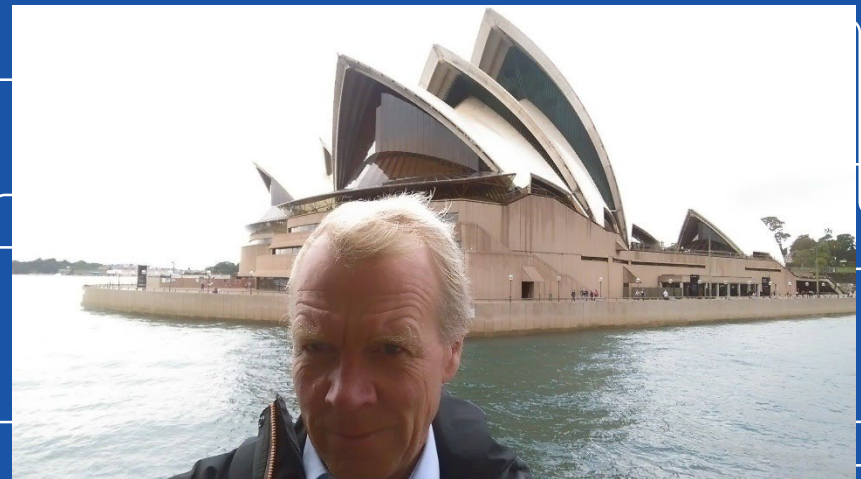


# Betong, klimatanpassning & infrastrukturen

Johan Silfwerbrand, KTH

CBE;s frukostmöte, 23 november 2023



# Klimatförändringar





# Innehåll

- Klimatförändringar
- Åtgärder för att anpassa samhället till klimatförändringarna
- Forskning vid KTH
- Trafikverket & anpassning
- LTH
- Chalmers & LTU
- **Blå-grå-gröna** ytor
- Sveriges Kommuner och Regioner
- Identifierade forskningsbehov
- Slutord

# Nässjö, 16 januari 2023





# Översvämningar i Göteborg, Västerås, Åre & Örebro (SE), sensommaren 2023



# Skred, E6, Stenungsund, 23 sept. 2023



# Litteratur- & förstudie



KTH  
VETENSKAP  
OCH KONST

Klimatförändringar

Minskning Anpassning

Inventering av konsekvenser  
Begränsning av konsekvenser  
Ändrade laster  
Förutsättningar för nyproduktion  
Ökad övervakning  
Skyddsåtgärder  
Förstärkning  
Förflyttning

Klimatanpassning av infrastruktur  
Genomgång av pågående svensk forskning och identifiering av FoU-behov

