



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Identifiering av förorenade områden och miljöfarlig verksamhet med sårbarhet för naturolyckor i Västra Götalands län

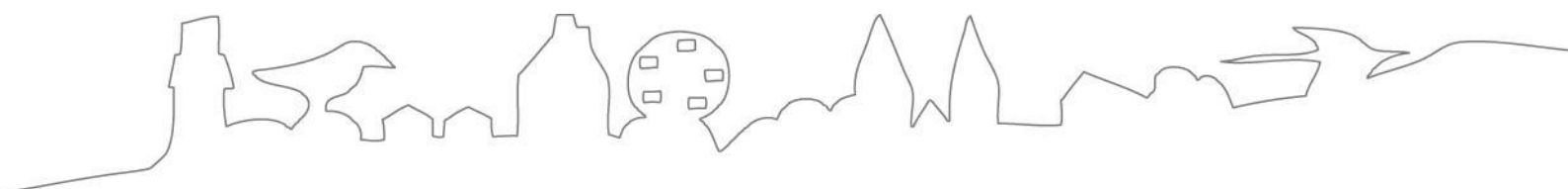
GIS-analys av naturolycksriskerna skred, ras, erosion och översvämning



Upprättad: 2018-01-05

Foto: Översvämning av förorenat område i Partille 2006

Fotograf: Per Olsson



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Förord

Framtidsprognoser vittnar om ett nederbördsrikt klimat i Sverige med ökad medeltillrinning (förutom i de sydöstra delarna) och ökad frekvens av 100-årsflöden i de sydligt belägna vattendragen (SMHI 2015). För Västra Götalands län tyder framtida klimatscenarion på en ökad risk för naturolyckor i form av jordrörelser och översvämningar och med det en högre risk för skada på människors liv, egendom och på natur. Den förhöjda risken är främst lokaliserad kring vattendrag då dessa områden i större grad utsätts för hydrologiska processer och jordrörelser vilket i sin tur orsakar stabilitetsproblem.

Historiskt har industrier och andra miljöfarliga verksamheter placerats utmed ytvattendrag, tillgången till vattenresurser, vattenenergi och vattentransportleder är några av anledningarna till lokaliseringen. Med tiden har aktiviteterna orsakat förorening av mark, byggnader och vatten till den nivå att det anses utgöra en betydande risk för människa och miljö. Jordrörelser i förorenad mark riskerar att röra om och sprida farliga ämnen, om jordrörelsen når vattendrag kan dessa även agera som transportleder och sprida föroreningar långa sträckor. Detta innebär att ett område med förorenad mark som även är sårbart för skred, ras eller erosion har en förhöjd risk att påverkas av naturolyckor i framtiden och utgör på så sätt en föroreningskälla där risken för spridning är stor. Arbeta behöver därför vidtas för att förhindra framtida spridning och läckage av föroreningar och giftiga ämnen till följd av naturolyckor.

Länsstyrelsen har som uppdrag att samordna klimatanpassningsarbetet i länet, arbetet ska i sin tur skapa ett långsiktigt och robust samhälle genom att minska sårbarhet eller tillvarata möjligheter av ett föränderligt klimat. Uppdraget har bland annat resulterat i rapporten Regional handlingsplan för klimatanpassning, Västra Götalands län (2014). Handlingsplanen vägleder Länsstyrelsen, kommuner och övriga aktörer i arbetet med konkreta åtgärder för att anpassa Västra Götalands län för framtida klimat.

Länsstyrelsen Västra Götaland samordnar arbetet med identifiering och efterbehandling av förorenade områden samt tillsyn och prövning av miljöfarlig verksamhet. Genom att analysera platsspecifika egenskaper hos mark och miljö där förorenade objekt eller miljöfarliga verksamheter ligger finns det möjlighet att uppskatta konsekvenser av det framtida klimatet. Resultatet är en viktig del i klimatanpassningsarbetet och fungerar som kunskapsunderlag för Länsstyrelse, kommun eller andra aktörer vid arbete med objekt och verksamheter.

Denna rapport beskriver tillvägagångssättet vid framtagningen av en översiktlig kartläggning av potentiellt förorenade och förorenade områden samt miljöfarlig verksamhet med sårbarhet för naturolyckor. Analysen har gjorts med hjälp av GIS (Geografiska Informationssystem) genom att överlappa förorenade områden och platser med miljöfarlig verksamhet mot områden med sårbarhet för naturolyckor. Analysen utgår ifrån Publikation 20, *Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor – Information och råd* framtagen av SGI (2016). Detta projekt studerar endast ett urval av naturolyckor (skred, ras, erosion, översvämning) fler analyser rymdes inte inom projektets omfattning. Genom kartläggningen kan arbetet med att åtgärda objekt med hög sårbarhet prioriteras till de områden som medför störst risk för spridning av föroreningar i framtiden.

Innehåll

1. Inledning	1
1.1. Sammanfattning.....	1
1.2. Genomförande av projekt	1
2. Förutsägelser av framtida klimat med fokus på Västra Götalands län	2
3. Studerade objekt	3
3.1. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet.....	3
3.1.1. Förorenade områden	3
3.1.2. Miljöfarlig verksamhet	3
4. Avgränsningar av studerade parametrar med motivering.....	5
4.1. Studerade parametrar	5
4.2. Klimateffekter som inte togs med i studien	5
5. Metodik.....	7
5.1. Använd data, GIS-skikt.....	7
5.2. Programvara.....	10
5.3. Urvalskriterier	10
5.4. Förorenade områden.....	10
5.5. Miljöfarlig verksamhet.....	10
5.6. Skred	10
5.7. Stranderosion	11
5.8. Lutning- och jordartsanalys (ras)	11
5.9. Översvämning vid 100-årsflöde	12
5.9.1. Använda översvämningsskarteringar	12
5.10. Havsnivåhöjning	14
5.11. Identifiering av objekt inom riskområden	14
6. Resultat	16
6.1. Förorenade områden.....	16
6.2. Miljöfarlig verksamhet.....	17
7. Tillämpning av resultaten.....	19
7.1. Förorenade områden.....	19
7.2. Miljöfarlig verksamhet.....	20
7.3. Osäkerhet i materialet	20
Referenser.....	22
Bilaga 1.....	24
Bilaga 2.....	25
Bilaga 3.....	26

Bilaga 4.....	27
Bilaga 5.....	28
Bilaga 6.....	29

1. Inledning

1.1. Sammanfattning

Analysen med Geografiska Informationssystem, GIS, har använts för att göra en översiktlig kartläggning av förorenade och potentiellt förorenade områden samt miljöfarlig verksamhet i Västra Götalands län för att klargöra hur dessa kan komma att påverkas av framtida klimatförändringar.

Syftet med denna rapport är att identifiera vilka förorenade områden samt miljöfarliga verksamheter som ligger inom områden där det finns sårbarhet för skred, ras, erosion och översvämningar.

1.2. Genomförande av projekt

Projektet utgår ifrån Metod A som beskrivs i SGI Publikation 20, *Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor – Information och råd* (2016). Metoden är framtagen för att identifiera förorenade områden där det kan finnas förutsättningar för naturolyckor i ett större geografiskt område. För närmare beskrivning av metoden hänvisas till SGI Publikation 20 (2016). Denna analys undersöker förutsättningar för skred, ras och erosion enligt Metod A, vidare undersöks också havsvattennivåhöjning.

Projektet har genomförts vid Länsstyrelsen i Västra Götalands län under 2017, och har finansierats med hjälp av Länsstyrelsens klimatanpassningsmedel. Resurserna har använts för att finansiera lönekostnader. GIS-analysen har genomförts av Kristin Blinge, Länsmiljöingenjör på Miljöskyddsavdelningen enheten för förorenade områden, och arbetet har samordnats av Jonas Fors och Siv Hansson, Miljöskyddsavdelningen, enheten för förorenade områden.

2. Förutsägelser av framtida klimat med fokus på Västra Götalands län

SMHI (2015) har med hjälp av observationer och matematiska beräkningar av utsläppsförhållanden tagit fram prognoser för framtidens klimat för Sveriges 21 län fram till år 2100. Dessa presenteras i form av två utvecklingsscenario, begränsade utsläpp (RCP4.5) samt höga utsläpp (RCP8.5). RCP-scenarierna (Representative Concentration Pathways) visar strålningsbalansen i atmosfären genom att beskriva resultaten av utsläppen.

Generellt för Sverige beräknas årsmedeltemperaturen och nederbörden öka, medeltillrinningen förväntas öka i hela landet förutom de sydöstra delarna och extrema vattenflöden beräknas öka i vattendragen i södra Sverige. Rapporten klimatologi Nr 24 (2015) redogör vidare för klimatprognoserna i Västra Götalands län.

Utvecklingen av Västra Götalands läns klimat beror på mängden växthusgaser i atmosfären, detta påverkar i sin tur klimatet genom temperaturökning. Årsmedeltemperaturen i Västra Götalands län var under perioden 1961-1990 6,1 grader. De två framtidsscenarierna visar på en succesiv ökning och är relativt lika till år 2040, det är först under seklets andra hälft som förändringen mellan dem blir mer märkbar. År 2100 har årsmedeltemperaturen för RCP4.5 ökat med nära 3 grader och RCP8.5 med nära 5 grader. Medeltemperaturen för samtliga årstider förväntas öka i båda scenarierna, konsekvenser av detta är att vinterperioden förväntas bli kortare och sommaren längre.

Eftersom atmosfären förväntas bli varmare kommer både avdunstning och cirkulation av vatten öka, vilket i sin tur genererar mer nederbörd. I Västra Götalands län har det skett en ökning av årsmedelnederbörd de senaste 23 åren, främst i länets sydvästra del. Denna trend förväntas hålla i sig enligt de båda scenarierna och ökningen är störst i RCP8.5 med cirka 25% till slutet av seklet, medan RCP4.5 visar en ökning på cirka 12%. Vidare förväntas de kraftiga nederbördstillfällena öka och lika så den maximala dygnsnederbörden. Vintern är den årstid nederbörden kommer att öka som mest, upp mot 40% enligt RCP8.5 och RCP4.5 visar på ungefär hälften så stor ökning. Värt att notera är att ett varmare klimat kommer innebära mer nederbörd i form av regn istället för snö.

