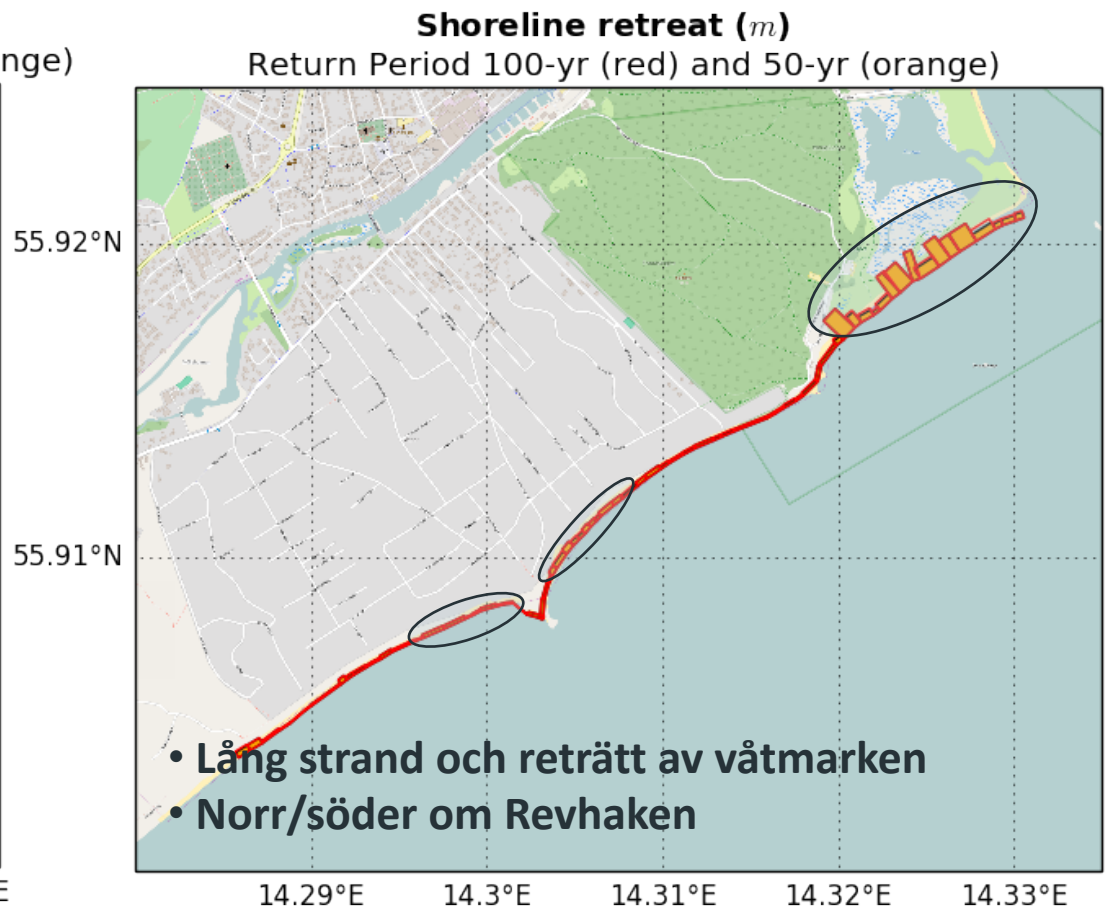

Absolut Vodka har sin produktion i området och har ett "one source"- koncept

# Erosion

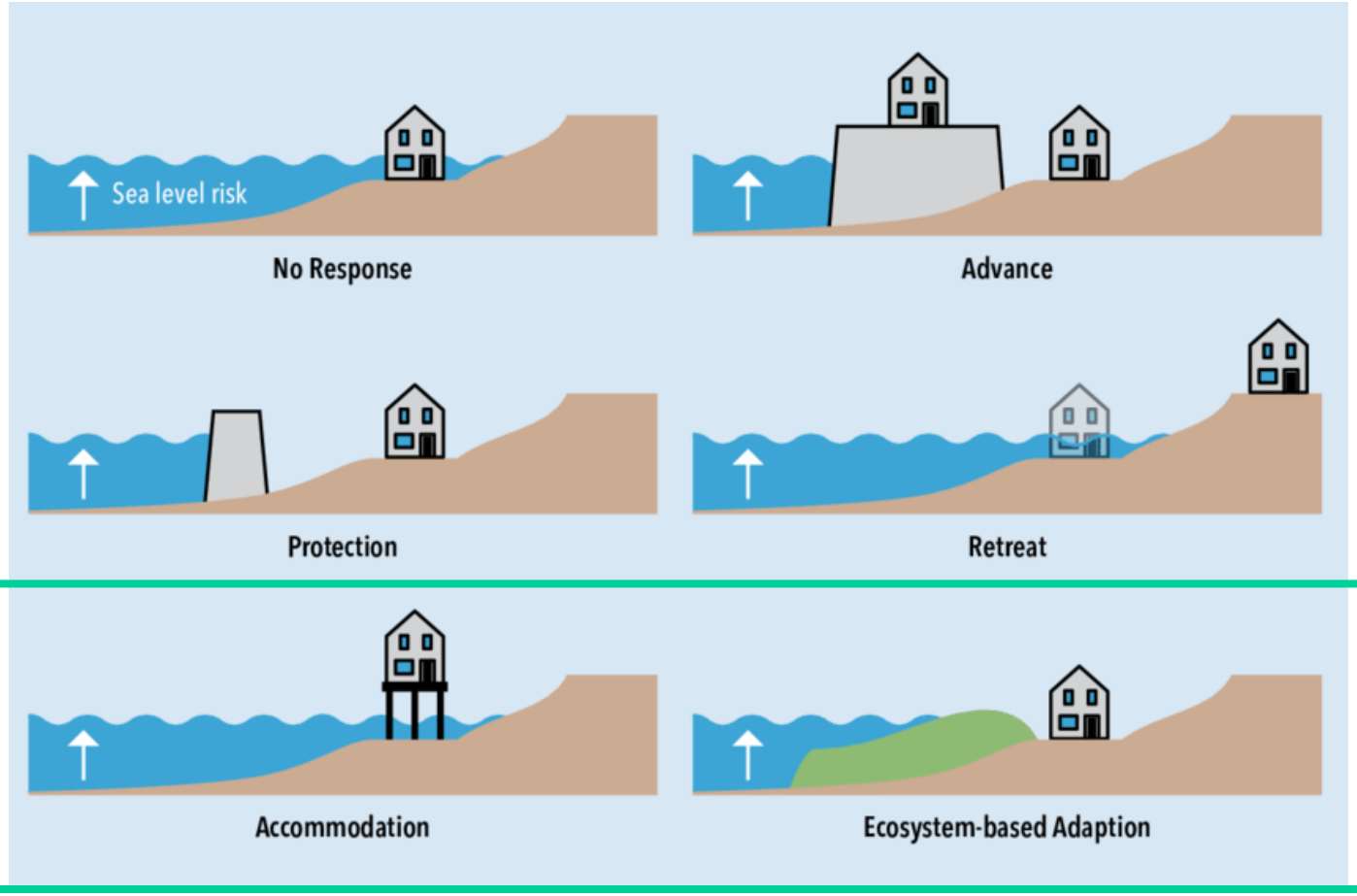
## Åhus




## Äspet



# Vad finns det för alternativ?



# Naturbaserade lösningar: är alla lika bra?

**Fodring av sanddyner**

+ Effektiva stormfloder/vågor

+ Vegetation på dynytan minskar erosion

- Minskar strandens bredd

**Strandfodring**

+ Bredar stranden

+ bra för rekreationsändamål

- Sand eroderas lättare (ökar kostnader)