JOHAN SILFWERBRAND  
2023

TRITA-ABE-RPT-2321  
Betongbyggnad

KTH Bygghälsa  
100 44 Stockholm

Finansiärer: Vinnova  
(genom InfraSweden) &  
KTH Climate Action Center

2022-23

# Strategier

Klimatförändringar

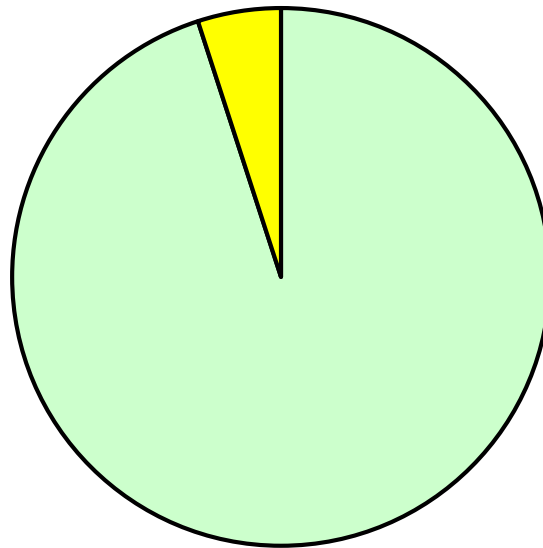
Minskning

Anpassning



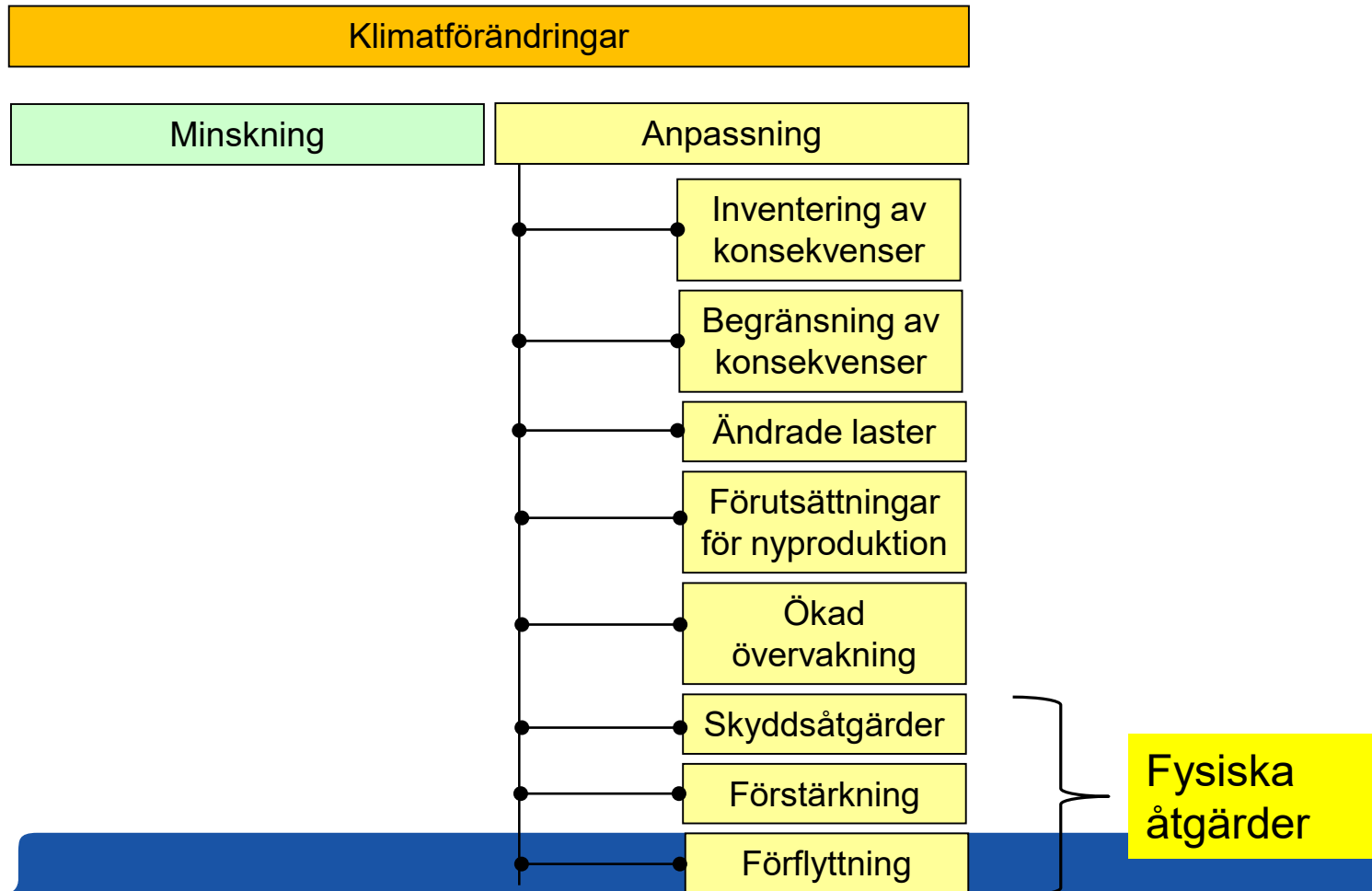
# Uppskattning av andelen forskning

Klimatförändring



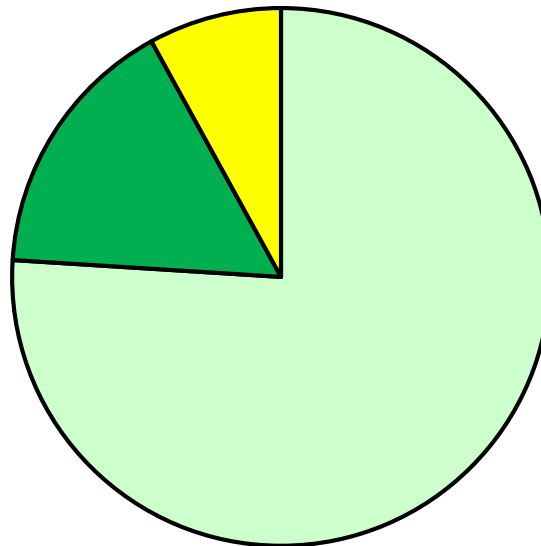
■ Minskning ■ Anpassning ■ ■

# Strategier – anpassning



# Uppskattning av andelar forskning

Klimatanpassning



□ Konsekvenser, laster mm    ■ Övervakning    ■ Fysiska åtgärder



# KTH







# KTH Climate Action Centre

Start | KTH Climate Action Centre

kth.se/sv/climateactioncentre/start-kth-climate-action-centre-1.1085675

New Tab

Log in

KTH Climate Action Centre

Kontakt | Climate Action Centre in English

Hem | Forskning | Nyheter & evenemang | Engagera dig | För studenter | Om oss

## Ett centrum för forskning och engagemang kring klimatet

KTH Climate Action Centre är ett multidisciplinärt forskningscentrum med syftet att snabba upp klimatåtgärder i synergi med FN:s mål för hållbar utveckling.

[Om centrumet](#)

Type here to search

15:14 2023-01-25



# KTH Climate Action Centre

- Centrum skapat 2022.
- Behandlar både minskning & anpassning.
- Flertalet projekt om minskning.
- Exempel på projekt kring anpassning:
- att identifiera hot mot Ghana & Bangladesh från klimatförändringarna.
- att identifiera grupper av människor som förväntas bli mest utsatta vid översvämning i staden
- hur beslutsfattare kan hantera stora osäkerheter förknippade med klimatförändringarna.
- etik i praktiken för anpassning till stigande havsnivåer.
- ... och så min förstudie.

# Trafikverket





# Trafikverket

- 2012-: Trafikverket deltar i ett myndighetsnätverk (med 21 myndigheter ledda av SMHI) för klimatanpassning.
- 2014: Trafikverket tog fram en klimatanpassningsstrategi.
- 2016: Trafikverket antog en handlingsplan innehållande 20 aktiviteter.
- 2017: Denna uppdaterades med en version 2.





# Trafikverkets klimatanpassningsstrategi

1. Skapa förutsättningar för effektivt arbete med klimatanpassning.
