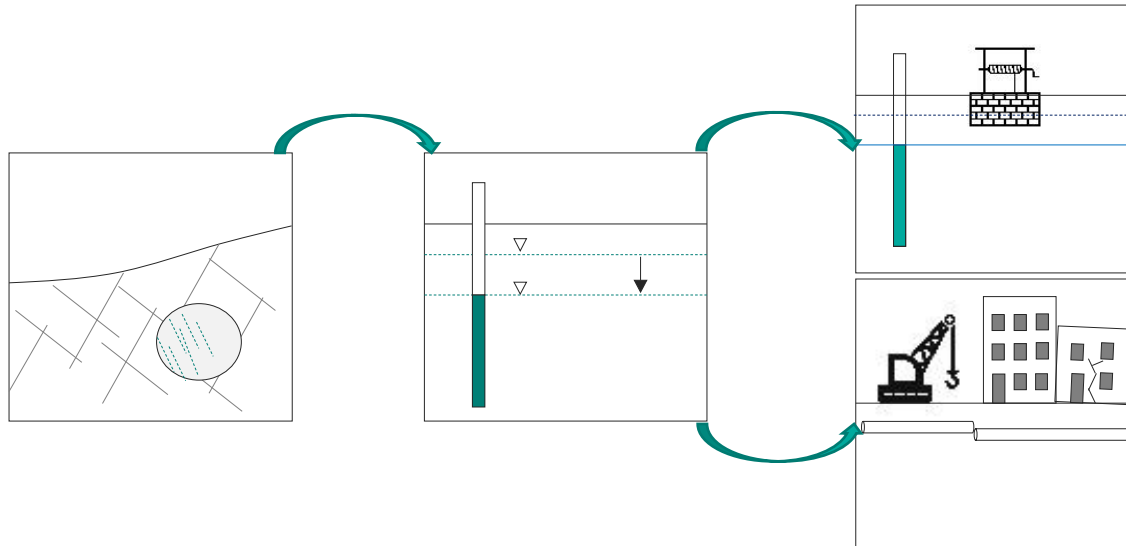
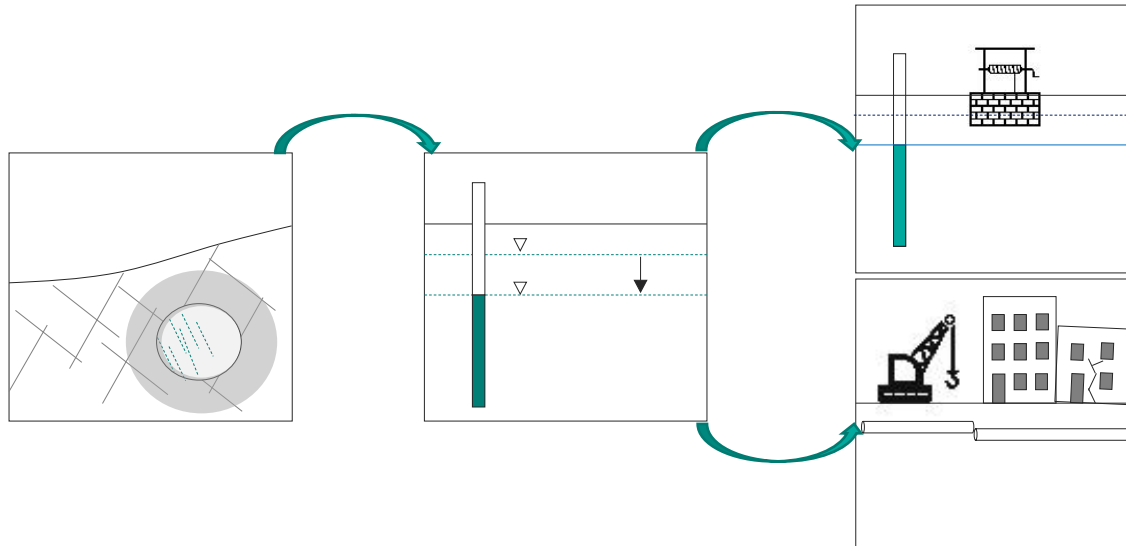


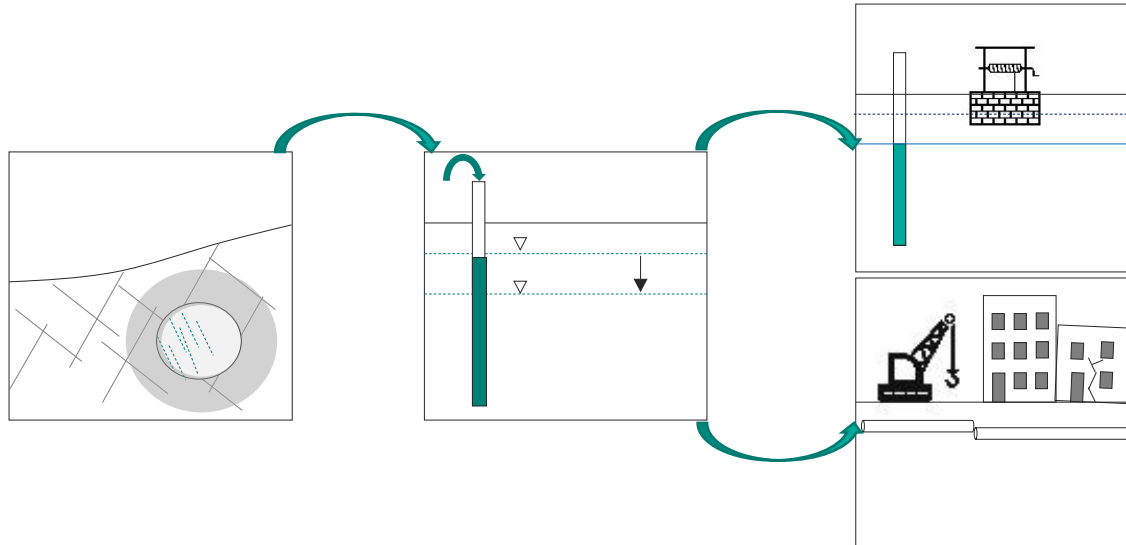
Beslutsunderlag för hantering av hydrogeologiska risker

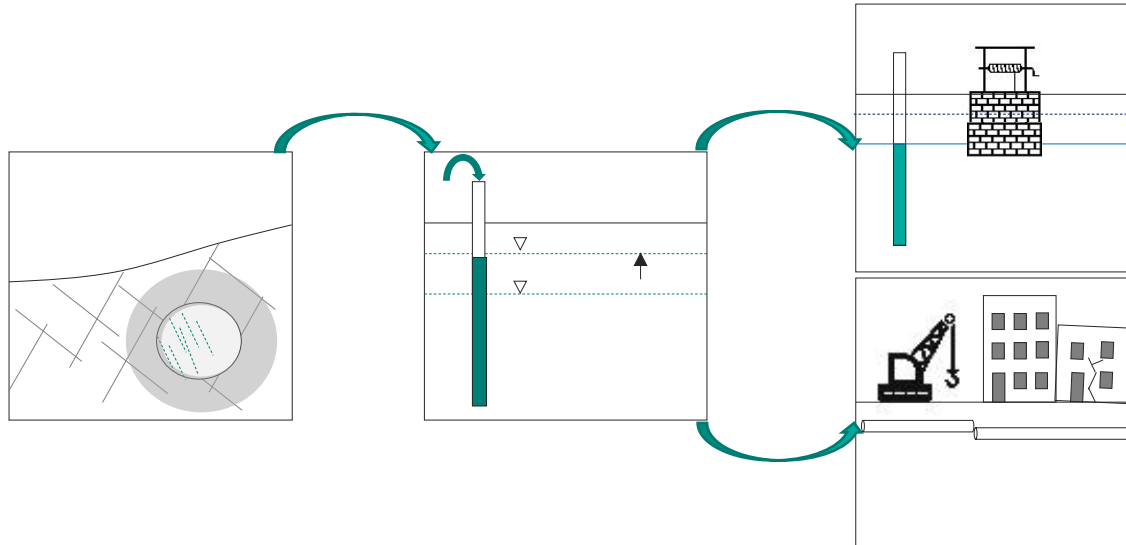
Johanna Merisalu, Doktorand, Forskargruppen Teknisk geologi, Chalmers Tekniska högskola

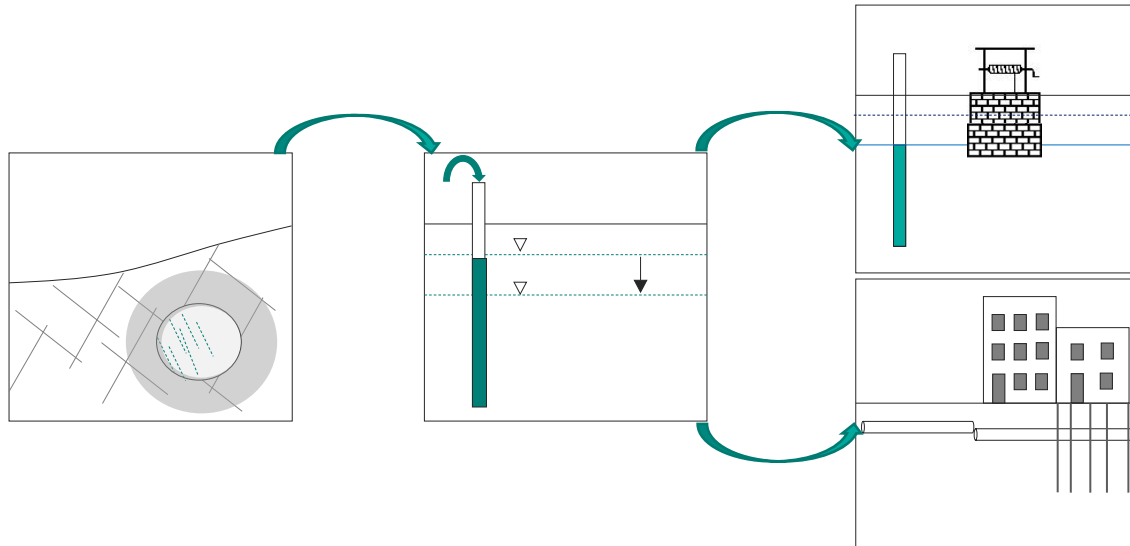
Risk är en funktion av **sannolikheten** för att något ska hända och **konsekvensen** av att det händer