**Stolphus**

+ Inga störningar mot ekosystemet

+ effektiv skydd mot översvämningar särskild i kombination med NbS

- kostsam (husägaren)


Sandy Neck Beach, South Africa


Avon Pier, North Carolina


Rodanthe, North Carolina

# Multikriterieanalys

Intressentens uppfattningar: acceptans, genomförbarhet och hållbarhet

| Alt. 0 | Alt. 1 | Alt. 2 | Alt. 3 | Alt. 4 |
|---|---|---|---|---|
| Gör inget | Sanddyner | Strandfodring | Sanddyner | Strandfodring |
| | | | Stolphus | Stolphus |

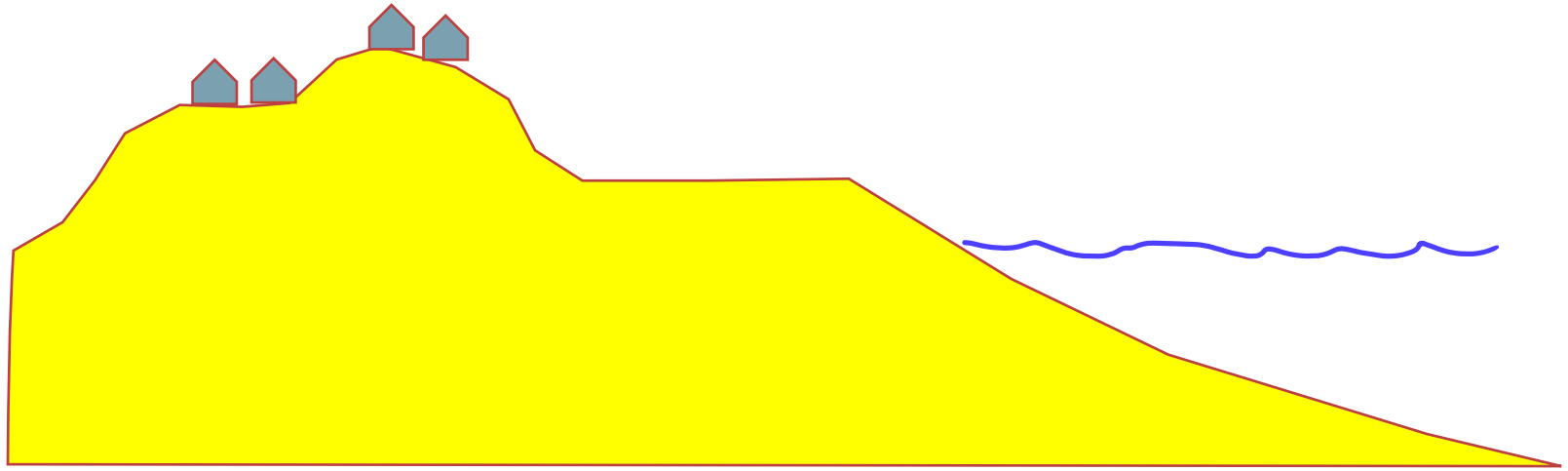
➢ ***Högst rankat***

- ***Offentlig finansiering***
- ***Kontinuerligt underhållning***

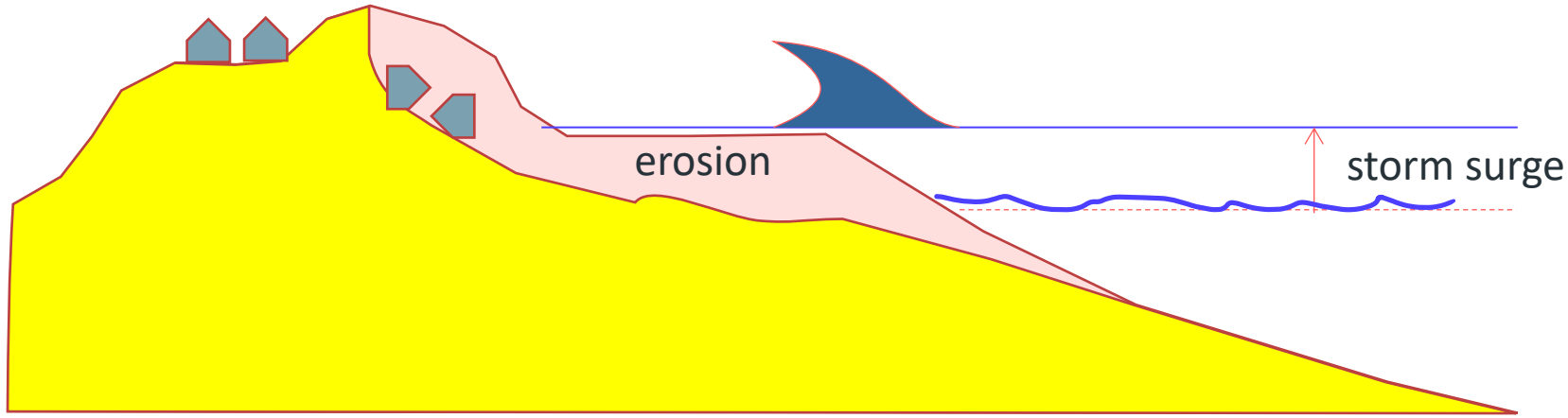
✓ ***Mest effektiv***