Det förändrade klimatet påverkar också länets årsmedeltillrinning, flödesbidraget från samtliga avrinningsområden uppströms. Tillrinningen kommer enligt båda scenarier öka och i mitten av seklet förväntas ökningen ligga på 5–15%. Den totala årsmedeltillrinningen fortsätter sedan öka mot slutet av seklet dock med viss variation mellan de olika vattendragen. Scenarierna visar också att det kommer ske en minskning av flödesbidrag under sommaren och våren främst på grund av att vinternederbörden inte magasineras som snö samtidigt som avdunstningen förväntas öka i det varmare klimatet.

De två scenarierna visar på relativt lika klimatutveckling de närmsta årtiondena med mer märkbara variationer den senare hälften av seklet. Viktigt att ha i åtanke är att resultaten är framtagna med olika klimatmodeller, vilka kräver långa kedjor av beräkningar och antaganden, detta innebär att en viss osäkerhet finns i resultaten.

3. Studerade objekt

3.1. Förorenade områden och miljöfarlig verksamhet

Arbetet med förorenade områden och miljöfarlig verksamhet regleras av Miljöbalken, vilken har som mål att främja en hållbar utveckling, och riksdagens miljökvälhetsmål, främst Giftfri miljö.

3.1.1. Förorenade områden

Ett förorenat område har i huvudsak uppkommit där det under längre tid funnits industriell verksamhet som genom utsläpp, spill och olyckor förorenat mark, grundvatten, ytvatten sediment och/eller byggnader. Sedan 1990-talet har länsstyrelserna på uppdrag från Naturvårdsverket arbetat med identifiering och riskklassning av förorenade områden enligt MIFO-metodiken (1999). Riskklassningen enligt MIFO görs genom en samlad bedömning av föroreningarnas farlighet, föroreningsnivån, spridningsförutsättningarna samt omgivningens känslighet och skyddsvärde. Riskklassningen utgörs av fyra attribut från 1 till 4, KM och MKM är preciserad status på åtgärdade objekt och E har inte riskklassats (figur 1).

Figur 1 Klassificering av objekt i EBH



För att ge samtliga objekt en klassning har objekt utan riskklass tilldelats branschklass.

Det riksomfattande arbetet med identifiering och riskklassning av förorenade områden sammanställs i en databas, EBH-stödet. Vidare ansvarar Länsstyrelserna för EBH-stödet där uppdaterad information om konstaterade och potentiellt förorenade områden finns. I Sverige har 80 000 potentiellt förorenade områden identifierats varav cirka 25 000 har riskklassats. För mer information hänvisas Naturvårdsverkverkets rapport 4918, *Metodik för Inventering av Förorenade Områden* (2002) och *Slutrapport över länsstyrelsernas inventeringsprojekt* (2016).

3.1.2. Miljöfarlig verksamhet

Länsstyrelsen och kommuner utför tillsyn av verksamheter med tillstånd till miljöfarlig verksamhet. I arbetet ingår även klimatanpassning av verksamheter då dessa i och med ett föränderligt klimat kan komma att drabbas av naturolyckor. Verksamheterna delas in i A-, B- och C-anläggningar beroende på typ av verksamhet och storlek. Exempel på verksamheter är:

A-anläggningar - Massaindustrier, oljeraffinaderier, större deponier

B-anläggningar - Avloppsreningsverk, större sågverk, tåkter, lantbruk med omfattande djurhållning

C-anläggningar - Större bensinstationer

U-anläggningar - Övriga

Totalt finns det 2243 miljöfarliga verksamheter i Västra Götalands län registrerade i Miljöreda, Länsstyrelsernas applikation för att hantera miljöfarliga verksamheter. För mer information om Miljöfarlig verksamhet och tillsyn hänvisas till Länsstyrelsen Västra Götalands läns hemsida.

4. Avgränsningar av studerade parametrar med motivering

4.1. Studerade parametrar

Parametrarna som studeras är skred, ras, erosion och översvämning vilka valdes utifrån SGI Publikation 20 (2016). Utöver dessa studeras även havsvattennivåhöjning vilket motiveras av de risker en höjd havsnivå kan ha för objekt längs Västra Götalands läns kustlinje.

Skred, ras och erosion är processer där naturen strävar efter jämvikt. Dessa processer påverkar i olika grad transporten av jordmassor och är i många fall influerade av klimatologiska processer så som ökad nederbörd. Detta innebär att översvämningar, höga flöden och höjda grundvattennivåer ökar förutsättningen för jordrörelser. Nedan följer en beskrivning av naturprocesserna.

Skred är en snabb jordrörelse i finkorniga jordar så som lera och silt och uppkommer främst i låglänta områden och i anslutning till vattendrag, kuster och sjöstränder. Ett skreds omfattning bestäms av markytans och jordlagrens lutning, glidyans geometri, markens geotekniska egenskaper, volymen av skredmassan samt brottmekanismen vilka bestämmer rörelseenergin. *Kvicklereskred* är en speciell typ av skred där materialet (kvickleran) vid störning förlorar sin hållfasthet och blir flytande. I Västsverige har ett stort antal skred varit kvicklereskred.

Ras är en plötslig massrörelse där partiklar rör sig fritt i förhållande till varandra. Ras sker i grov jord som grus och morän då den maximala lutningen som jämvikten tillåter överskrids. Vanligtvis sker detta då jorden blivit vattenmättad på grund av regn eller snösmältning vilket påverkar hållfastheten. När lutningen är brantare än 17 grader anses det finnas förutsättningar för uppkomst av ras.

Erosion är en process som sker under en längre tidsperiod där material med hjälp av vågor och flöden lösgörs, transporteras och avlagras. Kuster, sjöar och vattendrag är områden där det finns förutsättningar för erosion. Processen är långsam och kan ha effekter på markens stabilitet vilket i sin tur påverkar processer som skred, ras och ravinbildning.

Översvämning sker när områden som vanligtvis är torrlagda, tillfälligt eller permanent, ställs under vatten. Detta kan ske på mark i anslutning till olika vattenkällor som små eller stora vattendrag, sjöar och i kustområden. Översvämningar har förmågan att påverka stabilitetsförhållanden hos jordar och öka erosion längs kuststräckor.

4.2. Klimateffekter som inte togs med i studien

Analysen bygger på en generaliserad bild av verkligheten vilket innebär att det är ett urval av klimateffekter som studeras. Det finns olika anledningar till att inte samtliga klimateffekter studeras, tid, resurser och svårighet att skapa tillförlitliga modeller av komplexa processer är några av dem. De parametrar som med relativt enkla medel, teknik och tid, kan stärka analysen presenteras nedan.

Översvämmade områden vid nederbörd. Ökad nederbörd i framtiden bidrar till förändrade hydrologiska förhållanden för Västra Götalands län vilka är relevanta vid

klimateanpassning. SMHI har ett utvecklat nätverk av klimatstationer där information om temperatur, nederbörd, vindhastighet och annan data finns tillgänglig. Med hjälp av nederbördsdata för Västra Götaland finns det möjlighet att göra en skyfallskartering i likhet med den Länsstyrelsen Jönköpings län gjort (2014). Detta kan identifiera låglänta områden med risk för översvämning.

Buffertzoner för förorenade områden och miljöfarlig verksamhet. Med hjälp av höjdmodellen kan man få ut en buffertzona som följer topografin vilket ger en mer tillförlitlig bild av objektens position och sårbarhet. Då studien rymmer många objekt blir detta en mycket omfattande analys som inte rymdes inom projektet.

Nedan presenteras klimatologiska effekter som kan tänkas påverka analysen men *inte* har tagits i beaktning.

Vegetation. Den framtida temperaturökningen bidrar till en ökad vegetationsperiod samtidigt som värmeböljorna förväntas öka. Vegetationens utbredning och de effekter den har på markstabilitet kan tänkas påverka jordrörelserna. Denna effekt har dock valts bort då GIS-data med information om vegetation lätt blir inaktuell bland annat på grund av avverkningar och naturkatastrofer. Analysen skulle även kräva annan teknik och mer tid för hanteringen av den omfattande mängd data detta hade inneburit.

Grundvattennivå. I framtiden kommer Västra Götalands län att präglas av både höga och låga grundvattennivåer. Detta kan komma att påverka infiltration och flödesriktningar i marken vilket i sin tur kan påverka markstabiliteten. Denna effekt har inte granskats vidare då analysen kräver mycket tid och bearbetar stora mängder data.

Torka. Vattenbrist kan uppstå då det under längre perioder med lite eller ingen nederbörd, vilket i sin tur påverkar vegetation. Längre perioder med förändrad tillgång till vatten kan öka risken för torka och i sin tur *bränder*. Förutsättningarna för brandrisk påverkas av väderförhållanden och vegetation vilket kan variera lokalt. Denna effekt har inte granskats vidare med samma motivation som för vegetation.

Förändringar av markens mikrobiologi. För vissa föroreningar pågår nedbrytningsprocesser av mikroorganismer i marken. Detta är en mycket långsam process som pågår under längre period och har liten påverkan på föroreningarna. Förändringar i grundvattnets kvantitet och kemiska tillstånd kan komma att påverka dessa processer. Denna effekt har inte granskats då det finns svårighet i att bygga modeller som kan efterlikna dessa processer.

