



# Naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning

I vilken utsträckning tillämpas dessa av kommuner i Sverige?

---

Astrid Ekström & Lukas Grahn

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Landskapsingenjörsprogrammet - Uppsala  
Uppsala 2024



## Naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning. I vilken utsträckning tillämpas dessa av kommuner i Sverige?

*Nature based solutions as a tool for mitigating the effect of rock fall, landslides, erosion and flooding. To what extent do Swedish municipalities use these solutions?*

Astrid Ekström & Lukas Grahn

**Handledare:** Roger Elg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land  
**Examinator:** Göran Thor, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi  
**Bitr examinator:** Helena Nordh, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i landskapsarkitektur  
**Kurskod:** EX1004  
**Program/utbildning:** Landskapsingenjörsprogrammet - Uppsala  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för stad och land  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2024  
**Omslagsbild** Foto: Astrid Ekström  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.  
**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Vegetation, klimatanpassning, markstabilisering, riskområde, ingenjörbiologi

### Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för stad och land  
Avdelningen för landskapsarkitektur

## Sammanfattning

Klimatförändringarna förväntas förvärra processerna med ras, skred, erosion och översvämning. Detta riskerar i sin tur att påverka människors hälsa, infrastruktur, samhällsviktiga funktioner, natur- och kulturvärden med stora ekologiska, sociala och ekonomiska konsekvenser som följd. I det här sammanhanget har vegetation som naturbaserad lösning potential att minska konsekvenserna i en del av dessa fall. Studien syftar till att undersöka hur kommuner arbetar med naturbaserade lösningar för att minska påverkan från ras, skred, erosion och översvämning. Vidare undersöks vad kommunerna önskar för att öka användningen av naturbaserade lösningar.

Resultaten visar att kommuner är positiva till att arbeta med naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning. Ungefär hälften av de svarande kommunerna uppger att de redan gör det. Det framkommer att kommunerna efterlyser underlag som kan användas vid utformning, upphandling och skötsel av dessa lösningar. Vem som har ansvaret för att samla information och utforma underlag för utformning av naturbaserade lösningar kan dock diskuteras. I sammanhanget krävs investering i kunskap både hos myndigheter och kommuner. Det ligger i kommunernas intresse att erhålla den spetskompetens som behövs för att anpassa de naturbaserade lösningarna efter specifika platser i den utsträckning som behövs för att de ska fylla sin funktion och hålla över tid.

*Nyckelord:* Vegetation, klimatanpassning, markstabilisering, riskområde, ingenjörsvetenskap

## Abstract

Climate change is expected to worsen the processes of rock fall, landslides, erosion and flooding. This in turn risks affecting people's health, infrastructure, socially important functions, natural and cultural values with major ecological, social and economic consequences as a result. In this context, vegetation as a nature-based solution has the potential to reduce the consequences in some of these cases. This study aims to investigate how municipalities work with nature-based solutions to reduce the impact of rock falls, landslides, erosion and flooding. Furthermore, what the municipalities require to increase the use of nature-based solutions is investigated.

The results show that municipalities have a positive view on working with nature-based solutions as protection against rock fall, landslides, erosion and flooding. Approximately half of the responding municipalities state that they already do so. It appears that the municipalities require guidance that can be used in the design, procurement and management of these solutions. Who is responsible for gathering information and designing the basis for nature-based solutions can be discussed. In this context, investment in knowledge is required both by authorities and municipalities. It is in the municipalities' interest to acquire the expertise needed to be able to adapt the nature-based solutions to specific locations to the extent necessary for them to fulfill their function and last over time.

*Keywords:* Vegetation, climate adaption, soil stabilization, risk area, bioengineering

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning</b> .....	<b>6</b>
<b>Förkortningar</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Förord</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Introduktion</b> .....	<b>9</b>
2.1 Syfte.....	10
2.2 Frågeställning.....	10
<b>3. Teoretisk bakgrund</b> .....	<b>11</b>
3.1 Klimatförändringarna.....	11
3.2 Naturbaserade lösningar.....	12
3.3 Ras, skred, erosion och översvämning .....	13
3.3.1 Ras .....	13
3.3.2 Skred .....	14
3.3.3 Erosion.....	15
3.3.4 Översvämning.....	16
3.4 Klimatets påverkan på ras, skred, erosion och översvämning.....	17
3.5 Skydd mot ras, skred, erosion och översvämning .....	17
3.5.1 Vegetation och naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning .....	18
3.6 Rapporten Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning.....	20
3.6.1 De 10 områdena .....	20
<b>4. Metod</b> .....	<b>23</b>
<b>5. Resultat</b> .....	<b>24</b>
5.1 Vad upplever kommunerna är problemet? .....	25

5.2	<i>Vilka åtgärder har kommunerna vidtagit hittills?</i> .....	27
5.3	<i>Vad anser kommunerna behöver göras?</i> .....	29
5.4	<i>Hur kan kommunerna arbeta med naturbaserade lösningar i framtiden?</i> .....	30
<b>6.</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>34</b>
6.1	<i>De naturbaserade lösningarna</i> .....	34
6.2	<i>Organisatoriska svårigheter</i> .....	36
6.3	<i>Metoddiskussion</i> .....	36
<b>7.</b>	<b>Slutsats</b> .....	<b>40</b>
7.1	<i>Framtida forskning</i> .....	40
	<b>Referenser</b> .....	<b>42</b>
	<b>Bilaga 1</b> .....	<b>46</b>

# Tabellförteckning

Tabell 1. Tabellen visar vilka problem de 17 kommunerna uppger att de har. 14 kommuner svarade att de har fler än ett av dessa problem.....	25
Tabell 2. Orsaker till kommunernas upplevda problem har samlats i övergripande teman och presenteras i tabell 2. ....	27
Tabell 3. Diagrammet visar andelen av de tillfrågade kommunerna som arbetar med naturbaserade lösningar.....	30
Tabell 4. Tabellen visar de positiva bieffekter med naturbaserade lösningar som kommunerna uppger i sina svar. ....	31
Tabell 5. Tabellen visar vad kommuner lyfter fram som negativa aspekter med naturbaserade lösningar.....	32

## Förkortningar

MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
SGI	Sveriges geotekniska institut
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet

# 1. Förord

Denna uppsats är ett kandidatarbete på landskapsingenjörsprogrammet vid SLU Ultuna. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng och är genomfört under våren 2024.

Syfte, frågeställning, avgränsning, metod, sammanfattning, abstract och introduktion har utarbetats tillsammans av båda skribenterna. Vidare har Astrid Ekström skrivit avsnitten om ras, skred, klimat samt naturbaserade lösningar i teoridelen. Där har Lukas Grahn bidragit med avsnitten om erosion och översvämning. I resultatet har Astrid skrivit avsnitten om klimat, vad upplever kommunerna är problemet, vilka åtgärder har kommunerna vidtagit hittills och vad anser kommunerna behöver göras? Lukas har skrivit avsnittet om hur kommunerna kan arbeta med naturbaserade lösningar i framtiden. Lukas har lagt grunden för diskussionen vilken sedan har bearbetats av Astrid.

Författarna har gemensamt analyserat de inkomna svaren från mejl-enkäten och sammanställt resultaten. Båda författarna har även deltagit i insamlingen av data och utformning av frågor till mejl-enkäten. Layout och tabeller är konstruerade av Lukas.

Vi vill passa på att tacka vår handledare Roger Elg och vår handledningsgrupp för värdefull återkoppling under arbetets gång. Vi vill även rikta ett stort tack till de kommuner som tog sig tid att svara på vår mejl-enkät. Sist men inte minst, tack till de lärare och forskare på SLU som tagit sig tid att svara på frågor om litteraturen.



## 2. Introduktion

I augusti 2023 drog stormen Hans in över Sverige och orsakade omfattande problem som bland annat ras, skred och översvämning med stora skador som följd. För att förstå uppkomsten av skadorna krävs kunskap om hur geologi, människors användning av mark och klimatförändringar påverkar dessa processer.

Utifrån en skrivelse från regeringen gällande Sveriges genomförande av Agenda 2030 framkommer att antalet människor som drabbas av naturkatastrofer i Sverige är få (Miljödepartementet 2022). Ändå bedöms behovet av att klimatanpassa för att nå målet om hållbara städer och samhällen som stort (Miljödepartementet 2022).

I en nationell strategi för klimatanpassning från 2018 belyser regeringen de problem som kan förknippas med ras, skred, erosion och översvämningar (MSB & SGI 2021). Problematiken innebär omfattande konsekvenser för ekosystem, infrastruktur, bebyggelse och kulturarv. Utöver de kostnader som direkt kan kopplas till erosion, ras, skred och översvämningar uppstår även indirekta kostnader såsom kostnader för avbrott i industriverksamhet och påverkan på samhällsviktig infrastruktur (SGI 2022). MSB fördelade under år 2023 ett statsbidrag på 481 850 000 kr till kommuner för att förebygga naturolyckor som ras, skred, erosion och översvämning (MSB 2024).

Som ett led i den nationella satsningen för klimatanpassning fick MSB & SGI (2021) i uppdrag att identifiera områden i Sverige som kan komma att påverkas av ras, skred, erosion och översvämning till följd av klimatförändringar. Uppdraget resulterade i rapporten *Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning* (MSB & SGI 2021) där det fastställdes 10 geografiska områden i Sverige där konsekvenserna förväntas bli störst nationellt sett.

För att minska konsekvenserna av ras, skred, erosion och översvämning finns möjligheten att använda naturbaserade lösningar som vegetation. En naturbaserad lösning är inspirerad av naturen, flerfunktionell, kostnadseffektiv och syftar till att mildra samhällsproblem (Naturvårdsverket 2021). Allen & Leech (1997) framhåller vegetation som en effektiv och hållbar metod. Den har förmågan att förankra jordmassor, minska flödestoppar, öka infiltration, och sänka hastigheten i vattendrag (Svenskt vatten 2011). I denna uppsats kommer det genomföras en undersökning för att ta reda på hur naturbaserade lösningar används för att minska problematiken av ras, skred, erosion och översvämning i kommuner i de av MSB & SGI (2021) utsedda riskområdena.

## 2.1 Syfte

Syftet med denna undersökning är att förstå hur kommuner i Sverige arbetar med ras, skred, erosion och översvämning och till vilken utsträckning de vidtagna åtgärderna är naturbaserade. Vidare undersöks vad kommunerna anser krävs för en ökad användning av naturbaserade lösningar i framtiden.

## 2.2 Frågeställning

I vilken utsträckning används vegetation eller andra naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning i Svenska kommuner?

## 3. Teoretisk bakgrund

I den teoretiska bakgrunden ges en övergripande beskrivning av klimatförändringarna och fenomenen ras, skred, erosion och översvämning samt hur dessa kan komma att påverka varandra. Vidare presenteras effekten av vegetation som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning. Sist kommer en introduktion till de områden som identifierats som särskilt utsatta för ras, skred, erosion och översvämning i Sverige.

### 3.1 Klimatförändringarna

Mätningar visar att klimatet håller på att förändras (SMHI 2023). År 2022 var den globala medeltemperaturen ungefär 1,15 grader varmare jämfört med perioden år 1850–1900. Detta kommer även att innebära att antalet dagar med nollgenomgångar, när temperaturen växlar mellan plus- och minusgrader ökar. Anledningen till temperaturförändringen är människans utsläpp av växthusgaser (IPCC 2023). Samhället är väderkänsligt och sårbart (SMHI 2023). Urbaniseringen driver på klimatförändringarna genom den så kallade värmeöeffekten (IPCC 2019), detta påverkar såväl människors hälsa som viktiga samhällsfunktioner (IPCC 2023).

Havsnivåerna förväntas fortsätta stiga (SMHI 2023). Globalt sett har havsnivån stigit med 20 cm mellan åren år 1901–2018 (IPCC 2023) och enligt WMO (2022) steg havsnivåytan med 4,62 mm per år under perioden 2013–2022. Därtill smälter glaciärerna i en mycket högre takt än genomsnittet för det senaste decenniet (WMO 2022). De bidrar i och med detta till havsnivåhöjningen (IPCC 2023).

Mycket stora regn och påföljande översvämningar fick under 2022 stora konsekvenser med dödsfall, skador på människors hälsa och byggnader samt stora ekonomiska förluster runt om i världen (WMO 2022). I och med klimatförändringarna förväntas förändrade nederbördsmonster, ökade nederbördsmängder, intensivare regn och regn med längre varaktighet (SMHI 2023). Vi kan därför vänta oss fortsatta översvämningar i låglänta områden och längs kusterna (IPCC 2023). Extrema högvattenhändelser som tidigare inträffat vart 100e år förväntas inträffa en gång varje år från år 2100 på mer än hälften av de platser om tidigare upplevt liknande problematik.

