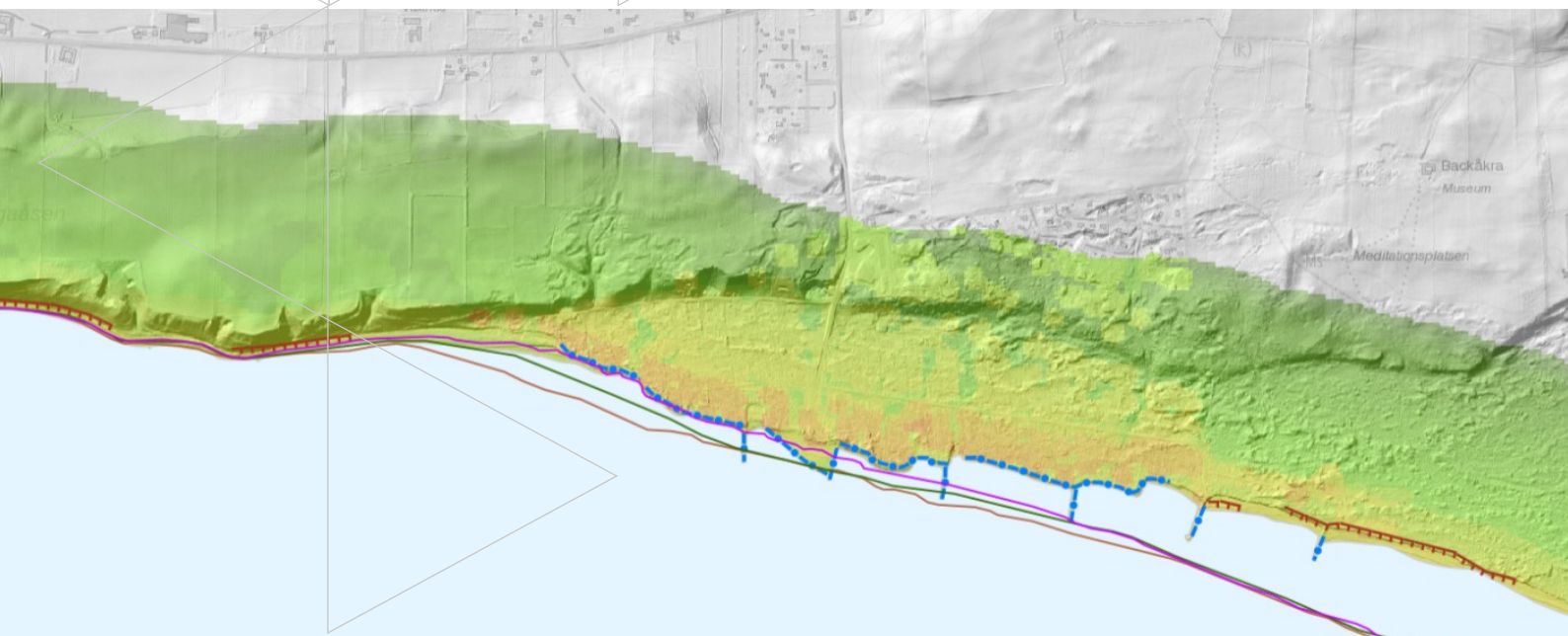


## **Sårbarhetskartering**

Stranderosion i kustområden

Per Danielsson, Jim Hedfors, Anette Björilin, Ramona Kiilsgaard





Uppdragsledare: Per Danielsson

Granskare: Wilhelm Rankka

Handläggare: Per Danielsson

Diariernr: 1.1-1308-0541

Uppdragsnr: 15136

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:

Danielsson, P. Björlin, A. Kiilsgaard, R. och Hedfors, J. 2019, *Sårbarhetskartering , Stranderosion i kustområden*, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2019-04-30.

Bild på omslag: Kustsårbarhetsindex, SGI

# Förord

Statens geotekniska institut (SGI) ska som statens sakkunnigorgan i skred-, ras- och stranderosionsfrågor medverka till att minska riskerna inom det geotekniska området i samhället. En utgångspunkt för verksamheten är att människor ska kunna bo på säker grund, så att liv och egendom inte går till spillo vid naturolyckor av typen skred och ras eller vid stranderosion. SGI har också ansvar för samordning av stranderosionsfrågor i Sverige.

SGI bedriver forskning och utvecklingsarbete i syfte att FoU-resultaten ska leda till konkreta förbättringar av metoder, konstruktioner, åtgärder, bedömningar och beslut. Målet med arbetet är att de geotekniska riskerna ska minska, plan och byggprocessen effektiviseras, belastningen på miljö och naturresurser minska och förorenade områden bli efterbehandlade.

Att bo strandnära är populärt, en stor del av befolkning i Sverige bor längs kusten, många samhällen finns etablerade längs kusten, det finns infrastruktur vid kusten som vägar, järnvägar, kraftanläggningar, etc. Strandnära bebyggelse kommer i ett framtida klimat vara sårbar för erosion, ras, sked och översvämning.

SGI har tidigare översiktligt karterat förutsättningarna för stranderosion längs Sveriges kust. SGI arbetar också med planeringsunderlag till kustkommuner om erosion. Ett av underlagen är kartvisningstjänsten ***Kustens sårbarhet – erosion***, som nu finns klar för Skåne.

***Kustens sårbarhet - erosion*** har utvecklats tillsammans med SGU och i samverkan med kustkommuner i Skåne. Målet har varit att ta fram ett bra verktyg som passar kommuner i deras arbete med att planera kustområden. De skånska kommuner som medverkat aktivt i utvecklingen av kustersårbarhetsindex är Lomma kommun, Ystad kommun samt Ängelholms kommun. Utvecklingen av ***Kustens sårbarhet - erosion*** har varit en iterativ process tillsammans med kommunerna där olika versioner testats och utvärderats tillsammans med kommunens experter för att få en så bra kartvisningstjänst som möjligt. Denna rapport är en manual för kartvisningstjänsten. Rapporten omfattar också en beskrivning av det kustersårbarhetsindex som ingår i kartvisningstjänsten, liksom en beskrivning av den metod som använts för att ta fram kustersårbarhetsindexet.

Göteborg i april 2019

Per Danielsson

Nationell samordnare stranderosion  
Avdelning Klimatanpassning



# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Inledning .....</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrund .....	8
1.2 Syfte och avgränsningar.....	8
<b>2. Kusten.....</b>	<b>11</b>
2.1 Kustmorfologi och geologi.....	11
<b>3. Stranderosion.....</b>	<b>15</b>
3.1 Förutsättningar.....	15
3.2 Krafter.....	16
3.3 Kustens dynamik och geomorfologi.....	16
3.4 Klimat.....	17
<b>4. Användningsområden .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Metodik .....</b>	<b>20</b>
5.1 Bakgrund .....	20
5.2 Kustsårbarhetsindex .....	20
5.3 Förutsättningar.....	21
5.4 Samhällsvärden .....	22
5.5 Beräkningsmetod .....	22
5.6 Underlag .....	23
5.7 Begränsning.....	24
5.8 Rastrering, poängsättning och normalisering .....	24
5.9 Summering.....	27
5.10 Dataleverans.....	28
<b>6. Kartlager och kartvisningstjänsten.....</b>	<b>30</b>
6.1 Kustsårbarhetsindex (KSI) .....	30
6.2 Erosion.....	37
6.3 Grundläggande och omklassad geologisk information .....	43
6.4 SMHI Medelvattenstånd år 2050 och 2100 .....	48
6.5 Skyddade områden och miljödata .....	51
6.6 Studieområde, gränser och ortnamn .....	57
6.7 Lantmäteriets bakgrundskartor och terrängskuggning .....	58

6.8	Så här fungerar kartvisningstjänsten .....	60
<b>7.</b>	<b>Litteraturlista .....</b>	<b>62</b>

## **Bilagor**

1. Bilaga 1 – Jordartsklassning
2. Bilaga 2 – Beräkningsmodell

# Sammanfattning

Kustområden är bland de mest utsatta områdena när det gäller konsekvenser av klimatförändringar så som översvämning och erosion, både globalt och i Sverige. Kartvisningstjänsten *Kustens sårbarhet – erosion* omfattar modellering av kusterosion och den visar var det finns sårbara områden med avseende på erosion; den visar på områden med förutsättningar för erosion och den visar på vilka samhällsvärden i form av byggnader, vägar och järnvägar, som kan vara hotade.

Idéerna till *Kustens sårbarhet – erosion* kommer från McLaughlin och Coopers<sup>1</sup> metod för kustsårbarhetsindex ”Multi-Scale Coastal vulnerability index”, som bygger på att kustsårbarhet är en funktion av förutsättningarna vid kusten, krafterna som påverkar kusten och de samhällsvärden som påverkas. SGI har utvecklat metoden vidare och använt den modifierade metoden i *Kustens sårbarhet – erosion*. SGI:s vidareutvecklade metod bygger på en analys av olika GIS-lager.

*Kustens sårbarhet – erosion* bygger på att ett kustsårbarhetsindex räknas fram som en funktion av förutsättningar och krafter vid kusten och samhällsvärden.

**Kustsårbarhetsindex =  $f$  (förutsättningar + samhällsvärden)**

Skåne är den region som är bland de värst drabbade, när det gäller stranderosion. Kartvisningstjänsten utvecklades för Skåne i första hand men kommer fortsätta att utvecklas för Halland, Blekinge, östra Småland, Öland och Gotland.

Kartvisningstjänsten har utvecklats i samverkan med Sveriges geologiska undersökning (SGU) och utvalda kustkommuner i Skåne.

---

<sup>1</sup> McLaughlin, S. Cooper, A. G. (2010). A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers?, *Environmental Hazards*, 9:3, 233-248.

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Kommuner och regioner står inför stora utmaningar i samband med klimatförändringen och de konsekvenser den kommer leda till i form av erosion, ras, skred och översvämningar. Halva Sveriges befolkning bor vid kusten (SCB, 2013). Att bo nära vatten är populärt och samtidigt är det kustområden som är mest utsatta för klimatförändring i form av stigande havsnivå och mer extrema väderhändelser (SMHI, 2016). Klimatförändringarna kan leda till ökad erosion och fler översvämningar. Redan idag utsätts kustområden för erosion och översvämning som påverkar bebyggelse, infrastruktur och kultur- och naturvärden.

