

Bilaga B – Metod och teoretisk bakgrund

KNA

1 Bakgrund

Stranderosion kan betraktas mer som ett kontinuerligt förlopp över tid snarare än som en plötslig skadehändelse. Stranderosion (och ackumulation, ansamling och påbyggnad av stränder) har därför tagits hänsyn till i beräkningarna som kontinuerliga markförändringar varje år.

Skadekostnader har beräknats på två sett:

1. Markförluster som sker på grund av erosion ger upphov till skador på hus i området, vilket förenklat antas innebära förlust av hus och husvärdet.
2. Med hjälp av det genomsnittliga markvärdet i Trelleborgs kommun, kunde skadekostnaden för området beräknas. Se Tabell 1-1 **Fel! Ogiltig självreferens i bokmärke.** för sammanfattning av delmoment.

Tabell 1-1. Beskrivning av delmomenten i erosionsmodellen.

Delmoment	Hantering av delmomentet för skadehändelsen erosion
1. Återkomsttider och frekvenser	<i>Antas vara ett kontinuerligt förlopp</i>
2. Konsekvenser	<i>Uppskattning av årlig erosionshastighet (SGI, 2021b) samt drabbad strandlängd</i>
3. Skadekostnader	<i>Genomsnittligt markvärde per kvadratmeter (SCB, 2021a), (SCB, 2021b), (Skatteverket, 2021)</i>
4. Klimatförändringar	<i>Uppskattning av erosion utifrån havsnivåförändringar till år 2070 (SGI, 2021b)</i>

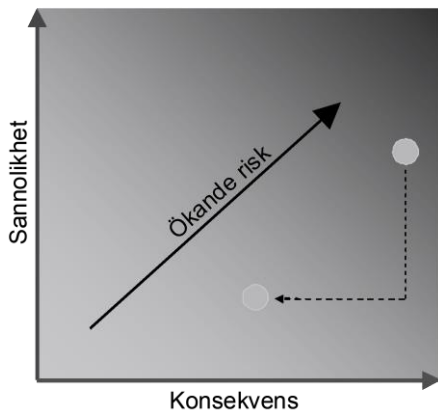
2 Riskbegreppet och skadekostnad

Riskkostnad är den samhällsekonomiska risk som kan förknippas med en viss riskhändelse. Vidare i denna rapport används begreppet (förväntad) *skadekostnad* i stället för *riskkostnad* och avser detsamma.

Den förväntade skadekostnaden beräknas som en funktion av sannolikheten för att händelsen skall inträffa och dess negativa ekonomiska konsekvenser. I den aktuella utredningen kommer erosion och efterföljande skador att inträffa (sannolikheten varje år för en viss erosion är därmed '1'). Den förväntade skadekostnaden är därmed väntevärdet av konsekvensen och kan också benämnas den förväntade konsekvenskostnaden. Sammanvägningen av sannolikhet för en negativ händelse och konsekvenskostnad beskrivs principiellt i Figur 2-1.

Förväntade skadekostnader kan reduceras genom *förebyggande åtgärder*, som syftar till att förhindra att händelsen uppstår (det vill säga minskad sannolikhet

att händelsen inträffar), eller genom *skadebegränsande åtgärder*, som syftar till att mildra konsekvenserna av händelsen.



Figur 2-1. Principen för sammanvägning av sannolikhet och konsekvens. Risk kan reduceras genom att reducera en händelses sannolikhet att inträffa och/eller reducera dess konsekvens, se prickar.

Syftet med att genomföra förebyggande och/eller skadebegränsande åtgärder är att minska, eller helst eliminera, riskerna (de förväntade skadekostnaderna) för att negativa konsekvenser ska uppstå. Det ekonomiska värdet av de minskade riskerna som åstadkoms till följd av en åtgärd betraktas därvid som ekonomiska *nyttor* till följd av åtgärden.

Hur stora kostnaderna, och därmed den ekonomiska risken (förväntade skadekostnaden), blir beror på händelsens utbredning. Olika utbredningar uppstår med olika sannolikhet. För att kunna beräkna en *total riskkostnad* (*förväntad skadekostnad*) måste därför en summering göras över alla utbredningar (riskhändelser) som är möjliga. Den totala ekonomiska risken (förväntade skadekostnaden) beräknas som:

$$R_{Tot} = E[C_I] = \sum_{i=1}^I C_i \times A_i$$

där C_i är skadekostnaden per drabbad yta (kr/m^2) till följd av en händelse (i), A_i är den drabbade ytan av händelsen. Risken är således väntevärdet för skadekostnaden, $E[C_I]$ av samtliga händelser (I). Detta ger därmed den totala risken för ett specifikt tidssteg, exempelvis 1 år. För erosion innebär en händelse den eroderade ytan för en specifik strand under ett givet år alternativt drabbade hus under ett givet år.