2. Förebygga negativa följder av klimatets påverkan genom att skapa robusta anläggningar.
3. Hantera effekter av klimatets påverkan.

# Förväntade effekter (urval) på transportinfrastrukturen enl. TrV

Klimatförändring	Effekter på transportinfrastrukturen
Havsnivåhöjning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Havsvatten tränger in i tunnlar</li> <li>- Vägar &amp; järnvägar blir översvämmade</li> </ul>
Grundvattennivåförändring	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Markstabiliteten kan försämrats &amp; skada grundläggningen</li> </ul>
Kraftig nederbörd & höga flöden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risken för erosion, bortspolning, översvämning, ras &amp; skred ökar</li> </ul>
Ökad medeltemperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tjälperioden förkortas vilket leder till problem för skogsindustrin</li> <li>- Ökad användning av tölsalter i delar av Sverige</li> </ul>
Värmebölja & torka	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spårbildningen på asfaltvägar ökar</li> <li>- Risken för fukt, mögel &amp; korrosion ökar</li> </ul>
Brand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trafik intill skogsbränder kan behöva stoppas</li> </ul>

# Anläggningsdelar (urval) som påverkas negativt enl. TrV

Anläggning	Anläggningsdel
Järnväg	<ul style="list-style-type: none"><li>- Byggnader innehållande (ej fukttålig) elektronik</li><li>- Kontaktledning, spår, banvall, pumpstationer &amp; avvattningsystem</li></ul>
Väg	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vägbank, beläggning, pumpstationer, portaler, skyltar med stort vindfång, elektrisk utrustning</li></ul>
Bro	<ul style="list-style-type: none"><li>- Grundläggning, slänter, koner, lätta överbyggnader &amp; rörbroar</li><li>- Långa broar med omliggande stora öppna ytor &amp; öppningsbara broar</li><li>- Hängbroar, snedkabelbroar &amp; bågbroar med konstruktionsdelar över vägbanan</li></ul>
Tunnel	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sprutbetong &amp; ytförstärkning</li><li>- Bergskärningar &amp; tunnelmynningar</li><li>- Hela tunneln</li></ul>