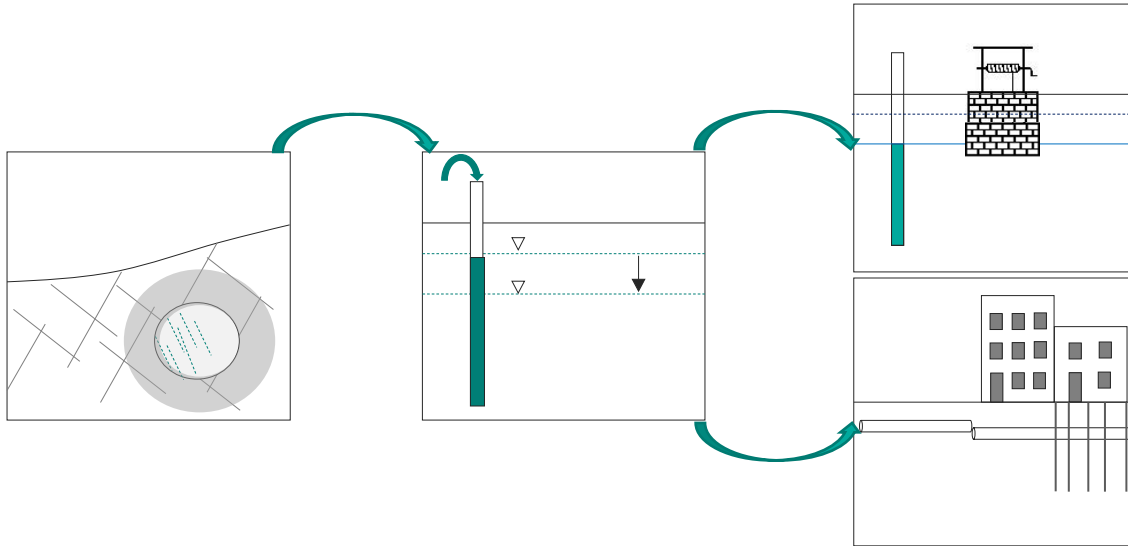


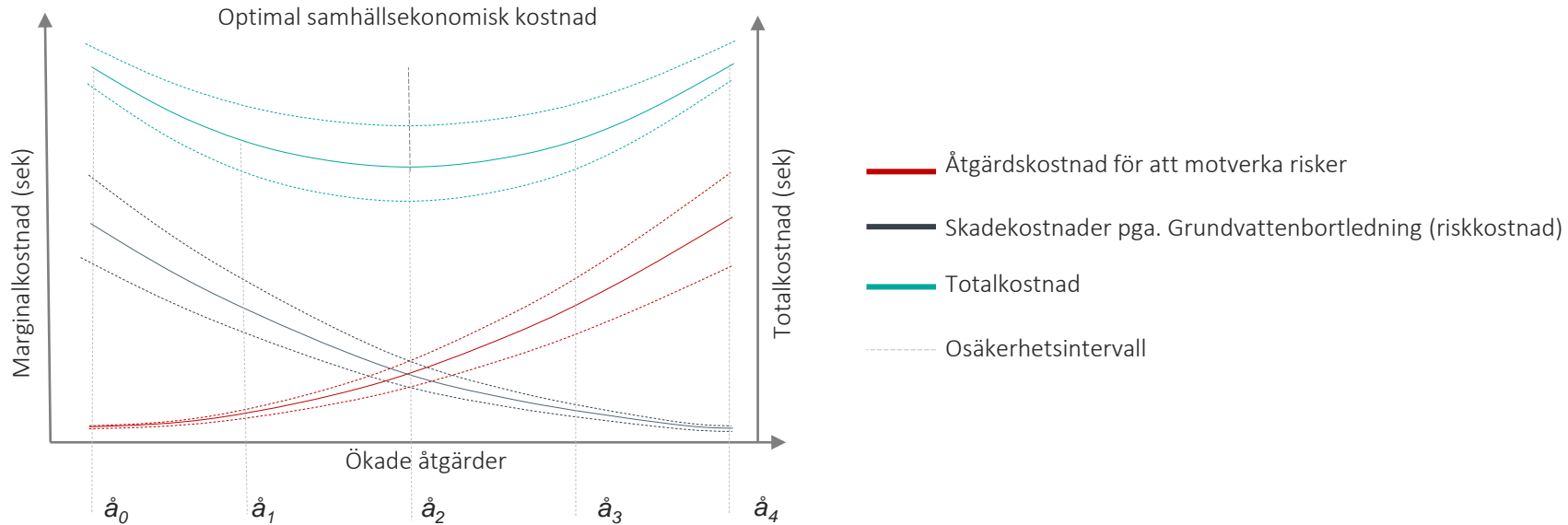




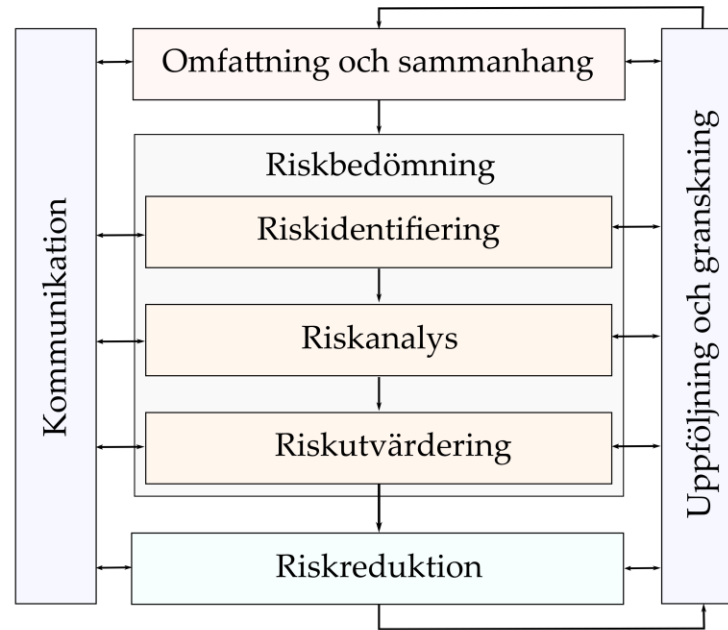


Frågeställningen som ligger till grund för projektet:
I vilken utsträckning bör dessa åtgärder genomföras?

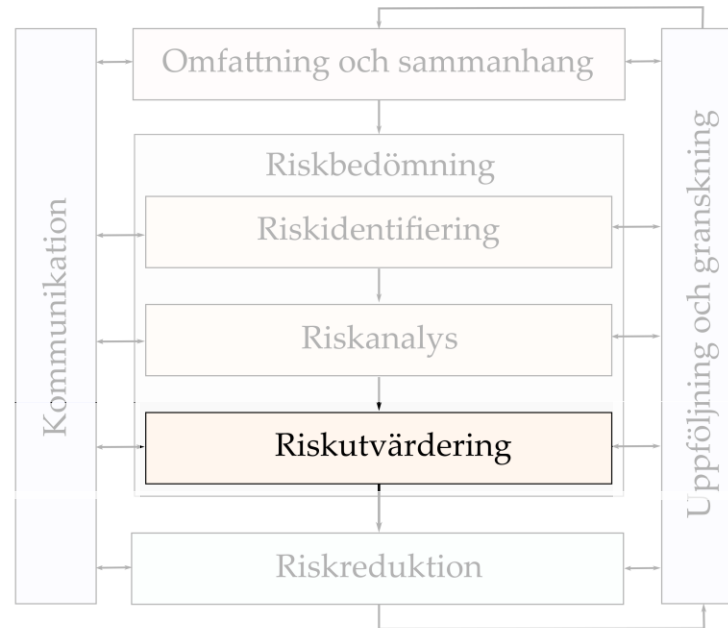




Utveckla ett systematiskt tillvägagångssätt för **hantering** av **hydrogeologiska risker** i undermarksprojekt som kan användas genom ett projekts alla skeden

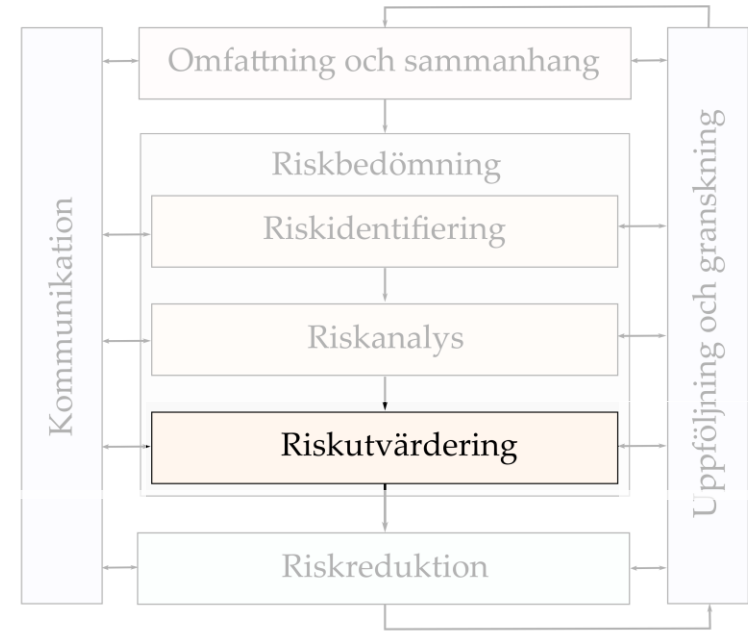
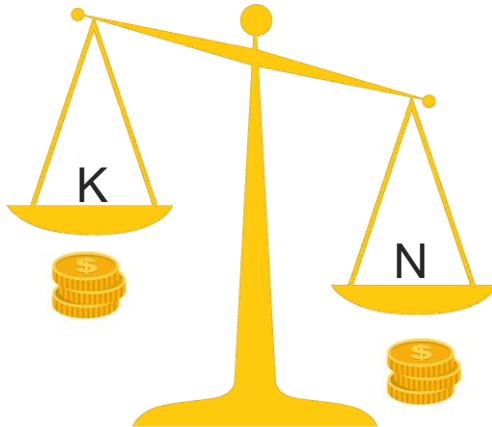


Merisalu, J., Sundell, J., & Rosén, L. (2021). A Framework for Risk-Based Cost-Benefit Analysis for Decision Support on Hydrogeological Risks in Underground Construction. *Geosciences*, 11(2), 82.



Risikutvärdering med kostnads-nyttoanalys

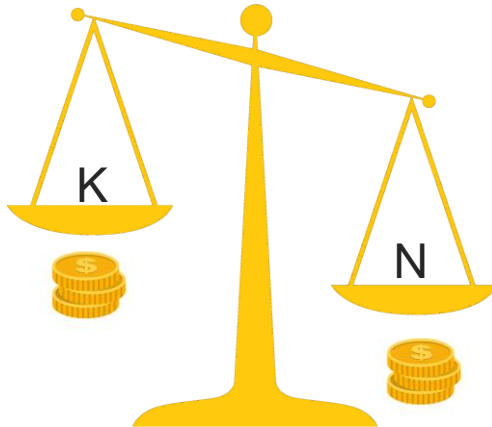
$$NNV_i = \sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} [N_{i,t}] - \sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} [K_{i,t}]$$



Risikutvärdering med kostnads-nyttanalyt

K= Kostnad = kostnaden att genomföra åtgärden

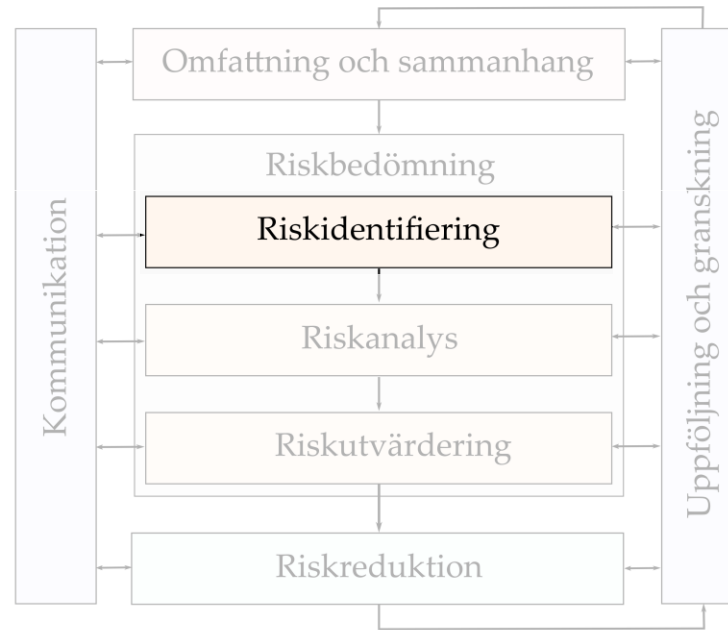
N= Nytt = nyttan i form av minskad risk till följd av åtgärden