- ***Privat/offentlig finansiering***
- ***Mindre underhållning***

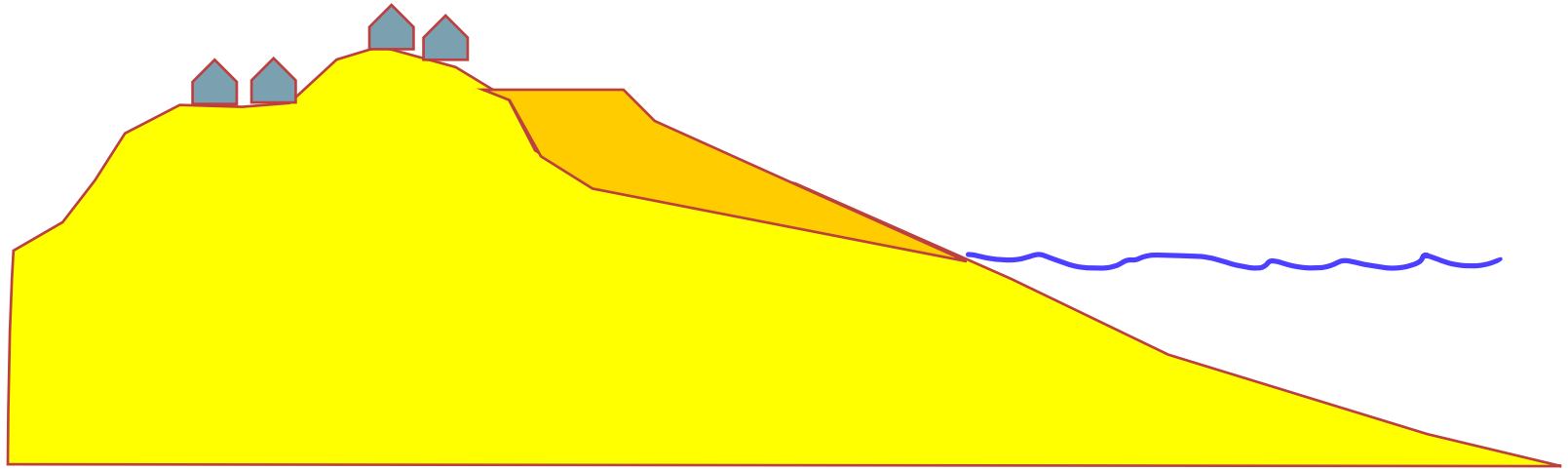
# Nuvarande situation



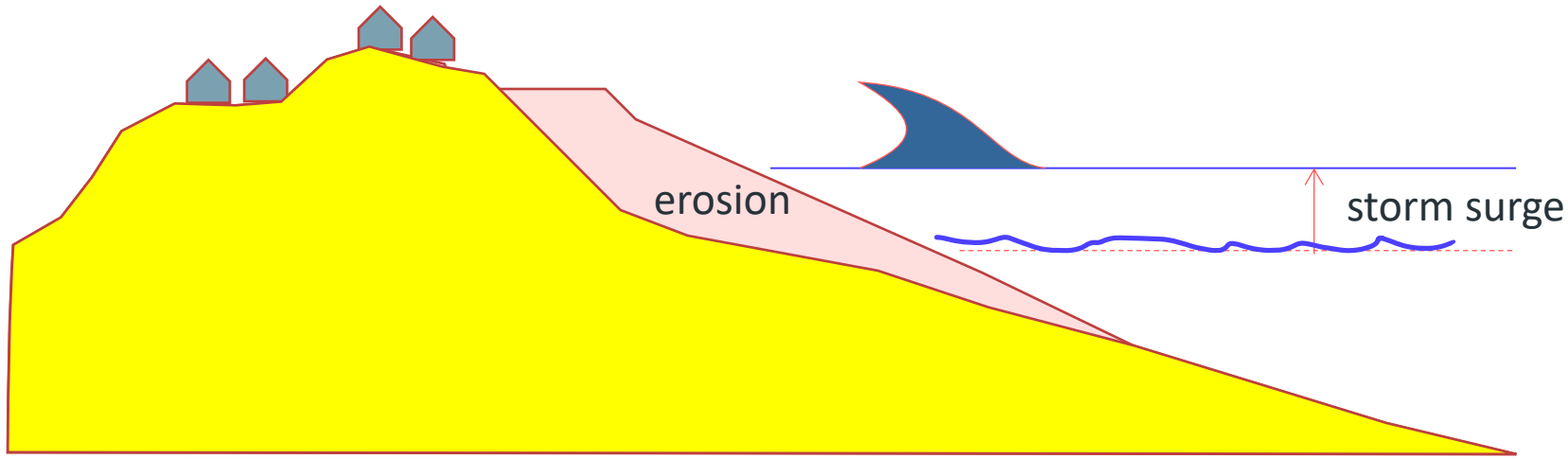
# Nuvarande situation
## + 100-år storm



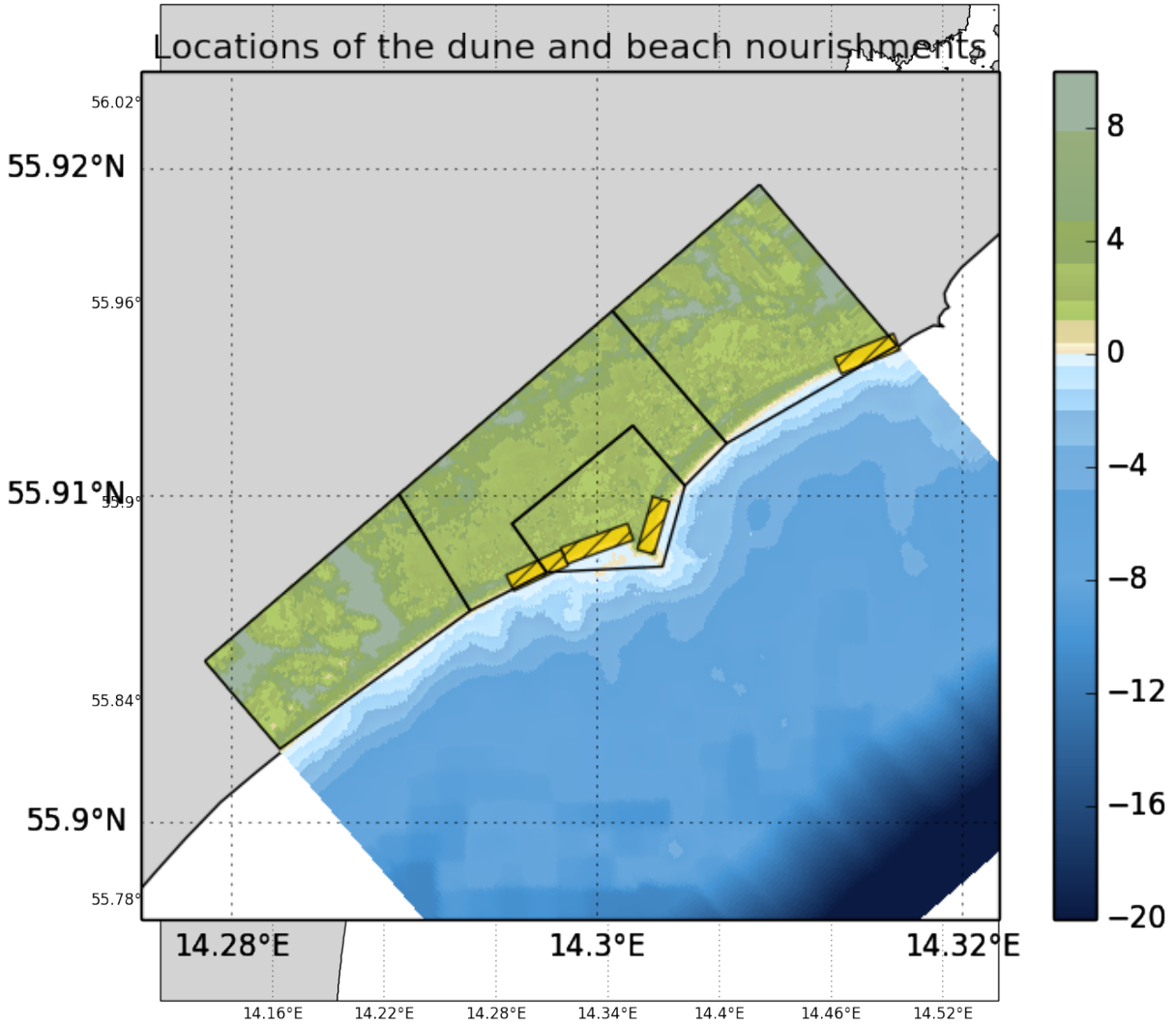
# Strandfodring



# Strandfodring
## + 100-år storm



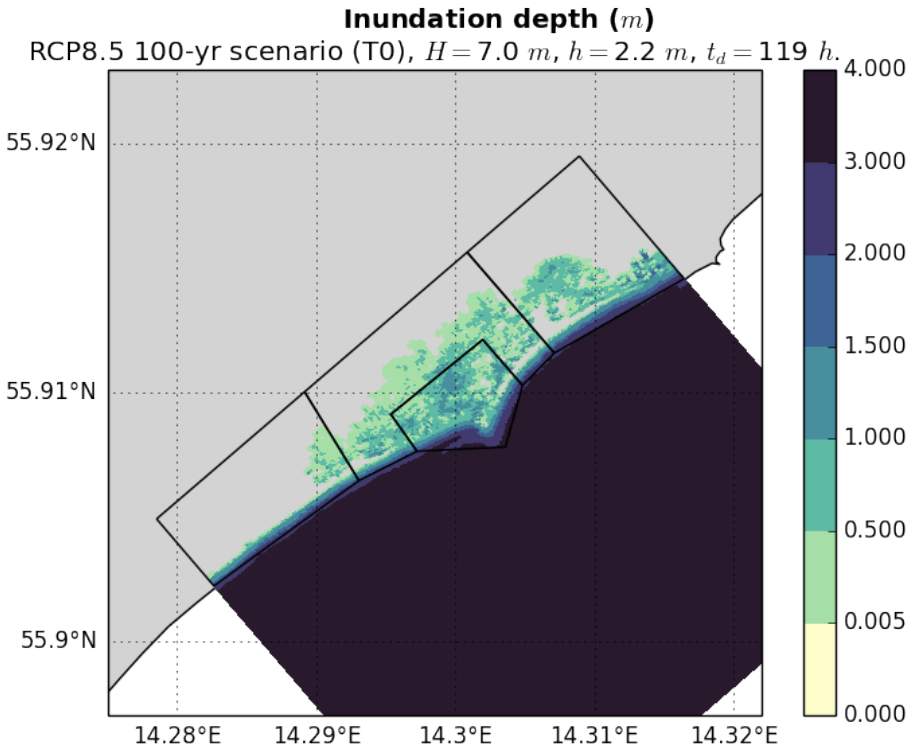