5. Metodik

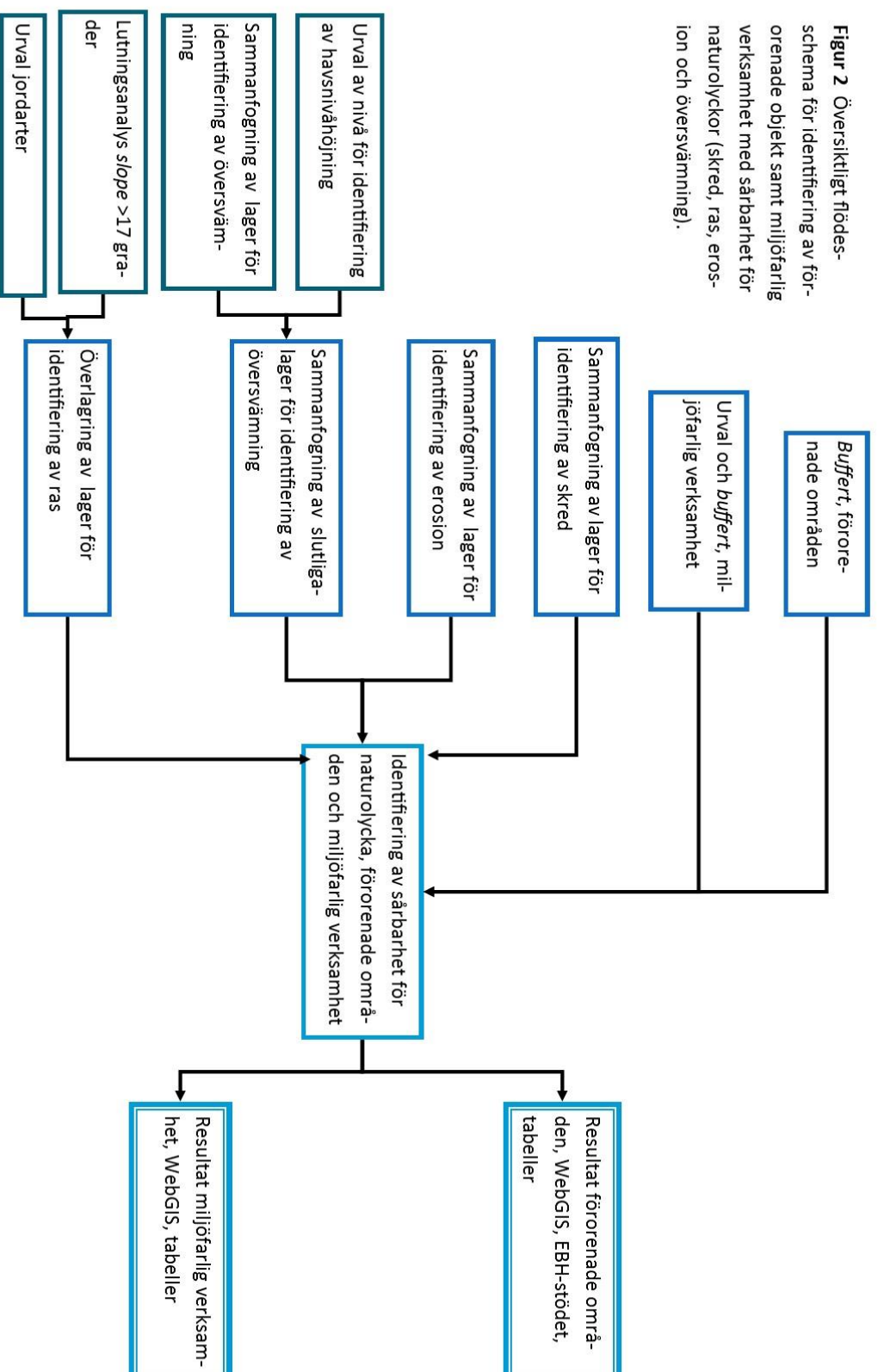
Här presenteras data som använts i projektet, metoder som tillämpats för att bedöma klimatpåverkan på objekten (förorenade områden, miljöfarlig verksamhet) samt arbetsgången. Analyserna har gjorts i ArcMap som är en programvara från Esri inc. USA. Programmen används för att behandla, presentera och distribuera geografisk information. Dataskikten som använts är hämtade från Lantmäteriet, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Länsstyrelserna, Sveriges Geologiska Undersökning och Statens Geologiska Institut.

5.1. Använd data, GIS-skikt

Skikt	Framtaget av	Format	Kommentar	År
GSD-Höjddata, grid 2+ (även kallad nationell Höjdmodell)	Lantmäteriet	Raster, 2+ ASCII-grid	För användning i lutningsanalys	Skapat 2016
Översvämningsskarteringar 100-årsflöde	MSB	Vektor, polygoner	Skillnad i data producerad före och efter 2013	Skapat 2002–2016
Översvämningsskartering Väner 100-årsflöde	MSB	Vektor, polygoner		Skapat 2017
Potentiellt förorenade områden EBH	Länsstyrelsen	Vektor, punkter		Hämtad 2017-07-14
Miljöfarliga verksamheter	Länsstyrelsen	Vektor, punkter		Hämtad 2017-07-14
Jordarter 1:25 000-100 000	SGU	Vektor, polygoner	Morän, grovkor-nig jordart = ras	Skapat 2014
Förutsättningar för skred i finkor-nig jordart	SGU, SGI	Vektor, polygoner		Reviderat 2016
Förutsättningar för stranderosion	SGI	Vektor, linjer		Reviderat 2015
Förekomst av stranderosion	SGI	Vektor, linjer		Skapat 2010
Stigande vatten Kusten	Länsstyrelsen	Vektor, polygoner		Skapat 2014
Skreddatabas	SGI	Vektor, punkter		Reviderad 2016

Jordarter, jord-skred och raviner	SGU	Vektor, linjer		Skapat 2014
Skredrisker Göta älvdalen	SIG	Vektor, polygoner		Skapat 2012

Figur 2 Översiktligt flödes-schema för identifiering av förorenade objekt samt miljöfarlig verksamhet med sårbarhet för naturolyckor (skred, ras, erosion och översvämning).



5.2. Programvara

- ArcMap 10.3
- ArcCatalog 10.3

5.3. Urvalskriterier

Ovan nämnda dataskikt har bearbetats utifrån gränserna för Västra Götalands län. Utöver den geografiska avgränsningen har specifika attribut i de olika dataseten valts ut och bearbetats. En beskrivning av dataskikten, de urval av attribut som gjorts samt bearbetning av dessa beskrivs nedan.

5.4. Förorenade områden

Indata: Länsstyrelsen - Potentiellt förorenade områden EBH

Dataskiktet har anpassats från nationell avgränsning till Västra Götalands län och samtliga attribut har inkluderats.

Objekten i dataskiktet utgörs av punkter med koordinater, dessa har omvandlats till polygoner genom att skapa en buffertzona på 100 meter. Anledningen för detta är att skapa en generalisering av ytan hos de valda objekten. Generaliseringen innebär att den uppskattade arean för samtliga objekt är cirkulär och har en radie på 100 meter. Objekt 156828 föll ur analysen då dess koordinater hamnade utanför studieområdet.

5.5. Miljöfarlig verksamhet

Indata: Länsstyrelsen - Miljöfarliga verksamheter - samtliga anläggningar i miljöreda

Dataskiktet har anpassats från nationell avgränsning till Västra Götalands län och ett urval av anläggningar har inkluderats i analysen. På ett möte togs beslutet att inte inkludera täkter, vindkraft samt djurhållning samt objekt med status ej igångsatt, nedlagd och planerad. Urvalet har skett i två steg efter bransch samt efter status (tabell 1).

Tabell 1 Borttagna objekt miljöfarlig verksamhet

	Bransch (branschkod)	Status
Borttagna	1.10, 1.10i, 1.11, 1.20, 10.10, 10.11, 10.20, 40.95, 40.100, 99.97	Ej igångsatt, nedlagd, planerad

Vidare har en generalisering på 100 meter buffertzona tillämpats med samma motivering som för förorenade områden.

5.6. Skred

Indata: Sveriges Geologiska Undersökning, Statens Geologiska Institut - Förutsättningar för skred i finkornig jordart, Statens Geologiska Institut - Skredrisker Göta älvdalen

Dataskikt har anpassats till Västra Götalands län. Lagret Förutsättningar för skred i finkornig jordart har inte bearbetats vidare.

Omfattande karteringar av skred i kvicklera har gjorts längs med Göta älv, lagret består av polygoner som visar områden med risk för skred i kvicklera. Ingen bearbetning har gjorts med detta lager.

5.7. Stranderosion

Indata: Statens Geologiska Institut - Förutsättningar för stranderosion, Statens Geologiska Institut - Förekomst av stranderosion

Dataskikten har anpassats till Västra Götalands län och sammanfogats. Erosion i de två dataskikten utgörs av linjer, dessa har omvandlats till polygoner genom att skapa en buffertzona på 50 meter. Anledningen för detta är att efterlikna verkliga områden utsatta för stranderosion. En buffertzona med en radie på 50 meter skapar således en generaliserad yta att basera analysen på.

5.8. Lutning- och jordartsanalys (ras)

Indata: Lantmäteriet - GSD-Höjddata, grid 2+ (även kallad nationell Höjdmodell), Sveriges Geologiska Undersökning - Jordartskartan 1:25 000 - 100 000, Sveriges Geologiska Undersökning - Jordarter, jordskred och raviner, Statens Geologiska Institut – Skreddatabas

För att undersöka sårbarhet för ras har en lutningskarta tagits fram. *Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor* (SGI, 2016) har uppskattat lutningen till >17 grader vilket även denna analysen utgår från.

Västra Götalands län har delats in kommunvis vid bearbetning av höjddata då lagret har varit alltför omfattande att arbeta med i större skala. För att effektivisera arbetsgången har en modell byggts i Model builder i ArcMap 10.3 (bilaga 1). Modellens funktion går ut på att den väljer områden där lutningen är >17 grader och omvandlar dessa till polygoner. Polygonlagret används därefter för att lokalisera områden där lutningsanalysen överlappar grova jordarter för att identifiera risk för ras (tabell 2).

Tabell 2 Urval jordartskartan

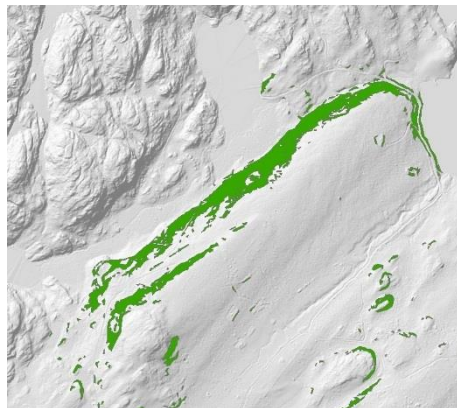
	Jordartskartan, urval JG2
Ras	33, 50, 57, 62, 81, 93, 95, 97, 100, 8803, 8950, 9147

Resultatet av analysen gav träffar på många mindre ytor främst i bebyggda områden. Detta kan bero på att höjdmodellen har tagit med kanter av hus i beräkningen vilka identifieras som sluttningar i verktyget *slope* (lutning). För att förfinas analysen har därför ytterligare ett urval gjorts där ytor mindre än 20 kvadratmeter valts bort.