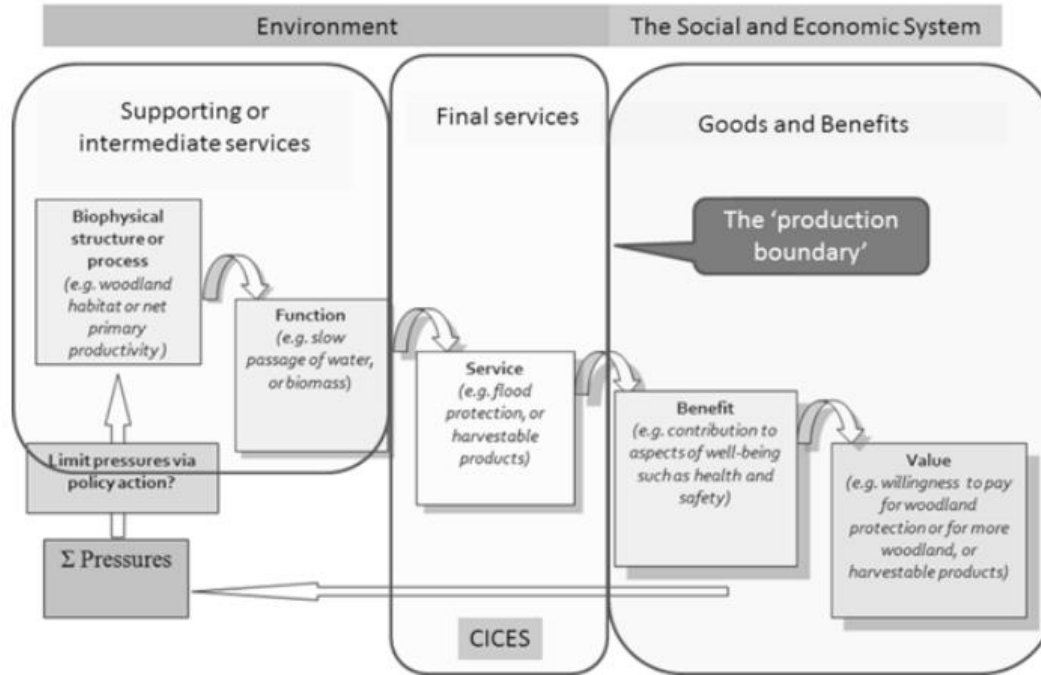
Exempel på kostnader och nyttor av en åtgärd

Nytta	Kostnad
Projektinterna nyttor	Projektinterna kostnader
Externa nyttor (ex miljö, sociala ...)	Externa kostnader (ex miljö, sociala...)

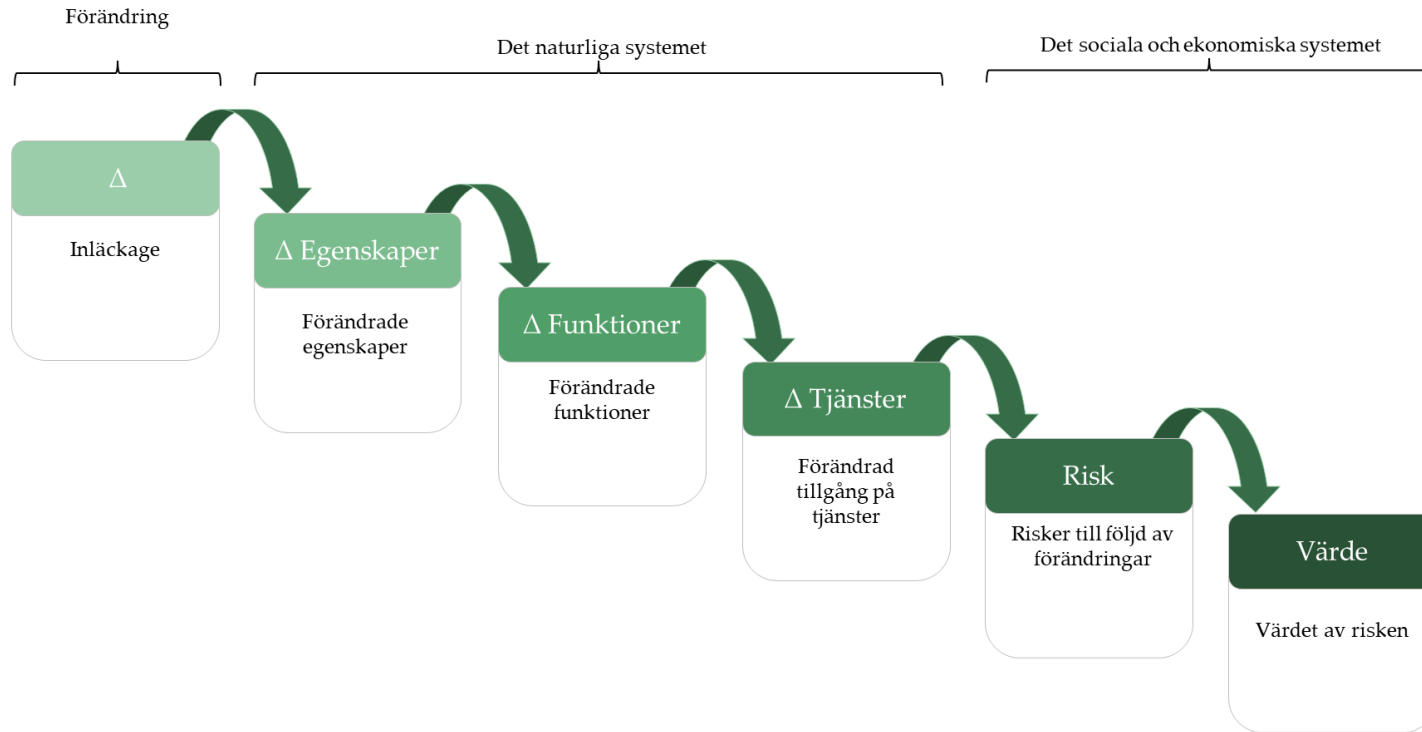
- Minskad risk för ersättning för sättnings-skadad fastighet
- Investeringskostnaden för att genomföra injektering
- Minskad risk för att en våtmark går från kolsänka till kolkälla
- Koldioxidutsläpp från tillverkning av injekteringsbruk

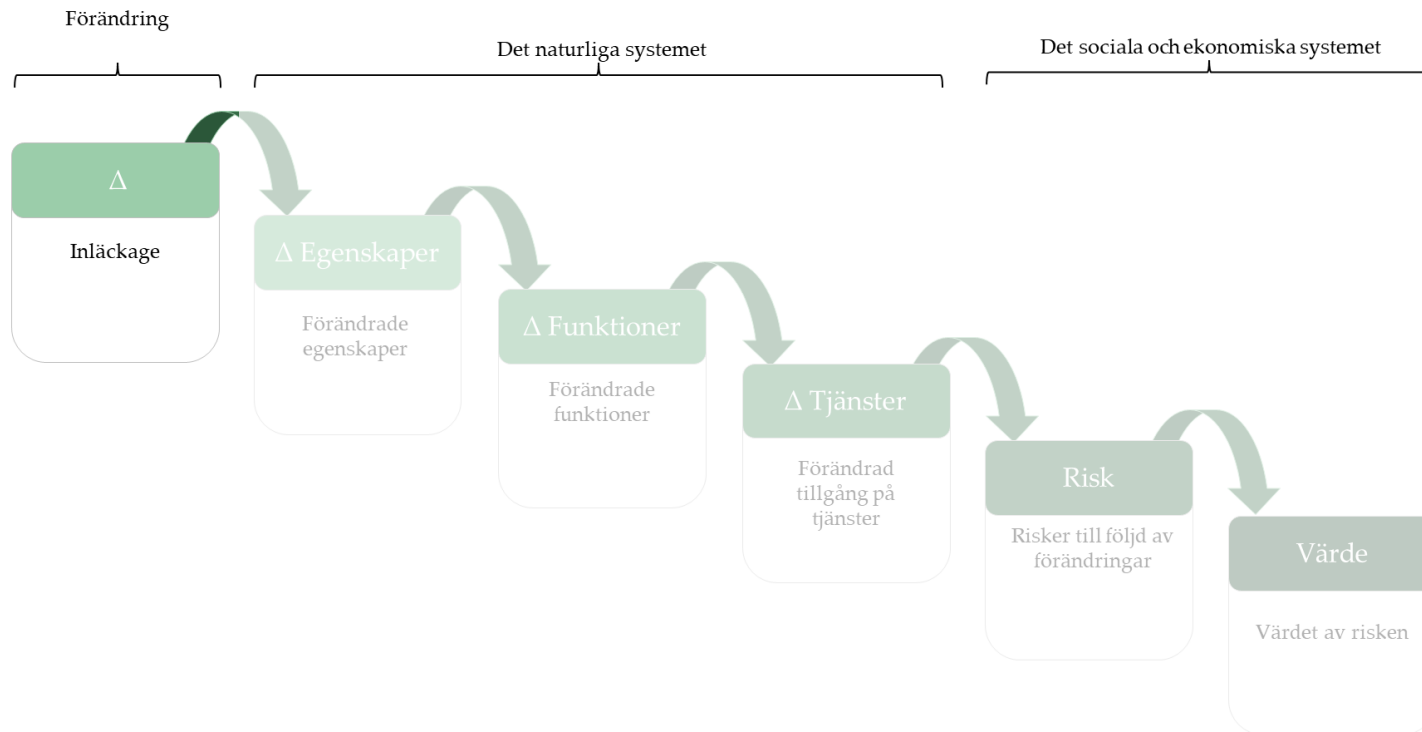


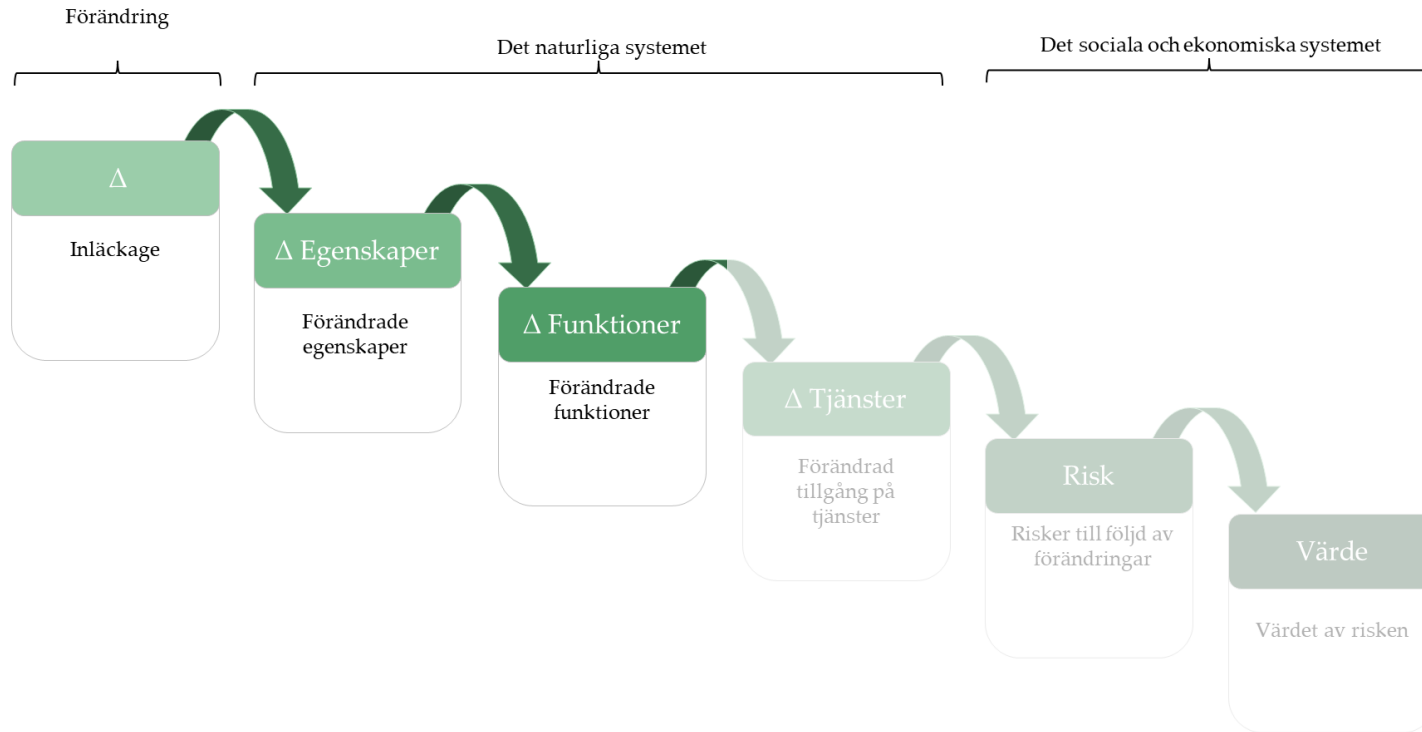
Vad kan ett inläckage av grundvatten generera för konsekvenser?