Klimatförändringen väntas förstärka markförstörelseprocesser där nederbördsmönster, torra, vind, havsnivåhöjning och tinande permafrost spelar en stor roll (IPCC 2019). Jorderosionen är idag, globalt sett, upp till hundra gånger större än nybildningen av jord. Förändring i markanvändning bidrar till ökade utsläpp av växthusgaser och kan leda till värmeböljor och skyfall (IPCC 2019). Hållbar markanvändning och skogsförvaltning kan bidra till minskad effekt av klimatförändringar.

Boverket har tagit fram riktlinjer för hur översiktsplaneringen i Sverige ska anpassas till ett förändrat klimat (Boverket 2023). Där framkommer att vi behöver ta hänsyn till risken för ras, skred, erosion och översvämning för att säkra människors hälsa och säkerhet. Faktorer som Boverket menar ska beaktas är bland annat geologiska och geotekniska förhållanden, risken för att ras, skred, erosion och översvämning inträffar och förändrade nederbördsmönster. Markanvändningen ska styras utifrån lämplighet och ytor som kan tillåtas översvämmas avsättas. Därtill menar Boverket att det bör utarbetas risk- och sårbarhetsanalyser där riskområden för ras, skred erosion och översvämning markerats ut.

## 3.2 Naturbaserade lösningar

Litteraturen använder olika begrepp för att beskriva åtgärder som syftar till att gynna biologisk mångfald och öka mängden ekosystemtjänster samtidigt som de ska lösa samhällsproblem och minska samhällets sårbarhet. De termer som förekommer är ingenjörbiologi, naturanpassade lösningar och naturbaserade lösningar. I denna uppsats används begreppet naturbaserade lösningar enligt definition av Naturvårdsverket (2021).

Naturbaserade lösningar är multifunktionella och kostnadseffektiva åtgärder för att hantera olika samhällsutmaningar genom att skydda, utveckla eller skapa ekosystem samtidigt som biologisk mångfald och mänskligt välbefinnande främjas. (Naturvårdsverket 2021:12)

En naturbaserad lösning ska bidra med ökad biologisk mångfald och fler ekosystemtjänster (Naturvårdsverket 2021). En ekosystemtjänst är de tjänster ekosystemen ger och som bidrar till människans välmående (Naturvårdsverket 2024). Biologisk mångfald är ett mått på variationen i naturen och innefattar både arter och hela ekosystem (Naturvårdsverket 2023). Vidare ska de naturbaserade lösningarna vara flerfunktionella, kostnadseffektiva och bidra till samhällets förmåga att stå emot och anpassa sig till förändringar (Naturvårdsverket 2021). Att använda naturbaserade lösningar i det dagliga arbetet med att lösa olika samhällsproblem kan bidra till att både bromsa klimatförändringarna och minska effekterna av dessa.

## 3.3 Ras, skred, erosion och översvämning

I detta avsnitt beskrivs problematiken med och förutsättningarna för ras, skred, erosion och översvämning i Sverige.

### 3.3.1 Ras

Ras är en naturlig process som pågår i naturen för att uppnå jämvikt (MSB 2019). Den kan också utlösas av mänsklig aktivitet genom bland annat förändringar i markanvändningen eller avverkning av skog. Detta riskerar orsaka omfattande skador på människor, infrastruktur, natur- och kulturvärden (MSB 2021). Det finns också risk för att raset genererar en flodvåg i vattendrag som får konsekvenser nedströms eller dämmer upp ett vattendrag vilket kan få konsekvenser som översvämning uppströms (MSB 2013).

#### *Förutsättningar*

En förutsättning för ras är att det finns en jordart som domineras av sand, grus, sten eller block i kombination med en brant sluttning (MSB 2019). Karakteristiskt för ras är att alla korn, oavsett storlek, rör sig fritt från varandra (SGI 2018) och att de tar sig nedåt genom att studsas eller rulla (van Beek, Cammeraat, Andreu, Mickovski, & Dorren 2008).

Ras förekommer i friktionsjordar vars kornstorlek är större än 0,06 millimeter och hålls ihop med hjälp av den friktion som uppstår mellan kornen (SGI 2023). För att ras skall inträffa behöver jordens friktionsvinkel, den vinkel som jorden kan hålla ihop med hjälp av friktion, överskridas.

Ras sker på platser där berget vittrat och spruckit eller där sand och grus har avlagrats (SGI 2018; van Beek et al. 2008). Det är vanligt med ras på platser som underminerats av vattendrag (Eriksson 2011; van Beek et al. 2008).

Andra faktorer som ofta verkar utlösande för ras är kraftig nederbörd och avskogning (MSB & SGI 2021; Miele, Di Martire, Di Napoli, Guerriero, & Calcaterra 2021), vibrationer, rotsprängning där rötter tränger in i sprickor i berget, omväxlande väder med perioder av tö och påfrysning, så kallade nollgenomgångar (SMHI 2023:1), eller lera i moräner som expanderar vid nederbörd och har en sprängande effekt (Bell 1998; van Beek et al. 2008).

Mänsklig naturpåverkan genom skogsavverkning leder till högre grundvattennivåer och ytvattenflöden (MSB 2019). I friktionsjordar innebär en höjd grundvattennivå minskad friktion och därmed större instabilitet, medan en sänkt grundvattennivå medför minskad motvikt, i båda fallen finns en ökad risk för ras.

### 3.3.2 Skred

Karakteristiskt för skred är att en sammanhållande jordmassa, bestående av företrädesvis ler eller silt kommer i rörelse (SGI 2019). Skred förekommer naturligt för att utjämna spänningar och uppnå jämvikt (MSB 2019). Skred utlöses ofta av förändringar i grundvattennivåer eller vid ökad belastning. Detta medför problem vid byggnation och kan vara mycket farligt för människor som befinner sig på platsen eller orsaka stora skador på infrastruktur, samhällsviktiga funktioner, byggnader, natur- och kulturvärden (MSB & SGI 2021).

#### *Förutsättningar*

Skred inträffar i kohesionsjordar (Miele et al. 2021) med tillräckligt mäktiga jordlager (Fiolleau, Uhlemann, Falco, & Dafflon 2023). Vidare krävs att marken lutar (Eriksson 2011; Fiolleau et al. 2023; van Beek et al. 2008).

Skred inträffar när gränsen för jordens skjuvhållfasthet överskrids och det uppstår ett brott på glidytan (Bell 1998). Med glidyta avses den yta som skiljer den sammanhängande jordmassan som glider i väg från den som stannar kvar på platsen. Skjuvhållfasthet definieras som gränsen för när en jords volym förändras under belastning (Bayoglu Flener & Johansson 2015). Skjuvhållfastheten kan påverkas om jorden blir vattenmättad och friktionen mellan partiklarna minskar eller om markens vegetation förändras vilket resulterar i en minskad rotförankring (van Beek et al. 2008).

Förhöjd grundvattennivå med anledning av nederbörd eller snösmältning leder till ett ökat portryck i jorden vilket påverkar stabiliteten och är en vanlig utlösande faktor för skred (Bell 1998; MSB 2019; van Beek et al. 2008). Regnets varaktighet är ofta avgörande för hur djupt ner i jordlagret som glidytan uppstår (Bell 1998; Miele et al. 2021). Korta intensiva regn innebär vanligtvis att glidytan ligger grundare och att det är en mindre jordvolym som glider iväg medan långvariga regnperioder ofta leder till att det är större jordmassor som glider iväg. Författarna menar också att erosion eller schakt vid foten av slänten leder till minskat mothåll och påverkar stabiliteten i jorden. Mänsklig påverkan genom förändring i markanvändning, exploatering, plantering av vegetation eller avverkning av skog kan leda både till förändrade grundvattennivåer eller innebära en belastning på jorden som kan påverka stabiliteten. van Beek et al. (2008) menar att omväxlande väder med variationer mellan plus- och minusgrader kan utlösa skred. Det är vanligt att flera olika faktorer i kombination med varandra agerar utlösande faktor (Bell 1998; MSB 2019; van Beek et al. 2008).

Kvicklera är speciellt besvärlig, den formas av lerpartiklar som avsatts i saltvatten i en korthusliknande struktur (Eriksson 2011). I och med landhöjningen höjs leran upp över havsvattenytan och med tid kommer saltet att lakas ut. Eriksson menar att i takt med att salthalten i leran minskar kommer även stabiliteten att minska. Vid belastning som ändrad markanvändning riskerar strukturen att kollapsa. I och med

detta antar kvickleran, mycket plötsligt och på ett oberäkneligt sätt, en flytande form och ett skred inträffar (Bell 1998). Erosion är en naturlig del av det geologiska kretsloppet som kan uttrycka sig olika beroende på exempelvis jordars egenskaper (Eriksson 2011). Regn och snösmältning är pådrivande faktorer här. Även vegetationstäckning och markanvändning påverkar erosionen (Danielsson, Kling, Rydell, & Kiilsgaard 2016). Processen innebär att berg eller jordmaterial nöts ner och transporteras iväg med vatten eller vind. Eroderat material deponeras sedan på en annan plats.

### 3.3.3 Erosion

Erosion kan ske långsamt och pågå under lång tid, därmed kan den vara svår att observera (Eriksson 2011). I många fall har erosion en positiv påverkan på naturmiljön och skapar förutsättningar för skyddsvärda arter (Danielsson et al. 2016).

När människan använder erosionsbenägen mark för olika typer av byggnationer och samhällsviktiga funktioner uppstår problem med risk för stora skador som följd (MSB & SGI 2021). Erosion kan även vara en drivande faktor för ras och skred och skadorna till följd av erosion väntas bli värre och öka i antal i och med förändringarna av klimatet. MSB & SGI (2021) menar också att erosion i områden med föroreningar kan innebära att miljöfarliga ämnen, bundna i jorden, transporteras med vattnet och skapar stora problem nedströms. Mänsklig aktivitet så som avskogning, jordbruk och exploatering kan leda till att erosionsproblematiken förvärras när de naturliga erosionsskydden tas bort (Bell 1998; Miele et al. 2021).

#### *förutsättningar*

Grövre jordarter är i regel mer svåreroderade (Danielsson et al. 2016). Detta eftersom det krävs mer energi att lösgöra och transportera dessa. Vidare menar författarna att jordar med mindre kornstorlek så som silt och sand därför är särskilt känsliga för erosion. I lerjordar binds partiklarna samman med kohesionskrafter och blir därmed mer motståndskraftiga mot erosion.

I vattendrag har vattnets hastighet en stor inverkan på mängden jordmaterial som eroderas och transporteras med vattenflödet (Danielsson et al. 2016). Den friktionskraft som vattnet utgör mot botten och kanter i vattendraget orsakar det som kallas skjuvspänning. Författarna menar att det är när skjuvspänningen överskrider jordmaterialets sammanhållande krafter som erosion uppstår.

Vid kusterosion är den största drivkraften vågor (SGI 2022). Formen på kusten har stor inverkan på hur sediment kommer att transporteras. Vågor som kommer in snett mot kusten skapar en kustparallell sedimenttransport där sedimentet transporteras längs med kusten (SGI 2022). Primärt sker detta när vågorna kommer närmare kusten och bryter. När vågor kommer rakt in mot kusten skapas istället en

kustvinkelrät sedimenttransport där sedimentet transporteras ut i havet (SWECO 2023). Vidare menar rapportförfattarna att storm och högt vattenstånd är problematiskt för kusterosion, då kan stränder och sanddynor eroderas för att sedan deponeras längre ut från kusten. Vid lugnare väderförhållanden kommer strand och sanddynor att återbyggas långsamt, återkommande kraftiga stormar kan innebära att stränder inte hinner återhämta sig på naturlig väg.

### 3.3.4 Översvämning

Översvämning är när ytor utöver den normala utbredningen av vattendrag, sjöar eller hav täcks med vatten (MSB & SGI 2021). Översvämningar orsakar materiella skador på byggnader och infrastruktur vilket innebär stora kostnader för samhället. MSB & SGI (2021) menar även att stabiliteten i jordar påverkas i hög grad av vattenhalten. En översvämning kan därför innebära en utlösande faktor för ras och skred.