# Trafikverkets handlingsplan (2017) – konkreta anpassningsåtgärder (6 av 20)

- Ta fram metoder för att avgöra när och var olika åtgärder är kostnadseffektiva för klimatanpassning. (Nr 8).
- Anpassa nybyggnader och ombyggnader till nuvarande och framtida klimat. (Nr 10).
- Öka befintliga väg- och järnvägsanläggningars motståndskraft mot klimatanpassning. (Nr 12).
- Åtgärda systematiska brister, t.ex. underdimensionerade trummor. (Nr. 13).
- Anpassa underhållsmetoder till förändringar i klimatets påverkan. (Nr 14).
- Förstärkningsmaterial, t.ex. reservbroar. (Nr 20).



## Trafikverkets Fol-plan 2022-27

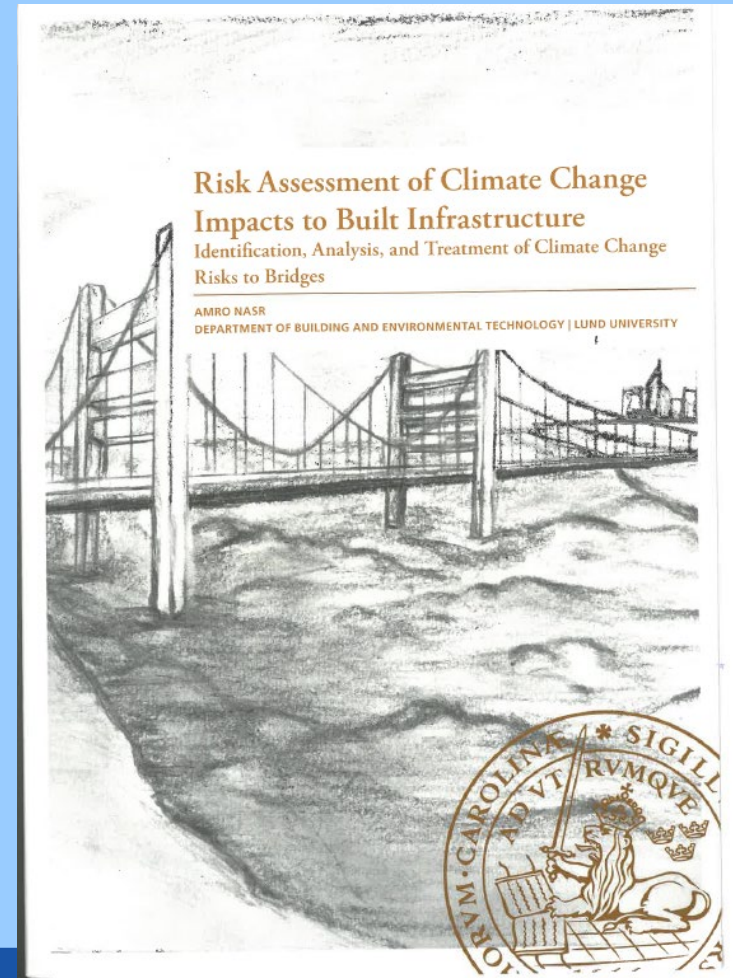
- Planen ”omfattar sju portföljer och ett program för järnvägsområdet” (54 s):
- Planera, vidmakthålla, möjliggöra, bygga, sjöfartsområdet, luftfartsområdet och strategiska initiativ
- 4 första portföljerna: 147 identifierade ”prioriterade forsknings- och innovationsteman”.
- Inom ”strategiska initiativ” listas 39 forskningsfrågor.
- Klimatförändringar & klimatanpassning spelar en mycket underordnad roll.
- Orden ”klimatförändring” (eller ”klimatförändringar”) och ”anpassning” i denna betydelse förekommer bara 5 resp. 4 gånger.



# Undantagen om klimatförändring/ - anpassning

- Kunskapsutveckling inom klimatanpassningsområdet.
- Öka förståelsen för hur klimatförändringar kommer att påverka transportinfrastrukturen.
- Utveckla och demonstrera analysmodeller för att kunna klassa, värdera och prioritera åtgärder för klimat-anpassning av den befintliga transportinfrastrukturen.
- Klimatförändringar och effekter på lång sikt – vilken strukturell anpassning kan komma att behövas – för levande städer och landsbygder?