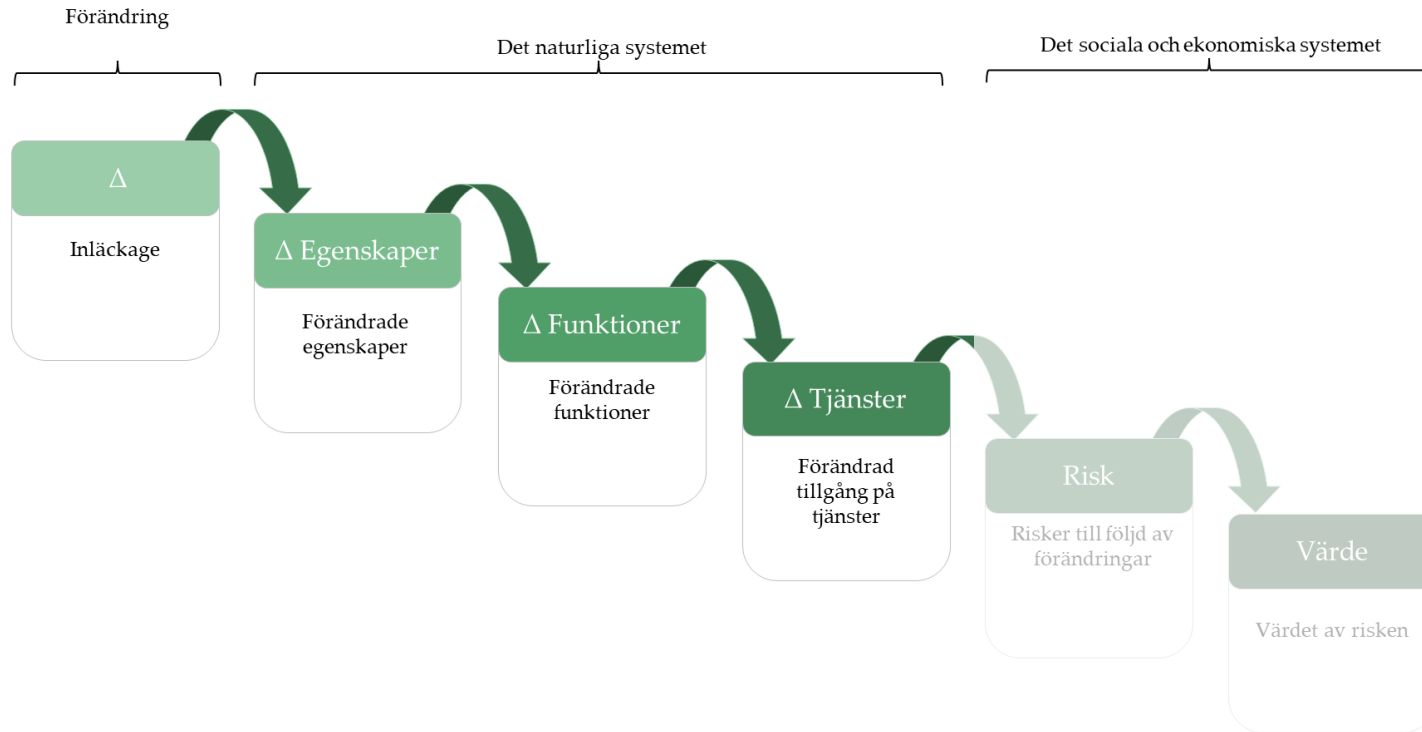


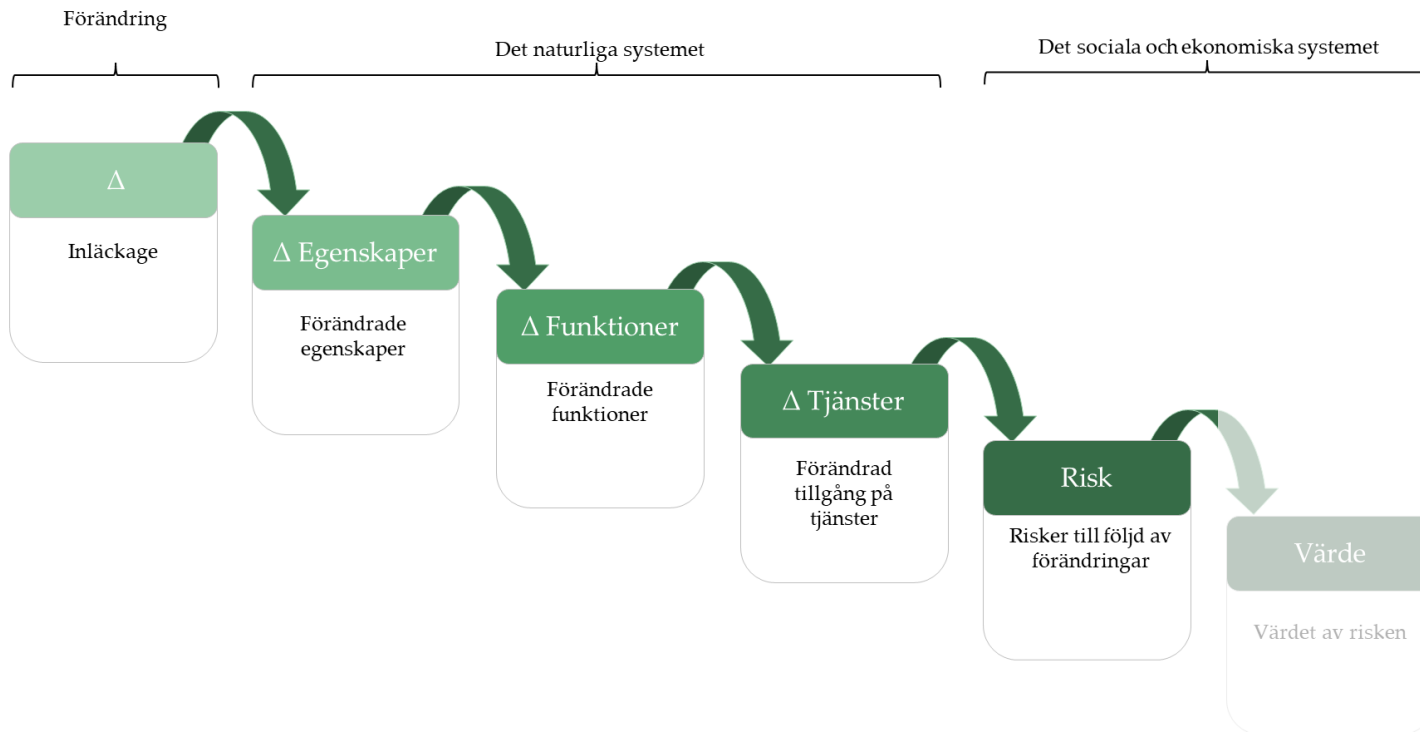
Haines-Young, R., & Potschin-Young, M. (2018). Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. *One Ecosystem*, 3, e27108.