Klimatförändringar innebär förändringar i vågmönster och vattennivå i hav och vattendrag vilket leder till ökade problem (MSB & SGI 2021). I och med detta kan områden längs kust och vattendrag där det länge varit populärt att bygga förväntas bli särskilt utsatta (Danielsson et al. 2016).

#### *Förutsättningar*

Översvämningar som sker i vattendrag och sjöar beror på nederbörd och snösmältning medan kustöversvämningar beror på havsnivån och väderleken till havs (SMHI 2023:2).

Ett avrinningsområde är det område som vatten leds från till en viss punkt. (MSB & SGI 2021). Avrinningsområdet avgränsas av höjdryggar och berg i landskapet som fördelar vattenflödet. Vidare förklarar rapportförfattarna att utsläpp och föroreningar som sker i ett vattendrags avrinningsområde får stor påverkan på vattendragen nedströms. Genom att förstå landskapets avrinningsområden och hur vattnet rör sig går det att uppskatta var flödena förväntas bli som högst (Grip & Rodhe 1988).

Trots att det är under juli och augusti som vi i Sverige ser störst mängd nederbörd är det inte då vi ser den största belastningen i våra vattendrag (Grip & Rodhe 1988). Den bakomliggande orsaken till höga flöden i vattendrag skiljer sig mellan olika platser i landet. Författarna menar att i större delen av Norrland faller minst 40% av årsnederbörden som snö. Denna snö samlas under vintern och smälter under en kortare period. Det innebär att de högsta flödena i vattendragen normalt sett uppmäts under våren. Vidare menar Grip & Rodhe (1988) att i de södra delarna av landet blir vattennivåerna högre under hösten då den lägre temperaturen gör att mindre vatten dunstar och växter i mindre utsträckning bidrar till interception efter att löven har fallit. Extremväder och regn kan innebära att tillrinningen till vattendragen ökar vilket riskar att leda till översvämning (MSB & SGI 2021).



Pluvial översvämning orsakas av kraftig nederbörd som överskrider jordens infiltrationskapacitet vilket resulterar i ytavrinning och att vatten blir stående på markytan (SMHI 2023:2).

### 3.4 Klimatets påverkan på ras, skred, erosion och översvämning

SMHI (2023) pekar på en höjd medeltemperatur över året. Detta kommer att leda till fler dagar med nollgenomgångar och därmed att marken luckras upp och blir mer instabil vilket ökar risken för skred (SGI 2019; van Beek et al. 2008).

Förändrade nederbördsmönster med ökade nederbördsmängder, intensivare regn och regn med längre varaktighet förväntas i och med klimatförändringarna (SMHI 2023). Detta kommer att påverka förekomsten av ras, skred, erosion och översvämning på flera sätt. Grundvattennivån spelar en stor roll för markstabiliteten. Ökad nederbörd, snösmältning eller översvämning leder till höjd grundvattenyta och ett höjt portryck i marken vilket kan innebära att den blir instabil och risken för ras och skred ökar (SGI 2019 och 2023). En höjd grundvattenyta kan också minska friktionen i friktionsjordar vilket innebär en försämrad stabilitet med ras eller skred som följd (MSB & SGI 2021; Miele et al. 2021).

Intensiva regn kommer inte hinna infiltrera i marken utan kommer leda till ökad ytavrinning (van Beek et al 2008). En ökad ytavrinning riskerar att påskynda erosionen vilket kan leda till ras och skred (SGI 2019; SGI 2023; van Beek et al. 2008). Förändrade nederbördsmönster kommer också att påverka vattendragen genom ökade vattenhastigheter och därmed ökad risk för erosion (Danielsson et al. 2016). Detta kan leda till ras och skred. Ökad nederbörd kan också leda till att vattendragen översvämmas (MSB & SGI 2021) eller översvämningar i lågpunkter där jordens infiltrationskapacitet är dålig (SMHI 2023:2).

Det kan konstateras att havsnivån förväntas stiga i takt med klimatförändringarna (IPCC 2023; SMHI 2023; WMO 2022). Vågor och högt vattenstånd är en riskfaktor för kusterosion (SGI 2022). Det innebär att problemen med kusterosion kommer att öka i framtiden (MSB & SGI 2021).

### 3.5 Skydd mot ras, skred, erosion och översvämning

Det finns olika sätt att utforma skydd mot ras, skred, erosion och översvämning. Skydden brukar kallas för hårda, mjuka eller kombinerade (Danielsson et al. 2016). I många fall används traditionella hårda material som sten och betong för att uppnå önskad effekt. Det kan vara genom kustskydd som till exempel stenskoning längs ständer (Boverket 2024), gjutning av fundament längs vattendrag (Danielsson et al.

2016) eller armering av kohesionsjordar med stenpelare, geotextil eller spikning (Bayoglu Flener & Johansson 2015).

De mjuka skydden är utformade med vegetation eller ved, materialet kan således vara både levande och dött (Allen & Leech 1997; Danielsson et al. 2016). Det förekommer också att skydd utformas som en kombination av hårda och mjuka material.

De hårda skydden har kommit att ifrågasättas då de ofta innebär att problemet flyttas till en annan plats (Danielsson et al. 2016; Sanchez-Castillo, Melendez-Jaramillo, Pequeño-Ledezma, Delgado-Martinez & Kubota 2023). Detta medan de mjuka skydden har visat sig ha många fördelar i och med att de har en positiv effekt på den biologiska mångfalden (Sanchez-Castillo et al. 2023; SGI 2016; Stokes et al. 2014). De ger en mindre påverkan på befintliga ekosystem och kan med tiden bli en del av ekosystemet.

### 3.5.1 Vegetation och naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning

I detta avsnitt beskrivs effekterna av att använda vegetation vid utformning av naturbaserade lösningar för att minska samhällspåverkan av ras, skred, erosion och översvämning.

Naturbaserade skydd kan utformas på många olika sätt för att anpassas efter varje enskilt problem, behov och plats (Arnone, Caracciolo, Noto, Preti, & Bras 2016; Sanchez-Castillo et al. 2023), de gynnar den biologiska mångfalden (Sanchez-Castillo et al. 2023; SGI 2016; Stokes et al. 2014) och är initialt dyrare i och med att det uppstår kostnader för skötsel men bedöms vara långsiktigt kostnadseffektiva (Allen & Leech 1997; Sanchez-Castillo et al. 2023).

Litteratur bekräftar att vegetation kan utgöra skydd mot ras, skred, erosion och översvämning (Allen & Leech 1997; Arnone et al. 2016; Jiang et al. 2024; Miele et al. 2021; Sanchez-Castillo et al. 2023; Stokes et al. 2014). Men författarna är också överens om att vegetation kan ha både för- och nackdelar i sammanhanget. Vegetation kan stabilisera marken både genom mekanisk och hydrologisk påverkan (Ghestem, Sidle & Stokes 2011; Jiang et al. 2024; Miele et al. 2021). Det finns beräkningsmodeller som bekräftar den mekaniska och hydrologiska effekten av vegetation som markstabiliserare (Arnone et al. 2016; Jiang et al. 2024; Li et al. 2022; Momiyama, Kumagai, Fujime, Egusa & Shimizu 2023). Vidare finns det utvecklade metoder för hur vegetation kan användas som naturbaserad lösning för stabilisering av mark (SGI 2016; van Beek et al. 2008).

Den mekaniska effekten ges främst av rötters förmåga att stabilisera mark (Arnone et al. 2016; Bell 1998; Miele et al. 2021; Stokes et al. 2014; Sanchez-Castillo et al. 2023) De tjocka rötterna agerar armering medan tunna rötter kan binda ihop jorden och bilda en aggregatstruktur, detta kallas rotkohesion. Det är längden på rötterna som avgör hur djupa ras och skred som kan förebyggas med

vegetation (Miele et al. 2021; Sanchez-Castillo et al. 2023; SGI 2023; Stokes et al. 2014; van Beek et al. 2008). Vanligtvis går det att räkna med att träd och buskar kan stabilisera mark på ner till två meters djup. Stokes et al. (2014) menar att markens mikroliv ger ökad aggregatstruktur och därmed ökad stabilitet.

Det finns fall där vegetation kan ha en negativ påverkan på markstabiliteten. Beroende på markens beskaffenhet kan både vegetationens vikt och vindlasterna som kan fortplanta sig ner i marken skapa instabilitet (Bell 1998; Jiang et al. 2024). Placering av vegetationen är viktigt, generellt är det bra med vegetation i en släntfot men sämre precis uppe på släntkrönet (Miele et al. 2021).

Vegetation kan ge flera olika effekter på vatten i marken. Det finns litteratur som styrker att vegetation sänker portrycket i marken genom dess upptag av vatten (Arnone et al. 2016; Bell 1998; Ghestem, Sidle & Stokes 2011; Jiang et al. 2024; Miele et al. 2021). Genom växtupptaget kan det ökade bindningstrycket bidra till ökad markstabilitet (Arnone et al. 2016; Jiang et al. 2024; van Beek et al. 2008). Men i och med att rötter, både döda och levande, luckrar upp marken vilket leder till ökad infiltration, kan bör det också nämnas att vegetation kan höja portrycket i marken (Allen & Leech 1997; Ghestem, Sidle & Stokes 2011; Jiang et al. 2024). En ökad infiltration i marken kan trigga skred (Bell 1998). Ghestem, Sidle & Stokes (2011) menar att en ytjord med högt innehåll av organiskt material utgör en bättre buffert än rötter för att undvika ett snabbt ökat portryck i djupare jordlager. Detta då det finns risk att portrycket och därmed markens stabilitet påverkas negativt när vatten ska trängas i tunna rotgångar djupt ner i marken.

Den hydrologiska effekten kommer av att vegetationen samlar upp nederbörd i lövverket som inte når marken, så kallad interception (Arnone et al. 2016; Bell 1998; Ghestem, Sidle & Stokes 2011; Jiang et al. 2024; Miele et al. 2021; Sanchez-Castillo et al. 2023; SGI 2016). Krontäckningsgraden är avgörande för denna effekt som i gynnsamma fall kan leda till att upp till 40% av nederbörden återgår till atmosfären genom avdunstning (Grip & Rodhe 1988). Interception innebär också att avrinningen minskar och därmed risken för yterosion. Det faktum att vegetation är både positivt och negativt gör den heltäckande bilden för dess förmåga att bidra till stabilitet i mark svår att bedöma (Jiang et al. 2024).

Miele et al. (2021) poängterar att det är viktigt att ha förståelse för det hydrologiska och ekologiska samspelet vid utformning och etablering av naturbaserade lösningar. Dessa faktorer påverkar effektiviteten och varaktigheten på anläggningen. Vidare menar författarna att det är avgörande att utföra undersökningar för att förstå platsens förutsättningar. Både geologiska och ekologiska förutsättningar bör undersökas. Precis som förutsättningen för vegetation på platsen och växternas biotekniska egenskaper behöver undersökas vid växtval. Att känna till förutsättningarna och krafterna som driver processen med ras, skred, erosion och översvämning är nödvändigt för att kunna utforma den naturbaserade lösningen på ett korrekt sätt (Arnone et al. 2016; Miele et al. 2021).

Rotdiameter, rotlängd, antal rötter, bladmassa och höjd på vegetationen är avgörande faktorer när skydd utformas och bör därför beaktas (Sanchez-Castillo et al. 2023). Det är också av stor vikt att personerna som utformar, utför och underhåller anläggningen har relevant utbildning och att beskrivningar för utförande och skötsel är korrekt utförda (Miele et al. 2021).

### 3.6 Rapporten *Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning*

MSB & SGI (2021) tog fram rapporten *Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning*. Syftet med rapporten var att skapa en rikstäckande överblick över vilka riskområden med komplex problematik som finns i landet. Detta som ett led i anpassningen till ett förändrat klimat. I rapporten undersöktes även bland annat behovet av kunskapsutveckling, utveckling av de juridiska styrmedlen och investeringar för stärkt beredskap.

Urvalet av områden som pekades ut av MSB & SGI (2021) gjordes utifrån sannolikheten för att få klimatrelaterade problem med ras, skred, erosion och översvämning i kombination med vilka konsekvenser, störningar och kostnader detta skulle få för samhället. Andra aspekter som vägdes in var vilka effekter det kan få på människors liv och hälsa, på ekosystemen, för föroreningsspridning, infrastruktur, bebyggelse och kulturarv samt befolkningsmängd.