# Äspet hotspot



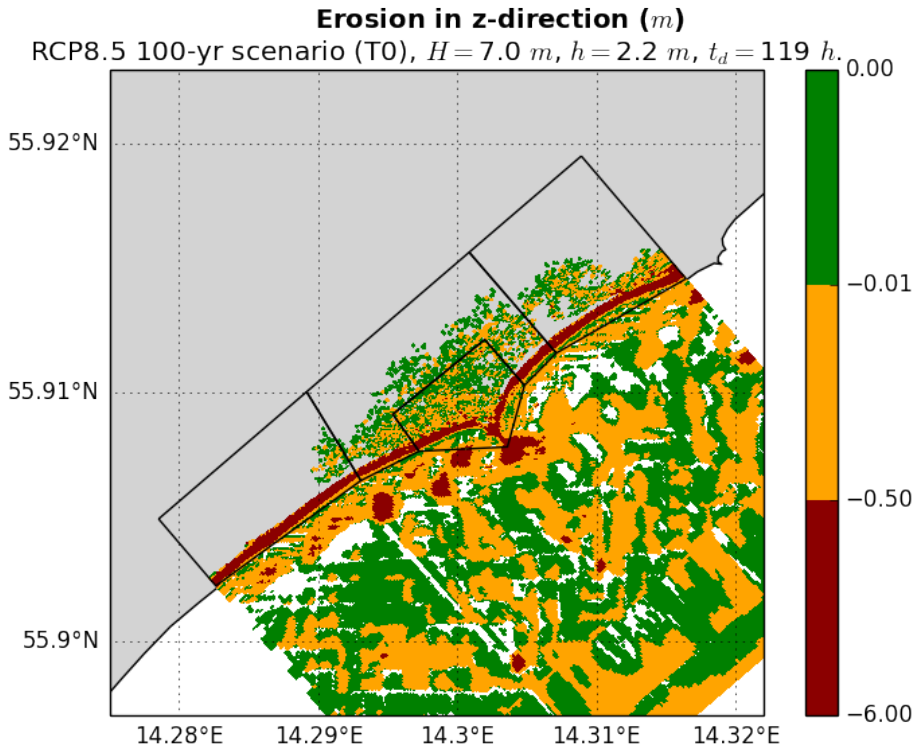
# Nuvarande situation

## Värsta scenario med klimatförändringar

### Övresvämning



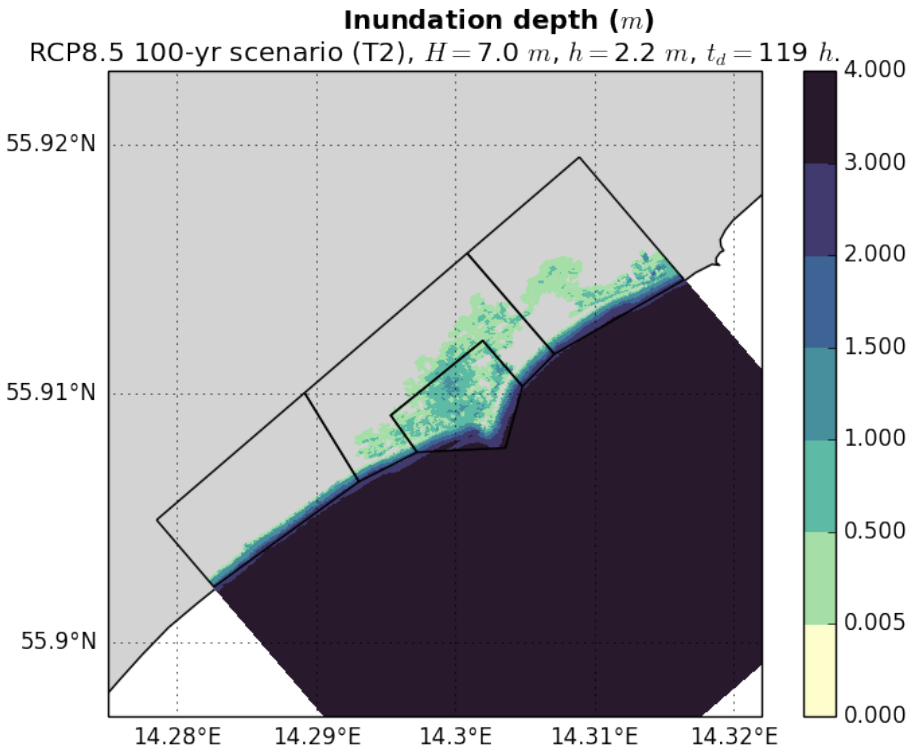

### Erosion



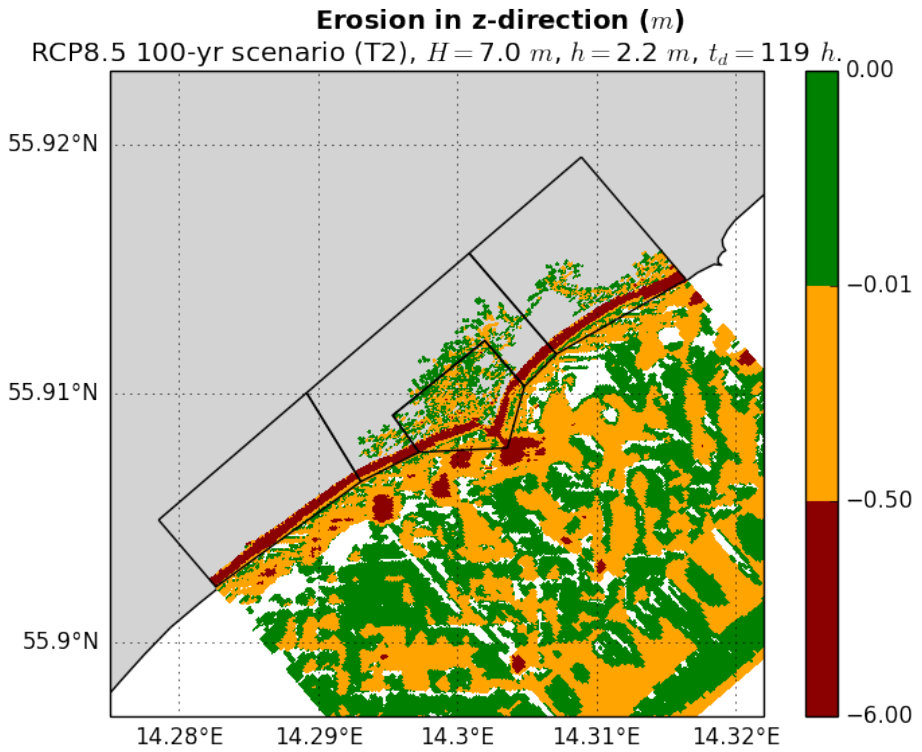
# Med strandfodring

## Värsta scenario med klimatförändringar

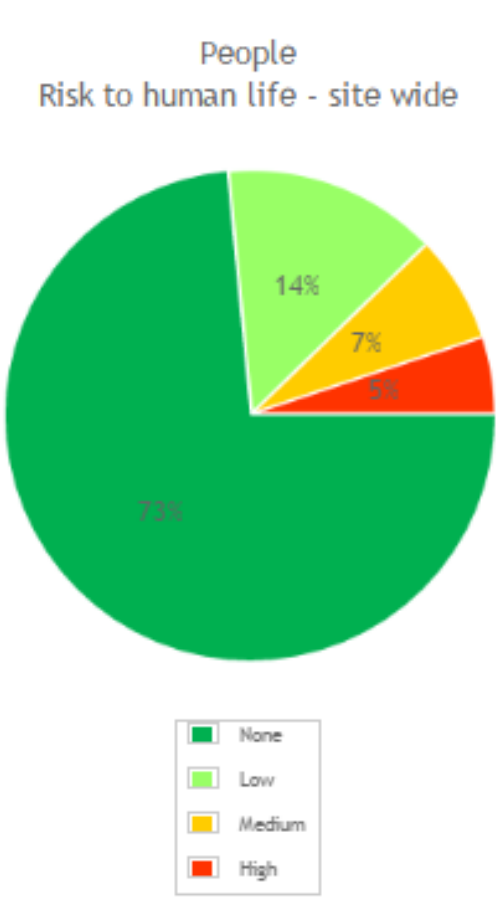