# Lunds tekniska högskola LTH





# Forskning vid LTH

- LTH har kommit längst inom klimatanpassning och infrastruktur i vårt land
- Identifiering av risker (beständighet, funktion, geoteknik, ökad belastning, olyckslaster, extrema naturhändelser, drift)
- Amro Nasrs dr-avhandling först inom anpassning, bygg och betong
- Dessutom: Omfattande forskning inom avd. för vattenresursteknik





# Amro Nasr: "Risk Assessment of Climate Change Impacts to Built Infrastructure"

- Genomgång av potentiella risker för broar
- Beslutsunderlag för broförvaltare i fyra steg: (1) fara, (2) påverkan, (3) ömtålighet och (4) konsekvenser
- Specialstudier om fyra problem (armeringskorrosion, mögel på trä, betongs krypning, erosion under broar)
- Förslag om fortsatt forskning gäller främst nya förutsättningar för nyproduktion



# Chalmers och Lunds tekniska universitet

Chalmers (Konstruktionsteknik)	LTU (Drift & underhåll resp. Arkitektur & vatten)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Forskning för minskning</li><li>• Forskning om anpassning inom "förändrade laster"</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hur påverkar klimatförändringar järnvägsunderhållet?</li><li>• Dagvatten, ledningssystem &amp; små avlopp</li></ul>



# Blågrågröna systemlösningar

- Vatten
- Hårdgjorda ytor
- Växtlighet



# Bakgrund

- Ökad nederbörd & översvämning kanske allvarligaste konsekvensen av klimatförändringar för vårt land.
- Avlopps- & dagvattensystem är i många fall gamla & skadade.
- De är dimensionerade för 2-10-års-regnet (dammar är dimensionerade för 1000-års-regnet).
- Mycket högre miljökrav idag – bräddning ej hållbar metod.



# Vattenmagasinet Ormen

- Ormen eller Stockholmsormen är en bräddavloppstunnel för dagvatten under Östermalm i Stockholm.
- Ormen färdigställdes 1994 och kan ta hand om 35 miljoner liter dagvatten
- Ormen fungerar som ett utjämningsmagasin för att samla dagvattnen under flödestopparna.
- Ormen sträcker sig mellan Roslagstull och Karlavägen. Den är 2,7 kilometer lång och har en diameter på 3,5 meter.

(Wikipedia)

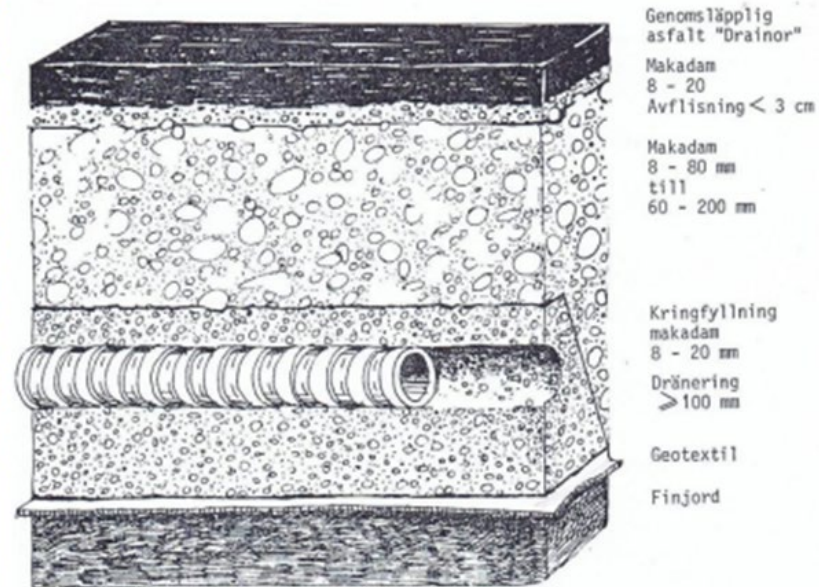
# Köpenhamns skyfallsplan

- Delar av Köpenhamns avloppssystem är 150 år.
- Dimensionering för 10-årsregn.
- Ny skyfallsplan 2012 (översvämning 2011).
- Kombinerade åtgärder av ett utvecklat vattenledningsnät under & över mark, med lösningar som fördröjer vattnet.
- Mål: Köpenhamn skyfallssäkrad till ca 2030-2040.