Rapporten från MSB & SGI om identifierade riskområden är daterad 2021. När den gavs ut fanns ingen nationell metod för skyfallskartering och extrem nederbörd är därför inte beaktad. Det innebär att en viktig aspekt på klimatförändringarna med förändrade nederbördsmönster och ökade regnvolymer inte tagits hänsyn till vid identifierande av riskområden. På många platser i landet är skyfallskarteringar genomförda, men inte på ett enhetligt sätt som gör dem jämförbara.

Sedan i december 2023 finns en metod för skyfallskartering av tätorter utgiven av MSB. Av denna framgår att MSB genomförde en enkätundersökning där 173 kommuner uppgav att de har utfört eller håller på att ta fram skyfallskarteringar enligt olika metoder.

Även underlag för att kunna jämföra erosion i vattendrag på ett nationellt plan saknas och problematiken är därför inte beaktad i rapporten. MSB & SGI (2021) bedömer dock att det finns en klimatrelaterad risk för erosion.

#### 3.6.1 De 10 områdena

Här följer en introduktion till de 10 områdena med beskrivning av den problematik och de förutsättningar som legat till grund för identifierandet av riskområden (MSB & SGI 2021).

**Jämtlandsfjällen** löper förhöjd risk för att drabbas av ras med påföljande slamströmmar. Detta kan påverka människors hälsa, miljön, ekonomiska verksamheter, kulturarv och bebyggelse. I området finns stora värden kopplade till natur, kultur och friluftsliv. Anledningen till problematiken tycks vara att bebyggelse uppförts på avlagringar av sand och grus i kombination med branta slänter och riklig nederbörd. Bidragande till problematiken är skogsbruk och skidanläggning vilket medför minskad markbindande vegetation.

**Mellersta norrlandskusten** riskerar att drabbas av skred och översvämning längs vattendrag. Detta kan få konsekvenser för människors hälsa, miljön, ekonomiska verksamheter och kulturarv. Då det finns en omfattande verksamhet med vattenkraft i området riskerar problemen att ge konsekvenser på nationell nivå. Anledningen till problematiken beskrivs som de mäktiga och skredbenägna jordlagren av sand och silt.

**Mellersta Dalälven** löper risk för skred och översvämning som kan ge konsekvenser för ekonomiska verksamheter. Marken i området är förorenad och skred och översvämning riskerar att föroreningarna sprids. Även i detta område finns vattenkraft som kan påverkas och påverkar problemet. Orsaken till problematiken bedöms vara erosionskänsliga och skredbenägna jordarter.

**Norra Vänerområdet** har omfattande risk för skred och översvämning. Detta kan ge konsekvenser på människors hälsa, miljö, ekonomisk verksamhet och kulturarv. Anledningen till problematiken är att marken till stor del består av skredkänsliga jordarter som grovsilt och finsand och förekomst av kvicklera. Det finns också flera älvar som mynnar ut i Vänern med betydande översvämningsrisker.

**Mälardalen-Stockholm** har en omfattande översvämningsproblematik som väntas ge konsekvenser på infrastruktur, bebyggelse, natur och jordbruk. Området är mycket tätt befolkat, det finns en omfattande ekonomisk verksamhet och höga kulturvärden. Marken är på många platser kraftigt förorenad vilket ger risk för föroreningsspridning. Mälaren är dessutom Sveriges största vattentäkt.

**Östgöta-Sörmlandsområdet** bedöms ha risk för skred och översvämning i vattendrag vilket kan ge konsekvenser för människors liv och hälsa och ekonomiska verksamheter. Det finns också risk för föroreningsspridning på grund av förorenad mark. Anledningen bedöms vara att det förekommer mäktiga lerlager och kvicklera.

**Västkusten Göta-Älvdalen** bedöms ha problem med översvämning i vattendrag och längs kusten och vara ett av de mest skredkänsliga områdena i Sverige. Detta kan få konsekvenser på människors liv och hälsa, ekonomiska verksamheter, kultur- och naturvärden och infrastruktur. Det förekommer också miljöfarliga verksamheter och förorenad mark vilket innebär en risk för föroreningsspridning. Göta Älv är en dricksvattentäkt som försörjer många människor. Orsakerna till problematiken bedöms vara gamla finsediment i kombination med stigande vattennivåer i hav och sjöar.

**Södra vätternområdet** bedöms ha risk för ras, erosion och översvämning. Detta kan få konsekvenser på människors hälsa, ekonomiska verksamheter, natur- och kulturvärden. Det finns i området ett Biosfärsområde, områden för friluftsliv och platser med förorenad mark och risk för föroreningsspridning. Vänern är en viktig dricksvattentäkt. Orsaken till problemet bedöms vara att landhöjningen gör att Vättern tippas åt söder och att det runt sjön finns raviner med branta slänter och risk för ras.

**Skåne-Hallandskusten** bedöms ha risk för översvämning från kust och vattendrag samt problem med erosion längs kusten. Detta innebär risk för människors hälsa, ekonomiska verksamheter, natur- och kulturvärden och bebyggelse i anslutning till vattendrag. Platser med miljöfarliga verksamheter och förorenad mark ger risk för föroreningsspridning. Orsaken till problemen bedöms vara den låglänta och erosionskänsliga kusten och höjd havsvattennivå i kombination med mycket liten landhöjning.

**Blekinge-Kalmarkusten** bedöms ha problem med kusterosion. Detta påverkar ekonomiska verksamheter, natur- och kulturmiljöer och bebyggelse i anslutning till vattendrag. Orsaken till problemen bedöms vara den låglänta och erosionskänsliga kusten och höjd havsvattennivå i kombination med mycket liten landhöjning.

## 4. Metod

Studien genomfördes med kvalitativ metod. Syftet med kvalitativ metod är att märka ut olika samband och ge en bild av ett ämnes komplexitet (Alvehus 2013; Eriksson & Wiedersheim-Paul 2008). I studien har en teoretisk bakgrund sammanställts. Urval av material har gjorts genom sökningar i databaser med lämpliga sökord följt av kedjesökning utifrån källförteckningar i redan inhämtat material (Eriksson & Wiedersheim-Paul 2008). Det studerade materialet har varit vetenskapligt granskade artiklar, myndighetsrapporter, hemsidor samt böcker. Databaserna som använts är SLU biblioteket, Google Scholar och Science direct. Sökord som använts är *erosion, soil erosion, interception, landslide, flood control, bioengineering, nature based solutions, vegetation* och *geo-hydrological risk*.

En kvalitativ mejl-enkätundersökning genomfördes med öppna frågor som skickades till ett urval av kommuner utifrån de identifierade problemområden som markerats ut på karta i MSB & SGI:s rapport från 2021, se bilaga 1.

Metoden valdes för att kunna inhämta svar från så många berörda kommuner som möjligt och få en bred bild av situationen. Att det ofta är svårt att få in svar på enkätundersökningar och att mejl upplevs som lättillgängligt avgjorde valet. Innan enkäten skickades ut testades den på medstudenter som kom med synpunkter på enkätens utformning. Utifrån det reviderades enkäten och skickades till 47 kommuner.

Då det antagits att det finns en spridning i yrkeskategorier som arbetar med frågorna har mejlet skickats centralt för intern vidarebefordran till en person som jobbar med frågor som rör ras, skred erosion och översvämning. Svarstiden sattes till tre veckor, 26/1-16/2-2024. Svaren från enkätundersökningen har sedan tolkats och sammanställts i resultatet där de presenteras anonymt.

## 5. Resultat

I detta avsnitt kommer svar på de frågor som ställdes mejl-enkäten (bilaga 1) att redovisas. Enkäten skickades till 47 kommuner i landet, vi fick svar från 19 kommuner varav 17 presenteras i resultatet.

Nedan redovisas kommunernas svar, de har sammanfattats under rubrikerna:

- Vad är problemet?
- Vilka åtgärder har vidtagits hittills?
- Vad skulle behöva göras i framtiden?
- Hur kan kommunerna arbeta med naturbaserade lösningar i framtiden?

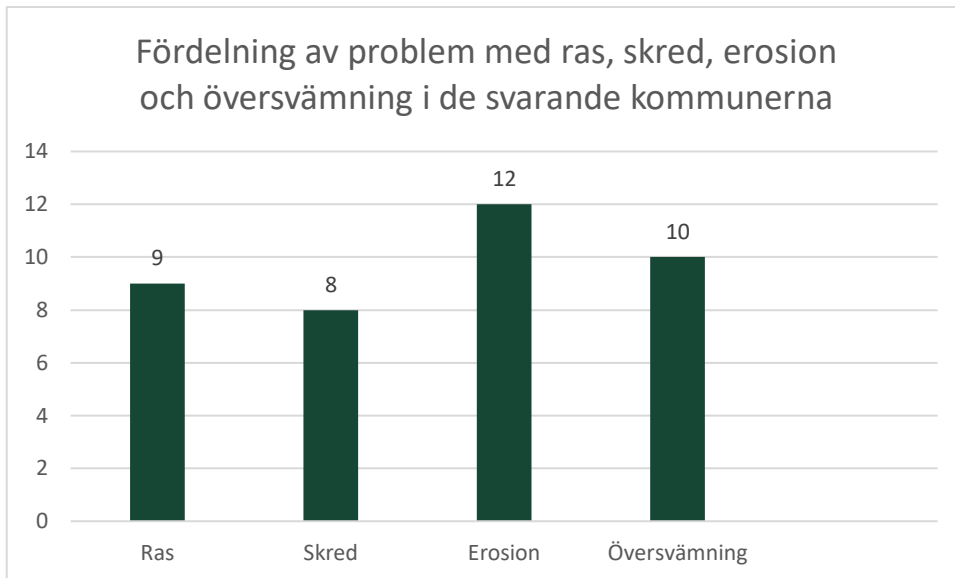
Av de som svarat på enkäten för kommunernas räkning arbetar majoriteten med planering, det är tre planchefer, två planarkitekter, en planhandläggare, en plan- och byggchef, en stadsarkitekt med ansvar för strategisk planering, en utvecklingsledare för klimatanpassning, en miljö- och byggchef, en utredningsingenjör, en GIS-ingenjör och en stadsträdgårdsmästare. Därutöver har tre geotekniker, två ingenjörer som jobbar med drift och en skogsförvaltare svarat. I ett svar har flera yrkesroller deltagit.



## 5.1 Vad upplever kommunerna är problemet?

Det finns en spridning i de problem som svarande på enkäten har uppgett. I tabell 1 redovisas antalet kommuner som uppger att de är drabbade av ras, skred, erosion respektive översvämning. 14 kommuner uppger att de är drabbade av fler än ett av dessa problem.

*Tabell 1. Tabellen visar vilka problem de 17 kommunerna uppger att de har. 14 kommuner svarade att de har fler än ett av dessa problem.*



### *Markförhållanden relaterade till risk för skred*

Åtta kommuner uppger att de har problem med skred och hänvisar till geologiska förutsättningar. Dessa är sprickdalslandskap, mäktighet i jordlager där avståndet till berggrunden bitvis är mycket stor, komplex bildning av morän och isälvsediment eller andra typer av skredkänsliga jordar. Fyra kommuner uppger att de har kvicklera eller silt i sitt område vilket utgör en risk för skred. Erosion pekas också ut som en riskfaktor för skred av fem kommuner. Det framkommer att vattenflöden riskerar att underminera mark och att skiftningar i vattenflöden och höjda havsnivåer är problematiskt i arbetet mot att skydda mark från skred. Mark i anslutning till vattendrag beskrivs i högre grad som instabil.

### *Markförhållanden relaterade till risk för ras*

Nio kommuner uppger att de har problem med ras. Tre av dem menar att ras är en effekt av erosion som drabbar främst platser där jorden består av sand och silt. En kommun menar att ras kan uppstå genom att ytavrinning från avverkade skogsområden kastas utför branta sluttningar längs vattendrag. Kommunerna pekar även på att höga vattenflöden, mycket nederbörd och intensiva regn påverkar risken för ras.

### *Markförhållanden relaterade till risk för erosion*

Erosion tycks vara en genomgående problematik som uppges av 12 kommuner. 7 kommuner uppger att detta är en utlösande faktor för ras och skred. Jordmånens känslighet för erosion är avgörande i sammanhanget, silt och sand pekas ut som de mest problematiska. Kommunerna uppger att det är längs stränder på sjöar och i vattendrag som problemet är störst. I ett fall uppges att erosion i vattendrag gett upphov till branta slänter och bäckraviner som i sin tur utgör en risk för ras och skred. Erosion till följd av intensiva regn eller snösmältning förekommer på flera platser och problemet tycks vara störst i slänter.