Figur 3 Höjdmmodell



Figur 2 Identifiering sårbarhet för ras



I lagren Jordarter, jordskred och raviner (SGU) samt Skreddatabas (SGI) har attributen för ravin och ras valts ut. Informationen utgörs av linjer samt punkter, för att omvandla dessa till ytor har en buffertzona på 50 meter skapats. Ytterligare bearbetning har utgjorts av sammanfogning av buffrade lager samt resultatet från lutning- och jordartsanalysen.

Hänsyn har inte tagits till eventuella stabiliseringsåtgärder, till exempel i samband med vägbygge.

5.9. Översvämning vid 100-årsflöde

Indata: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap - Översvämningsskarteringar 100-årsflöde, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap – Översvämningsskartering Vänern 100-årsflöde

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har tagit fram översiktliga översvämningsskarteringar vilka visar de områden som hotas av översvämning när vattenflödena uppnår en viss nivå, 100-årsflöde, 200-årsflöde samt beräknat högsta flöde. Översvämningsskarteringarna görs med en hydraulisk modell och flödesdata är hämtad från stationer i vattendragen eller med modellberäknade flödesdata. Skillnad i upplösning finns mellan skarteringar framställda före och efter 2013 då de senare har uppdaterats med nya höjddata och klimatanpassade 100-årsflöden samt 200-årsflöden. De uppdaterade skarteringarna har gjorts i SWEREF99 TM och RH2000. Rapporter för respektive skartering finns utgivna och publicerade på MSBs hemsida (se referenslista).

5.9.1. Använda översvämningsskarteringar

Den geografiska avgränsningen är Västra Götalands län vilket innebär att endast effekter av flöden innanför länets gränser som analyseras. Beräkningarna för översvämningsskarteringarna utgår ifrån att berörda dammar och broar står kvar vid översvämning samt att vattnet är rent, det vill säga fritt från buskar, träd, jord och annat material. Följande vattendrag inkluderades i analysen:

Gullspångsälven, uppdaterade översiktliga översvämningsskarteringar (MSB, 2016).

Göta älv och Nordre älv, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB, 2013a).

Kungsbackaån, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2013b).

Lidan och Filan, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2015a).

Mölnadalsån, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2013c).

Säveån, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2015b).

Tidan, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2015c).

Upperudsälven, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2015d).

Viskan, ej uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2002).

Vänern, har på grund av sin storlek inte beräknats med samma metod som de andra vattendragen. Med utgångspunkt från den nationella höjdmodellen har MSB utfört en analys utifrån beräknade nivåer som SMHI tagit fram i projektet Stora sjöarna¹, samtliga nivåer är exklusive vindpåverkan. Två scenarion för beräknad 100-årsnivå finns eftersom landhöjningen är olika kring Vänern, en för Värmlands län och en för Västra Götalands län. Beräkningarna utgår från RCP 8.5 och visar en ökning av 100-årsnivån på 0,49 meter (tabell 3).

Tabell 3 SMHI, använda nivåer och beräkningar

Tätort	Dagens 100-års nivå med dagens tappnings-strategi RH00 Vänersborg	Klimat-effekt 100-års nivå, RCP 8.5	System-skillnad RH00 Vänersborg och RH2000 (m)	Land-höjnings-effekt 2100 (m)	100-årsnivå i framtidens klimat inklusive land-höjnings-effekt i RH2000	GIS-analys avrundat
Vänersborg	45,32	0,49	0,309	0	46,119	46,12
Lidköping	45,32	0,49	0,309	-0,033	46,086	46,12
Mellerud (Sunnanå)	45,32	0,49	0,309	-0,042	46,077	46,12
Mariestad	45,32	0,49	0,309	-0,066	46,053	46,12
Åmål	45,32	0,49	0,309	-0,076	46,043	46,12
Sjötorp	45,32	0,49	0,309	-0,085	46,034	46,12
Grums	45,32	0,49	0,309	-0,124	45,995	46
Karlstad	45,32	0,49	0,309	-0,124	45,995	46
Kristinehamn	45,32	0,49	0,309	-0,137	45,982	46

Vättern, omfattar sträckan inom Hjo samt Karlsborgs kommun. Beräkningar av 100-årsnivån vilken satts till 89,01 meter över havet (SMHI 2017). 100-årsnivån år

¹ <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/klimatstudie-for-vattern-och-hjalmaren-varmare-vatten-och-lagre-nivaer-i-framtiden-1.122580?l=null>

2069–2098 kommer inte skilja sig avseendevårt från dagens prognoser (RCP 4,5=–1 cm, RCP 8,5= 0 cm). Analysen har utförts på GSD-Höjddata, grid 2+.

Ätran, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2015e).

Örekils- och Munkedalsälven, uppdaterade översiktliga översvänningskarteringar (MSB 2015f).

Lagren har sammanfogats för att skapa risklagret för översvämning.

5.10. Havsnivåhöjning

Indata: Länsstyrelsen Västra Götaland - Stigande vatten Kusten

Lagret visar en uppskattning av framtida havsnivåhöjning till år 2100 baserat på högsta högvatten i dagens klimat i kombination med säkerhetsmarginaler samt prognostiserad global havsnivåhöjning. Observationer från ett antal mätstationer har legat till underlag för beräkningar av de högsta havsnivåerna som kan uppstå i dagens klimat. För mer information se *Faktablad Kusten – planeringsnivåer* (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2014). Lagret är indelat i polygoner som symboliserar zoner från 1 till 4. Dessa identifieras av ett intervall mellan olika nivåer vilka utgörs av medelvattennivån, högsta högvatten, säkerhetsnivå 1, säkerhetsnivå 2 och resterande område. Zon 1 har lägst sannolikhet för att översvämning inträffar och zon 4 har högst.

Zon 4 har valts ut som underlag för analysen och utgörs av zonen mellan medelvattennivån och högsta högvatten.

5.11. Identifiering av objekt inom riskområden

Identifiering och visualisering av naturolycka sker i två steg. I det första steget redovisas typ av naturolycka för berört objekt i attributtabeln. Detta innebär att en ny kolumn skapas i Attributtabeln vilket får rubriken sarbarhet_naturolycka (sårbarhet för naturolycka) där naturolyckan/-orna redovisas (tabell 3).

Tabell 4 Identifiering av objekt inom riskzonerna

Sarbarhet_naturolycka	Naturolycka grupp	Visualisering
Skred	Skred	Mörklila
Kvicklereskred	Skred	Mörklila
Ras	Ras	Grön
Erosion	Erosion	Rosa
Havsnivåhöjning	Översvämning	Blå
Översvämning	Översvämning	Blå

Identifiering av naturolycka har skett via överlagringsanalys. Genom att använda select by location (välj efter plats) där buffertområdena för potentiellt förorenade och förorenade områden samt Miljöfarlig verksamhet utgör indata och riskzonerna utgör markeringslager. Objekten vars buffertzona överlappar det potentiella naturkatastrofområdet tilldelas ett attribut i attributtabeln.

I det andra steget visualiseras naturolyckstyp. Naturolyckstyperna grupperas enligt tabell 3 och ett nytt lager skapas för de olika naturolycksgrupperna. Vidare identifieras objekten med en färgkodad ruta för typ av naturolycka (bilaga 2–4).

6. Resultat

Resultaten presenteras i tabellform i löpande text, förorenade områden presenteras kommunvis i bilaga 5. Förutom tabeller och figurer som presenterats här finns resultatet tillgängligt i Länsstyrelsens Geodatakatalog där det presenteras i form av fyra geodatalager, skred, ras, erosion och översvämning. Resultatet planeras även att presenteras i EBH-stödet, där sårbarhet för naturolycka ska redovisas på det aktuella objektet.

Naturolyckorna skred och kvicklereskred samt havsnivåhöjning och översvämning överlappar till viss del, det vill säga att om utbredningszonerna korsar ett objekt eller verksamhet har denna identifierats med båda naturolyckorna. Notera också att objekt och verksamheter kan vara identifierad som sårbar för mer än en naturolycka.

6.1. Förorenade områden

Objekt åtgärdade till Mindre Känslig Markanvändning och Känslig Markanvändning (MKM, KM) presenteras inte i resultaten då sanering skett, dock kan det finnas restriktioner för framtida markanvändning till exempel restföreningar som lämnats på fastigheten. Objekt utan riskklass (ej riskklassade) är representerade med branschklass, totalt finns det 2993 riskklassade objekt samt 5745 branschklassade objekt. 6190 av totalt 8737 objekt i Västra Götalands län har identifierats med sårbarhet för naturolycka (tabell 5).

Tabell 5 Antal EBH-objekt med sårbarhet för naturolycka

Län	Riskklass	Objekt med sårbarhet	Totalt antal objekt i analysen	% av totalen
Västra Götalands län	Riskklass 1	195	236	83%
	Riskklass 2	827	1091	76%
	Riskklass 3	935	1253	75%
	Riskklass 4	304	413	74%
	BKL 1	4	6	67%
	BKL 2	1399	2135	66%
	BKL 3	1838	2676	69%
	BKL 4	688	927	74%
Totalsumma		6190	8737	71%

Objekt inom kategorin riskklass 2 och 3 samt branschklass 2 och 3 har till antal flest objekt med sårbarhet för naturolycka (tabell 5). Detta beror på att EBH-stödet innehåller flest objekt med dessa riskklasser. Objekt inom kategorierna riskklass 1 samt riskklass 2 har procentuellt den högsta förekomsten av sårbarhet för naturolycka med 83% respektive 76%.

Av 2993 riskklassade objekt identifieras 2261 med en eller flera naturolyckor. Majoriteten av dessa har sårbarhet för skred (tabell 6), detta beror delvis på Västra Götalands topografi och jordarter. Likaså kan det härledas till upplösningen då detaljnivån på skredlagret *förutsättningar för skred i finkornig jordart* är hög. Vidare har

3929 branschklassade objekt av totalt 5744 hamnat i en eller flera kategorier med sårbarhet för naturolycka. Även här är flertalet identifierade med risk för skred.

Tabell 6 Antal identifierade naturolyckor

Riskklass	Naturolycka				Havsnivåhöjning	Översvämning
	Skred	Kvickleskred	Ras	Erosion		
Riskklass 1	135	0	61	18	97	50
Riskklass 2	554	2	253	98	344	202
Riskklass 3	493	3	497	62	157	168
Riskklass 4	158	1	177	19	40	49
BKL 1	3	0	1		1	0
BKL 2	836	1	628	89	264	199
BKL 3	1142	1	786	95	316	237
BKL 4	396	2	382	68	87	108
Totalsumma	3717	10	2785	449	1306	1013

Naturolyckorna skred, ras, översvämning och havsnivåhöjning är de naturolyckor som identifierats på flest objekt (tabell 6).