För varje studieområde kan en total förväntad skadekostnad (riskkostnad) beräknas för en vald tidshorisont, exempelvis ett antal år:

$$R_T = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} (R_{tot,t})$$

där R_T är den totala risken för den valda tidshorisonten T (angivet i antal år t) och r är den valda diskonteringsräntan. Diskontering är beskriven i mer detalj i

avsnitt **Fel! Hittar inte referenskälla..**

3 Ekonomisk värdering

Om en konsekvens (kostnad) inträffar med en viss sannolikhet finns två huvudansatser för att ekonomiskt värdera den resulterande riskförändringen: riskvärdering *ex post* eller riskvärdering *ex ante*.

En riskvärdering *ex post* utgår från en deterministisk värdering av konsekvensen, dvs. konsekvensen värderas som om den faktiskt har inträffat. Värderingen görs sedan probabilistisk genom en multiplikation med sannolikheten för att konsekvensen inträffar. Ett vanligt exempel på värdering *ex post* av exempelvis översvämningsrisker är att basera konsekvensvärderingen på uppgifter om faktiska skadekostnader som uppstått tidigare i form av ersättning som betalats av försäkringsbolag.

Riskvärdering *ex post* används ofta, men en viktig svaghet med denna är att den inte tar hänsyn till vilka ekonomiska avvägningar med avseende på risk som individer väljer att göra eller är beredda att göra. Den gängse utgångspunkten i ekonomisk teori är individualistisk, vilket innebär att en ekonomisk värdering bör ta hänsyn till att villigheten till avvägningar med avseende på risk kan variera mellan olika individer. Variationen kan bero dels på vilken typ av risk det är fråga om, dels på individernas preferenser med avseende på risk. Vid riskvärdering *ex ante* går det till skillnad från vid riskvärdering *ex post* att beakta detta.

Värdering *ex ante* utgår från de val individer gör med avseende på risken för en viss konsekvens innan de vet om denna konsekvens faktiskt uppstår eller inte. Detta innebär att man vanligen försöker undersöka individers maximala betalningsvilja för att undvika konsekvenser som inträffar med en viss sannolikhet innan de vet om dessa verkligen kommer att inträffa eller inte, dvs. deras s.k. optionspris. Det framhålls ofta att riskvärdering *ex ante* är mer tillfredsställande eftersom hänsyn då tas till individens preferenser med avseende på olika typer av risksituationer.

I denna analys har riskvärdering *ex post* tillämpats och konsekvenserna har värderats genom att uppskatta kostnader som uppstår i samhället. Betalningsviljestudier för att kunna värdera risker *ex ante* har inte varit möjliga att genomföra inom ramen för denna utredning. Riskvärderingen tar därmed inte hänsyn till människors riskpreferenser och ger således inte en värdering av människors fulla betalningsvilja att undvika de här studerade skadehändelserna.

4 Osäkerhetsanalys

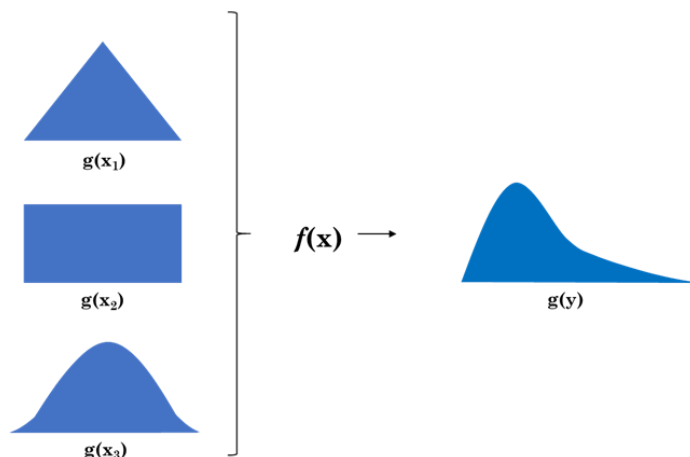
En modell innehåller förenklingar och osäkerheter jämfört med den verklighet modellen försöker efterlikna. I modellens som tagits fram i detta uppdrag finns det många och betydande osäkerheter, dessa kan delas upp i parameterosäkerheter och modellosäkerheter.