### *Markförhållanden relaterade till risk för översvämning*

Tio kommuner är drabbade av översvämning på olika sätt. En del uppger att problemet kommer från havet medan andra uppger att det är närliggande vattendrag, i vissa fall åar som rinner genom samhällen, som den främsta anledningen till översvämningar. I några fall är det en kombination av hav och vattendrag som genererar problemet. Stora regnmängder, skyfall och snösmältning, ibland i kombination med stora avrinningsområden, kan orsaka problem som översvämmade stadskärnor men det kan också drabba jordbruket med utebliven skörd som följd. En kommun uppger att det finns en buffringskapacitet i ån som skydd mot översvämning, men att den inte räcker till om det är höga flöden både i ån och i sjön samtidigt.

### *Mänsklig påverkan*

I sex av svaren framkommer att problematiken till stor del beror på markanvändning. Där det finns många byggnader, tomter och andra viktiga samhällsfunktioner i närheten av hav, sjöar och vattendrag råder en förhöjd risk att de kan komma till skada vid ras, skred, erosion eller översvämning. En kommun uppger att problemet till stor del beror på önskemålet om att få bygga och bo på bergsslutningen. En annan kommun menar att invånarna ställer höga krav på sina tomter vilket innebär att marken fylls ut och planas till vilket kan leda till ökad belastning på skredkänsliga jordar och utlösa skred.

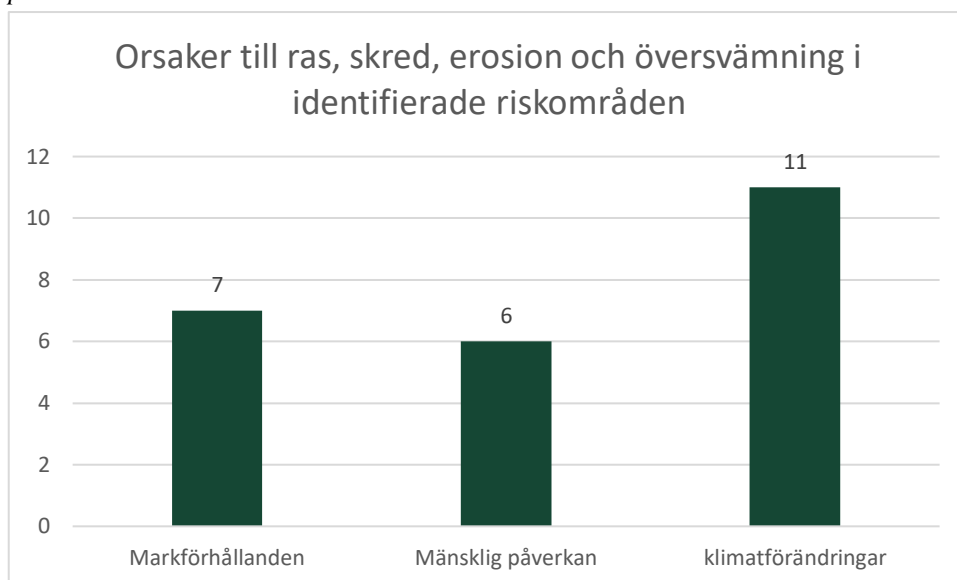
Underdimensionerade dagvattennät leder till översvämningar, utlopp ur dagvattenledningar leder till erosion och ras i två kommuner. En kommun svarar att den ökade mängden hårdgjorda ytor och den minskade krontäckningsgraden står i direkt relation med problematiken för ras, skred, erosion och översvämning. Skogsbruket och avverkning av skog lyfts som problematiskt i tre kommuner. I dessa fall handlar det som minskad stabilitet i marken till följd av färre sammanhållande rötter.

### *Klimatförändringar*

Förändrat klimat, ökade regnmängder, höga flöden i vattendrag och skyfall pekas ut av 11 kommuner som ett skäl till ökad problematik med ras, skred, erosion och översvämning. Flera svarande uppger att de sett en ökning de senaste åren. Dessutom är flödena mer ojämna och det innebär en utmaning i planeringen, som i något fall upplevs som bristfällig från början. Detta skapar problem som att bland annat vägar skadas vid stora vattenflöden. Klimatförändringarna innebär också torra perioder när vattennivåerna sjunker så att eroderade ytor blottläggs och ökar risken för ras och skred. Även de mildare vintrarna med kortare period av tjäle beskrivs som ett problem som ökar risken för ras, skred och erosion.

Hur kommunernas problembeskrivning relateras till markförhållanden, mänsklig påverkan och klimatförändringar redovisas i tabell 2.

*Tabell 2. Orsaker till kommunernas upplevda problem har samlats i övergripande teman och presenteras i tabell 2.*



## 5.2 Vilka åtgärder har kommunerna vidtagit hittills?

Kommunerna uppger att de på olika sätt arbetar med åtgärder som ska minska påverkan från ras, skred, erosion och översvämning utifrån problematikens karaktär och förutsättningarna som råder på platsen.

### *Hårda skydd och strukturer*

I kommunerna har det utförts stabiliseringsåtgärder av olika slag för att undvika ras och skred. Av svar från två kommuner framkommer också att det finns planer för hur grundläggning av byggnader, vägar och annan infrastruktur ska utföras på platser med geotekniska utmaningar för att minska risken för sättningar. I

sammanhanget har det även tagits hänsyn till beräknat högsta flöde och framtida översvämningar. I en kommun har de installerat ett system för att övervaka grundvattennivåerna och därmed kunna förebygga problem och förutspå skred. Andra åtgärder som utförts i kommunerna för att minska risken för ras och skred är avlastningsschakt för att stabilisera slänkrön, uppförande av erosionskydd, spikning, uppförande av tryckbankar, spont, gabioner, stenskonung och omgrävning av vattendrag.

För att minska påverkan från erosion och översvämning samt slamströmmar till följd av ras har en rad åtgärder utförts. En kommun med översvämningssproblematik arbetar med invallningar, ledningsnät och pumpstationer vilka i framtiden kommer ses över, byggas ut, stärkas upp och bytas ut. En annan kommun har byggt dämmen för att reglera flöden, muddrat och gjutit kanaler i vattendrag. I ytterligare en kommun har kulvertar öppnats upp och ersatts med underjordiska bypassrör för att skapa ett öppet vattendrag och samtidigt minska risken för stora vattenflöden genom centrala delar av staden. I flera kommuner har det uppförts dammar och våtmarker. En kommun som har problem med kusterosion uppger att de jobbar med olika typer av kustskydd. Att kontrollera funktionen på installationer är en viktig aspekt som lyfts fram, vägtrummor ges som exempel.

### *Spara skog*

Möjligheten att spara skog diskuteras av fyra kommuner. Det handlar dels om att de sparar skog för att minska påverkan från nederbörd. Men också att de gör strategiska val som att aktivt spara skog på platser med högre grundvattennivå eller planera för att avrinning från avverkade ytor inte når utanför dessa.

### *Dokument och strategier*

Två kommuner hänvisar till att de tagit fram strategiska dokument av olika slag för att minska påverkan från ras, skred, erosion och översvämning. Flera kommuner pekar på att det förebyggande arbetet i hög grad handlar om att känna till platsens förutsättningar.

I en kommun har de tagit fram en kravspecifikation för detaljplan, som en checklista för viktiga aspekter att ta hänsyn till, exempel som nämns är höjda havs- och grundläggningsnivåer och framtida översvämningsskydd. En kommun uppger att de har gjort en klimat- och sårbarhetsanalys och tar hänsyn till riskområden i detaljplan. Att inte tillåta byggnation på mark som riskerar att utsättas för ras, skred, erosion och översvämning utan att i stället välja lämplig mark för detta är en strategi som nämns av tre kommuner. Flera kommuner svarar också att de tar hänsyn till geologiska och naturliga förutsättningar när de utformar detaljplaner.

En kommun uppger att de tillsammans med SMHI har tagit fram en klimatanpassningsplan och en plan för att översvämningssäkra staden. Dessa innehåller konkreta multifunktionella lösningsförslag som exempelvis nya

våtmarker eller grönytor för att fördröja dagvatten. En annan kommun svarar att de genomfört en skyfallskartering och ekosystemtjänstanalys för centralorten som båda är kopplade till flödes- och klimatregering.

En kommun har tillsatt en särskild grupp inom kommunen som jobbar med att skydda befintliga strukturer mot skred och har utformat ett kontrollprogram för detta. En annan kommun uppger att de har fått i stånd ett övergripande mellankommunalt samarbete kring ett vattendrag.

### 5.3 Vad anser kommunerna behöver göras?

#### *Kommunikation*

Något som efterfrågas från en kommun är en tydligare dialog mellan myndigheter och kommun. Exempelvis tar Skogsstyrelsen beslut om avverkning av skog i områden där träden fyller stor funktion. Därmed förändras förutsättningarna i närliggande vattendrag. Eftersom beslut om avverkning kan få följder som påverkar kommunens arbete önskas en öppen dialog med skogsbolag och Skogsstyrelsen.

#### *Undersökningar och underlag*

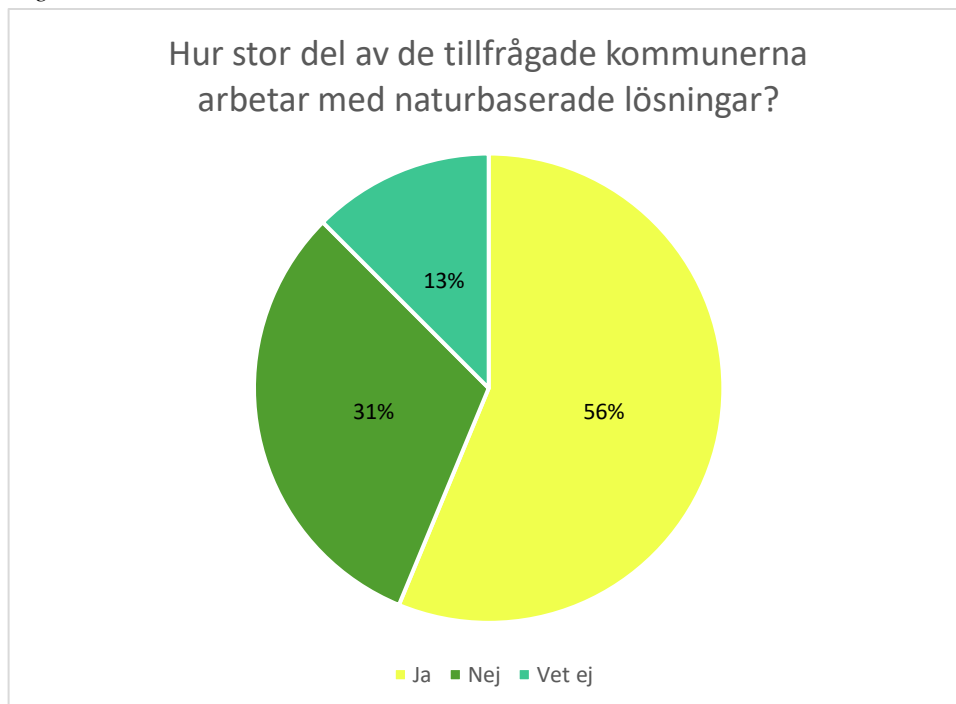
En kommun menar att de gjort kostsamma överarbetade utredningar efter yttranden från SGI och länsstyrelsen och anser vidare att kommunen redan är medveten om rådande förutsättningar. Detta medan fem kommuner lyfter att de genomför geotekniska undersökningar menar och markstabiliserande åtgärder vid byggnation och flera andra kommuner att detta kommer behöva göras mer i framtiden. Det framkommer också att flödesutredningar och installation av erosionsskydd i vattendrag anses helt nödvändiga. Precis som åtgärder för att minska den negativa effekten av skyfall.

En vidare utveckling av branschpraxis för naturbaserade metoder skulle underlätta för framtida upphandlingar och projekt. Det som önskas är utarbetade metoder som kan ligga till grund för utformning och planering av framtida insatser samt vem som ansvarar för projektets olika delar och framtida skötsel.

## 5.4 Hur kan kommunerna arbeta med naturbaserade lösningar i framtiden?

Det är en bred spridning av yrkesroller och kompetenser hos de som arbetar med frågor rörande ras, skred, erosion och översvämning. Beroende på yrkesroll ges olika perspektiv på problematiken och dess lösningar. Utifrån enkätsvaren utläses att 56% av de tillfrågade kommunerna tidigare arbetat med naturbaserade lösningar, se tabell 3.

Tabell 3. Diagrammet visar andelen av de tillfrågade kommunerna som arbetar med naturbaserade lösningar.