Resultaten skiljer sig mellan kommunerna (bilaga 5), detta beror på att geografiska förhållanden varierar, till exempel så har kustnära kommuner större sannolikhet objekt med risk för havsnivåhöjning och översvämning. Likaså påverkar lokala jordarts- och lutnings förhållanden risklagren, främst skred och ras.

6.2. Miljöfarlig verksamhet

Totalt finns det 2295 miljöfarliga verksamheter i Västra Götalands län registrerade i miljöreda, av dessa inkluderas ett urval på 812 stycken i analysen, A-, B-verksamheter (tabell 7). Miljöreda innehåller inte samtliga C-anläggningar därför är dessa borttagna ur analysen. Vissa län har registrerat en del C-anläggningar men eftersom Länsstyrelsen inte tar ut prövningsavgift från dessa är Miljöreda inte uppdaterat med avseende på C-anläggningar. Kvaliteten på informationen om C-anläggningar är därför sämre än för A- och B-anläggningar.

Tabell 7 Antal av miljöfarlig verksamhet med sårbarhet för naturolycka

Län	Status	Prövningsnivå	Objekt med sårbarhet	Totalt antal objekt i analysen	% av totalen
Västra Götalands län	Drift	A	35	54	65%
		B	363	758	48%
Totalsumma			398	812	49%

Av 812 har 398 tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter i drift identifierats med sårbarhet för naturolycka, dessa utgör 49% av verksamheter i drift. Sårbarhet för naturolyckorna skred och ras har identifierats på flest verksamheter. 260 samt 140 verksamheter i drift identifierats med sårbarhet för skred samt ras (tabell 8). I likhet med förorenade områden, kan detta bero på Västra Götalands topografi och jordarter. Likaså kan det härledas till upplösningen då detaljnivån på skredlagret *förutsättning för skred i finkornig jordart* är hög.

Tabell 8 Antal identifierade naturolyckor

Status	Prövningsnivå	Naturolycka				Havsnivå- höjning	Översväm- ning
		Skred	Kvickle- reskred	Ras	Erosion		
Drift	A	23	0	10	2	11	11
	B	237	0	130	25	102	95
Totalsumma		260	0	140	27	113	106

7. Tillämpning av resultaten

En karta är en generaliserad bild av verkligheten och rymmer antaganden och förenklingar, likaså är det vid skapandet av GIS-modeller. Ingångsdata är en approximation av verkligheten och analysen kräver förenklingar t ex uppskatta ytor med buffertzoner. Det är speciellt fallet då analysen görs på ett omfattande område som rymmer många objekt. Det innebär att osäkerhet finns i resultatet vilket gör att det bör tolkas med försiktighet.

GIS-analyser som denna rapport beskriver kan med fördel användas för att lokalisera objekt utifrån valda kriterier. Detta innebär dock inte att varje enskilt objekt har undersökts utan resultatet bör ses som ett förstastegsurval för vidare analys och eventuella tillsynsåtgärder.

Studien är direkt relaterad till de rekommenderade åtgärderna T.1 samt T.2 i Regional handlingsplan för klimatanpassning i Västra Götalands län 2018–2020 (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2017a). Rekommenderad åtgärd T.1 syftar till att utöka tillsynen på de områden och verksamheter som kan bli berörda av klimatrelaterade naturolyckor. Rekommenderad åtgärd T.2 syftar till att öka tillsynen på de verksamheter som vid naturolyckor kan ge upphov till störst spridning av föroreningar och/eller om objektet ligger inom ett vattenskyddsområde.

7.1. Förorenade områden

Det regionala miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö (Länsstyrelsen Västra Götalands län 2015) innebär att i så stor utsträckning som möjligt åtgärda förorenade områden så att de inte utgör något hot mot människors hälsa och miljön. Arbetet är indelat i tre etapper beroende på riskklass:

- År 2025 är minst 25 procent av områdena med mycket stor risk (riskklass 1) för människors hälsa eller miljön åtgärdade.
- År 2025 är minst 15 procent av områdena med stor risk (riskklass 2) för människors hälsa eller miljön åtgärdade.
- År 2050 har alla områden med mycket stor risk eller stor risk (riskklass 1 och 2) för människors hälsa eller miljön blivit åtgärdade.

Utöver dessa mål ska även annan teknik än schaktning och deponering utan föregående behandling öka till år 2020.

Studien knyter an till de föreslagna målen V5 och V34 i rapport 2017:25 Utmaningar för ett hållbart Västra Götaland, remissversion (Länsstyrelsen Västra Götaland 2017b). I mål V5 ska Länsstyrelsen mellan 2017–2019 genomföra regionalt program för efterbehandling av förorenade områden vilket innefattar prioriteringar av arbetet med förorenade områden. I mål V34 ska Länsstyrelsen arbeta förebyggande med bidragsansökningar och tillsyn av förorenade områden och prioritera områden med påverkan på vattenförekomster.

Denna rapport är en del Länsstyrelsernas arbete med att bidra med kunskap- och planeringsunderlag till kommunerna. Sanering av förorenade områden kräver stor arbetsinsats och tillsynsmyndigheterna ställs ständigt inför val av vilka områden som ska undersökas.

Resultatet från analysen är användbart som prioriteringsverktyg vid utredning och efterbehandling av förorenade områden och bidrar med ytterligare underlag som kan och bör betraktas. Återigen är detta en uppskattning baserad på uppskattade data där det finns risk för naturkatastrofer, objekten har inte undersökts enskilt och materialet bör därför tolkas med viss försiktighet.

I arbetet har samtliga objekt (Västra Götalands län) i EBH-stödet prioriterats vilket innebär att underlag finns för objekt vars riskklass sätts eller höjs i framtiden.

7.2. Miljöfarlig verksamhet

Miljöfarlig verksamhet omfattas av miljömålet Giftfri miljö och regionalt tilläggs-mål 9, samhället ska anpassas till klimatförändringarna. Länsstyrelsen och kommunerna ska i sitt arbete med miljöfarlig verksamhet ta hänsyn till de effekter ett framtida klimat kan ha. Likaså ska länsstyrelserna enligt Miljösamverkan Sverige bistå kommuner med underlag vid samråd samt vid omprövning av befintliga verksamheter.

Studien knyter an till det föreslagna målet V25 i rapport 2017:25 Utmaningar för ett hållbart Västra Götaland, remissversion (Länsstyrelsen Västra Götaland 2017b), med det övergripande målet att bidra med kunskap- och planeringsunderlag till kommunerna.

Resultatet från analysen är användbart vid tillsyn, omprövning av befintliga verksamheter och bidrar med ytterligare underlag vid samråd. Återigen är detta en uppskattning baserad på uppskattade data där det finns risk för naturkatastrofer, objekten har inte undersökts enskilt och materialet bör därför tolkas med viss försiktighet.

7.3. Osäkerhet i materialet

Identifieringen av förorenade områden och miljöfarliga verksamheter som ligger inom områden med sårbarhet för naturolyckor är ett av de första stegen i processen att utreda och efterbehandla. Resultatet från analysen utgörs av bearbetning av data med generaliseringar och uppskattningar för att efterlikna verkligheten. Vid tillsyn av förorenade områden och miljöfarlig verksamhet är det dock viktigt att se till platsens lokala geografi om riskbedömningen kan tänkas stämma. Till exempel så kan objekt som ligger högt belägna vara identifierade med risk för översvämning eftersom buffet zonen inte tar hänsyn till topografiska förhållanden. Nedan presenteras osäkerheter i resultaten.

Buffertzoner. Punkterna för potentiellt förorenade områden och miljöfarlig verksamhet är en uppskattning av förorenings- och utsläppsområdet. För förorenade områden har placeringen av koordinaterna varit mitt på föroreningen om denna är känd och på verksamhetsområde eller mitt i fastigheten om förorenings position saknas. För miljöfarliga verksamheter har placeringen av koordinater varierat beroende på om det är utsläpp i vatten eller utsläpp i luft. Vid utsläpp i vatten har koordinaten placerats vid utsläppskällan och vid utsläpp i luft har koordinaten placerats i fastigheten. Detta innebär att man inte kan konstatera att buffertzonen inkluderar hela verksamheten utan ytan är endast en uppskattning.

Höjdskillnader. I avseende till översvämningsrisker så finns det en osäkerhet i huruvida objekten ligger i riskzonen eller inte då bufferten av förorenade områden

och miljöfarlig verksamhet inte tar hänsyn till topologin. Detta innebär att ett objekt kan vara lokaliserad på en höjd men ändå ha sårbarhet för till exempel översvämning.

Jordartskartan. Jordartskartan baseras på en inventering av jordarter vid markytan ner till 0,5 meters djup. Detta innebär att studien inte har tagit hänsyn till jordartsförhållanden under denna nivå. Jordarter med egenskaper som gynnar skred kan finnas under detta djup vilket kan tänkas påverka markstabiliteten.

Ras. Vid tolkning av resultatet bör det tas i beaktan att upplösningen för lutning- och jordartsanalysen är utifrån en förenklad skala, till exempel beror inte rasbenägenhet endast på marklutning utan även jordartens tekniska egenskaper. Även om jordartstyp och lutning överlagrar betyder det inte att rasrisk föreligger. Områdena är alltså endast identifierade med sårbarhet för ras även om det i många fall inte föreligger någon risk, de bör därför ses som aktsamhetsområden.

Resultatet ger en översiktlig uppfattning om vilka objekt som ligger inom riskzonen för skred, ras, erosion och översvämning. Resultatet fungerar som stöd vid urval av objekt och verksamheter med risk för naturolycka och är ett kunskapsunderlag som ska betraktas vid identifiering av områden där det finns intresse för ytterligare undersökningar. Metod B – översiktlig bedömning av sårbarhet för naturolyckor (SGU 2016) kan användas för vidare undersökningar av enskilda objekt. Likaså kan man med fördel undersöka risken för naturolyckor i mindre områden så som översvämmade områden vid skyfall samt detaljerade skredriskarteringar i likhet med de som presenteras i *Klimatpåverkan på förorenade områden och miljöfarlig verksamhet i Jönköpings län* (2017). Detta förutsätter dock att hård- och mjukvara för att hantera mängden data finns att tillgå.