Kusterosion är en naturlig process och förutsättning för många ekosystem längs kusten. Men erosionen kan påverka samhället på flera olika sätt. Det finns byggnader, infrastruktur, kulturvärden eller naturvärden hotade längs kusten. I en strävan att kartera sårbara områden har Statens geotekniska institut (SGI) utvecklat ett kustsårbarhetsindex, nedan kallat KSI, tillsammans med Sveriges geologiska undersökning (SGU), som kan användas av kommuner i deras översiktsplanering, samt av regionala och nationella myndigheter i deras arbete. SGI och SGU har ett nära samarbete när det gäller erosionsfrågor. SGI har även ett nationellt samordningsansvar för stranderosion i Sverige.

## 1.2 Syfte och avgränsningar

Denna rapport beskriver metoden som använts för att ta fram Kustsårbarhetsindex, samt fungerar som en användarmanual för den kartvisningstjänst, *Kustens sårbarhet – erosion*, som finns framtaget för kartunderlagen.

### **Kustsårbarhetsindexet KSI visar på områden som är sårbara med avseende på erosion**

I detta sammanhang betyder områdets sårbarhet att de omfattar objekt (byggnader, vägar och järnvägar) som kan påverkas negativt av erosion. Om objekten är betydelsefulla blir sårbarheten större.

Effekten av att dessa objekt påverkas och vilka risker det medför för individen, samhället eller miljön ingår inte i bedömningen, inte heller samhällets förmåga att hantera problemen.



Sårbarheten med avseende på erosion i områden vid kusten uttrycks i kartvisningstjänsten i form av *kustsårbarhetsindexet* KSI. KSI, liksom de underlag KSI bygger på, finns som kartlager och visas i kartvisningstjänsten *Kustens sårbarhet - erosion*. Kartlagren är tänkta att användas som underlag i den kommunala planeringsprocessen, i klimat- och sårbarhetsanalyser, eller i andra ärenden som har koppling till erosion. KSI omfattar hänsyn till sårbarhetens förändring till följd av ett förändrat klimat med stigande havsnivåer. I rapporten finns exempel på hur de olika kartunderlag kan användas.

KSI är i det första steget framtaget för Skåne län, där underlag från SGU:s projekt Skånestrand<sup>2</sup> kunnat användas för att förbättra kvalitén på kustsårbarhetsindex. I Skåne är förutsättningarna för erosion stora med långa sandstränder och känsliga strandområden.

Framtagandet av KSI omfattar ingen riskanalys av kustområden. I en riskanalys kombineras en bedömning av hur stor sannolikheten är för att en händelse ska inträffa med vilka konsekvenser händelsen ger. KSI visar endast på områden som är sårbara, d.v.s. som kan komma att påverkas av erosion. Om ett område omfattar objekt som är betydelsefulla blir sårbarheten större.

Sårbarhet kan generellt beskrivas som ett systems känslighet eller mottaglighet för specifika påfrestningar och påfrestningarnas negativa konsekvenser<sup>3</sup>. KSI visar endast områden som är sårbara för erosion, inte områden som är sårbara för översvämning eller andra klimatrelaterade naturhändelser.

Bedömning av sårbarhet enligt KSI är också avgränsad till att enbart omfatta bebyggelse och infrastruktur så som vägar och järnvägar. Det finns ofta fler objekt eller samhällsfunktioner som kan vara sårbara. Därför kan andra aspekter behöva beaktas för att göra en fullständig sårbarhetsbedömning t.ex. VA-ledningar, kulturobjekt, naturområden, sociala aspekter och ekonomiska aspekter (såsom friluftsliv och turism).

Det finns ingen enhetlig definitionen av begreppet sårbarhet, men ibland omfattas även en bedömning av samhällets, aktörens eller systemets kapacitet att hantera och anpassa sig till en händelse. I KSI ingår ingen bedömning av detta.

---

<sup>2</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.

<sup>3</sup> Metodik för kartläggning och klassificering av erosion och släntstabilitet i vattendrag. Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet, masterarbete, nr 518. Fredrik Svantesson, 2017, Geologiska institutionen Lunds universitet.

## 2. Kusten

Vissa förutsättningar måste finnas längs kusten för att erosion skall uppkomma. I första hand är det geologin och geomorfologin som ger förutsättningarna för att erosion skall förekomma. De viktigaste krafterna för erosion och transport av sediment i kusten är vågor och strömmar. Även ras och skred vid klintkuster i branter påverkar stranden. Erosion förekommer alltid, men i större eller mindre omfattning. Erosion vid en bergig kust med en hård bergart går mycket långsamt, är kusten däremot sandig kan mycket erosion inträffa om stora krafter påverkar stranden. Stranderosion vid kusten påverkas på längre sikt av klimatförändringen och av landhöjningen.

### 2.1 Kustmorfologi och geologi

I Sverige är det främst sandiga och siltiga kuster som eroderar, men även längs leriga stränder och moränstränder kan erosion förekomma. Det är främst i södra Sverige som kusterosion är ett problem, och då framförallt i Skåne, Halland, Blekinge, och på Öland och Gotland. Lokalt kan även problem med erosion förekomma i andra delar av landet.

Det finns olika sätt att beskriva och dela in kusten beroende på vilket syfte man har.

SGU har klassat in den skånska kusten i 12 olika strandtyper<sup>4</sup>. Syftet är att överskådligt visa geologi och erosionsförhållanden för kusten.

- A. Sandstrand ackumulation
- B. Hårt berg
- C. Klapper/hällar
- D. Klapper, sten, block
- E. Morän
- F. Flack strand, marsk
- G. Sand/grus med växelvis erosion/ackumulation
- H. Åmynning
- I. Sand/grus med löst sedimentärt berg
- J. Klint
- K. Sand/grus med nettoerosion
- L. Hamnar och fyllning

Digital miljöatlas<sup>5</sup> är ett kartverktyg, vars syfte är att informera om områden längs den svenska kusten och de stora sjöarna, som är extra känsliga för oljeutsläpp. Den innehåller 12 olika strandtyper, med en indelning relevant för dess syfte, t.ex. grusstränder, finsedimentstränder, vasstränder och strandängar. Det finns även information om biologiska

---

<sup>4</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.

<sup>5</sup> Länsstyrelserna karttjänster (webbGIS) <http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx>

skyddsvärden och områden som är extra värdefulla och prioriterade att skydda mot oljepåslag.

Inom vattenförvaltningen ska hydromorfologiska typer fastställas för kustvattenförekomster. Hydromorfologiska typer i kustvatten motsvarar enheter i ett kustvatten med likartade dominerande hydromorfologiska funktioner och strukturer. Det finns fem typer och 11 undertyper, t.ex. strandkust, klintkust, slutna vikar. Syftet med hydromorfologiska typer är att underlätta fastställande av referensförhållandet<sup>6</sup>.

I denna vägledning har kusten delats in i 5 olika kusttyper för att läsaren ska få en översiktlig bild av hur Skånes kust ser ut och hur erosionskänslig den är. Bokstaven inom parentes motsvarar SGU:s indelning.

- Klippkust (B, C)
- Stenstrand (D, E)
- Sandstrand (A, G, I, K)
- Klintkust (J)
- Strandängar (F)

### 2.1.1 Klippkust

Klippkusten karaktäriseras ofta av berg med stor motståndskraft mot erosion. Mycket av Sveriges kust består av klippor, jämför Bohuslän, Stockholm, delar av norrlandskusten. Det finns också klippkust som består av kalksten som eroderar långsamt, men klassas då ofta som klintkust, jämför Gotland eller Englands sydkust. Typisk klippkust i södra Sverige finns i nordvästra Skåne, Kullaberg och Bjärehalvön (Figur 2.1).



Figur 2.1 Typisk klippkust i Skåne, bild från Kullaberg (Foto: SGU).

<sup>6</sup> Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.

### 2.1.2 Klintkust

Klintkust förekommer på flera platser runt Skåne och på Ven. Vågorna eroderar vid foten av klinten vilket medför att det blir ett ras i branten ovanför. En klintkust kan bestå av antingen en jordart eller en porös sedimentär bergart. Det nedrasade sedimentet transporteras bort av vågor och strömmar. Erosion i klintkust är en irreversibel form av erosion, vilket medför att land försvinner långsamt över lång tid (Figur 2.2).



Figur 2.2 Typisk klintkust på Ven (Foto: SGU).

### 2.1.3 Stenstrand

Stränder med sten och grövre material förekommer på många sträckor längs den svenska kusten, så även i södra Sverige. De kan indelas i stenstrand, klapperstrand, moränstrand och blockstrand. Stränder med sten och grövre material är motståndskraftiga mot erosion. Längs sträckor av moränstrand kommer finare sediment att erodera bort och kvar blir en stenkappa som är motståndskraftig mot erosion (Figur 2.3).



Figur 2.3 Moränstrand vid Nymölla, nordöstra Skåne (Foto: SGU).

### 2.1.4 Sandstrand

Här hittar vi bland annat strandtyper som siltstrand, sandstrand, grusstrand, och sanddynner. Dessa är alla känsliga för erosion om de utsätts för strömmande vatten och vågor. En sandstrand kan vara antingen eroderande eller ackumulerande, eller både och, det vill säga i balans om man betraktar den över en längre tidsperiod.

Dynlandskap är en typ av sandstrand som förekommer på olika platser i södra Sverige. Sanddynner flyttar sig ofta och förändras genom både ackumulation och erosion av material (sand), i olika perioder. Ett dynlandskap är alltid dynamiskt och förändrar sig över längre perioder (Figur 2.4).



Figur 2.4 Sanddynner i Laholms kommun, södra Halland (Foto: P. Danielsson, SGI).