### Flooding

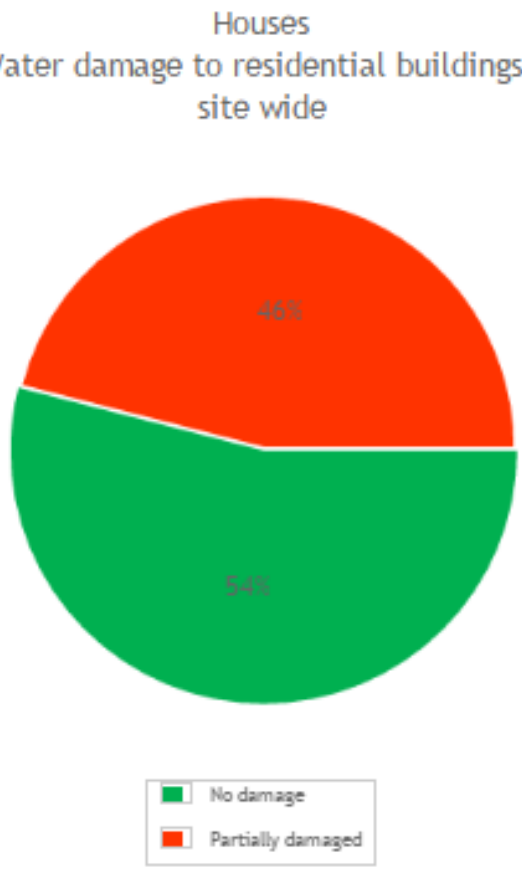


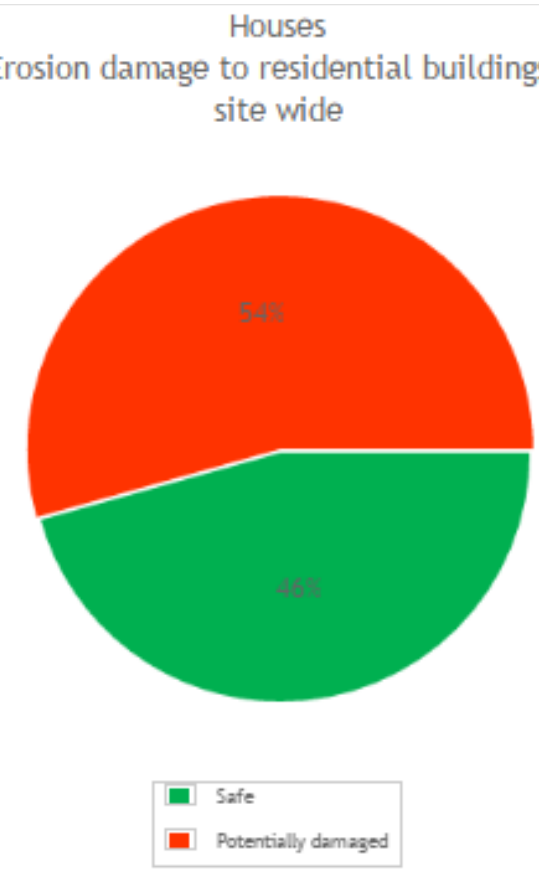

### Erosion



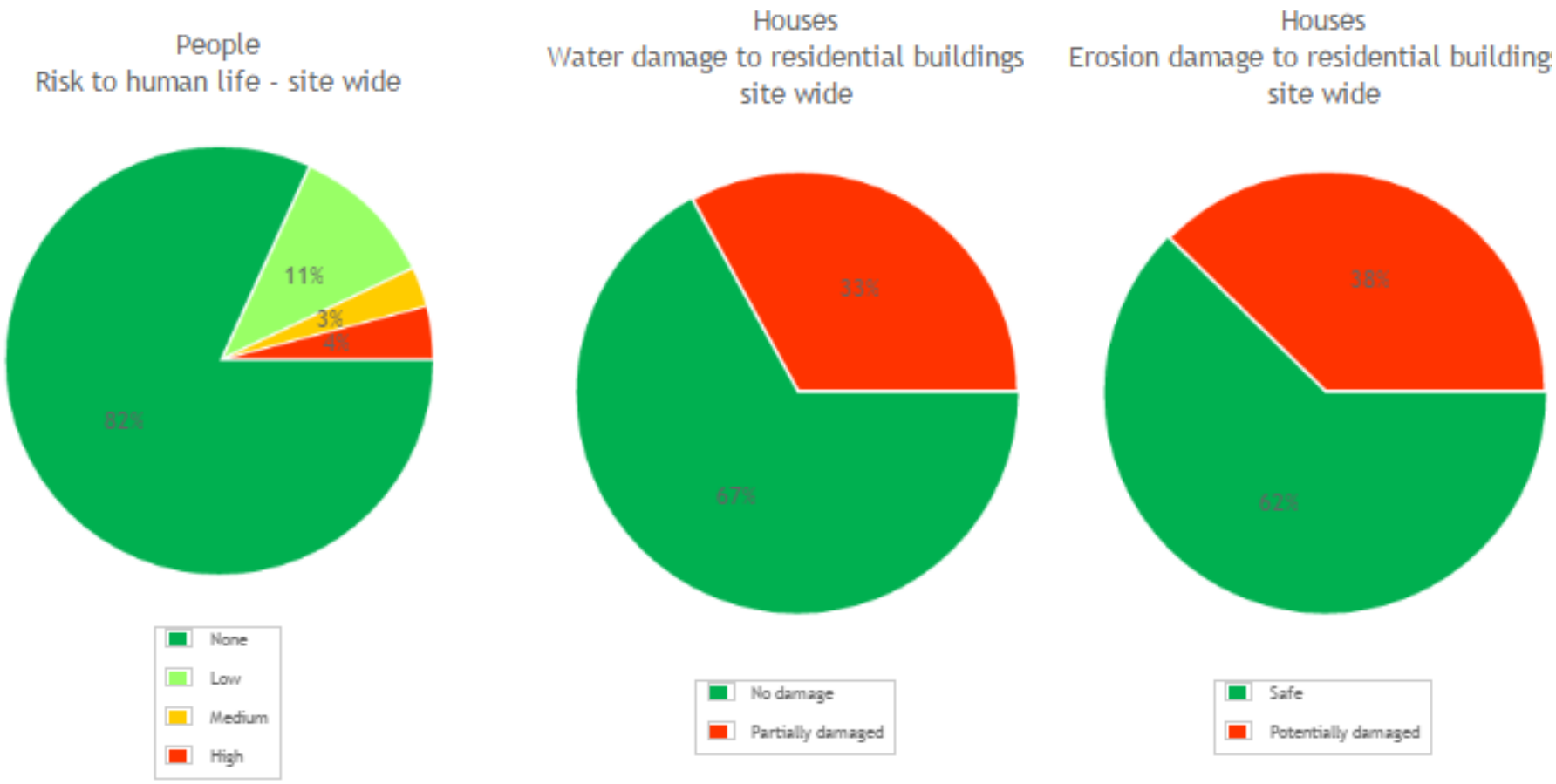
# 0 Alternativ “gör inget”



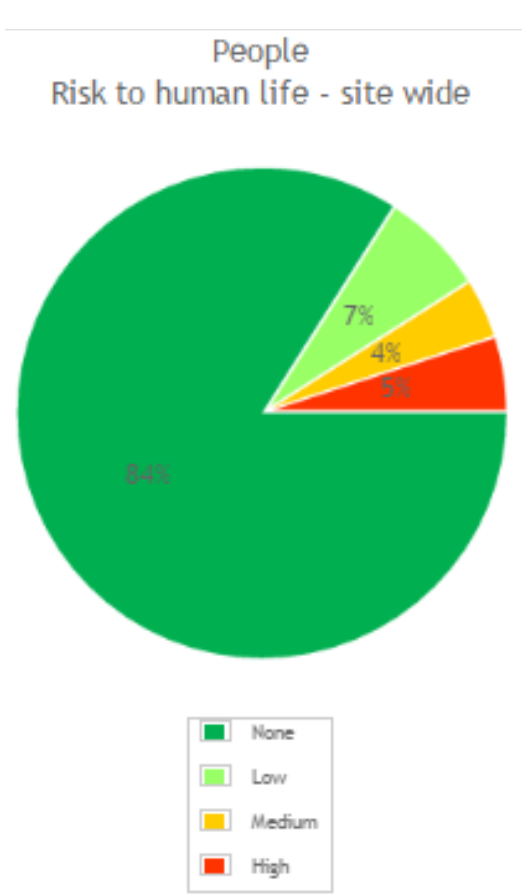



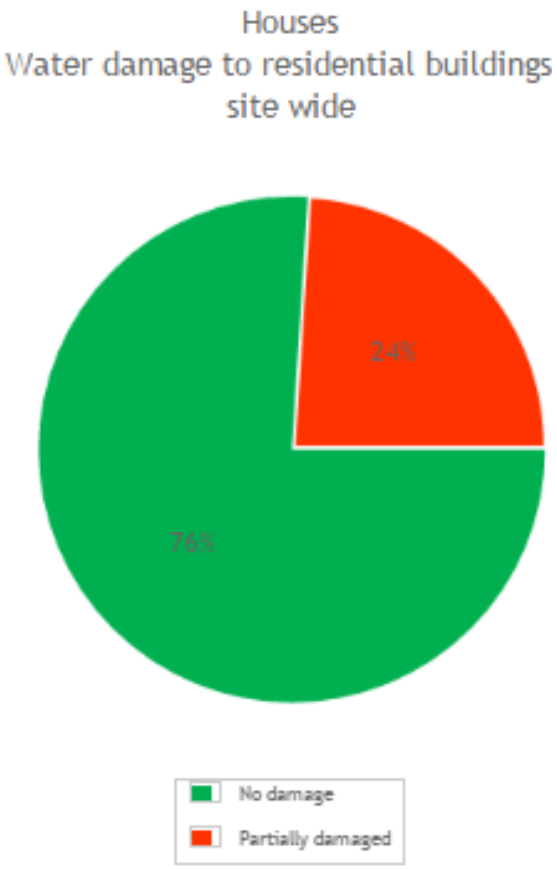



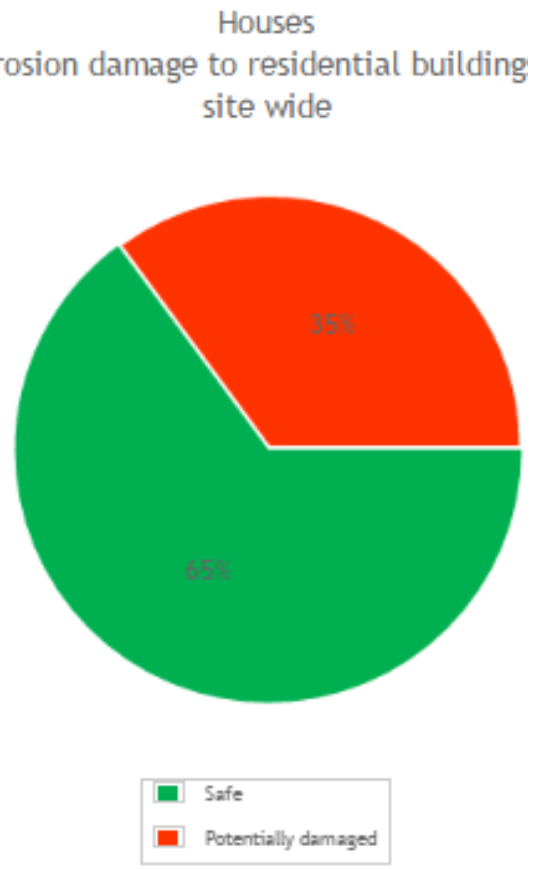
# Högst rankat alternativ: Strandfodring