Referenser

- Länsstyrelsen Jönköpings län, 2014. Skyfallskartering i GIS – Arbetsätt och metod. Meddelande nr 2014:28
- Länsstyrelsen Jönköpings län, 2017. Klimatpåverkan på förorenade områden och miljöfarlig verksamhet i Jönköpings län – GIS-analys av påverkan på grund av skyfall, översvämning och skred. Meddelande nr 2017:25
- Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2014. Faktablad Kusten – planeringsnivåer. Version 2.0 Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden 2014-12-29
- Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2014. Regional handlingsplan för klimatanpassning, Västar Götalands län, rapport 2014:40
- Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2015. Regionala Miljömål för Västra Götaland, rapport: 2015:50
- a) Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2017. Regional handlingsplan för klimatanpassning i Västra Götalands län 2018–2020, rapport: 2017:45
- b) Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2017. Remissversion, Utmaningar för ett hållbart Västra Götaland – regionalt åtgärdsprogram för miljömålen 2017–2020, rapport: 2017:25
- Länsstyrelserna Västra Götalands och Värmlands län, 2011. Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden, Publikationsnummer: 2011:72 Västra Götalands län, 2011:22 Värmlands län, 2011
- Miljöfarlig verksamhet, 2017
- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2000. Vätern, Rapport nr: 16, 2000
- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2002. Översvämningskartering längs Viskan, Rapport nr: 27, 2002-02-20 (reviderad 2011-02-20)
- a) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2013. Översvämningskartering utmed Göta älv och Nordre älv, Rapport nr: 8, 2013-11-22
- b) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2013. Översvämningskartering utmed Kungsbackaån, Rapport nr: 13, 2013-06-14
- c) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2013. Översvämningskartering utmed Mölndalsån, Rapport nr: 9, 2013-11-25
- a) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015. Översvämningskartering utmed Lidan och Filan, Rapport nr: 12, 2015-06-30
- b) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015. Översvämningskartering utmed Säveån, Rapport nr: 10, 2015-06-30
- c) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015. Översvämningskartering utmed Tidan, Rapport nr: 57, 2015-11-17
- d) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015. Översvämningskartering längs Upperusälven, Rapport nr: 33, 2015-11-17

e) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015. Översvämningskartering utmed Ätran, Rapport nr: 34, 2015-10-21

f) Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2015. Översvämningskartering utmed Örekilsälven och Munkedalsälven, Rapport nr: 56, 2015-11-27

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2016. Översvämningskartering utmed Gullspångsälven och Svartälven, Rapport nr: 46, 2016-02-26

Naturvårdsverket, 1999. Metodik för Inventering av Förorenade Områden, Rapport nr: 4918

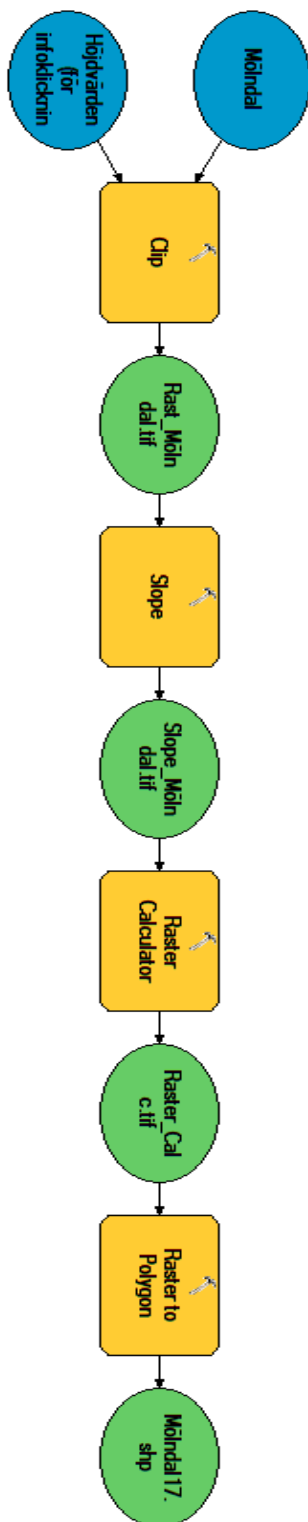
Naturvårdsverket, 2016. Slutrapport över länsstyrelsernas inventeringsprojekt – Länsstyrelsernas inventering av förorenade områden mellan åren 1999 och 2015

SMHI, 2017. Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Vättern – Beräkningar för dagens och framtidens klimatförhållanden, Klimatologi nr 42, 2017-06-19

Statens geotekniska institut, 2016. Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor- Information och råd, Publikation 20

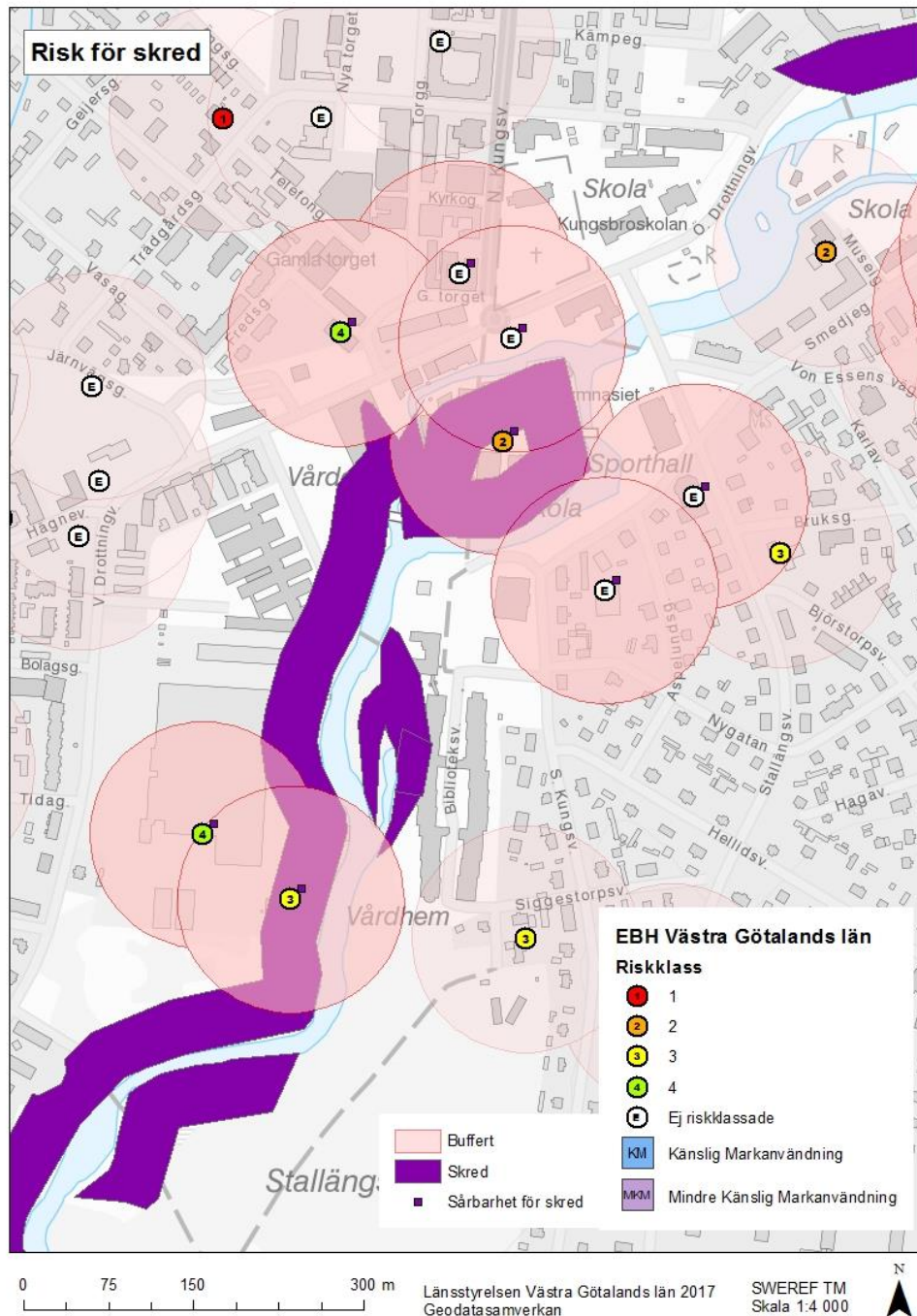
Bilaga 1

Modell vid framställning av lutningskarta.