Troell & Thidell, SLU (2018)

# ”Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor” (RISE m.fl.)



Systemlösning för dagvattenhantering vid Lilla Vallen, Växjö. Tv. vägkroppen till höger närmast träden är uppbyggd enligt principen för dränasfalt. T.h. principskiss som visar uppbyggnad av dränasfalt (Sörelius m.fl., 2017).





# Sveriges Kommuner och Regioner

# SKR & klimatanpassning

- Från hemsidan kan ett antal skrifter laddas ned.
- De ger exempel på hur kommuner hanterat, hanterar och kan hantera klimatförändringar.
- Fokus på värmebölja & torka, stigande havsnivåer samt kortare vintrar.
- *JS: Vilka forskningsbehov har ni på SKR identifierat inom klimatanpassning och infrastruktur?*



Vi tror oss inte vara rätt aktör att identifiera forskning inom dessa två områden utan hänvisar din fråga till Trafikverket.

# Skyddsvallen på Falsterbonäset

- 21 km lång skyddsvall för 200 Mkr.
- Skall skydda fastigheter värderade till 80 000 Mkr.
- Prototyp med  $L = 50$  m,  $b = 13$  m &  $h = 1,7$  m finns.





# Klimatanpassning.se

- Myndighetsnätverket för klimatanpassning (MNKA) svarar för denna hemsida.
- MNKA består av ett 30-tal myndigheter & SKR.
- Nätverkets arbetsområden:
  - ❖ Utveckling av kunskap och data
  - ❖ Öka engagemang och sprida kunskap i samhället
  - ❖ Verka för förbättringar av ramverk och styrmedel
  - ❖ Informationsdelning
  - ❖ Kompetenshöjning





# Forskning inom anpassning – några förslag 1 (2)

1. Effekter av klimatförändringar (temperatur, RF, brand & ev. vindlaster) på konstruktioner av betong, trä, stål och hur de kan påverka konkurrensen mellan materialen.
2. Hur produktionen av betongkonstruktioner kan förändras genom att beakta såväl fördelar som kortare vintersäsong som varmare somrar med ökad risk för s.k. temperatursprickor.
3. Nya dimensioneringslaster för vind och snö – statistik duger ej.
4. Vidareutveckling av rör för avlopps- och dagvatten, rör som kan ersätta upp till 150 gamla sådana.
5. Forskning om övervakning kopplad till åtgärder.



# Forskning inom anpassning – några förslag 2 (2)

6. Effektiva barriärer av betong och/eller andra material, barriärer som kan skydda strandnära bebyggelse och infrastruktur mot havsnivåhöjning och översvämningar.
7. Hur samhället, dess bebyggelse och dess infrastruktur kan skyddas mot en kombination av klimatförändringar och krigshändelser.
8. Hur vägar, annan infrastruktur och bebyggelse kan skyddas mot ökade risker för skred.
9. Fortsatt lovande forskning kring "blå-grå-gröna" system för att skydda städer mot översvämningar.
10. Effektiva & industrialiserade metoder att förstärka existerande konstruktioner mot klimatförändringarna.
11. Hur byggnader, broar och andra anläggningar kan flyttas till "säker" mark till kostnader och klimatpåverkan som väsentligen understiger nyproduktion av dito på "säker" mark.





# Slutord

- Klimatanpassning kan delas in i konsekvenser & laster, övervakning samt fysiska åtgärder.
- Endast mindre del av klimatanpassningsforskningen handlar om fysiska åtgärder.
- **Min hypotes:** Mer forskning om anpassning, inte minst fysiska åtgärder, kan förbättra och effektivisera (mindre \$ & CO<sub>2</sub>) åtgärderna.
- SKR arbetar förtjänstfullt med anpassning men hänvisar till Trafikverket vad gäller FoU-behov.
- ... och Trafikverket föreslår > 90 % annat i sin forsknings- & innovationsplan 2022-27.



# Rapporten kan laddas ned från Diva

<https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1801499/FULLTEXT01.pdf>