### 2.1.5 Strandängar och våtmarker

Denna grupp omfattar strandängar, våtmarker, vasstränder och finsedimentstränder. Flacka strandängar, eller marskland, finns på flera ställen utmed kusten i södra Sverige. Strandängar står ofta emot erosion på ett bra sätt, så länge växtligheten finns kvar (Figur 2.5). Strandängar översvämmas vid höga vattenstånd och bildar en bra buffertzona vid extrema händelser så som stormar, etc.



Figur 2.5 Strandäng vid Klagshamn, söder om Malmö (Foto: SGU).

## 3. Stranderosion

Stranderosion är en naturlig process som innebär att berg- och jordmaterial loss görs och transporteras längs stränder eller från stränder till djupare vatten. Erosion och sedimentation av material formar vårt landskap och bidrar till en mångfald av miljöer så som stenstränder, klint, sandstränder, strandängar och våtmarker. De kusttyper som beskrivs i kapitel 2 är olika känsliga för erosion. De förutsättningar som främst påverkar erosionsförhållandena längs kusten är geologin, geomorfologin, topografin, växtligheten och strandens lutning. De krafter som främst påverkar kusterosionen är vågor och strömmar. De krafter som påverkar erosionen kommer att förändras i ett förändrat klimat.

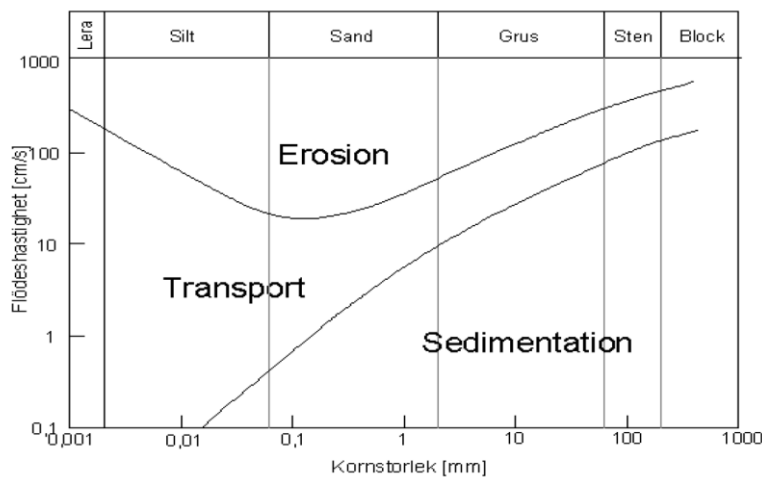
### 3.1 Förutsättningar

De geologiska och geotekniska förhållandena ger grundläggande förutsättningar för erosion vid kusten och de är således fundamentala vid planeringen av åtgärder för att minska erosionen. Erosion förekommer främst i jordarter som sand och silt men kan också förekomma i morän och i lera om krafterna är tillräckligt stora. SGI har översiktligt karterat förutsättningarna för erosion längs den svenska kusten<sup>7</sup>.

Olika jordarters benägenhet att erodera av ett vattenflöde illustreras i ”Hjulströms-diagram” (Figur 3.1). Om flödes hastigheten, värdet på y-axeln, ligger ovanför linjen som avgränsar området ”Erosion” så kommer erosion att inträffa (enligt diagrammet). Det framgår att erosion inträffar för sand och grov silt vid låga flödes hastigheter. Sand och grov silt är således de mest erosionsbenägna jordarterna. Detta känns logiskt; ju mindre partiklar desto mindre motstånd mot erosion. I jordar med mycket små korn binder dock kohesiva krafter ihop kornen (förutsatt att jordarna har en viss vattenmättnad) och flödes hastigheten där erosion inträffar (avgränsningslinjen för området ”Erosion”) ökar således åt vänster i den vänstra delen av diagrammet. Detta är en förklaring till att lera i å- och havsbottnar ofta har en låg erosionsbenägenhet.

---

<sup>7</sup> Rydell B. Hågeryd, A-C, Nyberg, H. Angerud, P. 2006 Omfattning av stranderosion i Sverige, Översiktlig kartläggning av erosionsförhållanden, Statens geotekniska institut, SGI Varia 543, Linköping.



Figur 3.1 "Hjulströms diagram" beskriver samband mellan hastighet hos ett vattenflöde utmed en jordyta (exempelvis en sandbotten) och kornstorlek hos jordmaterialet i jordytan med avseende på erosionsrisk (Andersson et al. 2008).

## 3.2 Krafter

De krafter som orsakar erosion är främst vågor och strömmar vid kusten. Även höga vattenstånd i samband med lågtryck gör att vattnet kommer längre upp och eroderar på andra ställen än vid normalvattenstånd. De faktorer som styr vågens höjd och hastighet är främst vindhastighet, varaktighet och blåssträcka (fetch). De faktorer som styr strandnära strömmar är främst vågor som bryter, men också vindar och förändringar i havsvattenstånd. Det finns både kustparallella strömmar och strömmar som går vinkelrät ut från stranden.

Ofta förekommer påtaglig erosion i samband med stormar och oväder då det både är stora vågor och höga havsvattennivåer på grund av lågtryck och uppstuvning.

## 3.3 Kustens dynamik och geomorfologi

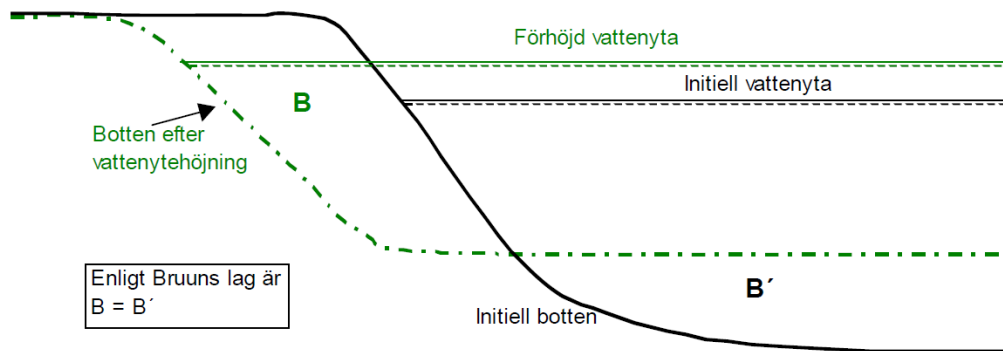
Det är viktigt att ta hänsyn till kustens dynamik och form. Sandstränder har ofta ett dynamiskt föränderligt utseende över tid. Stranden kan variera mellan olika årstider, den eroderar på hösten och vintern för att sen byggas upp igen på våren och sommaren. Stranden kan också variera över flera år, och då minska under några år för att sen växa till sig under några år. Detta dynamiska förlopp skall inte förväxlas med permanent erosion där sediment försvinner ut från området och nytt sediment inte tillförs i samma utsträckning.

Kustens geomorfologi, det vill säga strandens form och lutning, är också avgörande för erosionen längs kusten. En flack strand står emot vågor och erosion bättre än en brant strand där vågorna påverkar sedimenten mer.

### 3.4 Klimat

Kustområden är ett av de mest utsatta områdena i ett förändrat klimat. Havsnivån kommer stiga de kommande 100 åren och vara ca 1 m högre år 2100 enligt IPCC<sup>8</sup>. De norra delarna av Sverige har fortsatt landhöjning vilket kompenserar havsnivåhöjningen och gör att den relativa havsnivåhöjningen bli mindre där än i de södra delarna av Sverige. SMHI har beräknat både medelvattenytan vid olika IPCC-scenarier och extremnivåer vid tillfälliga väderhändelser, som beror av uppstuvning vid stormtillfällen<sup>9</sup> (SMHI 2016).

En högre havsnivå kommer medföra att erosionen ökar och att stranden flyttar sig tillbaka. Detta kan illustreras med Bruuns lag som innebär att strandlinjen flyttas längre upp på land medan sanden flyttas ut i havet vid en förhöjd havsnivå, se Figur 3.2.



Figur 3.2 Skiss över schematiska förändringar av strandprofilen enligt Bruuns lag, efter Hanson och Larson, 1993.

Bruuns lag är en väldigt förenklad bild av processen och tar inte hänsyn till alla de olika parametrar som påverkar erosionen längs kusten<sup>10</sup>, så som kustparallell sandtransport, ackumulationsperioder, vinderosion, översköljning, strömmar, etc.

<sup>8</sup> IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Charterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

<sup>9</sup> Nerheim S. Schöld S. Persson G. och Sjöström Å. Framtida havsnivåer i Sverige, SMHI Klimatologi Nr 48, 2017, Norrköping.

<sup>10</sup> Cooper, Andrew & H. Pilkey, Orrin. (2004). Sea-level rise and shoreline retreat: Time to abandon the Bruun Rule. Global and Planetary Change. 43. 157-171.



## 4. Användningsområden

*Kustsårbarhetsindex* (KSI) tillsammans med kartunderlagen *Förutsättningar* (F) och *Samhällsvärden* (S), visas i kartvisningstjänsten ***Kustens sårbarhet - erosion*** tillsammans med andra kartunderlag t.ex. geologiska kartor, historiska strandlinjer, framtida medelvattenstånd i havet och skyddade områden. Kartvisningstjänsten har tagits fram i första hand för att kunna användas av kommuner, länsstyrelser och statliga myndigheter. Även andra kan ha nytta av tjänsten så som konsulter och andra privata aktörer, universitet och högskolor, samt privatpersoner.

Kartvisningstjänsten, med dess olika kartunderlag, kan användas på många olika sätt och är tänkt som ett verktyg i den kommunala planeringsprocessen, framförallt i översiktsplanering eller fördjupad översiktsplanering, men också för planering på regional nivå och arbete med klimatanpassning. Kartvisningstjänsten ger även ett kunskapsunderlag vid tillsyn- och prövning av vattenverksamhet, miljöfarlig verksamhet och arbete med förorenade områden. Den kan användas vid planering av erosionsskyddande åtgärder, samt vid planering av infrastruktur, såsom vägar och järnvägar. Kartvisningstjänsten används med fördel tidigt i olika planerings- och tillståndprocesser.