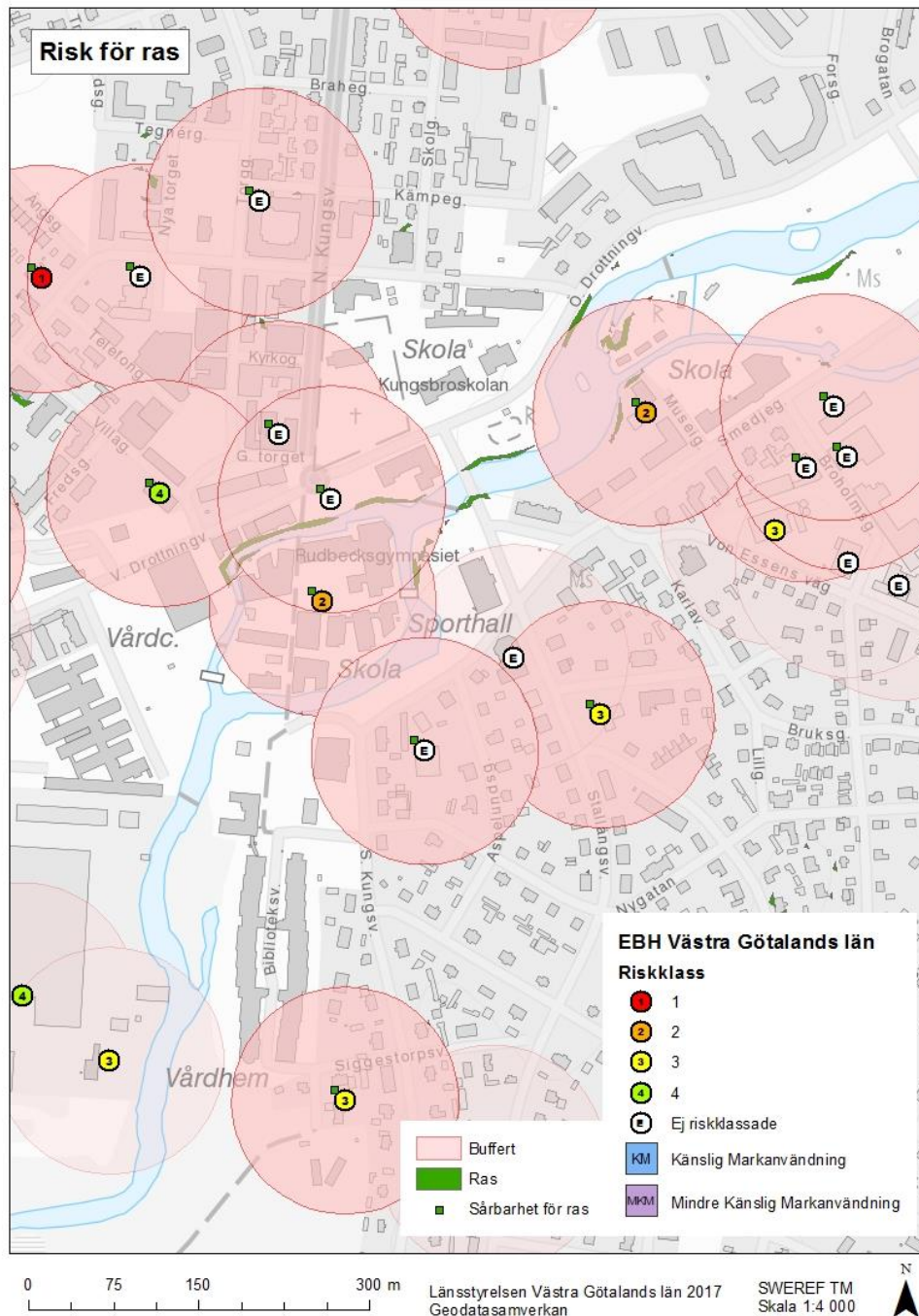
Bilaga 2

Exempel på identifiering och visualisering av skred från Tidaholm. Objekt vars buffertzona överlappar naturolycka tilldelas en färgkodad ruta. Objekt med nedtonad buffertzona är inte berörda av naturolyckan.



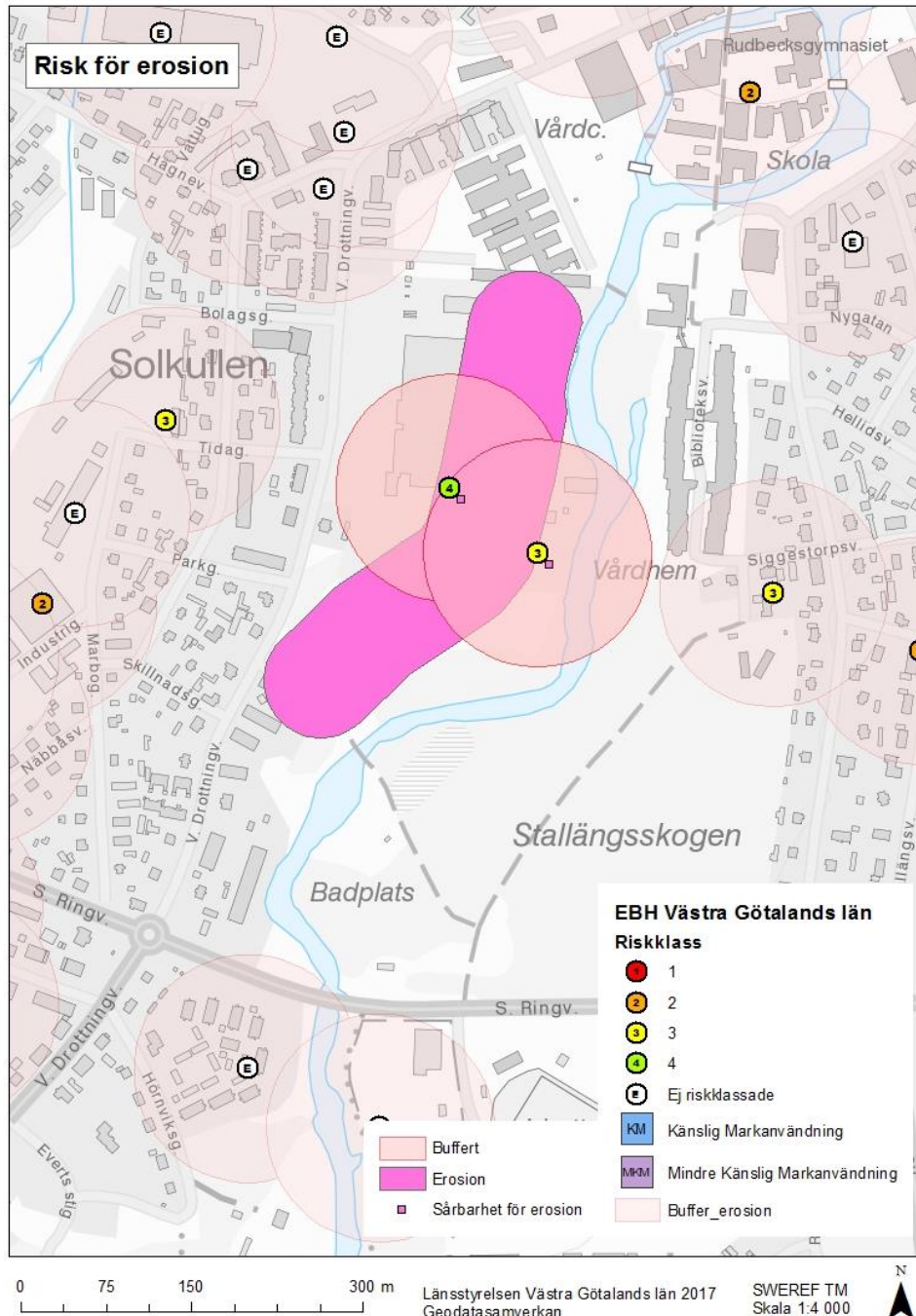
Bilaga 3

Exempel på identifiering och visualisering av ras från Tidaholm. Objekt vars buffertzonen överlappar naturolycka tilldelas en färgkodad ruta. Objekt med nedtonad buffertzonen är inte berörda av naturolyckan.



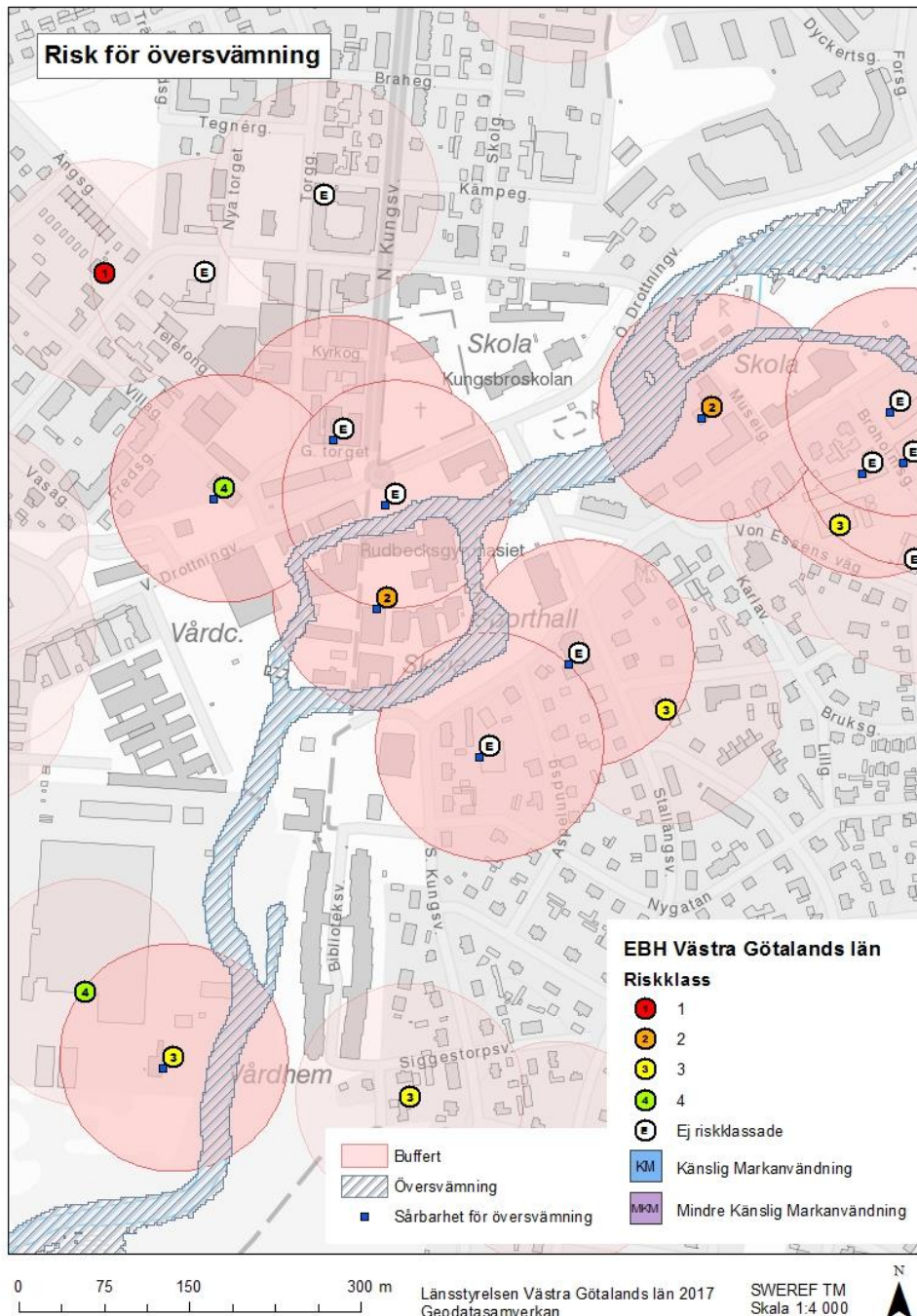
Bilaga 4

Exempel på identifiering och visualisering av erosion från Tidaholm. Objekt vars buffertzona överlappar naturolycka tilldelas en färgkodad ruta. Objekt med nedtonad buffertzona är inte berörda av naturolyckan.