De kommuner som har problem med skred uppger i större utsträckning att de inte arbetar med vegetation som skydd än andra kommuner. Det förklaras av att det är svårt att säkerställa den stabiliserande effekten vegetation har. I många fall innebär skred stora risker för personer och byggnader och därför väljs mer beprövade metoder med bevisad funktion.

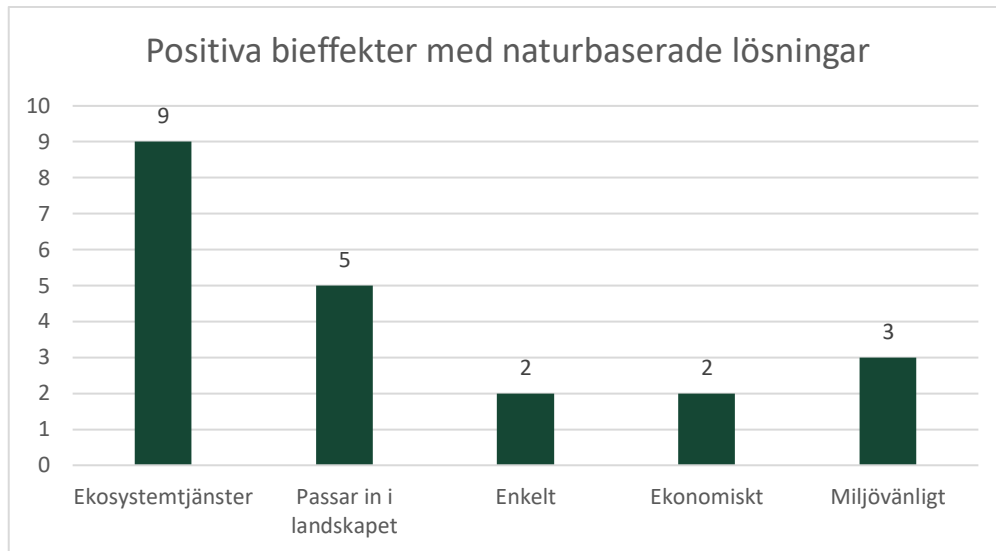
### *Arbetet med naturbaserade lösningar och dess fördelar*

Att spara befintlig vegetation lyfter fem kommuner som ett exempel på hur de arbetar med naturbaserade lösningar. Det kan vara både skogsområden och mindre grönytor i stadsmiljö som bevaras. Syftet är då både att förbättra jordens stabilitet och att minska mängden vatten som når vattendragen vid regn. Att bevara naturområden ses som ett kostnadseffektivt sätt då inga kostsamma ingrepp genomförs initialt. Däremot är det viktigt att ta hänsyn till den skötsel som krävs då

den kan innebära stora kostnader över tid. Något som vidare lyfts fram som en stor fördel är hur dessa naturbaserade lösningar bidrar med fler funktioner. De kan exempelvis bidra med sociala ytor, grönska och gynna den biologiska mångfalden.

I tabell 4 presenteras hur kommuner svarat utifrån vad de anser vara positiva bieffekter.

Tabell 4. Tabellen visar de positiva bieffekter med naturbaserade lösningar som kommunerna uppger i sina svar.

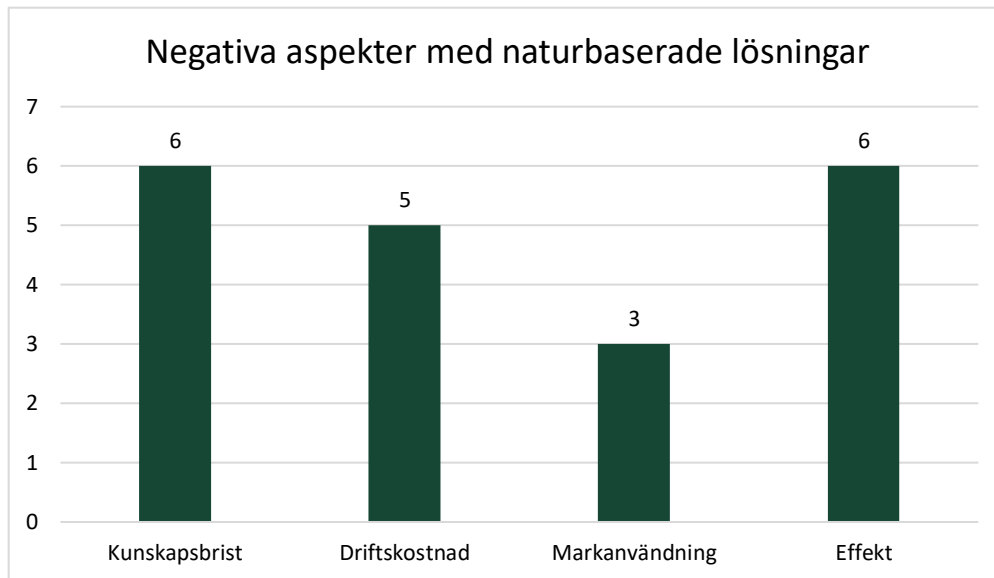


Konstruerade dagvattenlösningar med växter och reningsdammar som anpassas efter naturen är något som fyra kommuner genomfört. Syftet har då varit att stärka förmågan att hantera större regn och att rena vatten från föroreningar. Att hantera dagvatten lyfts som en viktig insats för att minska risken för ras, skred, erosion och översvämning. Förbättringsåtgärder av dagvattenhanteringen planerar att vidtas i olika kommuner är dimensionering av systemen för högre flöden, utökning av ledningsnät och användande av öppna dagvattenlösningar som till exempel våtmarker. Metoder som kokosmattor, trädplantering och tidig sådd har använts och gett goda resultat. Växtlighetens funktion som erosionsskydd har använts vid konstruktioner med andra syften. Exempelvis används frösådd för att minska slitaget på anlagda bullerskydd.

### Negativa aspekter med naturbaserade lösningar

I enkätsvaren lyfts även viktiga faktorer som påverkar kommunernas möjlighet att arbeta med naturbaserade lösningar. I tabell 5 sammanställs de negativa aspekter som de tillfrågade kommunerna nämner relaterat till arbetet med naturbaserade lösningar.

Tabell 5. Tabellen visar vad kommuner lyfter fram som negativa aspekter med naturbaserade lösningar.



Sju kommuner ser möjligheter med att använda vegetation för att stabilisera slänter men lyfter även fram att det innebär vissa risker. En kommun lyfter risken med att den markbindande effekten av vegetation upphör om den dör. I en kommun med skredproblematik beskrivs det också hur trädens rötter i vissa fall kan försämra markstabiliteten och därför kan det vara nödvändigt att ta bort träd för att göra plats för en stabiliseringsåtgärd med dokumenterad effekt. Osäkerheten kring konstruktionernas livslängd och tiden det tar för växterna att etablera sig och bidra med de önskade effekterna är något som anses vara en nackdel. Många har svarat att de är positivt inställda till att arbeta med vegetation men att det är svårt att ge generella svar då flera faktorer påverkar konstruktionens funktion. Insatsen måste vara anpassad till platsen och de rådande förutsättningarna begränsar vad som är möjligt att genomföra och vilka material som är lämpliga.

Olika intressen för markområden är något som beskrivs som ett hinder. I vissa fall genomförs skyddande insatser på ytor som skulle kunna nyttjas till bland annat skogsbruk och nybyggnation. I vissa områden ingår privatägd mark och det kan ibland vara svårt att säkerställa att framtida skötsel sker som planerat. Okunskap hos markägare skulle kunna innebära att marken röjs och den önskade effekten uteblir. I ett svar lyfts det som ett problem att områden klassade som Natura 2000 innebär att åtgärder som skulle behövas för att mildra problematiken med ras, skred,



erosion och översvämning inte får utföras. En kommun lyfter risken med att vegetation kan öka flödet och vattennivån i smala vattendrag och därmed förvärra problematiken nedströms.

#### *Metod och underlag*

Flera kommuner ser arbetet med naturbaserade lösningar som en bra metod för att anpassa sig för framtida klimatförändringar. Kommuner menar dock att eftersom det idag inte finns vedertagna metoder att använda sig av vid upphandling kan det innebära missförstånd och osäkerhet kring fördelning av ansvar. En utmaning är att anläggningen genomförs på ett korrekt sätt. Det ställer stora krav på beställare och bygglidare.

## 6. Diskussion

Resultatet visar att 56% av de svarande kommunerna använder sig av naturbaserade lösningar. Utifrån svaren på mejl-enkäten kan konstateras att kommunerna använder sig av naturbaserade lösningar i vissa fall, men inte i andra. Detta då det finns en osäkerhet kring konstruktion och effekt. Det finns en positiv inställning även om kommunerna ser både för- och nackdelar med naturbaserade lösningar. Utifrån resultatet ser alla de tillfrågade kommunerna fördelar och 11 kommuner nackdelar med naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning. Av de 10 kommuner som använt sig av naturbaserade lösningar i sitt arbete ser 7 kommuner både för- och nackdelar med naturbaserade lösningar. Den teoretiska bakgrunden visar att markförhållanden kan se väldigt olika ut och att det därför krävs god kunskap om dessa för att förstå problematiken med ras, erosion och översvämning samt hur de kan komma att påverkas av klimat respektive naturbaserade lösningar. Klimatförändringar påverkar många av de processer som skapar instabilitet i marken. Till exempel får en ökad nederbörd konsekvenser som påverkar samtliga problematiker. Det framkommer också att tillämpning av naturbaserade lösningar är komplext och kräver noggranna utredningar av platsen och god kunskap om hur den naturbaserade lösningen ska utformas för att fylla sin funktion och få en god livslängd.

### 6.1 De naturbaserade lösningarna

Litteraturen är enig om att det finns för- och nackdelar med vegetation, att det är ett lämpligt skydd i vissa fall och inte i andra. Det rör sig till exempel om att det passar bra med vegetation som skydd mot erosion i vattendrag (SGI 2016; van Beek et al. 2008) men att det inte har någon effekt på djupa skred (Miele et al. 2021; Sanchez-Castillo et al. 2023; SGI 2023; Stokes et al. 2014; van Beek et al. 2008). Därtill konstateras till exempel att vegetation kan förvärra situationen genom att rörelser i träd till följd av vind fortplantar sig ner i marken och kan utlösa ras och skred (Bell 1998; Ghestem, Sidle & Stokes 2011; Jiang et al. 2024).

Denna uppfattning delas av de kommuner som svarat på mejl-enkäten. De kommuner som primärt arbetar med att minska effekten av erosion och översvämning arbetar i större utsträckning med naturbaserade lösningar än de kommuner som har problem med ras och skred. Kommuner som handskas med

skredproblematik är över lag kritiska till att naturbaserade lösningar är en metod som de kan använda sig av. Detta bekräftas av litteraturen då den markstabiliserande effekten av vegetation beräknas sträcka sig två meter ner i marken (Miele et al. 2021; Sanchez-Castillo et al. 2023; SGI 2023; Stokes et al. 2014; van Beek et al. 2008).

Kommunerna uttrycker i hög grad att de ser positiva bieffekter med naturbaserade lösningar. Att de smälter in i miljön, levererar ekosystemtjänster och gynnar biologisk mångfald är de fördelar som lyfts fram flest gånger. Naturbaserade lösningar ses som en billig och resurseffektiv insats men de lyfter även att den kan innebära ökade skötselkostnader i framtiden. Andra problem som kommunerna ser är att lösningen tar tid på sig innan den etablerats och fyller sin funktion och att det inte finns någon tydlig definition av vilken effekt den har. Att det finns många olika faktorer som avgör huruvida naturbaserade lösningar levererar den avsedda funktionen bidrar med en osäkerhet hos kommunerna vilket resulterar i att de väljer andra metoder.

Litteraturen delar denna delvis denna uppfattning, det tar tid att etablera en naturbaserad lösning och den måste skötas för att bibehålla sin funktion (Miele et al. 2021; van Beek et al. 2008). Allen & Leech (1997) menar att naturbaserade lösningar initialt kan innebära större kostnader än andra lösningar men att den över tid ses som ett kostnadseffektivt alternativ.

Bland litteraturen finns däremot ett antal beräkningsmodeller som visar på vegetations hydrologiska och mekaniska effekter som bidrar till att stabilisera mark (Arnone et al. 2016; Jiang et al. 2024; Li et al. 2022; Momiyama et al. 2023) och utvecklade metoder för hur vegetation kan stabilisera mark (SGI 2016; van Beek et al. 2008). Dock krävs det kunskap både om tekniska aspekter och om vegetation för att kunna ta del av dessa och utföra de beräkningar som krävs för att bedöma effekten eller utforma en naturbaserad lösning.