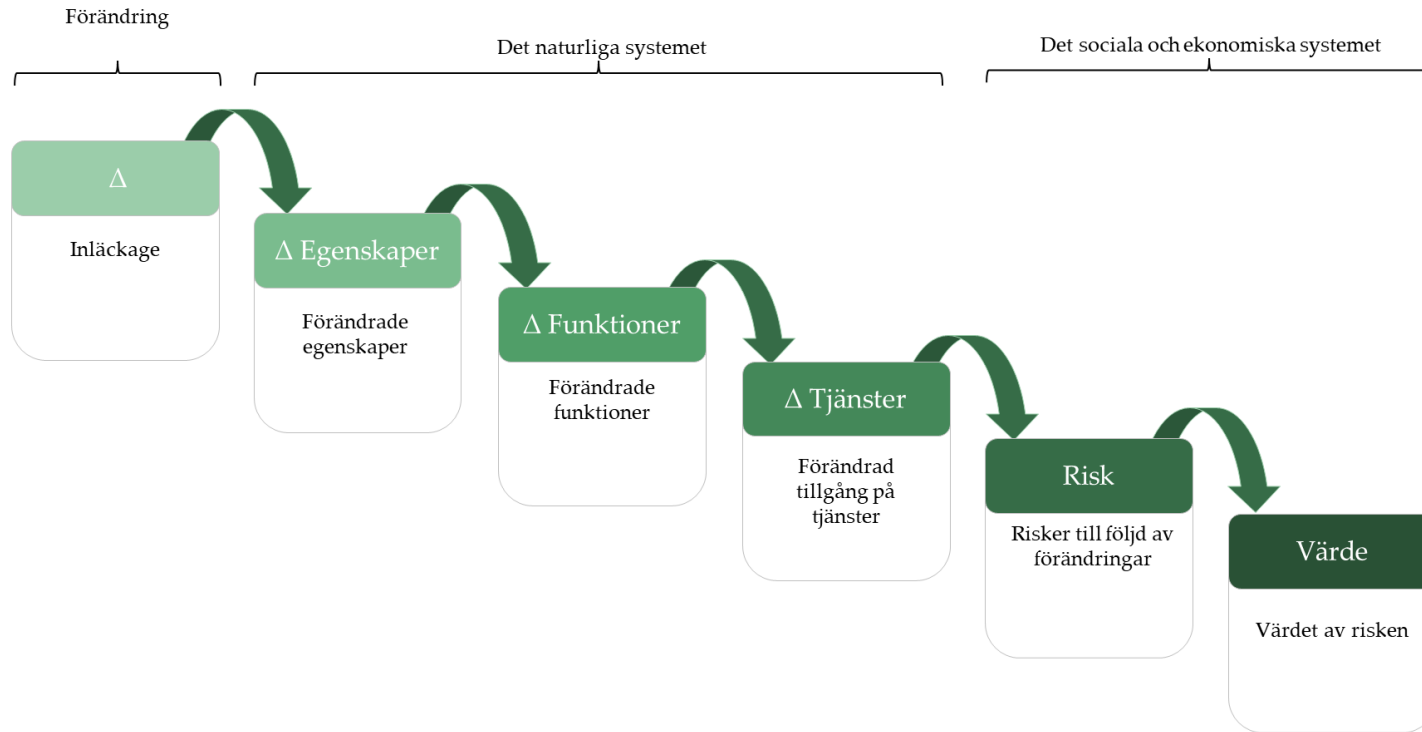




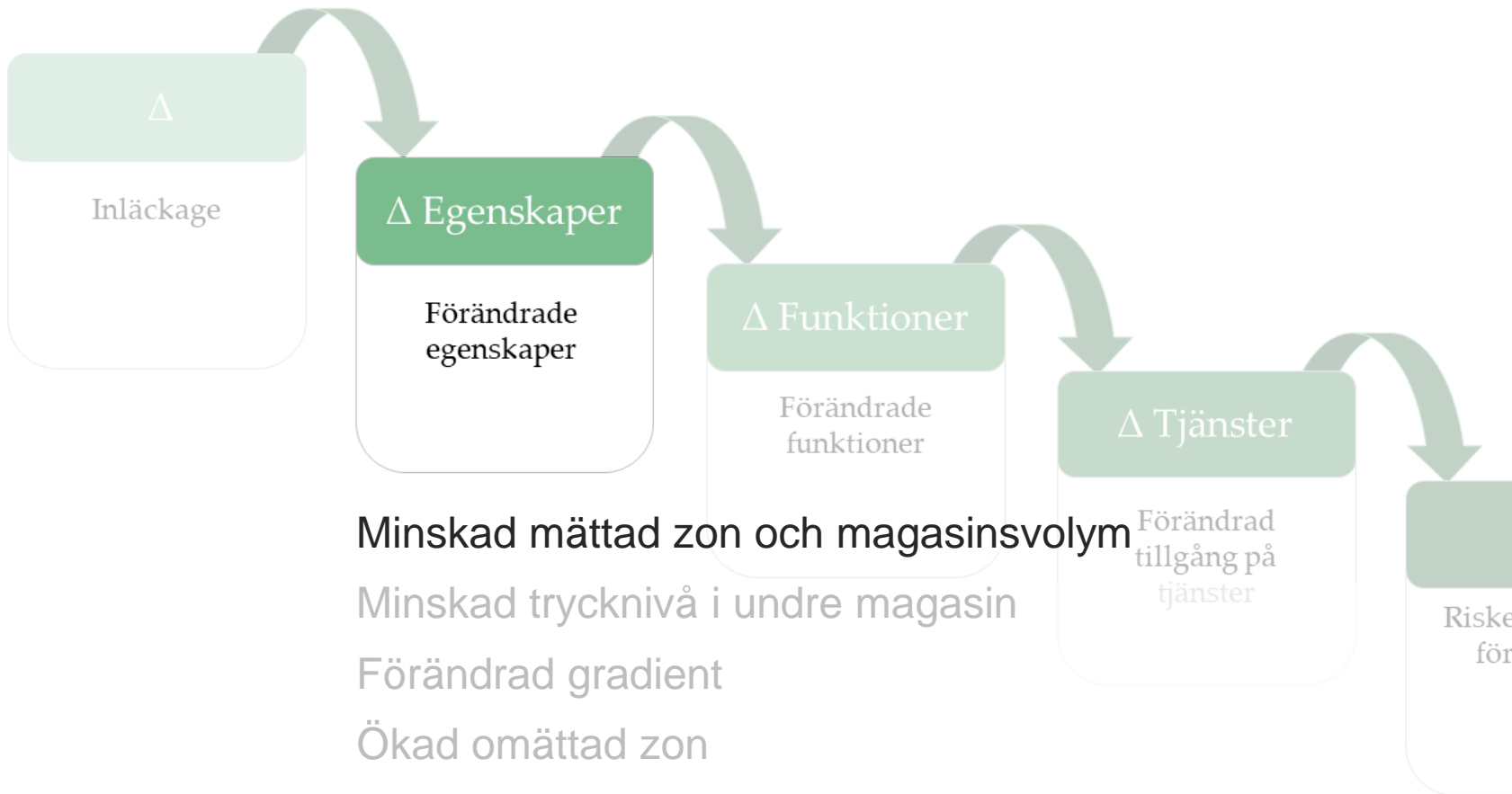


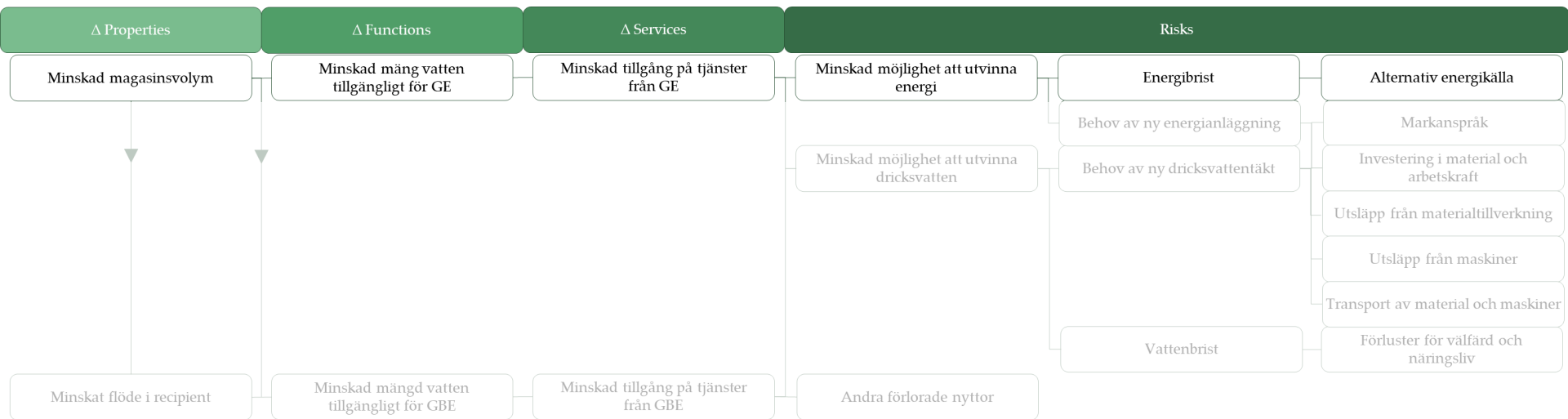


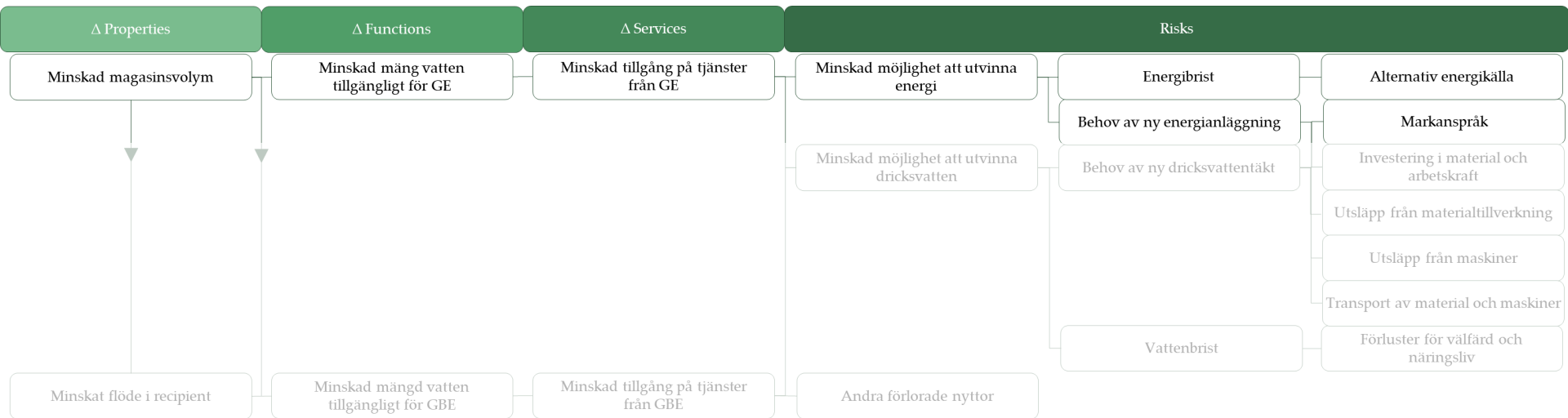


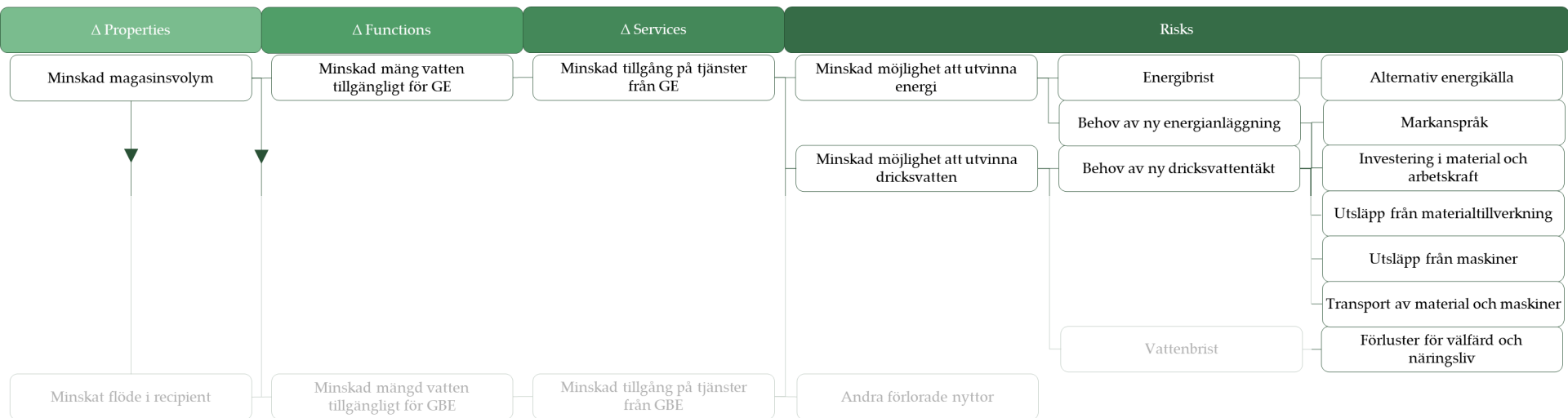