### Kartvisningstjänsten *Kustens sårbarhet - erosion*

- ✓ Är ett verktyg i den kommunala planeringsprocessen och vid planering av infrastruktur.
- ✓ Utgör ett kunskapsunderlag vid tillstånd- och tillsynsändamål.
- ✓ Kan användas för planering av erosionsskyddande åtgärder.
- ✓ Identifierar områden där erosion kan vara ett problem och där det finns sårbara strandnära områden.
- ✓ Identifierar områden där fördjupade undersökningar, samt klimat-, sårbarhets- och riskanalyser behöver göras.

I kartvisningstjänsten *Kustens sårbarhet - erosion* visas tre kartlager som SGI tagit fram (se mer i Kapitel 5):

1. Kartlager ***Kustsårbarhetsindex (KSI)*** som är en funktion av *Förutsättningar* (F) för stranderosion och *Samhällsvärden* (S).
2. Kartlager ***Förutsättningar (F)*** visar de förutsättningar och krafter som påverkar kusten. Kartlager F kan t.ex. användas för att se var det är lämpligt att bygga med avseende på erosion.

3. Kartlager **Samhällsvärden (S)** visar samhällsvärden (byggnader och infrastruktur) som står på spel utan hänsyn till påverkan och förutsättningar. Detta lager kan användas för att identifiera var det finns samhällsvärden såsom fastigheter, vägar, industri, etc.

Det är viktigt att känna till KSI begränsningar, och i vilka sammanhang man inte skall använda den. KSI identifierar **inte** följande:

- ✓ Områden som är lämpliga att bebygga. Kartunderlaget som beskriver *Förutsättningar (F)* för erosion kan dock utgöra ett underlag för bedömning av markens lämplighet.
- ✓ Områden som översvämmas. Havsnivåhöjningskartorna kan dock användas som en indikation.
- ✓ Aspekter såsom natur- och kulturvärden, sociala aspekter.

Kartlagren *Kustsårbarhetsindex (KSI)*, *Förutsättningar (F)* och *Samhällsvärden (S)* kan kombineras med en mängd olika GIS-lager som finns tillgänglig i kartvisningstjänsten eller användas var för sig som ett stöd i planeringsprocessen. I kapitel 6 visas exempel på alla kartlager som ingår i tjänsten och hur de kan kombineras på olika sätt.

Kartvisningstjänsten *Kustens sårbarhet - erosion* kan användas i kombination med andra kartvisningstjänster som tillhandahåller ytterligare information och fler kartunderlag, exempelvis den myndighetsgemensamma kartvisningstjänsten för *Ras, skred och erosion* (<http://gis.swedgeo.se/rasskrederosion/>), SGU:s kartvisare för *Skåne Strand* (<https://www.sgu.se/samhallsplanering/risker/stranderosion/stranderosion-langs-skanes-kust/>), SMHI:s tjänst med *Havsnivåhöjningar* ([http://gis.swedgeo.se/smhi\\_havsniva/](http://gis.swedgeo.se/smhi_havsniva/)), MSB:s *översvämningsportal* (<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Over-svamning/>), Naturvårdsverkets kartverktyg *Skyddad natur* (<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Kartor/Kartverktyget-Skyddad-natur/>), och Länsstyrelsernas karttjänster (<http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx>).

## 5. Metodik

### 5.1 Bakgrund

SGI har sedan tidigare karterat förutsättningarna för stranderosion längs Sveriges kust<sup>11</sup>. Som ett ytterligare steg mot att kartera erosionsrisker började SGI utveckla en metodik för att översiktligt kunna kartera riskerna för erosion längs kuster och vattendrag<sup>12</sup>. Detta förslag till metodik var klart 2012, och tester började genomföras. Svagheter i metodiken, avsaknad av vissa dataunderlag och tillgång till nya, gjorde att metodiken fick omarbetas. Metodiken som nu har utvecklats är anpassad i första hand för kustområden, och benämns Kustsårbarhetsindex (KSI). Metodiken bygger på en GIS-analys för att identifiera sårbara områden med avseende på erosion.

SGI har samarbetat med SGU i arbetet med att ta fram Kustsårbarhetsindex. SGU har ansvar för att ta fram grundläggande geologisk information på land och i havet. För att få en uppfattning om erosionsförutsättningarna och vilka processer som påverkar stränderna i Skåne har SGU tagit fram detaljerad information om de faktorer som har störst inflytande på erosionen<sup>13</sup>. Ett av SGU:s underlag, *Erosionskänslighet*, har använts i modellen för att beräkna KSI<sup>14</sup>. Flera av de underlag som SGU tagit fram för Skåne finns i den kartvisningstjänst som SGI tagit fram för kustsårbarhetsindexet KSI.

### 5.2 Kustsårbarhetsindex

Metodiken för att beräkna KSI har sitt ursprung i McLaughlin och Coopers<sup>15</sup> arbete med att ta fram ett kustsårbarhetsindex, Coastal vulnerability index, definierat enligt,

$$\text{Coastal vulnerability index} = f(\text{Coastal characteristics} + \text{Coastal forcing} + \text{Socio-economic})$$

där de ingående tre parametrarna föreslogs omfatta (under-)parametrar enligt Figur 5.1.

---

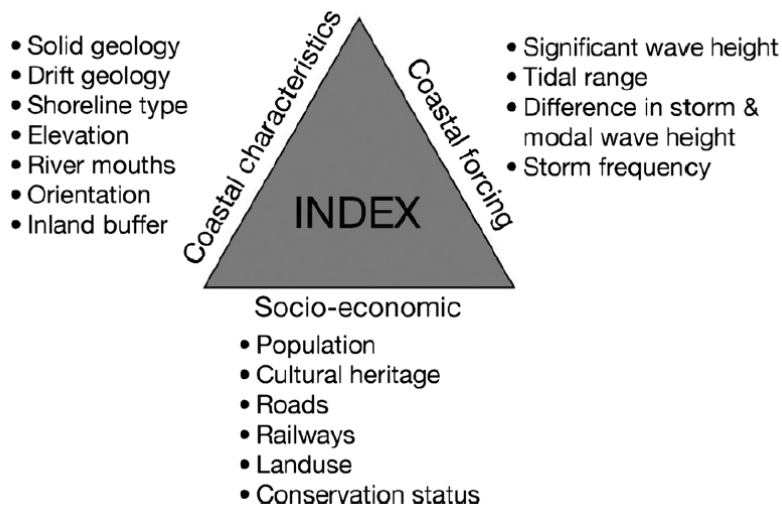
<sup>11</sup> Rydell, B., Angerud, P., Hågeryd, AC (2004). Omfattning av stranderosion i Sverige. Översiktlig kartläggning av erosionsförhållanden. Metodik och redovisning. Statens geotekniska institut, SGI. Varia 543:1.

<sup>12</sup> Rydell, B., Blied, L., Hedfors, J., Hågeryd, AC, Turesson, S (2012). Metodik för översiktlig kartering av risker för stranderosion. Statens geotekniska institut, SGI. Varia 641. Linköping.

<sup>13</sup> Malmberg-Persson, K., Nyberg, J., Ising, J., Persson, M. (2014) Skånes känsliga stränder – ett geologiskt underlag för kustzonsplanering och erosionsbedömning, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2014:20, Uppsala.

<sup>14</sup> Malmberg-Persson, K., Nyberg, J., Ising, J., Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.

<sup>15</sup> McLaughlin, S., Cooper, A. G. (2010). A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers?, *Environmental Hazards*, 9:3, 233-248.



Figur 5.1 Föreslagna parametrar i Cooper och McLaughlins Kustsårbarhetsindex (Cooper, McLaughlin 2011).

I den metod som SGI och SGU har utvecklat utifrån McLaughlin och Cooper definieras Kustsårbarhetsindex som:

$$\text{Kustsårbarhetsindex} = f(\text{Förutsättningar} + \text{Samhällsvärden})$$

där i princip de parametrar som ingår i McLaughlin och Coopers Coastal forcing är medräknad i parametern *Förutsättningar*, varför bara två parametrar, eller delindex, används i ekvationen.

### 5.3 Förutsättningar

Delindexet *Förutsättningar* (*F*) är en funktion av Erosionskänslighet (*E*), Geologi (*G*), Lutning (*L*), Avstånd (*A*) och Topografi (*T*).

Erosionskänslighet (*E*) baseras på 6 olika parametrar: jordart, markens lutning på land, havsbottens lutning, exponering (utsattheten för vind och vågor), sedimentdynamiken på land (det vill säga hur sedimenten rör sig på land), och sedimentdynamiken i havet. Underlaget till *E* kommer från SGU:s bedömning av Erosionskänslighet som togs fram i projekt Skånestrand<sup>16</sup>.

Geologi (*G*) bygger på SGU:s jordartskarta. Erosionskänsliga jordarter klassas med ett högt värde, 4 eller 5, och jordarter som inte eroderar lätt klassas med låga värden så som 1 eller 2.

<sup>16</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.

Lutning (L) är en analys av höjddata och den identifierar områden med stora lutningar. Med denna parameter syns alla branta stränder, och därmed kommer klitter att bli tydligare i kartan.

Avstånd (A) är avståndet från en punkt till strandlinjen. Ju längre från stranden desto mindre förutsättningar finns det för påverkan av erosion.

Topografi (T) utgår från Lantmäteriets höjddata med en upplösning på 2 m i plan.

## 5.4 Samhällsvärden

Delindexet *Samhällsvärden* (*S*) är uppbyggt genom att olika symboler i lantmäteriets fastighetskarta (GSD-fastighetskartan 1:10 000) har konsekvensklassats efter samhällsvärde<sup>17</sup>. Det är byggnader, vägar och järnvägar som getts olika konsekvensklass.

*Byggnader* har klassats utifrån samhällsvärde. Samhällsviktiga byggnader och flerfamiljshus har klassats högst och enkla byggnader och uthus har klassats lägst.

*Vägar* har klassats efter samhällsvärde, motorvägar har klassats högst och enkla småvägar har klassats lägst.