Bilaga 5

Exempel på identifiering och visualisering av översvämning från Tidaholm. Objekt vars buffertzona överlappar naturolycka tilldelas en färgkodad ruta. Objekt med nedtonad buffertzona är inte berörda av naturolyckan.



Bilaga 6

Förorenade områden och potentiellt förorenade områden med sårbarhet för naturolyckor.

Tabell 8 Kommuner A-F

Kommun	Riskklass och branschklass	Naturolycka					Havsnivåhöjning	Översvämning
		Skred	Kvicklereskred	Ras	Erosion			
Ale	Riskklass 1	7		3		6	5	
	Riskklass 2	17				13	10	
	BKL 1					1		
	BKL 2	16		3		15	3	
Ale Summa		40		6		35	18	
Alingsås	Riskklass 1							
	Riskklass 2	12		2	7		6	
	BKL 2	17		3	10		6	
Alingsås Summa		29		5	17		12	
Bengtsfors	Riskklass 1	3		2			4	
	Riskklass 2	5		5	1		5	
	BKL 2	9		15			6	
Bengtsfors Summa		17		22	1		15	
Bollebygd	Riskklass 1	1		2				
	Riskklass 2	2		1				
	BKL 2	2		3				
Bollebygd Summa		5		6				
Borås	Riskklass 1			12	1		6	
	Riskklass 2	1		59	1		20	
	BKL 2	4		119	5		27	
Borås Summa		5		190	7		53	
Dals-Ed	Riskklass 1	1		1			1	
	Riskklass 2	4		3			2	
	BKL 1							
	BKL 2	4		11			1	
Dals-Ed Summa		9		15			4	
Essunga	Riskklass 1							
	Riskklass 2			1				
	BKL 2	4		3				
Essunga Summa		4		4				
Falköping	Riskklass 2			9				
	BKL 2			24			1	
Falköping Summa			33				1	
Färgelanda	Riskklass 2	2		2	1			
	BKL 2	9		5				
Färgelanda Summa		11		7	1			

Forts. förorenade områden och potentiellt förorenade områden med sårbarhet för naturolyckor.

Tabell 9 Kommuner G-K

Kommun	Riskklass och branschklass	Naturollycka					
		Skred	Kvickle- reskred	Ras	Erosion	Havsnivåhöj- ning	Översväm- ning
Grästorp	Riskklass 2	1					
	BKL 2	3					
Grästorp Summa		4					
Gullspång	Riskklass 1	1		1			1
	Riskklass 2	1		2	1		
	BKL 2			2			1
Gullspång Summa		2		5	1		2
Göteborg	Riskklass 1	43		4	2	49	14
	Riskklass 2	161		21	6	138	66
	BKL 2	188		21	4	138	51
Göteborg Summa		392		46	12	325	131
Götene	Riskklass 1						
	Riskklass 2	3		5	1		
	BKL 2	8		10			
Götene Summa		11		15	1		
Herrljunga	Riskklass 1	1					
	Riskklass 2	3		4			
	BKL 2	8		19			
Herrljunga Summa		12		23			
Hjo	Riskklass 1			2			
	Riskklass 2	3		3	2		3
	BKL 2	4		6	2		3
Hjo Summa		7		11	4		6
Härryda	Riskklass 1			1			
	Riskklass 2	5		4	2		4
	BKL 2	20		18	8		9
Härryda Summa		25		23	10		13
Karlsborg	Riskklass 1	2		1	2		2
	Riskklass 2	9		2	7		9
	BKL 2	4		5	2		3
Karlsborg Summa		15		8	11		14
Kungälv	Riskklass 1	4			2	5	2
	Riskklass 2	13		1	2	8	3
	BKL 2	34			1	4	1
Kungälv Summa		51		1	5	17	6

Forts. förorenade områden och potentiellt förorenade områden med sårbarhet för naturolyckor.

Tabell 10 Kommuner L-O

Kommun	Riskklass och branschklass	Naturolyckor					Havsnivåhöjning	Översvämning
		Skred	Kvickle- reskred	Ras	Erosion			
Lerum	Riskklass 1	2			1		2	
	Riskklass 2	8		5	2		4	
	BKL 2	21		15	7		9	
Lerum Summa		31		20	10		15	
Lidköping	Riskklass 1							
	Riskklass 2	11		1	9		6	
	BKL 2	14		2	6		5	
Lidköping Summa		25		3	15		11	
Lilla Edet	Riskklass 1	2		1		1	1	
	Riskklass 2	4	2	2		3	4	
	BKL 2	11	1	2		2	2	
Lilla Edet Summa		17	3	5		6	7	
Lysekil	Riskklass 1	4			1	4		
	Riskklass 2	22		6	5	22		
	BKL 2	10			3	8		
Lysekil Summa		36		6	9	34		
Mariestad	Riskklass 1	1		2	1			
	Riskklass 2	16		9	2		5	
	BKL 2	18		17	4		6	
Mariestad Summa		35		28	7		11	
Mark	Riskklass 1	6		3				
	Riskklass 2	15		5	3		2	
	BKL 2	37		25	2		1	
Mark Summa		58		33	5		3	
Mellerud	Riskklass 1	2		1			1	
	Riskklass 2	3		1			1	
	BKL 2	6		5				
Mellerud Summa		11		7			2	
Munkedal	Riskklass 1			1			2	
	Riskklass 2	8		1	5	4	4	
	BKL 2	17		4	2	2	2	
Munkedal Summa		25		6	7	6	8	
Mölnadal	Riskklass 1	6		6	2		2	
	Riskklass 2	18		9	7	6	11	
	BKL 2	41		21	8	3	11	
Mölnadal Summa		65		36	17	9	24	
Orust	Riskklass 1	4		1		3		
	Riskklass 2	26		5	8	26		
	BKL 2	17		9	2	9		
Orust Summa		47		15	10	38		

Forts. förorenade områden och potentiellt förorenade områden med sårbarhet för naturolyckor.

Tabell 11 Kommuner P-S

Kommun	Riskklass och bransch- klass	Naturolycka					
		Skred	Kvickle- reskred	Ras	Erosion	Havsnivåhöj- ning	Översvä- mning
Partille	Riskklass 1						
	Riskklass 2	8		1	1	5	7
	BKL 2	19		7	4	7	13
Partille Summa		27		8	5	12	20
Skara	Riskklass 1	1					
	Riskklass 2	3		5			
	BKL 2	10		4	2		3
Skara Summa		14		9	2		3
Skövde	Riskklass 1			1			
	Riskklass 2	2		11	1		1
	BKL 2	34		40			
Skövde Summa		36		52	1		1
Sotenäs	Riskklass 1	2			1	3	
	Riskklass 2	6		1	1	17	
	BKL 2	14		1	4	16	
Sotenäs Summa		22		2	6	36	
Stenungssund	Riskklass 1	4				4	
	Riskklass 2	17		6	3	13	
	BKL 1	1		1			
	BKL 2	20		8	1	7	
Stenungssund Summa		42		15	4	24	
Strömstad	Riskklass 1	3		1	1	3	
	Riskklass 2	18		4	3	17	
	BKL 2	17		3		12	
Strömstad Summa		38		8	4	32	
Svenljunga	Riskklass 1	2		1	2		3
	Riskklass 2	6		9	4		9
	BKL 2	2		16	5		4
Svenljunga Summa		10		26	11		16

Forts. förorenade områden och potentiellt förorenade områden med sårbarhet för naturolyckor.

Tabell 12 Kommuner T-U

Kommun	Riskklass och branschklass	Naturollyckor					Havsnivåhöjning	Översvämning
		Skred	Kvicklereskred	Ras	Erosion			
Tanum	Riskklass 1	1					2	
	Riskklass 2	7		5	2		11	
	BKL 2	26		26	2		6	
Tanum Summa		34		31	4		19	
Tibro	Riskklass 2	3		2				1
	BKL 2	15		4	1			3
Tibro Summa		18		6	1			4
Tidaholm	Riskklass 1			1				
	Riskklass 2	2		10	1			5
	BKL 2	5		17				5
Tidaholm Summa		7		28	1			10
Tjörn	Riskklass 1	6		1	1		7	
	Riskklass 2	15		2	1		21	
	BKL 2	12		1	1		6	
Tjörn Summa		33		4	3		34	
Tranemo	Riskklass 1			2				3
	Riskklass 2			9				1
	BKL 2			25				4
Tranemo Summa				36				8
Trollhättan	Riskklass 1	9		3				
	Riskklass 2	5		2				3
	BKL 1							
	BKL 2	15		5				1
Trollhättan Summa		29		10				4
Töreboda	Riskklass 1	2		1				
	Riskklass 2	5			1			1
	BKL 2	2		7				
Töreboda Summa		9		8	1			1
Uddevalla	Riskklass 1	7		2	1		6	
	Riskklass 2	29		6	5		22	
	BKL 2	40		7	3		21	
Uddevalla Summa		76		15	9		49	
Ulricehamn	Riskklass 1			3				1
	Riskklass 2	6		3				5
	BKL 2	22		54				11
Ulricehamn Summa		28		60				17

Forts. förorenade områden och potentiellt förorenade områden med sårbarhet för naturolyckor.

Tabell 13 Kommuner V-Ö

Kommun	Riskklass och bransch- klass	Naturoluckor					
		Skred	Kvickle- reskred	Ras	Erosion	Havsnivåhöj- ning	Översväm- ning
Vara	Riskklass 1	2					
	Riskklass 2	3		1			
	BKL 2	12		11			1
Vara Summa		17		12			1
Vårgårda	Riskklass 2	1		4			
	BKL 2	6		21			
Vårgårda Summa		7		25			
Vänersborg	Riskklass 1	2					
	Riskklass 2	11		4	1		4
	BKL 1	2					
	BKL 2	18		1			6
Vänersborg Summa		33		5	1		10
Åmål	Riskklass 1	2		1			
	Riskklass 2	18			2		
	BKL 2	14		2			
Åmål Summa		34		3	2		
Öckerö	Riskklass 1	2				4	
	Riskklass 2	16				18	
	BKL 2	7		1		8	
Öckerö Summa		25		1		30	
Totalsumma		1528	3	943	205	706	451