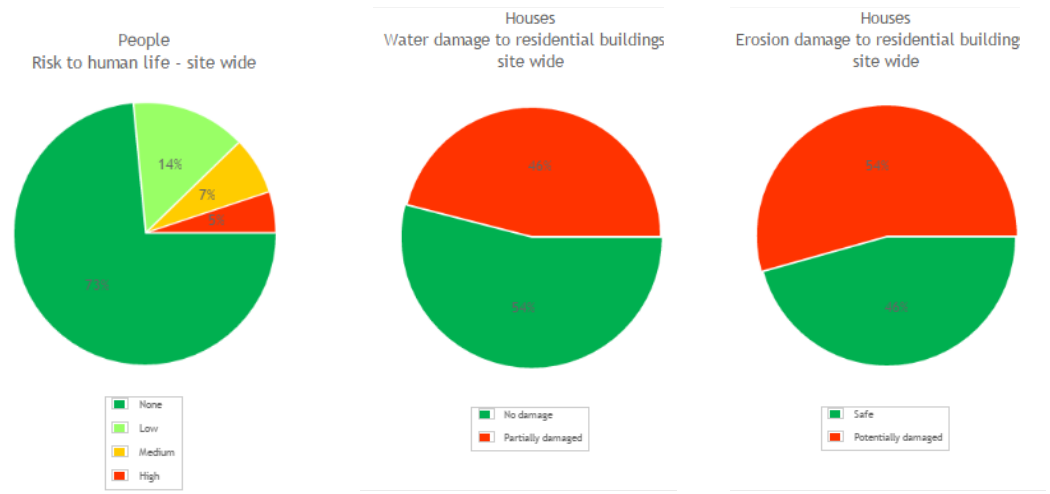


# Mest effektiv alternativ: Sanddyner + Stolphus

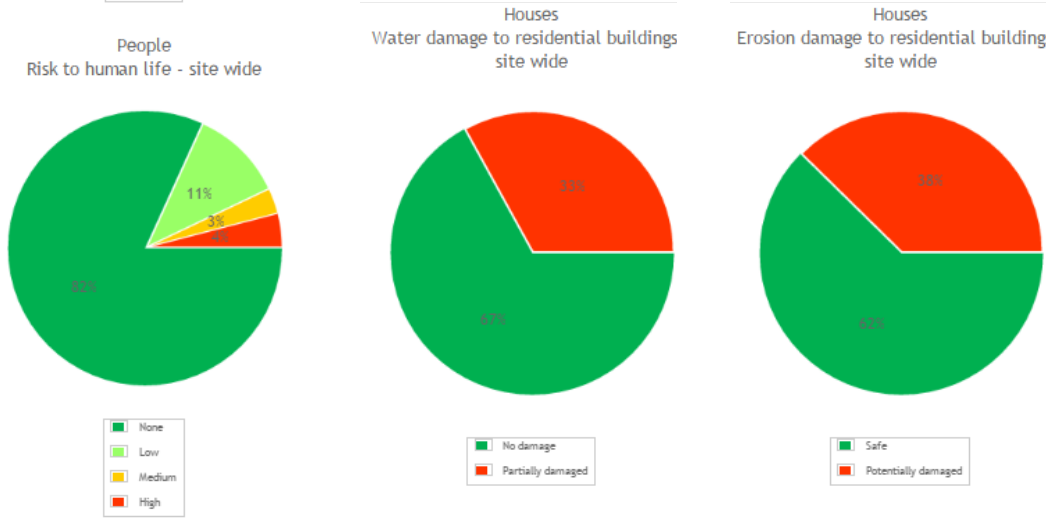


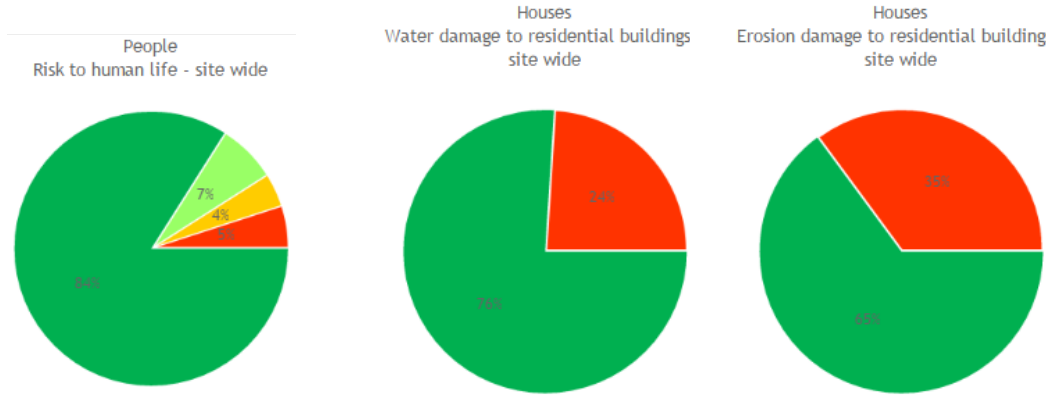






- 0 Alt




➢ Strandfodring



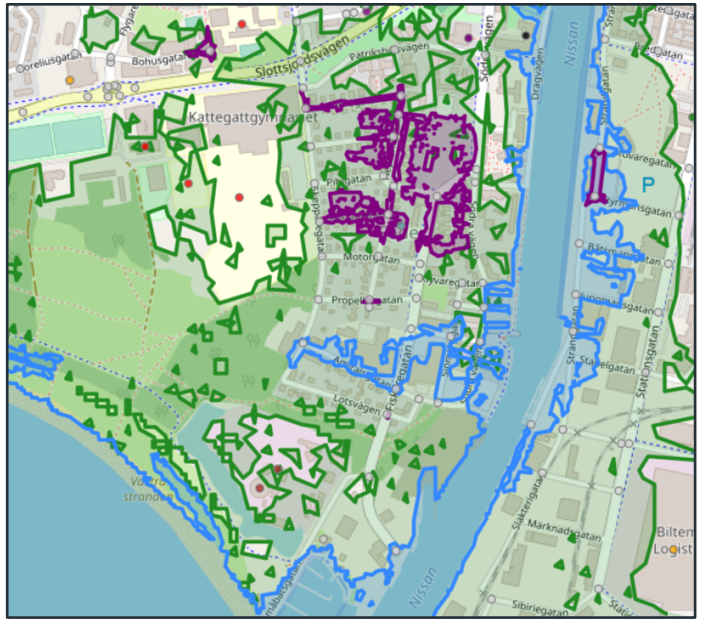

✓ Sanddyner + Stolphus

# Rekommendationer för framtida lösningar



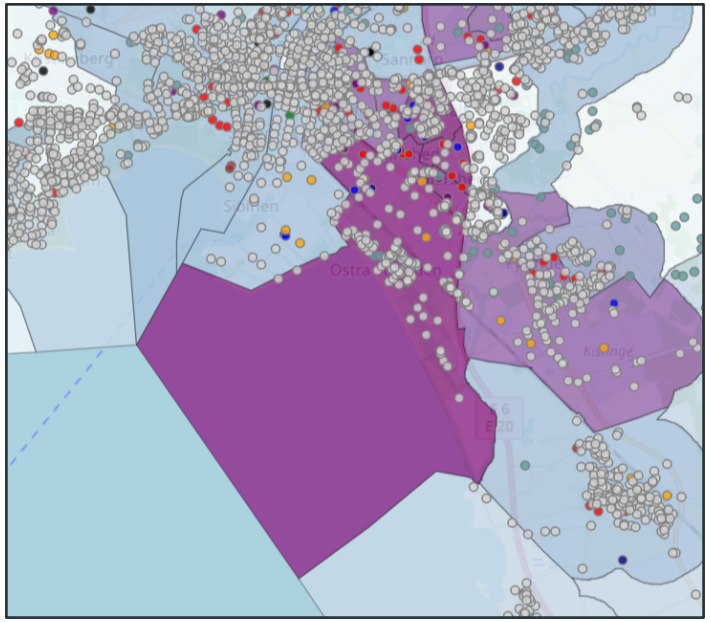
# Olika lösningar krävs

Mest exponerad för översvämningar



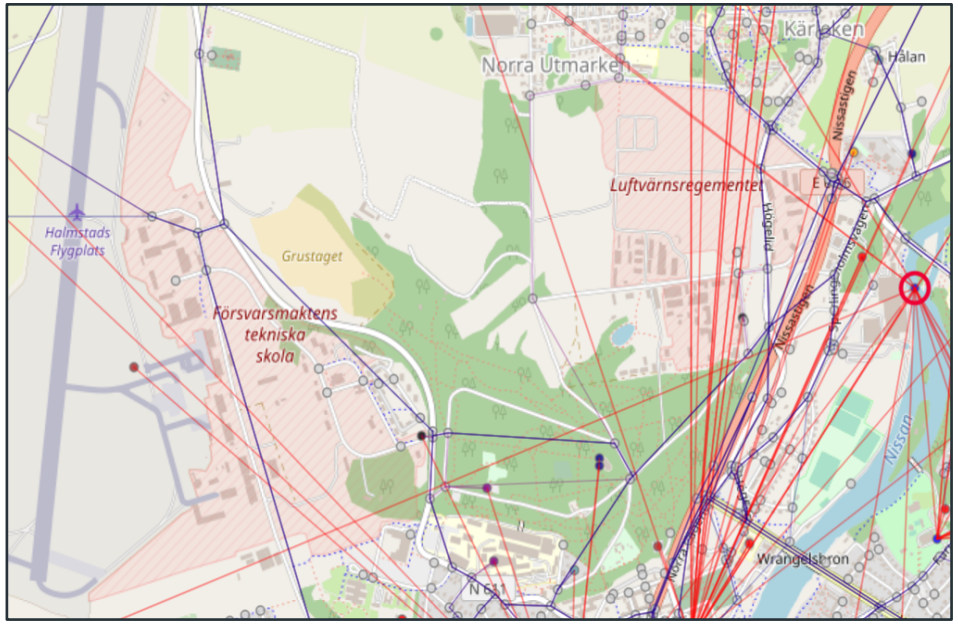

Nederbörd, vågor + stigande hav
- gör plats för vatten.

Högst social sårbarhet



Klimatförändringarna kommer att skapa nya sårbarheter
- stadsplanering + information kan minska socialsårbarhet.

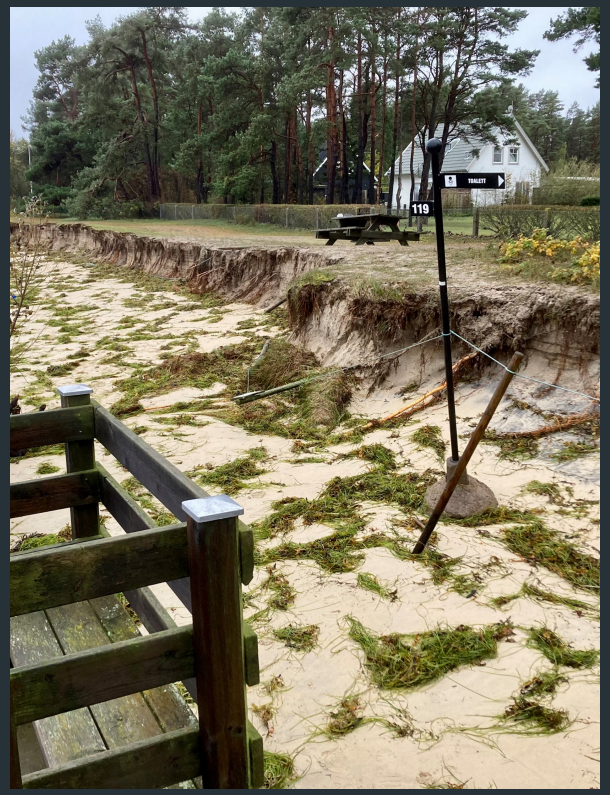
Flest dominoffekter på infrastruktur




Inte all infrastruktur är lika kritisk eller sårbar.
- skydda kritiska noder (flest kopplingar);
- skapa redundans för viktiga noder (tillhandahåller flest tjänster);
- bygg beredskap hos sårbara noder (tar emot flest tjänster)

# Äspet efter Babet (Oktober 2023)








Bilder: Anders Pålsson

# Vill du läsa mer om detta?


- Barquet, K., Dickin, S.K., Meijer, J.J. and Dastgheib, A. (2018). Testing RISC-KIT's integrated approach for assessing Disaster Risk Reduction measures on the coast of Kristianstad, Sweden. https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2017.08.007
- Barquet, K., et al. (2021). Spotlight on social equity, finance and scale: Promises and pitfalls of nature-based solutions. SEI brief. Stockholm Environment Institute. http://doi.org/10.51414/sei2021.011
- Englund, M., Mehvar, A., André, K. pcj Barquet, K. (2022). Kunskapsöversikt klimatanpassning. Myndigheten för samhällsskyd och beredskap. 51 s. ISBN: 978-91-7927-236-4. http://www.msb.se/sv/publikationer/kunskapsoversikt-klimatanpassning