*Järnvägar* har klassats som samhällsviktiga och getts ett högt värde.

Delindexet Samhällsvärde bygger på samma metodik som utvecklats i SGI:s arbete med kartering av skredrisker i vattendrag.

## 5.5 Beräkningsmetod

Beräkningen av KSI för en rasterpunkt (eller pixel, eller delområde) utförs genom summering av de värden som utvärderats för respektive delindex i punkten:

Formel 1

$$KSI = \frac{S + F}{2}$$

där *S* är *Samhällsvärden* och *F* är geologiska och geografiska *Förutsättningar* för erosion enligt:

Formel 2

$$F = \frac{(E + G + L + T) * A}{4}$$

---

<sup>17</sup> Kiilsgaard, R, Bergdahl, K, Öberg, M, Helgesson, H, Enell, A, Ndayikengurukiye, G (2015), Skredrisker i ett förändrat klimat - Norsälven. Konsekvensanalys Norsälven. Del 3: Fördjupningsbilaga, Statens geotekniska institut, SGI. Publikation 18-4.

där  $E$  är Erosionskänslighet,  $G$  är Geologi (jordart),  $L$  är Lutning av markyta,  $T$  är Topografi (höjd över havet) och  $A$  är Avstånd till vatten.

Tillämpningsbara värden på KSI i rasterpunkter (eller pixel, eller delområde) erhålls genom ett flertal GIS-operationer och parametrering av geografiska data. Huvudstegen omfattar, förutom insamling av underlag; *begränsning*, *rastrering*, *poängsättning* och *normalisering* samt *summering* (Figur 5.2).



Figur 5.2 Huvudstegen i arbetsgången från underlag till slutlig summering av förädlad geografisk information.

## 5.6 Underlag

Underlag för analysen utgörs av tillgänglig data och/eller metodik från Lantmäteriet (LM), Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Statens geotekniska institut (SGI).

I Tabell 5.1 presenteras underlaget i två kategorier; 1) *Parameter* som ingår i formeln för slutsummering och 2) *Övriga data* som används vid områdesbegränsning (definiering av kustzon) och beräkning av konsekvensklass för parametern  $S$  efter metodik av Kiilsgaard<sup>18</sup>. Referenssystemet SWEREF 99 TM, RH2000 har använts genomgående.

Tabell 5.1 Underlag för beräkning av KSI

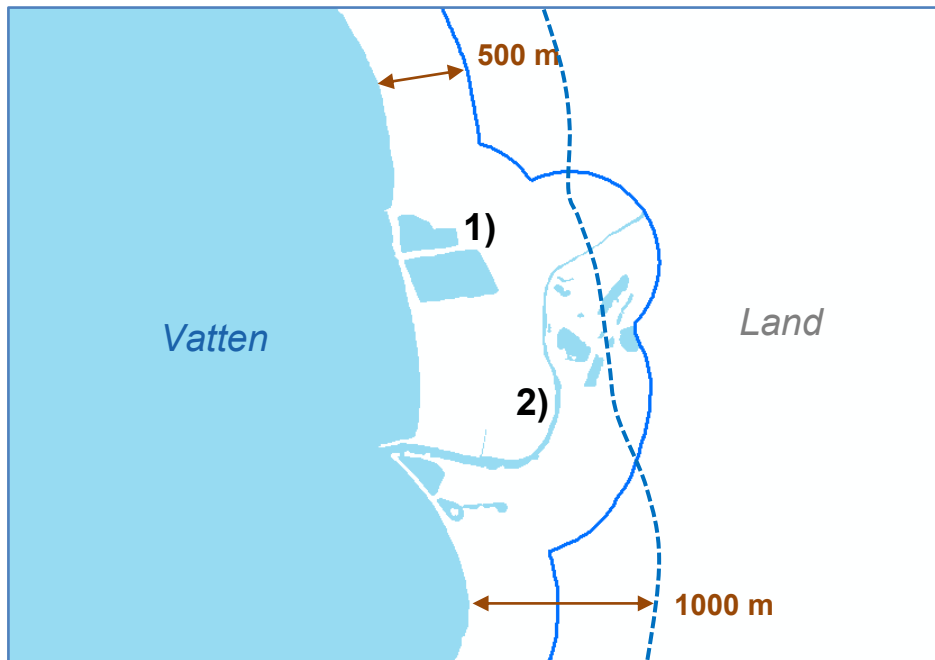
1) Parameter	Produkt/lager	Format	Skala	Källa
<b>S</b> , Samhällsvärde	Konsekvensklass / TPI <sup>19</sup> och BY	Raster, geotiff	1:10 000	SGI/LM
<b>E</b> , Erosionskänslighet	Skånestrand / Erosionskänslighet	Vektor, linje	1:25 000	SGU
<b>G</b> , Geologi	Jordart 1:25 000 - 1:100 000	Vektor, polygon	1:25 000	SGU
<b>L</b> , Lutning	Härledd fr. GSD-Höjddata, grid 2+	Raster, ascii	>1:5000	LM
<b>A</b> , Avstånd	GSD-Fastighetskartan / MV	Vektor, polygon	1:5000	LM
<b>T</b> , Topografi	GSD-Höjddata, grid 2+	Raster, ascii	>1:5000	LM
<b>2) Övriga data</b>				
För definition av kustzon	GSD-Översiktskartan / MH	Vektor, polygon	1:250 000	LM
För definition av kustzon	GSD-Fastighetskartan / MV	Vektor, polygon	1:5000	LM
För beräkning av S	GSD-Fastighetskartan / BY (byggnader)	Vektor, polygon	1:5000	LM
För beräkning av S	GSD-Fastighetskartan / VL (vägar)	Vektor, linje	1:5000	LM
För beräkning av S	GSD-Fastighetskartan / JL (järnvägar)	Vektor, linje	1:5000	LM

<sup>18</sup> Kiilsgaard, R, Bergdahl, K, Öberg, M, Helgesson, H, Enell, A, Ndayikengurukiye, G (2015), Skredrisker i ett förändrat klimat - Norsälven. Konsekvensanalys Norsälven. Del 3: Fördjupningsbilaga, Statens geotekniska institut, SGI. Publikation 18-4.

<sup>19</sup> Transportinfrastruktur (TPI) avser här både väg (VL) och järnväg (JL) från GSD-Fastighetskartan, vektor.

## 5.7 Begränsning

Beräkningsområdet begränsas geografiskt till en 500 m bred zon, kustzon, från strandlinjer och kustnära vattendrag (Figur 5.3). Kustnära vattendrag, t.ex. flodmynningar, som ligger inom 1 000 m från strandlinjen räknas med om de ingår i Fastighetskartans lager, MV, och ytan för enskilt objekt, sjöar och tjärnar, som överstiger 50 000 m<sup>2</sup>. På så sätt inkluderas t.ex. känsliga deltaplan och vattenytor som utsätts för samma exponering som själva strandlinjen.



Figur 5.3 Kustzonen (blå heldragen linje) definieras som en 500 m bred buffert runt strandlinjen och eventuella kustnära öppna vatten. I figuren illustreras hur bufferten tar hänsyn till en större öppen vattenyta (1) och flodmynningar (2) som ligger  $\leq 1000$  m från strandlinjen (blå streckad linje).

Samtliga underlag (Tabell 5.1) beskärs med denna buffertzona, eller kustzon, som i Figur 5.3 illustreras med blå heldragen linje. Underlagen som nämns här efter avser de för kustzonen begränsade området.

## 5.8 Rastrering, poängsättning och normalisering

Förutom höjddata och data för Samhällsekonomisk konsekvens,  $S$ , som är av typen raster, består underlaget av linje- och ytskikt i vektorformat. Rastreringen av vektorunderlaget utförs med hjälp av en klassningstabell, Tabell 5.2. Underlagets attribut omvandlas från en kvalitativ till en kvantitativ enhet som kan normaliseras med avseende på lagrets poängintervall. På så sätt erhålls en entydig poängskala mellan 0 till 1 (min till max) som är oberoende av geografiskt läge och enskilda underlags poängklassning (Figur 5.4).

Tabell 5.2 Klassificering/poängsättning av enskilda underlag.

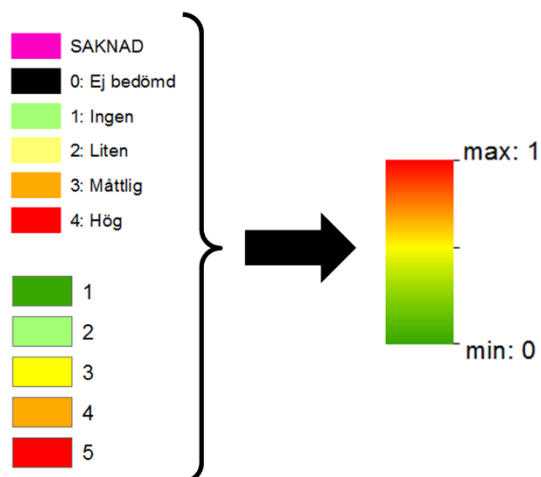
KSI	POÄNGKLASS							Källa	Kommentar
	0	1	2	3	4	5			
Samhällsvärden	S	ej bedömt	lindrig	stor	mycket stor	extremt stor	Katastrofal	SGI/LM	Koncept NA <sup>1)</sup>
Erosionskänslighet	E	ej bedömt	ingen	liten	måttlig	hög	Anv. ej	SGU	Attribut "er_kanslig" <sup>2)</sup>
Geologi, jordart	G	ej bedömt	ingen	liten	Måttlig	Hög	Anv. ej	SGU	SGU-klassning <sup>3)</sup>
Lutning	L	ej bedömt	0-2°	2-10°	10-17°	17-25°	>25°	LM	SGI-klassning <sup>4)</sup>
Avstånd till strandlinje	A	ej bedömt	-	-	-	-	-	LM	Euclidean Distance, 10 m intervall
Topografi, nivå	T	ej bedömt	>5 m	3-5 m	2-3 m	1-2 m	0-1 m	LM	Klassad Höjddata

<sup>1)</sup> Metod enligt konsekvensbeskrivning för skredriskartering av Norsälven, NA (Kiilsgaard et.al., 2015)

<sup>2)</sup> Data för erosionskänslighet från projekt Skånestrand (Malmberg Persson, K., et.al., 2016)

<sup>3)</sup> Klassning enligt Bilaga 1.