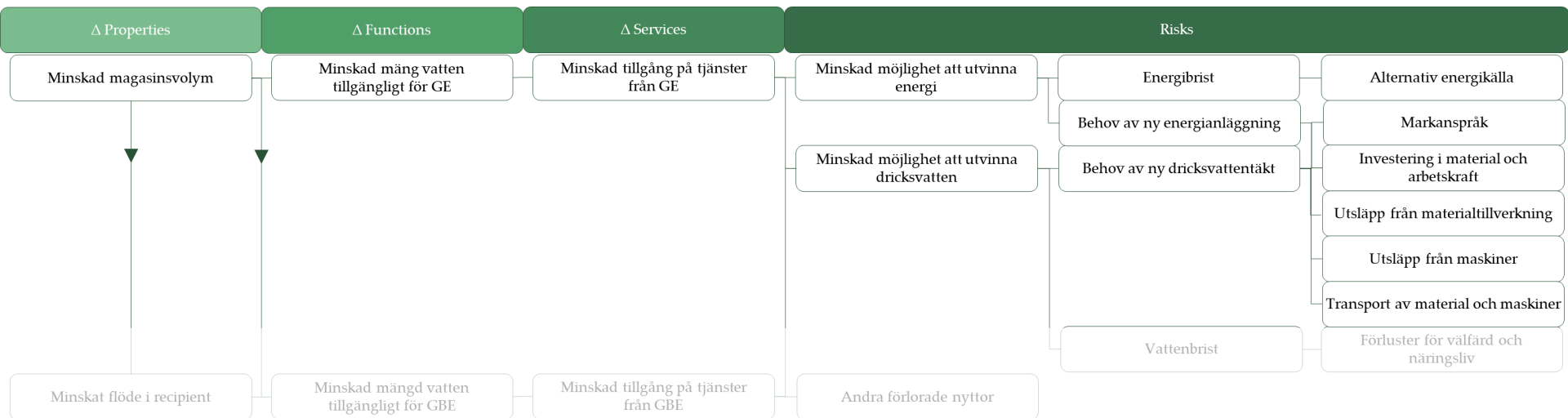


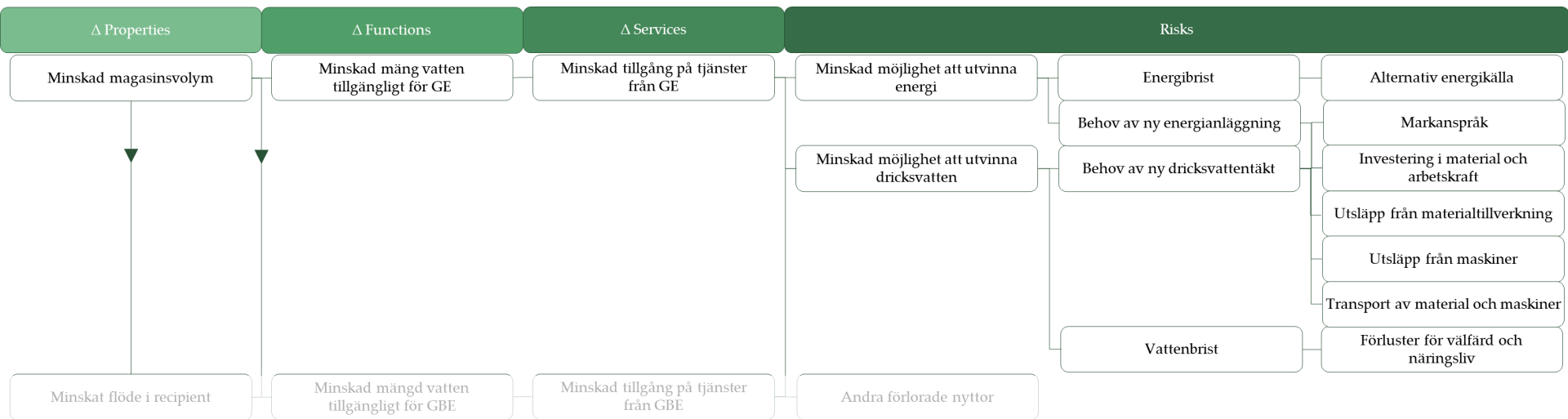


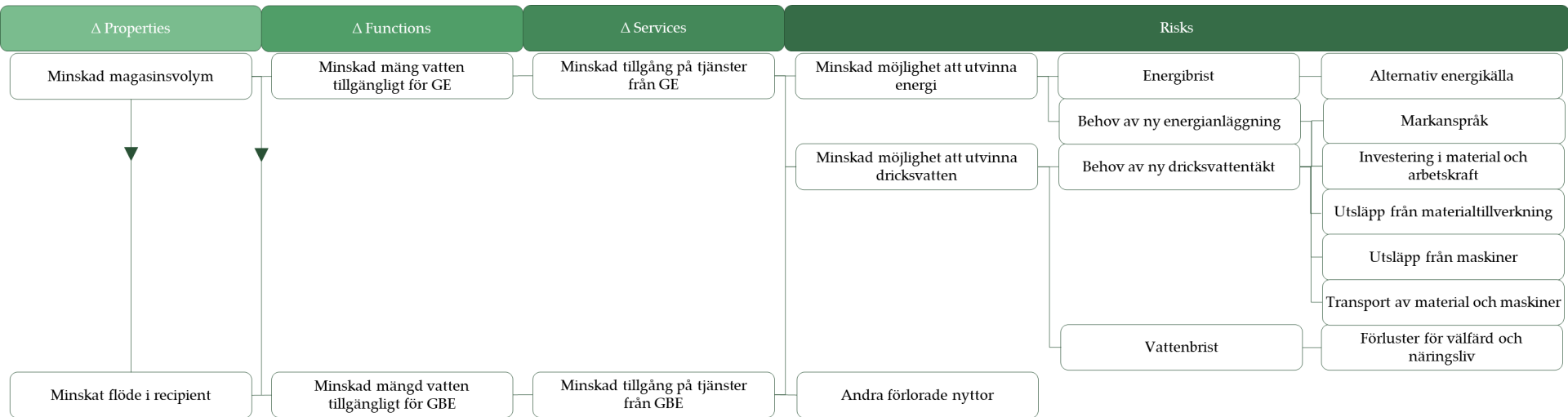










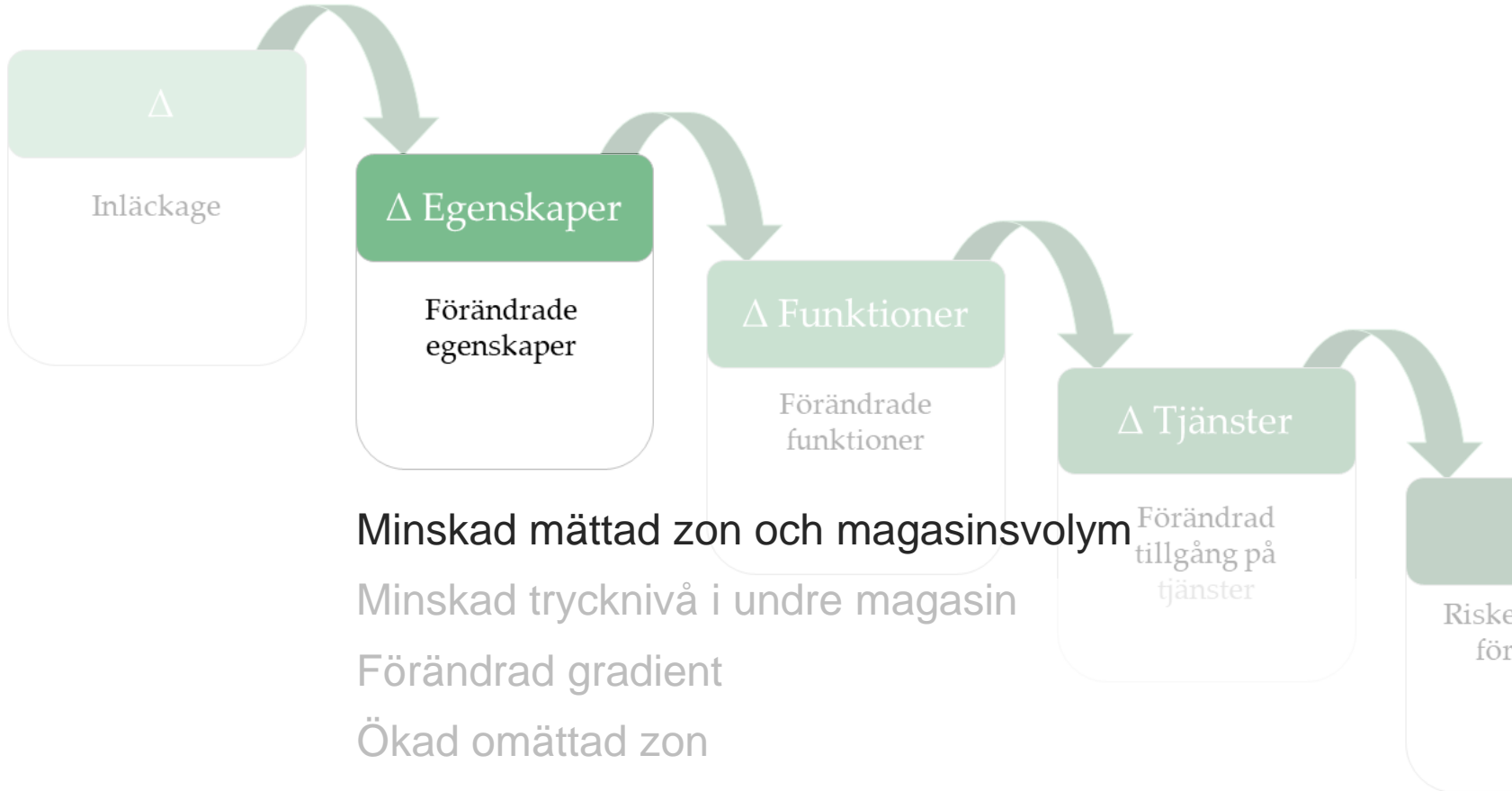


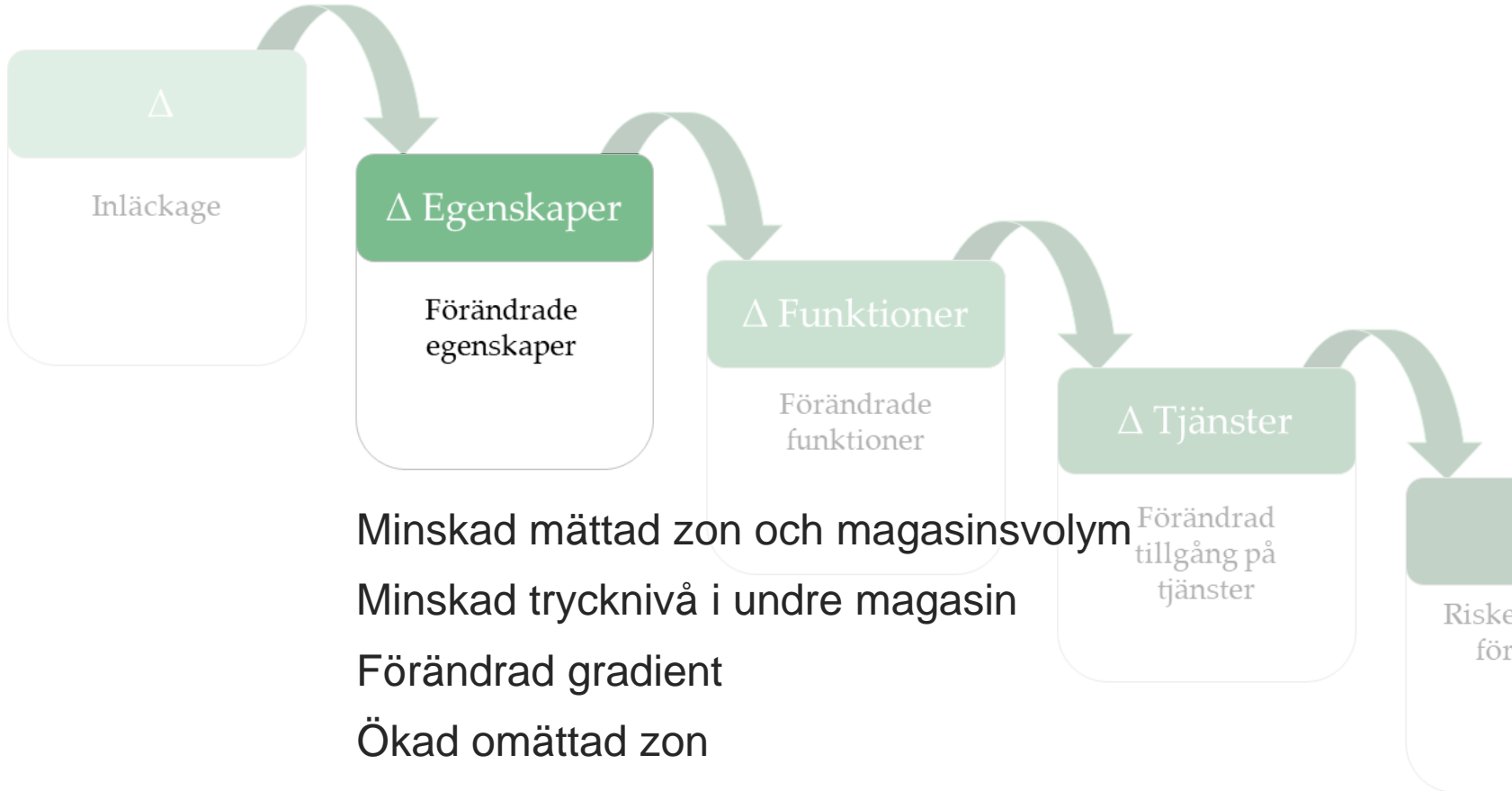
Grundvattensystem (GE)