Även naturliga variationer ger upphov till stora osäkerheter i riskkostnaderna, de behandlas inte vidare i detta avsnitt.

4.1 Parameterosäkerhet

Vid samhällsekonomiska analyser finns ofta osäkerheter kring dess ingående variabler, parameterosäkerheter, som till exempel vad en faktisk anläggningskostnad kan komma att uppgå till, hur stort värdet är för en byggnad, hur stor sannolikheten är för att ett skred skall inträffa eller hur stor effekt som en åtgärd kommer att medföra.

Genom att representera osäkerheter i analysens ingångsvariabler med osäkerhetsfördelningar kan man beräkna utgångsvariabelns kombinerade osäkerhet, via t.ex. Monte Carlo-simulering (Figur 4-1). Det är en metod som baseras på ett slumpmässigt urval av värden från respektive ingångsvariabelns fördelning ett visst antal gånger (iterationer). Dessutom möjliggör också detta arbetssätt att känslighetsanalyser kan utföras för att utvärdera hur stor påverkan respektive ingångsvariabel har på resultatvariabelns (exempelvis riskkostnadens) osäkerhet.



Figur 4-1. Konceptuell illustration av Monte Carlo-simulering, där osäkerheter i ingångsvariablerna ($x_1 - 3$) skapar en kombinerad osäkerhetsfördelning för utgångsvariabeln (y)

Exempel på känslighetsanalys som kan användas för att utvärdera parameterosäkerheter är bland annat en Spearman rank korrelation. Metoden visar korrelationen mellan en förändring i ingångsvariablernas värde och resultatets sammantagna värde på en skala från 0 till |1|. 0 innebär att ingångsvariabeln inte har någon inverkan på resultatets osäkerheter och |1| innebär att resultatets osäkerhetsintervall är direkt beroende av variabelns värde. Ett positivt värde innebär att resultatets värde ökar med ett ökat värde på ingångsvariabeln och ett negativt värde innebär att resultatets värde minskar med ökat värde på ingångsvariabeln.

I denna utredning har Monte Carlo-simuleringar utförts i Excel, med hjälp av plug-in programmet @Risk, för 1000 iterationer, där ingångsvariablernas respektive fördelningar för husens värde i området har baserats på spridningen i försäljningspriserna som finns att tillgå på Hemnet. Dessa har antagits med en lognormalfördelning.

4.2 Modellosäkerhet

Osäkerheter finns också vad gäller de modeller som används och dess förmåga att representera verkligheten. Det kan exempelvis vara osäkerheter kring vilken statistisk fördelningsmodell som är lämplig att använda för att beskriva en variabels osäkerhet. Begränsade analyser av modellosäkerheter har gjorts i denna utredning med avseende på valet av diskonteringsränta och skadekostnader beräknat med markvärde istället för huspriser.

5 Diskontering och tidshorisont

Diskontering är ett begrepp som används vid alla samhällsekonomiska beräkningar. Det innebär en omräkning med hjälp av en räntesats för att ta hänsyn till att nyttor och kostnader inträffar vid skilda tidpunkter och därför inte

kan jämföras direkt med varandra. En diskonteringsränta används för att räkna om alla nyttor och kostnader till ett nuvärde.

Diskontering är en omdebatterad metod, eftersom kostnaderna för åtgärder som syftar till att åstadkomma exempelvis en klimatanpassning ofta inträffar före nyttorna som åtgärderna leder till. I en nuvärdesberäkning tenderar detta att leda till att nyttorna väger lättare än kostnaderna. Allmänt gäller att ju högre diskonteringsränta och ju längre fram i tiden en konsekvens inträffar desto lägre blir dess nuvärde. Om diskonteringsräntan däremot är noll värderas framtida kostnader och nyttor lika högt som dagens kostnader och nyttor.

Diskontering i samhällsekonomiska kalkyler av klimatåtgärder diskuteras ingående av exempelvis Naturvårdsverket (Söderqvist, 2006). Där beskrivs hur det kan vara rimligt att använda räntesatser nära marknadsräntan för kortare tidsperioder, medan det kan vara försvarbart att använda lägre räntesatser för längre tidsperioder som berör flera generationer. Med utgångspunkt i The Green Book (HM Treasury, 2022) kan det antas att tidsperioder som är längre än 30 år berör flera generationer.

För samhällsekonomiska kalkyler inom transportområdet rekommenderar (Trafikverket, 2020) en räntesats på 3,5 %. Denna räntesats baseras på studier av marknadsräntor.