<sup>4)</sup> Parametrar hämtade från tidigare studier och översiktlig kartering av stabilitet (Hågeryd, A.-C. et.al., 2011)



Figur 5.4 Schematisk illustration av normaliseringen av olika underlags kvalitativa klasser och attribut till en jämförbar kvantitativ skala. Till vänster om pilen visas 2 exempel på klassindelning/attributvärden från ursprungsunderlaget (erosionskänslighet resp. samhällsvärden) och till höger om pilen ses den kvantitativa skala som båda underlagen tilldelats genom normaliseringen

Alla underlag bearbetas efter samma modell men med unika styrparametrar. Varje enskilt underlags process och styrparametrar redovisas i detalj i Tabell 5.3.



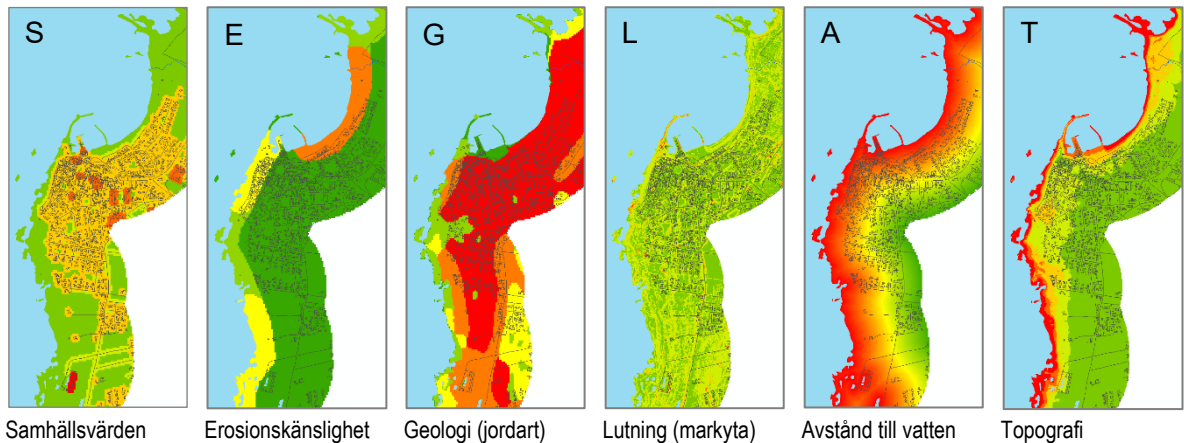
Tabell 5.3 Arbetsgång för processering av ingående parametrar (se Bilaga 2 för motsv. flödes-schema).

Parameter	Process	Variabler / Styrparametrar	Kommentar
<b>S</b>	Klipp till kustzon	Clip("raster")	Definierad 500 m Buffer
	Skapa Float	<i>Signed Integer</i> till <i>Floating point</i>	Skapa statistik
	Normalisera	<i>Raster Calculator</i> "raster"/max("raster")	max("raster")=5 från Tabell 7.2
	Symbolsätt	Min 0, max 1	Färgramp grön-röd
<b>E</b>	Linje till polygon	100 m Buffer, PLANAR, Dissolve NONE	Skapa ytor av linjer, 100m
	Polygon till Raster	ValueField "er_kanslig", Cellsize 10	
	Ersätt <i>Null</i> med 0	Con(IsNull("raster"),0, "raster")	
	Klipp till kustzon	Clip("raster")	Definierad 500 m Buffer
	Skapa Float	<i>Signed Integer</i> till <i>Floating point</i>	Skapa statistik
	Normalisera	<i>Raster Calculator</i> "raster"/max("raster")	max("raster")=4 från Tabell 7.2
<b>G</b>	Symbolsätt	Min 0, max 1	Färgramp grön-röd
	Klipp till kustzon	Jordart, JG2	Definierad 500 m Buffer
	<i>Spatial Join</i>	"EK" via JG2 från tabell	Bilaga 1
	Polygon till Raster	ValueField "EK", Cellsize 10	
<b>L</b>	Skapa Float	<i>Signed Integer</i> till <i>Floating point</i>	Skapa statistik
	Normalisera	<i>Raster Calculator</i> "raster"/max("raster")	max("raster")=4 från Tabell 7.2
	Symbolsätt	Min 0, max 1	Färgramp grön-röd
	Skapa lutning, <i>slope</i>	Slope("GSD-höjddata")	
<b>A</b>	Klassificering	Reclassify("raster")	5 klasser enl. Tabell 7.2
	Skapa Float	<i>Signed Integer</i> till <i>Floating point</i>	Skapa statistik
	Normalisera	<i>Raster Calculator</i> "raster"/max("raster")	max("raster")=5 från Tabell 7.2
	Symbolsätt	Min 0, max 1	Färgramp grön-röd
<b>T</b>	Euclidian distance	Cellsize 10x10 m, max distance 500 m	
	Klipp till kustzon	Clip("raster")	Definierad 500 m Buffer
	Normalisera	<i>Raster Calculator</i> "raster"/max("raster")	max("raster")=500
	Reversera riktning	<i>Raster Calculator</i> "abs((value-1))	Högst poäng vid strandkant!
	Klipp till kustzon	Clip("raster"), Buffer 500 m, BOTH SIDES	Eliminera överskjutningar
<b>T</b>	Symbolsätt	Min 0, max 1	Färgramp grön-röd
	Klipp till kustzon	Clip("raster")	Definierad 500 m Buffer
	Klassificering	Reclassify("raster")	5 klasser enl. Tabell 7.2
	Skapa Float	<i>Signed Integer</i> till <i>Floating point</i>	Skapa statistik
<b>T</b>	Normalisera	<i>Raster Calculator</i> "raster"/max("raster")	max("raster")=5 från Tabell 7.2
	Symbolsätt	Min 0, max 1	Färgramp grön-röd

## 5.9 Summering

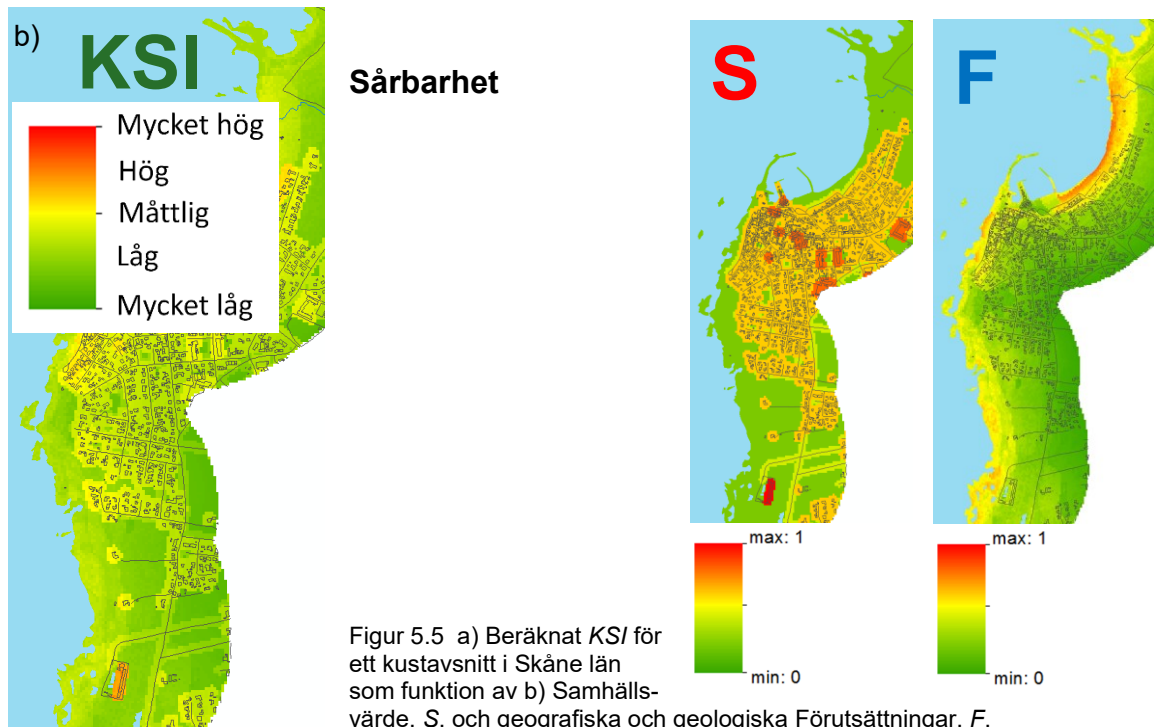
De enskilda förädlade underlagen representeras nu av 32 bitars *floating point* rasterdata med 10x10 m pixelstorlek och värdeintervall mellan 0 och 1. Om en generell grön-röd (min-max) färgramp används kan delindex för ett kustavsnitt se ut som i Tabell 5.4.