- Akviferer kan fungera som kolkällor
- Akviferer utgör ett habitat för mikrober vilka bidrar med nyttor
 - Ex bidrar de till en bra vattenkvalitet genom biodegradering av föroreningar och patogener

Grundvattenberoende ekosystem (GBE)

- Binder kol (kolkällor)
- Habitat för djur och växter
- Vi kan skörda mat/material från dessa system (exempelvis fisk från vattendrag)
- Vi kan besöka dessa platser (turism, rekreation, skolutfläkter, vetenskapliga studier ...)
- Källor kan ha ett kulturellt/religiöst värde

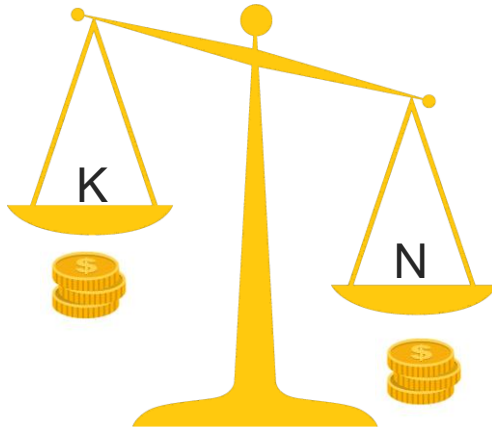


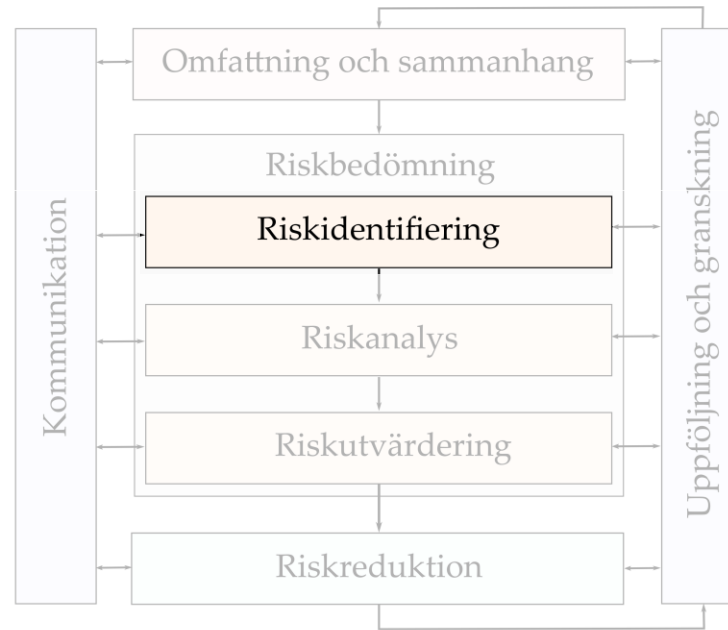


Risikutvärdering med kostnads-nyttanalys

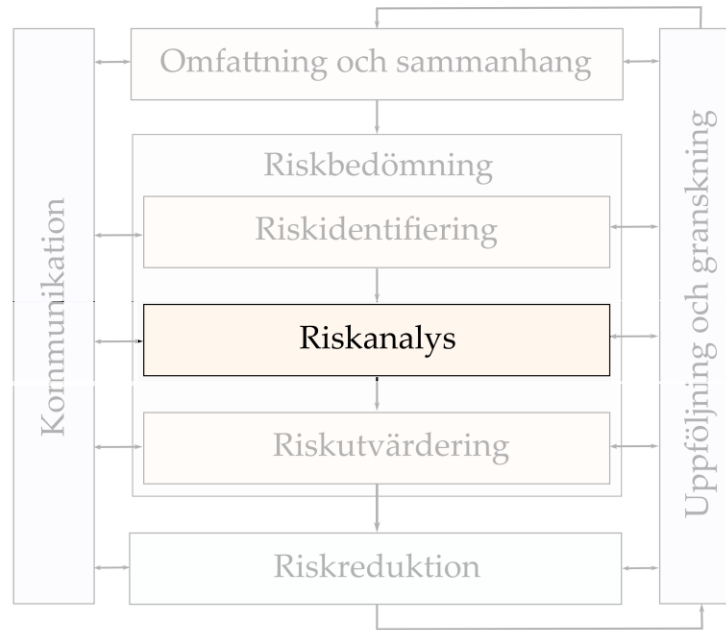
K= Kostnad = kostnaden att genomföra åtgärden

N= Nyttan = nyttan i form av minskad risk till följd av åtgärden

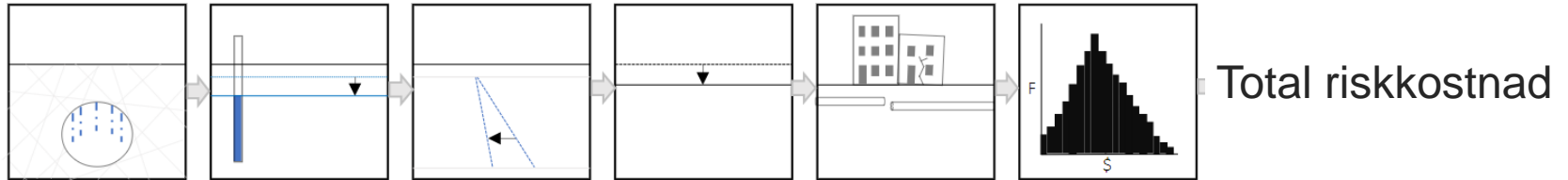




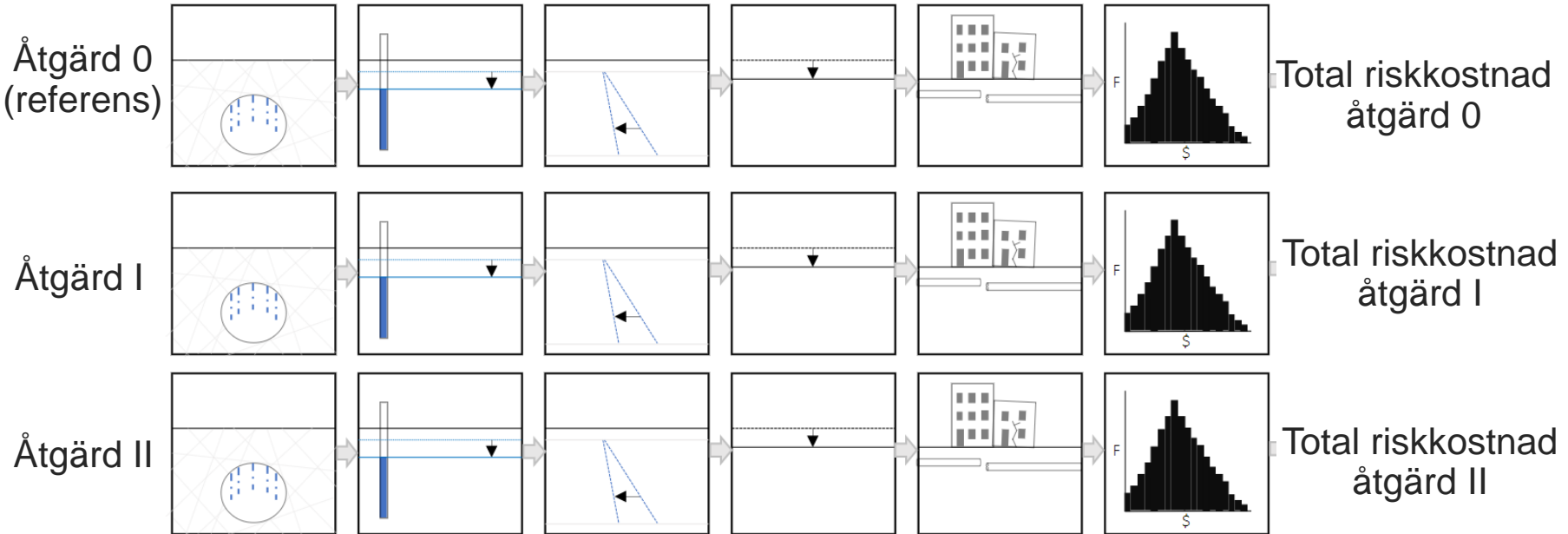
Vad kan ett inläckage av grundvatten generera för konsekvenser?



Kopplade modeller för riskanalys



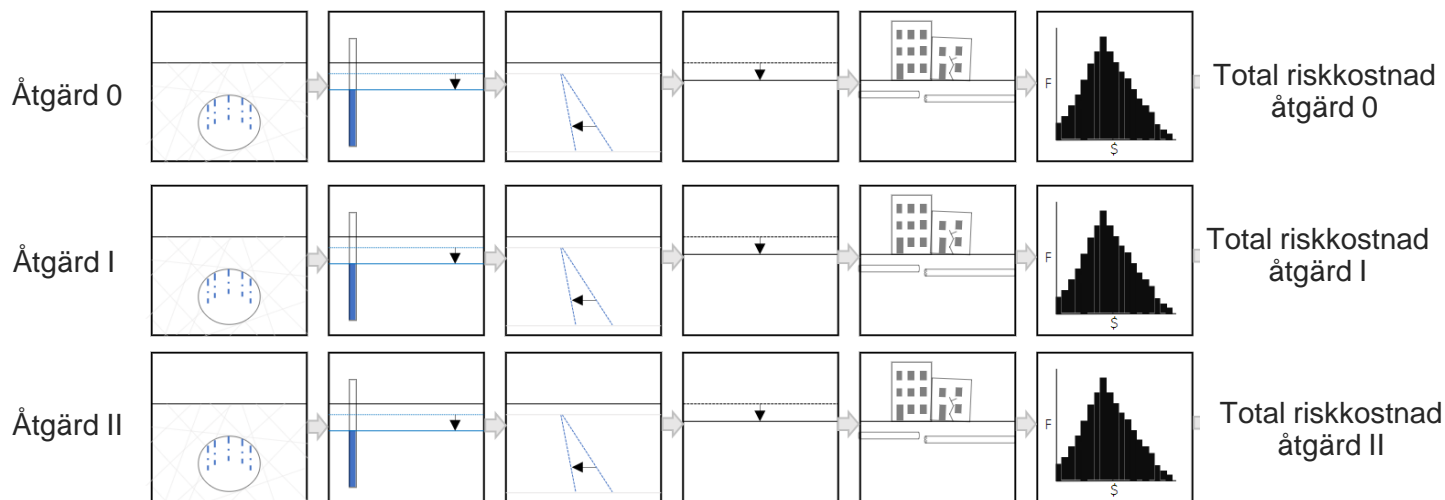
Beräkna riskkostnaden av olika åtgärder



Beräkna nyttan av olika åtgärder

$$\text{Nyttan}_I = \text{Riskkostnad}_0 - \text{riskkostnad}_I$$

$$\text{Nyttan}_{II} = \text{Riskkostnad}_0 - \text{riskkostnad}_{II}$$



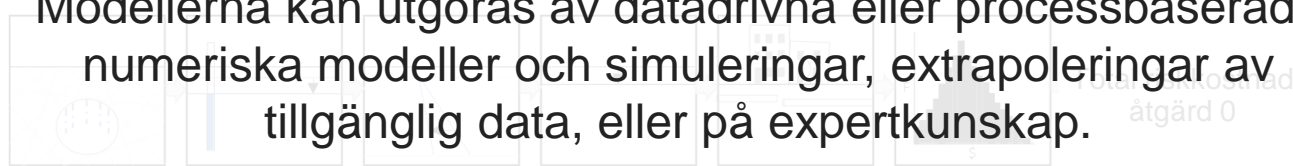
Beräkna nyttan av olika åtgärder

$$\text{Nyttan}_I = \text{Riskkostnad}_0 - \text{riskkostnad}_I$$

$$\text{Nyttan}_{II} = \text{Riskkostnad}_0 - \text{riskkostnad}_{II}$$

Modellerna kan utgöras av datadrivna eller processbaserade numeriska modeller och simuleringar, extrapoleringar av tillgänglig data, eller på expertkunskap.