- Barquet, K. and Green, J. (2022). Towards multifunctionality: adaptation beyond the nature–society dichotomy. Stockholm+50 background paper series. Stockholm Environment Institute, Stockholm. https://www.sei.org/publications/towards-multifunctionality/
- Englund, M., André, K., Barquet, K., & Segnestam, L. (2022). Väder, välstånd och välbefinnande: Vattenrelaterade risker, samhällsviktig verksamhet, och social sårbarhet i Halmstad, Sverige. SEI Discussion Brief. Stockholm Environment Institute. https://doi.org/10.51414/sei2022.039
- Barquet, K. et al. (2022). Assessing Cascading Effects from Multiple Hazards: An Example from Sweden. https://doi.org/10.51414/sei2022.042
- Englund, M., Vieira Passos, M., André, K., Gerger Swartling, Å., Segnestam, L., & Barquet, K. (2023). Constructing a social vulnerability index for flooding: insights from a municipality in Sweden. Frontiers in Climate, 5. https://doi.org/10.3389/fclim.2023.1038883
- Barquet, K., et al. (2023). Conceptualizing Multiple Hazards and Cascading Effects on Critical Infrastructures. Disasters. https://doi.org/10.1111/disa.12591
- Kan, J.-K., Ferreira, C.S.S., Destouni, G., Haozhi, P., Vieira Passos, M., Barquet, K., & Kalantari, Z. (2023). Predicting agricultural drought indicators: ML approaches across wide-ranging climate and land use conditions. Ecological Indicators, 154:110524. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110524
- Barquet K. 2023. Aftermath of Storm Babet shows the cost of short-term research funding. SEI Perspectives. https://www.sei.org/perspectives/babet-cost-research-funding/
- Passos M., Barquet K., Kan J.C, Destounic G., Kalantari Z (forthcoming) Flood Resilience Assessment of Interconnected Critical Infrastructures. *Journal of Sustainable and Resilient Infrastructure*


SEI

# Tack!

karina.barquet@sei.org