För samhällsekonomiska kalkyler av åtgärder som berör flera generationer av människor argumenteras ofta att räntesatsen bör sättas utifrån en etisk utgångspunkt för att inte diskriminera framtida generationer i förhållande till dagens generation och utifrån prognoser om den framtida ekonomiska utvecklingen. Detta förhållningssätt tenderar att leda till lägre diskonteringsräntor. Ett exempel på detta är rekommendationerna i den s.k. Stern-rapporten (Stern, 2006), som utvärderar samhällsekonomiska effekter av klimatförändringar. Stern-rapporten har fått ett mycket stort genomslag i klimatdebatten och föreslår en diskonteringsränta på 1,4 % för samhällsekonomiska kalkyler rörande klimateffekter och åtgärder mot klimatförändringar.

Valet av diskonteringsränta kan påtagligt påverka utfallet i en kostnads-nyttoanalys, såväl vad gäller nettonuvärdets absoluta storlek, men i vissa fall också rangordningen av alternativ. Vilken räntesats som väljs grundas i vilken grundläggande syn som beslutsfattandet utgår ifrån. Vid genomförandet av en kostnads-nyttoanalys kan det vara svårt att avgöra vilken räntesats som är lämplig. I sådana fall är det lämpligt att genomföra kostnads-nyttoanalysen med olika diskonteringsräntor och undersöka hur slutresultatet varierar med valet av räntesats. Med en högre diskonteringsränta värderas framtida nyttor och kostnader lägre och vice versa.

I detta arbete har inte någon fast räntesats valts, eftersom detta slutligen är upp till beslutsfattaren att avgöra. I modellerna har räntesatserna 3,5 % och 1,4 % valts, baserat på Trafikverkets ASEK-värden respektive Stern-rapporten, se ovan.

Tidshorisonten är givetvis också av stor betydelse. Sweco har i flera utredningar valt att använda tidshorisonten 100 år alternativt perioden från innevarande år till år 2100. Detta med hänsyn till tillgänglig information och tillförlitlighet i det statistiska underlaget och modellberäkningar för skadehändelsernas återkomsttider. En annan viktig aspekt i valet av tidshorisont är livslängden på fastigheter och anläggningar inom det studerade området. Exempelvis kan en nyproducerad fastighet i dag förväntas finnas kvar i minst 100 år. Det finns därmed skäl att ha en tidshorisont som sträcker sig i storleksordningen 100 år eller mera.

I analyserna antas vanligen att förhållanden rörande bebyggelse, markanvändning, samhällsfunktioner, mm är konstant under den valda tidshorizonten. Det är dock fullt möjligt att i modellen justera flödet av nyttor och kostnader över tid, med hänsyn till exempel till förväntad samhällsutveckling i form av bostadsbebyggelse, trafikflöden, etc.

Vid en lägre diskonteringsränta kan tidshorisontens längd ha stor inverkan på analysens utfall. I detta arbete har år 2070 valts som bortre tidshorisont.

6 Referenser

- Hieronymus et al, K. (den 28 01 2020). *Sea-level rise projections for Sweden based on the new IPCC special report: The ocean and cryosphere in a changing climate*. Hämtat från <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01313-8>
- HM Treasury. (2022). *The Green Book - Central government guidance on appraisal and evaluation*.
- SCB. (2021a). *Taxeringsvärden per kommun 2020*.
- SCB. (2021b). *Kvadratkilometer per kommun*.
- SGL. (2020). *PM Stranderosion*. 2020-05-29.
- SGL. (2021b). *Erosionshastigheter arbetsmaterial*.
- SGL. (2021c). Final_dataset slutversion_ba_ANTAL_och_Byggnadsarealer_och_erosion_RI_Jvg_korrekt.
- Skatteverket. (den 23 03 2021). *Taxeringsvärde*. Hämtat från <https://www4.skatteverket.se/rattsligvagledning/edition/2021.5/3438.htm#h-Taxeringsvardet-ska-motsvara-75-procent-av-marknadsvardet>
- SMHI. (den 12 05 2020). *Havsnivåhöjning efter 2100*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/havsnivahojning-efter-2100-1.165465>
- Stern. (2006). *The Economics of Climate Change - the Stern Review*. Cambridge University press, Cambridge: Cabinet Office, HM Treasury.
- Sweco. (2021). *Översiktlig nationell riskkostnadsanalys av ras och skred, översvämningar och erosion*.
- Söderqvist. (2006). *Diskontering i samhällsekonomiska analyser av klimatåtgärder*. Naturvårdsverket.
- Trafikverket. (2020). *ASEK 7.0*. Trafikverket.