Åtgärd 0



Åtgärd I

Hur modellerna byggs upp beror på flera faktorer såsom tidsmässiga och finansiella begränsningar, vilken data som finns tillgänglig, ambitionsnivå för projektet.

Åtgärd II

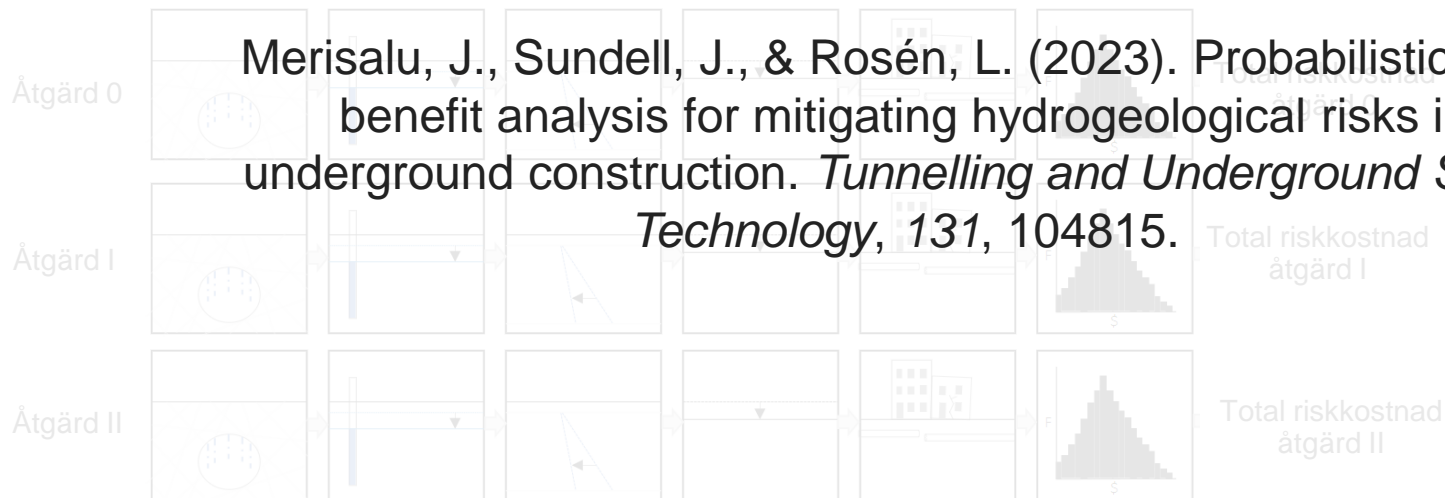


Beräkna nyttan av olika åtgärder

$$\text{Nyttan}_I = \text{Riskkostnad}_0 - \text{riskkostnad}_I$$

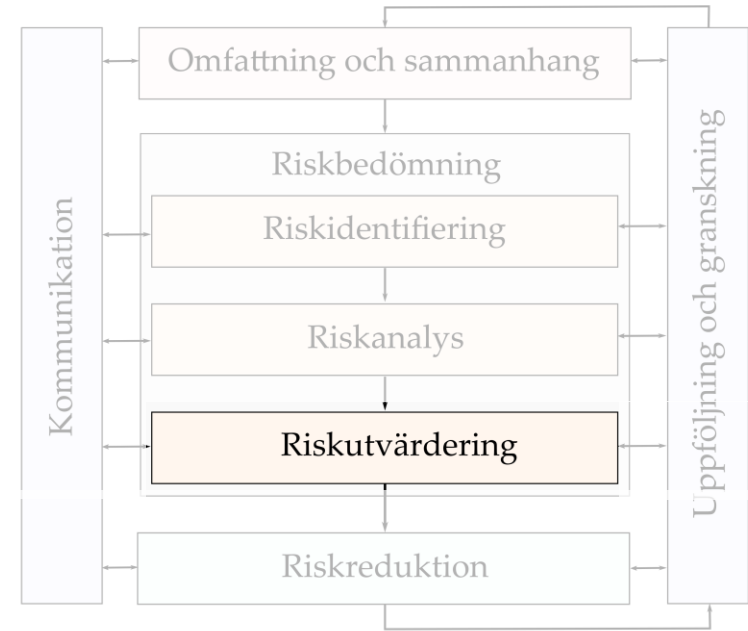
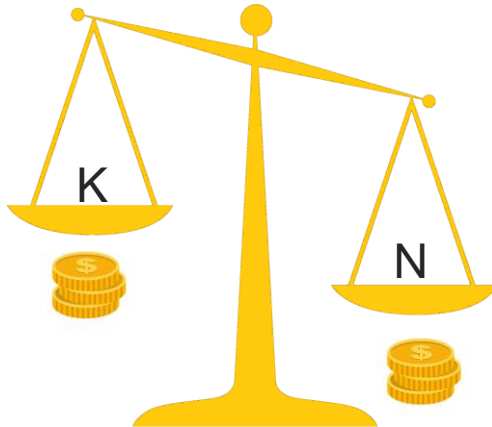
$$\text{Nyttan}_{II} = \text{Riskkostnad}_0 - \text{riskkostnad}_{II}$$

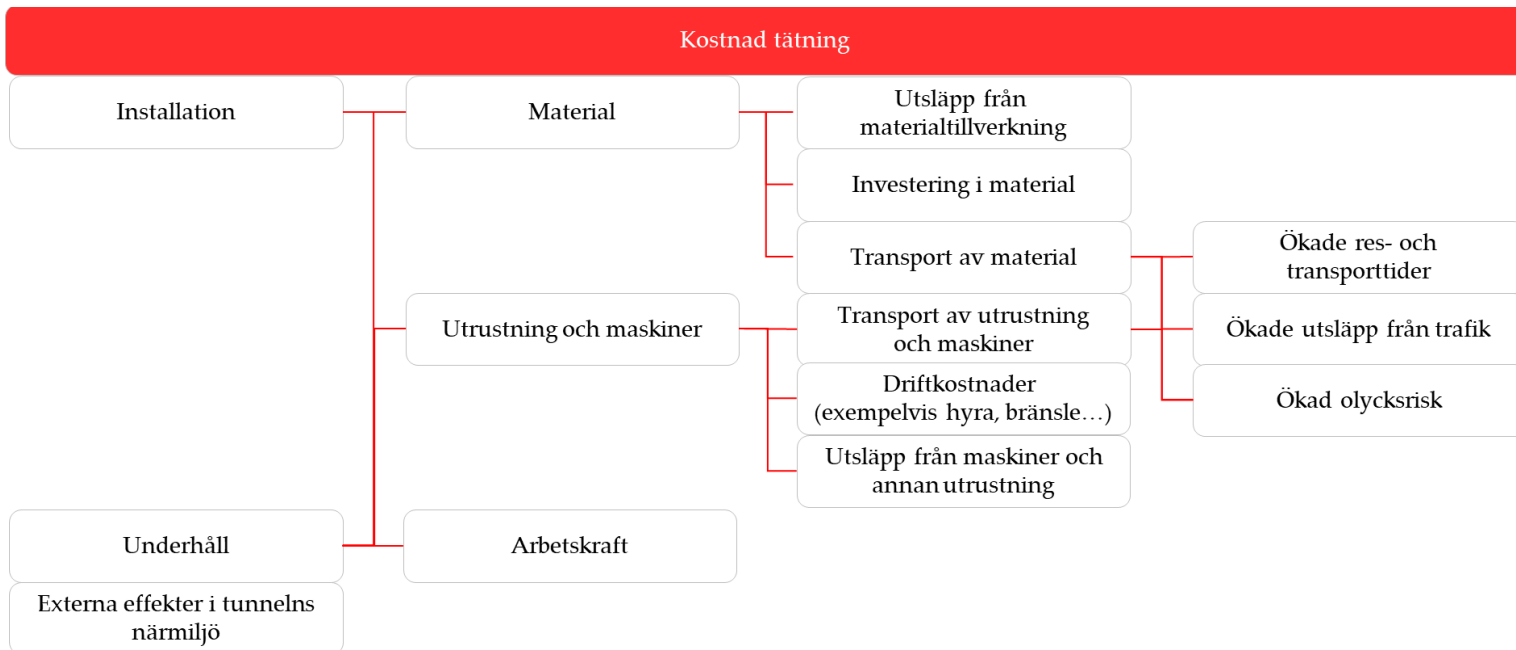
Merisalu, J., Sundell, J., & Rosén, L. (2023). Probabilistic cost-benefit analysis for mitigating hydrogeological risks in underground construction. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 131, 104815.



Riskutvärdering med kostnads-nyttoanalys

$$NNV_i = \sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} [N_{i,t}] - \sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} [K_{i,t}]$$







Tidpunkter för kostnads-nyttoanalyser

Planläggningsskede: väg/järnvägsplan

Systemhandlingsskede

Bygghandlingsskede: Förfrågningsunderlag, bygghandling, tillståndsansökan

Byggskede

Byggskede

Insamling av information och uppdatering av risk- och kostnads-nyttoanalyser

t_0

t_1

t_2

- t_0 Används av verksamhetsutövaren för att ta fram förslag på villkor inför tillståndsförhandlingen. Underlaget kan också användas av domstolen vid tillämpning av rimlighetsavvägningen (2 kap. 7§, MB) vid beslut om villkor.
- t_1 För att hitta den mest lönsamma åtgärden som uppfyller villkoren i tillståndsdomen.
- t_2 För att hitta den mest lönsamma åtgärden som uppfyller villkoren i tillståndsdomen när den preliminära designen inte fungerat som tänkt



Vad gör vi just nu i projektet?

- Arbetar med att publicera katalogerna för kostnads- och nytto(risker)poster för åtgärder
- Genomför två fallstudier (Västlänken och Ostlänken) där vi har identifierat kostnads- och nyttoposter och ställt upp en kvalitativ kostnads-nyttoanalys
- Vi har också ett sidospår där vi jobbar med hydrogeologisk modellering och utvärdering av osäkerheter i den geologiska modellen. Här jobbar vi med geostatistik då främst MPS (multiple point statistics), men även mer traditionella metoder såsom Kriging och TPROGS.

Vad ska vi syssla med framåt i projektet?

- Genomföra en kvantitativ kostnads-nyttoanalys för de två fallstudierna.



CHALMERS