Miele et al. (2021) visar exempel där den önskade effekten inte uppnåtts och förklarar svårigheter med att genomföra naturbaserade lösningar korrekt. En mängd faktorer påverkar insatsens önskade funktion. Om utformningen, anläggningsarbetet eller skötseln inte genomförs korrekt finns en stor risk att insatsen blir verkningslös och de önskade effekterna uteblir. Något som lyfts fram är den hänsyn som bör tas för platsens rådande förutsättningar. Insatser som kan ses som effektiva är inte nödvändigtvis lämpliga då platsens förhållanden styr vilka insatser som är möjliga. I detta sammanhang uttrycker kommunerna att de saknar kompetens och tydliga tillvägagångssätt för att vara säkra på att insatsen fyller den önskade funktionen.

## 6.2 Organisatoriska svårigheter

En del av de svårigheter som kommunerna lyfter gällande naturbaserade lösningar är av organisatorisk karaktär. Kommunerna beskriver svårigheter med att formulera förfrågningsunderlag och tekniska beskrivningar då det saknas en utarbetad praxis att följa vid utformning av naturbaserade lösningar mot ras, skred, erosion och översvämning. Det behövs kunskap för att välja rätt vegetation, vilket kräver specifik kompetens och detta upplevs som ett hinder. Vidare menar kommunerna att det finns en utmaning med att förespråka naturbaserade lösningar och bevisa den samhällsekonomiska vinsten med dem då de konkurrerar med byggbar mark. Resultaten från denna studie visar på att det är nödvändigt med utveckling av underlag för utformning av naturbaserade skydd mot ras, skred, erosion och översvämning samt att utvärderade exempel är särskilt viktigt vid arbete inom politiskt styrda organisationer som en kommun. Detta för att kunna stärka sin argumentation och kunna få medel för investeringen.

I arbetet med naturbaserade skydd mot ras, skred, erosion och översvämning är en rad olika yrkesroller och kompetenser inblandade. Det är också lätt att föreställa sig att dessa personer har olika utbildning vilken avspeglas i svaren från kommunerna. I de inkomna enkätsvaren delgavs olika aspekter på ämnet och det kan konstateras skillnader i resonemanget. Den mest tydliga är att personer som jobbar med planering beskriver ett helhetsperspektiv för att utforma olika typer av planer medan de personer som jobbar med drift fokuserar mycket på den praktiska funktionen av olika anordningar. I ett fall har flera olika yrken deltagit i svaret på enkäten vilket resulterat i att flera perspektiv berörts. Detta är något som är viktigt att poängtera, kommunikation mellan personer med olika utbildning och yrken är avgörande för att lyckas med naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning. Att involvera fler kompetenser vid utformning och beslut innebär att fler aspekter kommer att behandlas och resultatet har större möjlighet att fylla sin funktion och hålla över tid. Detta kan även uppnås genom att utvärdera insatser som genomförts och genom kunskapsåterföring dela med sig av vad som varit bra respektive dåligt för att kunna utveckla framtida insatser.

## 6.3 Metoddiskussion

Studien har byggt på en litteraturgenomgång och en mejl-enkätundersökning. Syftet var att först få kunskap om fenomenen ras, skred erosion och översvämning och hur klimat och naturbaserade lösningar kan påverka dem. Enkätundersökningen syftade till att få en förståelse för hur kommuner i Sverige jobbar med frågan.

Att hitta och välja sökord var svårt, det är troligt att detta hade kunnat förbättras om vi haft mer tid på oss. Vi valde också att läsa inhämtade artiklars källförteckningar och söka vidare därifrån. Då var det lättare att hitta artiklar p temat

vilket snabbt gav resultat. Det är viktigt att nämna att de artiklar som lästs i stor uträkning har varit internationella vilket gör att vi måste fundera på vad som gäller för svenska förhållanden. För att beskriva det svenska perspektivet för problemet med ras, skred, erosion och översvämning fick därför publikationer från MSB, SGI och SGU agera huvudkällor.

Litteraturgenomgången gav användbar information, men vi hade inte möjlighet att sätta oss in i de delar som gick djupt i tekniskt avancerade beräkningsmodeller. Strategin blev att undersöka svenska myndigheters kommunikation med allmänheten för att få grundkunskaperna tillgodosedda. Det var i och med detta vi hittade rapporten från MSB & SGI om de identifierade riskområdena vilken kom att vara en grund för hela uppsatsen. Denna hjälpte oss avgränsa informationsinhämtningen för att hitta rätt kunskapsnivå för att förstå svaren från kommunerna.

I den andra delen av undersökningen skickade vi ut en enkät till 47 kommuner i områden som identifierats som riskområden av MSB & SGI (2021). Att vi valde enkät berodde till stor del på att vi ville inhämta svar från ett stort antal kommuner, men att ha intervjuer med så många inte skulle rymmas inom tidsramen för uppsatsen-kursen. Kompromissen innebar därför att vi formulerade ett antal öppna frågor som ger den som svarar möjlighet att dela sitt resonemang utifrån den kunskap och erfarenhet personen har. Problem med denna form är att det inte ges möjlighet att ställa följdfrågor, vilket lämnar åt läsaren att tolka svaren. Detta kan innebära att de missförstås. I och med den förkunskap vi studenter har finns det en risk att vi tror att vi vet vad de menar, och vi kan ha rätt. Men vi kan inte veta säkert.

I detta sammanhang är det också viktigt att påpeka att vi i den utskickade enkäten kallade de lösningar vi skulle undersöka användningen av för naturanpassade. I uppsatsen har dessa lösningar senare kommit att kallas för naturbaserade. Detta innebär att det finns en risk för tolkningsfel. Litteraturens definitioner av dessa begrepp är dock mycket lika varandra och vi bedömer därför att svaren som inkommit kan appliceras på begreppet naturbaserade lösningar.

I enkäten ställdes frågan hur problematiken med ras, skred, erosion och översvämning drabbar kommunerna och i vilken omfattning. Kommunerna svarade på vilka problem som drabbar dem men gav ingen tydligare bild av på vilket sätt eller i vilken omfattning. Det hade varit intressant att veta hur allvarligt de ser på dessa problem och om kommunernas bild av dem överensstämmer med den alarmerande bild som myndigheter förmedlar. En möjlig anledning till att vi inte fick svar på frågan kan bero på dess formulering och att kommunerna inte förstod vad som efterfrågades. Det var ibland svårt att utläsa vad som var svar på vilken fråga vilket ökade behovet av tolkning och kan innebära missförstånd. Vi kan därmed konstatera att enkätfrågorna i några fall hade kunnat vara tydligare, i något fall mer uppdelade.

En annan aspekt är att vi skickade mejlet centralt till kommunernas växel och att det därifrån skickades vidare till en person som jobbade med frågor som rör ras, sked, erosion och översvämning. Det lämnar beslutet om vem som ska svara på frågorna till dem, och enkäten besvaras i de flesta fall bara av en person. Det ger en ensidig vinkling av problemet och lösningarna då personer med olika yrken och utbildning sannolikt kan resonera olika i frågan. Synen på problemet och lösningarna ser sannolikt olika ut beroende på om du frågar en geotekniker eller en planchef, även inom varje kommun. Ett alternativ hade varit att rikta mejlet till en person som jobbar med dessa frågor och har grön utbildning, då kan vi anta att vi fått fler svar som gick djupare in på vegetationen. Det hade också varit bra att ställa frågan vilken utbildning personerna som svarar har och inte bara vilken yrkesroll de har på kommunen. Detta hade kunnat fördjupa förståelsen för svaren ytterligare. Det hade kanske till och med varit mer intressant att fråga vad de har för utbildning än vad de har för yrkestitel. Detta kan styrkas av att det från en kommun inkom två svar från personer med olika yrke och sannolikt olika utbildning som resonerade ganska olika om ämnet. I ett svar var det också tre olika personer med olika yrkestitel som svarat tillsammans, vilket speglades i utförliga svar med olika aspekter.

Tanken med att enkäten skickades i mejl-form var att den skulle upplevas som lättillgänglig jämfört med om det var en intervju. Vår förhoppning var att sannolikheten för att kommunerna tar sig tid till att svara därmed skulle öka. Vi fick, efter en mejl-påminnelse, in svar från totalt 19 kommuner vilket i sammanhanget får betraktas som bra. Av dessa svar har 17 representeras i uppsatsens resultat. Detta då ett svar kom från ett kommunalt bolag och ett svar inte höll sig till enkäten utan var ett utifrån frågorna fritt författat mejl. De 17 svaren representerade alla områden utom ett. Det är dock viktigt att komma ihåg att det antagligen inte bara är de kommuner som svarade som upplever problem med ras, skred, erosion och översvämning. Det är rimligt att tänka sig att de flesta kommuner vi skickade ut enkäten till upplever problem i någon omfattning med tanke på att de befinner sig inom ett av de identifierade riskområdena men inte haft möjlighet att svara. Det innebär att det kan finnas ytterligare kunskap och erfarenhet som vi inte kunnat ta del av.

Frågeställningen har tillåtits utvecklas genom arbetet. Till slut landade frågeställningen i formuleringen:

I vilken utsträckning används naturbaserade lösningar som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning svenska kommuner?

Att vi valde den berodde på att det viktigaste för oss var att ta reda på hur kommuner i landet jobbar med och resonerar kring frågan med naturbaserade lösningar. Vi ville få en övergripande bild av hur det ser ut i landet utan att gå in på detaljer.

Om vi hade gjort om arbetet en gång till hade vi sannolikt begränsat arbetet till att röra en problematik och hur den påverkar och arbetas med på olika platser i landet. Alternativt att undersöka en kommun och kompetensen och kommunikationen mellan olika yrkeskategorier som jobbar med frågor som rör ras, skred, erosion och översvämning. Detta för att lättare kunna dra slutsatser om skillnader och likheter i arbetet och kanske på det sättet lättare kunna tillämpa kunskapen. Frågorna i enkäten hade också snävats av för att få mer specifika svar som kräver mindre tolkning och blir lättare att jämföra.

## 7. Slutsats

För att komma till rätta med den obalans i kunskapsnivå som råder behöver kunskapsunderlag utvecklas. Hur detaljerade dessa underlag bör vara kan dock diskuteras. Vill myndigheter motivera användande av naturbaserade lösningar som en väg mot uppsatta miljömål kanske det kan vara lämpligt att utforma dem på en mer detaljerad nivå som lätt kan anpassas till olika platsspecifika förhållanden. I ett annat scenario kan kommunerna själva ta ett ansvar för att inhämta den kunskap som behövs för att kunna utforma naturbaserade lösningar som är anpassade efter just de förhållanden som råder på platsen. Kommunikation mellan kommuner och instanser som fattar övergripande beslut är därför viktig.

I några svar uttrycker kommunerna att problematiken kan komma att förvärras i samband med klimatförändringar. Detta belyser vikten av att ytterligare vidareutveckla kunskapen inom kommunerna i framtiden. För att höja kunskaperna inom kommunen skulle det behövas noggrann utvärdering från tidigare insatser. Dessa utvärderingar kan ligga till grund när man fattar framtida beslut i frågan. Att behöva inneha kunskap tycks upplevas som kravfyllt. Kanske för att kunskap ofta är förknippade med ekonomiska aspekter. Men om Sverige ska nå sina uppsatta miljömål är kunskap en viktig investering. Oavsett hur underlagen för naturbaserade skydd mot ras, skred, erosion översvämning utformas så är de en viktig del i arbetet framåt mot att klimatsäkra våra samhällen.

### 7.1 Framtida forskning

Det finns ett stort behov av att öka kunskapen om naturbaserade lösningar för ras, skred, erosion och översvämning liksom utveckling av de redskap som kommunerna behöver för att kunna använda dessa metoder. Det finns ett behov att framtida forskning fokuserar på att testa metoder för utformning av naturbaserade lösningar vid olika förutsättningar i Sverige då den befintliga litteraturen är övervägande internationell. De försök som görs behöver inventeras och utvärderas med hänseende till den långsiktiga effekten, livslängden, kostnaden och skötselbehovet på de naturbaserade lösningarna. Detta för att få underlag som kan användas vid utformning, upphandling och utredningar. Det behöver vidare undersökas vilken kompetens som krävs för att tillämpa naturbaserade lösningar



som skydd mot ras, skred, erosion och översvämning och om kompetensen finns på svenska myndigheter och kommuner.