Tabell 5.4 Utsnitt av förädlad underlag, efter *begränsning, rastering, poängsättning och normalisering*



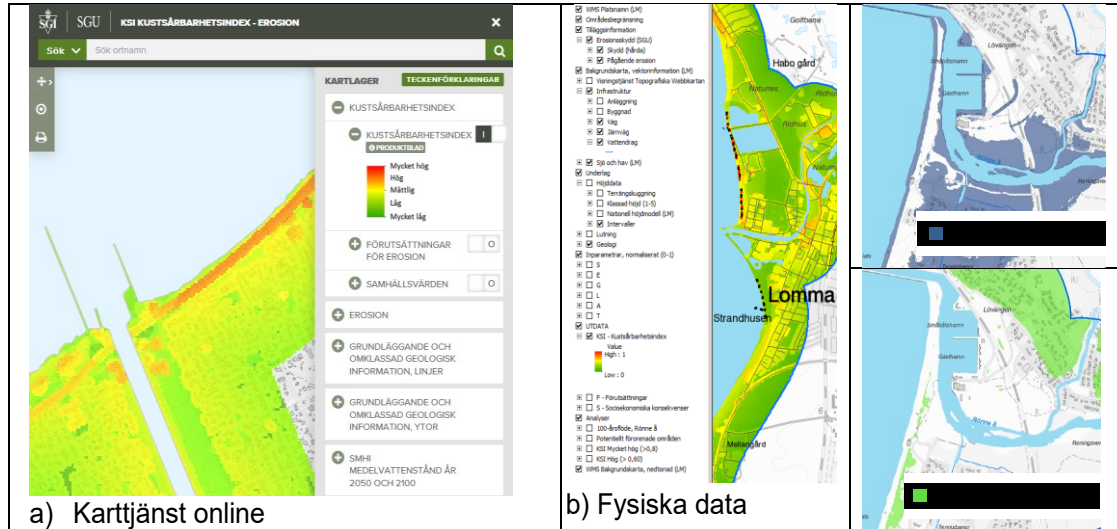
De geografiska och geologiska förutsättningarna, F, summeras enligt Formel 2 och kustsårbarhetsindexet för erosion, KSI, beräknas sedan enligt Formel 1. KSI presenteras i Figur 5.5, med samma kustavsnitt som visas i kartbilderna i Tabell 5.4. Indexet ges en beskrivande skala för att indikera sårbarhet genom indelningen:

0.0 - 0.2	– Mycket låg
0.2 - 0.4	– Låg
0.4 - 0.6	– Måttlig
0.6 - 0.8	– Hög
0.8 - 1.0	– Mycket hög



## 5.10 Dataleverans

*KSI* tillsammans med delindex *Förutsättningar (F)* och *Samhällsvärde (S)* utgör det underlag som presenteras online i kartvisningstjänsten ([www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se)). Underlagen kan även användas direkt i egna GIS-verktyg genom att länka till en WMS-tjänst. Vid beställning av fysiska data (via SGI kundtjänst) får man tillgång till, förutom *KSI*, *S* och *F*, de grundläggande klassade underlagen där t.ex. *Topografi* kan användas för att illustrera olika vattennivåer (Figur 5.6).



Figur 5.6 Dataåtkomst kan ske på tre olika vis; a) via kartvisningstjänst på [www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se), b) som fysiska data via kontakt med SGI och c) via WMS-tjänst. Datapaketet för nedladdning innehåller även de klassade delindexen (*E*, *G*, *L*, *A*, *T*) samt intervaller av höjddata som presenterar olika nivåer av högvatten (0-1, 0-2, 0-3, 0-5 m.ö.h.) och högt liggande terräng (>5 m.ö.h.).

## 6. Kartlager och kartvisningstjänsten

SGI har tagit fram en webbaserad kartvisningstjänst med olika kartunderlag. Dels visas resultatet av sårbarhetskarteringen och de underlag som ligger bakom resultatet. Dels finns kompletterande information som kan kombineras på olika sätt tillsammans med sårbarhetskartan. Sårbarhetskarteringens underlag kan även beställas, eller länkas till via WMS-tjänster, för att användas tillsammans med egen information i egna GIS-verktyg för analys och planering.

Innehållet i detta kapitel beskriver de olika datalager som ingår i kartvisningstjänsten och följer den struktur som verktyget har. Här finns också exempel på hur olika kartunderlag kan kombineras för analys, samt en beskrivning av hur Kartvisningstjänsten fungerar.

### 6.1 Kustsårbarhetsindex (KSI)

#### 6.1.1 Förutsättningar för erosion (F)

Kartlagret *Förutsättningar för erosion* baseras på en analys av flera faktorer; erosionskänslighet<sup>20</sup>, jordart, lutning hos strand, höjd över havet och avstånd till strandlinjen (se kapitel 5). I ett område på land, nära strandkanten, med en flack strand av erosionsbenägen jordart (t.ex. sand) kommer *Förutsättning för erosion* (F) att få värden som ligger högt (i värdeskalen ”Mycket låg” till ”Mycket hög”). Värden på *Förutsättning för erosion* (F) minskar inåt land eftersom avståndet till strandlinjen ökar. På samma sätt minskar värdet på F ju högre upp över havsnivån man kommer. En brant klintkust (brant lutning) innebär att värdet på F ökar. Se Tabell 5.2 för att se hur de olika underlagen klassas.

Även om en strand klassats med höga värden på F så behöver det inte innebära att stranden håller på att erodera bort. I vissa fall finns en balans mellan erosion och ackumulation av sediment. Det betyder att stranden kan erodera under en viss tid, men att sanden kommer tillbaka vid ett annat tillfälle. I Figur 6.1 (Trelleborg) och Figur 6.2 (Ängelholm) visas exempel med dessa förutsättningar. Även om stränderna i huvudsak är i balans finns förutsättningarna för erosion kvar. Stränderna har därför klassats med värden på F mellan ”Måttlig” och ”Mycket hög”.

Till stöd i bedömningen av strandens dynamik kan SGU:s olika underlag i projekt Skåne strand användas för de skånska stränderna. Ett av underlagen är Erosionsförhållanden som med en klassad linje beskriver om stranden är stabil, eroderar eller ackumulerar. Ett annat underlag som kan användas är historiska strandlinjer (se avsnitt 6.2.4), som kan vara till hjälp för att se hur stranden utvecklats under en längre tid. I Figur 6.3 (Sandhamaren) visas exempel på en sträcka där sand pålagras (ackumulerats) och en sträcka med

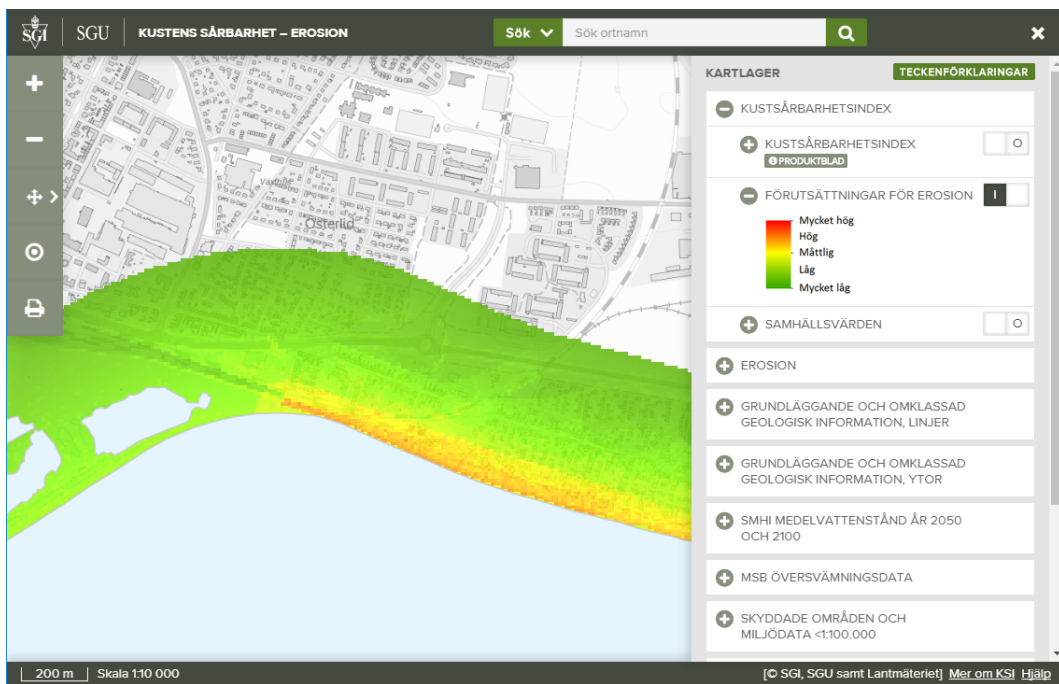
---

<sup>20</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.

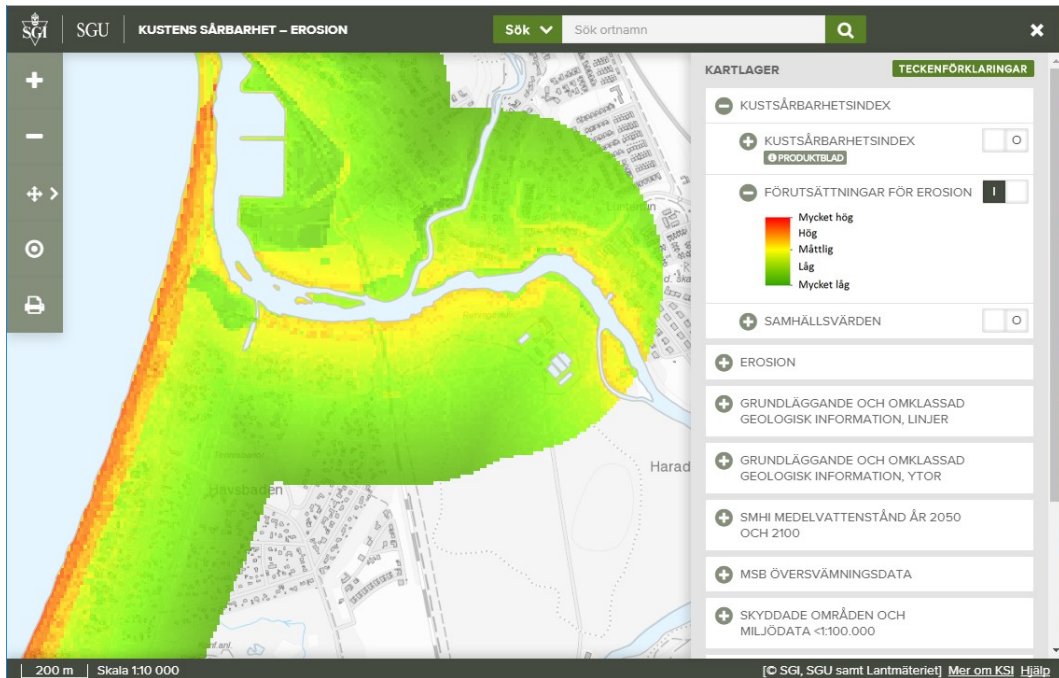
kraftig erosion. Förutsättningar för erosion (F) i området med pålagring av sand har därför fått en lägre klassning än området med erosion.