Det tycks svårt att argumentera för att det inte finns förebilder för naturbaserade lösningar när naturen hela tiden jobbar med att stabilisera mark. Det är förvisso ett faktum att naturen tillåter ras, skred, erosion och översvämning som naturliga processer för att uppnå balans, men den arbetar också konstant med att täcka marken med olika typer av vegetation för att binda ihop jordmassan. Det är därför intressant att undersöka hur lösningar kan utformas med naturen som utgångspunkt för att skydda samhällen mot ras, skred, erosion och översvämning.

## Referenser

- Allen, H.H. & Leech, J.R. (1997). *Bioengineering för streambank erosion control*. Report 1, Guidelines (Technical Report EL-97-8), Washington DC: US Army Corps of Engineers.  
[https://www.engr.colostate.edu/~bbledsoe/CIVE413/Bioengineering\\_for\\_Streambank\\_Erosion\\_Control\\_report1.pdf](https://www.engr.colostate.edu/~bbledsoe/CIVE413/Bioengineering_for_Streambank_Erosion_Control_report1.pdf) [24-01-24]
- Alvehus, J. (2013). *Skriva uppsats med kvalitativ metod: en handbok*. 1. uppl. Stockholm: Liber.
- Arnone, E., Caracciolo, D., Noto, L.V., Preti, F. & Bras, R.L. (2016). *Modeling the hydrological and mechanical effect of roots on shallow landslides*. *Water resources research*, 52 (11), 8590–8612. <https://doi.org/10.1002/2015WR018227>
- Bayoglu Flener E & Johansson T (2015). *Geoteknik för landskapsarkitekter. En orientering inom geotekniken*. Bjerking, SLU.
- Bell, F.G. (1998). *Environmental geology: principles and practice*. Oxford: Blackwell Science.
- Boverket (2023). *Klimatanpassning i planeringen*.  
<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planeringsfragor/klimat/klimatanpassning/> [2024-02-21]
- Boverket (2024). *Kustskydd*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hav/klimat/kustskydd/> [2024-03-04]
- Danielsson, P, Kling, J, Rydell, B & Kiilsgaard, R (2016). *Naturanpassade erosionsskydd i vattendrag. En förstudie*. Statens geotekniska institut, SGI Publikation 28, Linköping. Diarienummer: 1.1-1303-0230  
<https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/sgi-publikation/sgi-p28.pdf> [24-01-16]
- Eriksson, J. (2011). *Marklära*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Eriksson, L.T. & Wiedersheim-Paul, F. (2008). *Rapportboken : hur man skriver uppsatser, artiklar och examensarbeten*. 1. uppl. Malmö: Liber.
- Fiolleau, S., Uhlemann, S., Falco, N. & Dafflon, B. (2023). *Assessing probability of failure of urban landslides through rapid characterization of soil properties and vegetation distribution*. *Geomorphology (Amsterdam, Netherlands)*, 423 (C), 108560-. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108560>
- Ghestem, M., Sidle, R.C. & Stokes, A. (2011). *The Influence of Plant Root Systems on Subsurface Flow: Implications for Slope Stability*. *Bioscience*, 61 (11), 869–879. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.11.6>

- Grip, H. & Rodhe, A. (2016). *Vattnets väg från regn till bäck*. 4. ed. Uppsala: Uppsala universitet.
- Hållbar dag- och dränvattenhantering: råd vid planering och utformning* (2011). 1. utgåvan. Stockholm: Svenskt vatten.
- IPCC, 2019: *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001> [2024-02-14]
- IPCC, 2023: *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001 [2024-02-12]
- Jiang, H., Zou, Q., Jiang, Y., Zhou, B., Yao, H., Cui, J., Zhou, W. & Chen, S. (2024). *Development of an integrated model for assessing landslide susceptibility on vegetated slopes under random rainfall scenarios*. *Ecological engineering*, 199, 107150-. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2023.107150>
- Larsson R. (1989). Hållfasthet i friktionsjord. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1299887/FULLTEXT01.pdf> [24-02-01]
- Li, J., Wang, X., Jia, H., Liu, Y., Zhao, Y., Shi, C. & Zhang, F. (2022). *Effect of herbaceous plant root density on slope stability in a shallow landslide-prone area*. *Natural hazards (Dordrecht)*, 112 (3), 2337–2360. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05268-0>
- Miele, P., Di Martire, D., Di Napoli, M., Guerriero, L. & Calcaterra, D. (2021). *Temporal efficiencies of soil bioengineering techniques to mitigate geo-hydrological risks*. *Ecological engineering*, 170, 106338-. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106338>
- Miljödepartementet (2022). *Sveriges genomförande av Agenda 2030*. Regeringens skrivelse (2021/22:247). Regeringen. <https://www.regeringen.se/contentassets/9dfa88d8317f441189ba368ef4d506ae/sveriges-genomforande-av-agenda-2030-skr.-202122247.pdf> [24-01-24]
- Momiyama, H., Kumagai, T., Fujime, N., Egusa, T. & Shimizu, T. (2023). *Forest canopy interception can reduce flood discharge: Inferences from model assumption analysis*. *Journal of hydrology (Amsterdam)*, 623, 129843-. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129843>
- MSB (2019). *Varför inträffar skred och ras?* <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skred-ras-och-erosion/varfor-intraffar-skred-och-ras/> [24-01-29]

- MSB & SGI (2021). *Riskområden för ras, skred, erosion och översvämning, Redovisning av regeringsuppdrag enligt regeringsbeslut M2019/0124/Kl*. Statens geotekniska institut, SGI, Linköping och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, Karlstad. <https://www.msb.se/siteassets/dokument/om-msb/vart-uppdrag/regeringsuppdrag/2021/ru-riskomraden.pdf> [24-01-18]
- MSB (2023). *Redovisning av regeringsuppdrag – Metod för skyfallskartering av tätorter*. Enhet: Enheten för arbete med naturolyckor och beslutstödssystem Publ nr: MSB2257 - december 2023. [24-03-01]
- MSB (2024). *Nästan en halv miljard till kommuner för förebyggande åtgärder mot naturolyckor*. <https://www.msb.se/sv/aktuellt/nyheter/2024/januari/nastan-en-halv-miljard-till-kommuner-for-forebyggande-atgarder-mot-naturolyckor/> [24-01-23]
- MSB (2024). *Ras och skred*. <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/skred-ras-och-erosion/> [2024-01-29]
- Naturvårdsverket (2021). *Naturbaserade lösningar – ett verktyg för klimatanpassning och andra samhällsutmaningar*. Rapport 7016. <https://www.naturvardsverket.se/4ac248/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7016-2.pdf> [2024-03-15]
- Naturvårdsverket (2023). *Vad är biologisk mångfald?* <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/biologisk-mangfald/vad-ar-biologisk-mangfald/> [2024-03-16]
- Naturvårdsverket (2024). *Vad är ekosystemtjänster?* <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/mark-och-vattenanvandning/ekosystemtjanster/vad-ar-ekosystemtjanster?language:sv> [2024-03-16]
- Sanchez-Castillo, L., Melendez-Jaramillo, E., Pequeño-Ledezma, M.A., Delgado-Martinez, R. & Kubota, T. (2023). *Assessment of the morphological characteristics of native plant species for shallow landslide prevention*. *Natural hazards* (Dordrecht), 118 (1), 263–276. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06000-2>
- SGI (2018). *Ras, skred och slamströmmar*. <https://www.sgi.se/sv/Forskning--larande/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/ras-och-skred/> [2024-01-29]
- SGI (2019). *Skredrisker i ett förändrat klimat, Prioritering för kartering*, SGI Publikation 47, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping. Diariernr: 1.1-1709-0621. <http://swedgeo.diva-portal.org/smash/get/diva2:1389888/FULLTEXT01.pdf> [24-02-27]
- SGI (2022). *Framtida kostnader till följd av ras, skred och erosion, Fördjupning av klimateffekter*. Diariernr: 1.1 2107-0584. <http://swedgeo.diva-portal.org/smash/get/diva2:1790718/FULLTEXT01.pdf> [24-01-16]
- SGI (2023). *Jords hållfasthet*. <https://swedgeo.se/sv/Forskning--larande/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/jordmateriallara/skjuvhallfasthet/#contentfoot> [24-02-27]

- SGU (2023). *Skred och ras*. <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/skred-och-ras/> [2024-01-29]
- SMHI (2023). *Klimatförändringen är tydlig redan idag*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-forandras/klimatforandringarna-marks-redan-idag-1.1510> [24-01-24]
- SMHI (2023:1) *Nollgenomgångar*. <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindex/nollgenomgangar-1.22895> [24-02-12]
- SMHI (2023:2) *Olika typer av översvämningar* <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/oversvamningar/olika-typer-av-oversvamningar-1.176299> [24-02-04]
- Sowińska-Świerkosz, B. & García, J. (2022). *What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification*. *Nature-based solutions*, 2, 100009-. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100009> [24-02-16]
- Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering : planering och exempel*. Stockholm: Svenskt vatten.
- Stokes, A., Douglas, G.B., Fourcaud, T., Giadrossich, F., Gillies, C., Hubble, T., Kim, J.H., Loades, K.W., Mao, Z., McIvor, I.R., Mickovski, S.B., Mitchell, S., Osman, N., Phillips, C., Poesen, J., Polster, D., Preti, F., Raymond, P., Rey, F., Schwarz, M. & Walker, L.R. (2014). *Ecological mitigation of hillslope instability: ten key issues facing researchers and practitioners*. *Plant and soil*, 377 (1–2), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2044-6>
- SWECO (2023). *Stranderosion Smygehamn*. <https://cms.trelleborg.se/wp-content/uploads/2023/12/sweco-2023-09-06-kusterosion-smygehamn.pdf> [2024-13-3]
- van Beek, R., Cammeraat, E., Andreu, V., Mickovski, S.B. & Dorren, L. (2008). *Hillslope Processes: Mass Wasting, Slope Stability and Erosion*. I Norris, J.E., Stokes, Alexia., Mickovski, S.B., Cammeraat, Erik., van Beek, Rens., Nicoll, B.C. & Achim, Alexis. (red.) *Slope Stability and Erosion Control: Ecotechnological Solutions*. Dordrecht: Springer Netherlands. s 17–64.
- WMO, 2022. *State of the global climate*. <https://library.wmo.int/idurl/4/66214> [2024-02-13]

# Bilaga 1

Detta mail vänder sig till en person som jobbar med frågor som rör erosion, skred, ras och översvämning i er kommun.

Hej!

Vi är två studenter som just nu skriver kandidatuppsats inom landskapsingenjörsprogrammet på SLU Ultuna i Uppsala. Temat för uppsatsen är användning av naturanpassade lösningar där vegetation som till exempel träd, buskar eller död ved ingår för att minska problem med erosion, ras, skred och översvämning.

Syftet med vår undersökning är att sammanställa hur dessa metoder används idag och vilka resultat som uppnåtts. Vi skickar därför denna enkät till kommuner lokaliserade i något av de geografiska områden som MSB & SGI i en rapport från 2021 har identifierat som särskilt utsatta för denna problematik. Vi kommer inte att ange några namn i uppsatsen men dina svar kommer att kunna kopplas till din yrkesroll och den kommun du arbetar i. Din kunskap och erfarenhet i frågan är mycket intressant för vår undersökning och vi undrar därför om ni vill medverka genom att svara på ett antal frågor?

- I vilken kommun jobbar du som svarar på enkäten?
- Vilken yrkesroll har du som svarar på enkäten?
- På vilket sätt drabbar problematiken med erosion, ras, skred och översvämningar er kommun och i vilken omfattning?
- Vad bedömer ni är orsaken till problematiken i er kommun och kan det komma att förvärras i framtiden?
- Vilka förebyggande insatser har ni genomfört och vilka ytterligare insatser anser ni vara nödvändiga för att minska problematiken i er kommun?
- Hur har ni tidigare arbetat med vegetation eller andra naturanpassade metoder i ert förebyggande arbete för att minska konsekvenser och risker?
- Vilka fördelar respektive nackdelar ser ni med vegetation eller andra naturanpassade metoder?

- På vilket sätt skulle ni kunna använda er av vegetation eller andra naturanpassade metoder i ert framtida arbete med att minska konsekvenser och risker?
- Finns det andra aspekter ni anser är viktiga att ta hänsyn till i sammanhanget?

Vi ser fram emot ert svar!

Lukas och Astrid

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.