I Ängelholm Figur 6.4 visar den historiska strandlinjer att stranden inte förändrats sedan 60-talet, trots förutsättningarna för erosion är mycket höga.

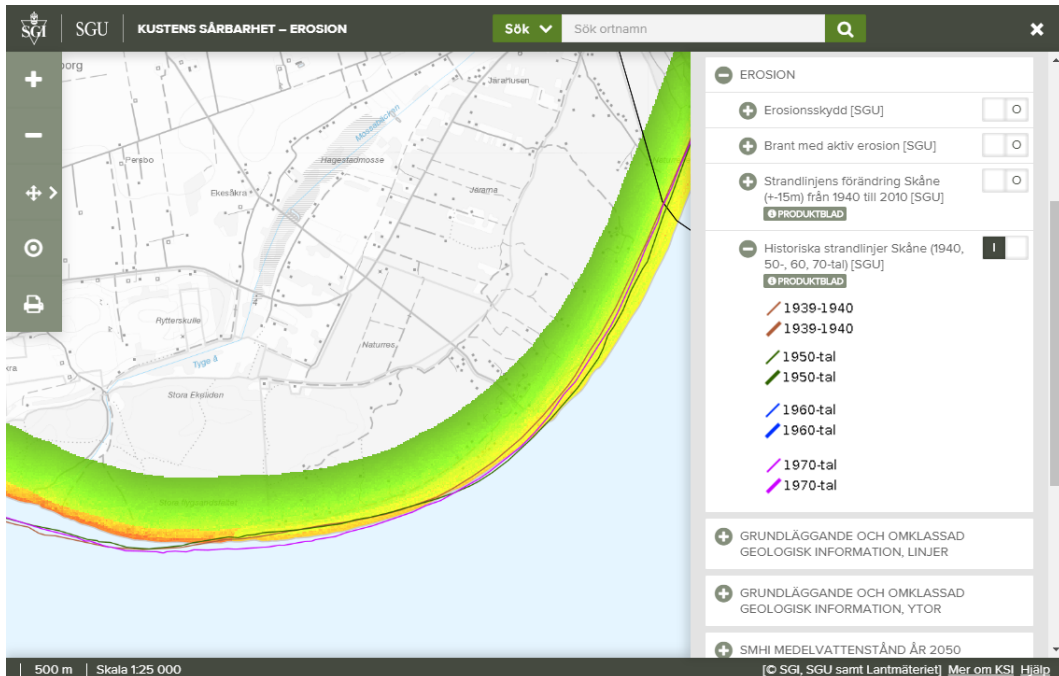
Legend:



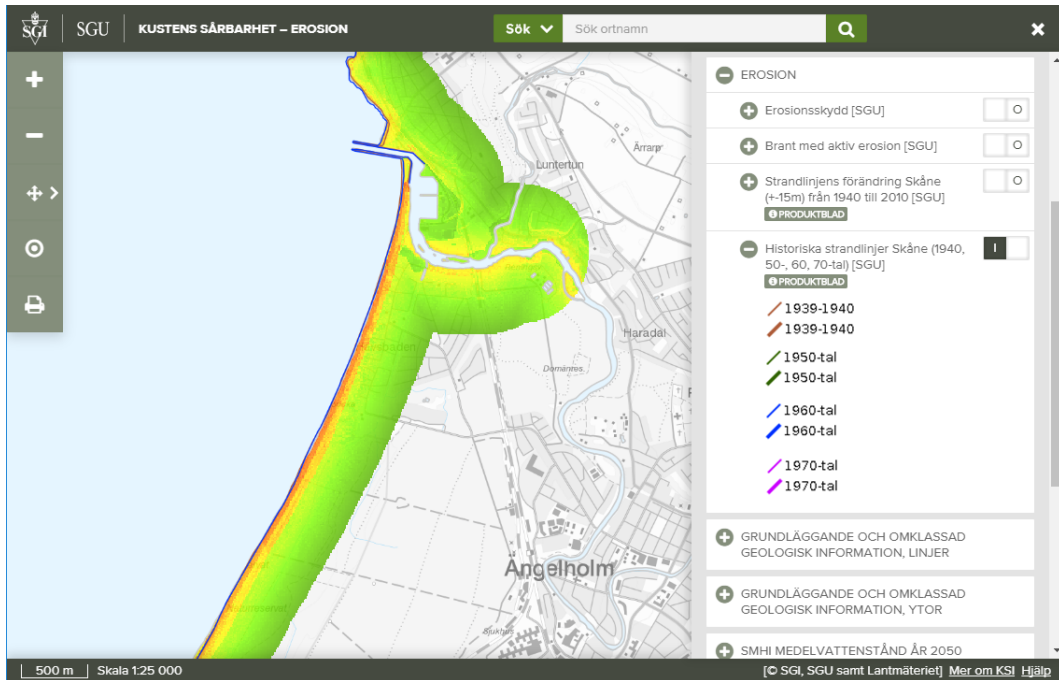
Figur 6.1 "Förutsättningar för erosion" i Trelleborg. Förutsättningarna har klassats med värden på F mellan "Måttlig" och "Hög" närmast stranden. Området till vänster består av sten och fyllning. Förutsättningarna för erosion F har därför värden i intervallet "Låg" i det området.



Figur 6.2 "Förutsättningar för erosion" i Ängelholm. Stranden har påtagliga problem med erosion och F har klassats i intervallet "Hög" till "Mycket hög". Även delar av stranden längs ån har klassats med F i intervallet "Måttlig". Trots höga erosionsförutsättningar är strandens läge stabilt sett under ett längre tidsperspektiv. Det kan bero på naturliga orsaker eller att åtgärder kontinuerligt gjorts.



Figur 6.3 Förutsättningar för erosion" vid Sandhammaren, Ystads kommun. Stranden består av sand. Den västra delen av stranden har klassats med F i intervallet "Hög". Den östra delen har klassats med F i intervallet "Låg". I kartan visas även historiska strandlinjer. Till vänster i bilden kan man se att stranden har eroderat kraftigt. Till höger syns en pålagring (ackumulation) av sand.



Figur 6.4 Förutsättningar för erosion i Ängelholm kombinerat med historiska strandlinjer. Trots att F klassats i intervallet "Mycket hög" visar strandlinjen mycket liten förändring sedan 60-talet.

### 6.1.2 Samhällsvärden (S)

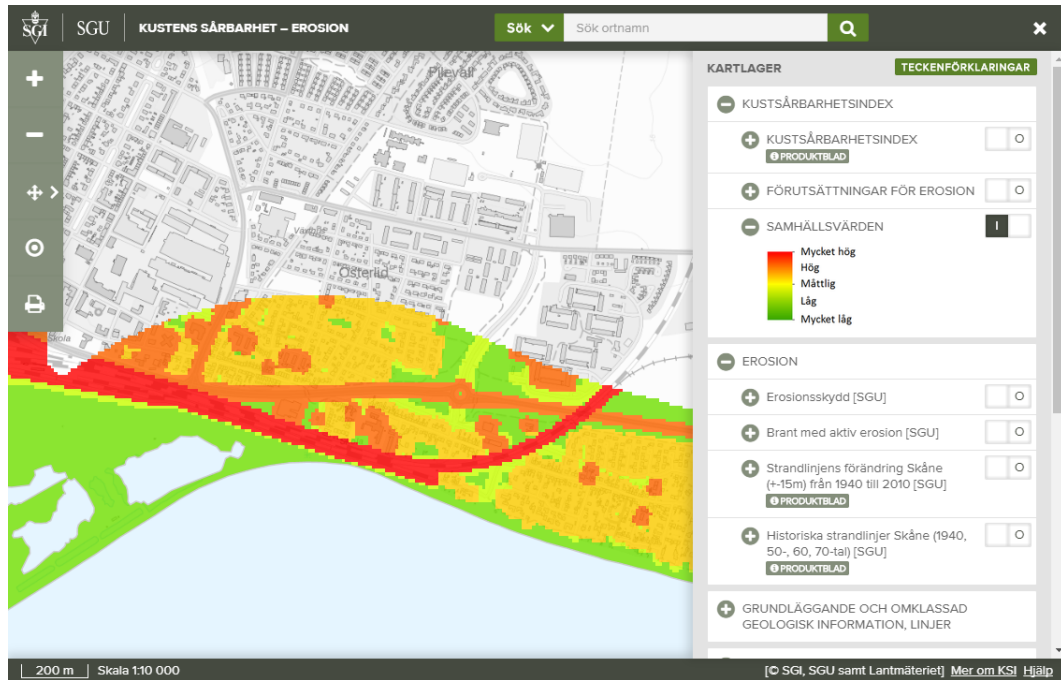
I kartlagret Samhällsvärden framgår klassificering av samhällsvärden för infrastruktur och byggnader. Detta lager kan användas för att identifiera var det finns objekt med samhällsvärde såsom bostäder, skolor, sjukhus, industrier, vägar och järnvägar etc. Kartlagret innehåller inte alla objekt med samhällsvärde. Energi- och ledningssystem, såsom kraftledningar, fjärrvärme, telefoni, IT/bredband, vatten- och avloppsledningar har inte ingått i bedömningen. Värden kopplade till natur, kultur, rekreation eller andra sociala aspekter har inte heller ingått.

I Figur 6.5 visas ett utsnitt från Trelleborg och i Figur 6.6 visas ett utsnitt från Ängelholm. De objekt med samhällsvärde som framträder är vägar, järnvägar och bebyggelse. Övrig mark har inte värderats och klassas därför med värde på S i intervallet "Låg". I realiteten kan det finnas värden av stor betydelse som inte redovisas i kartan. Det är därför nödvändigt att kombinera denna karta med lokal kännedom om andra värden som finns.

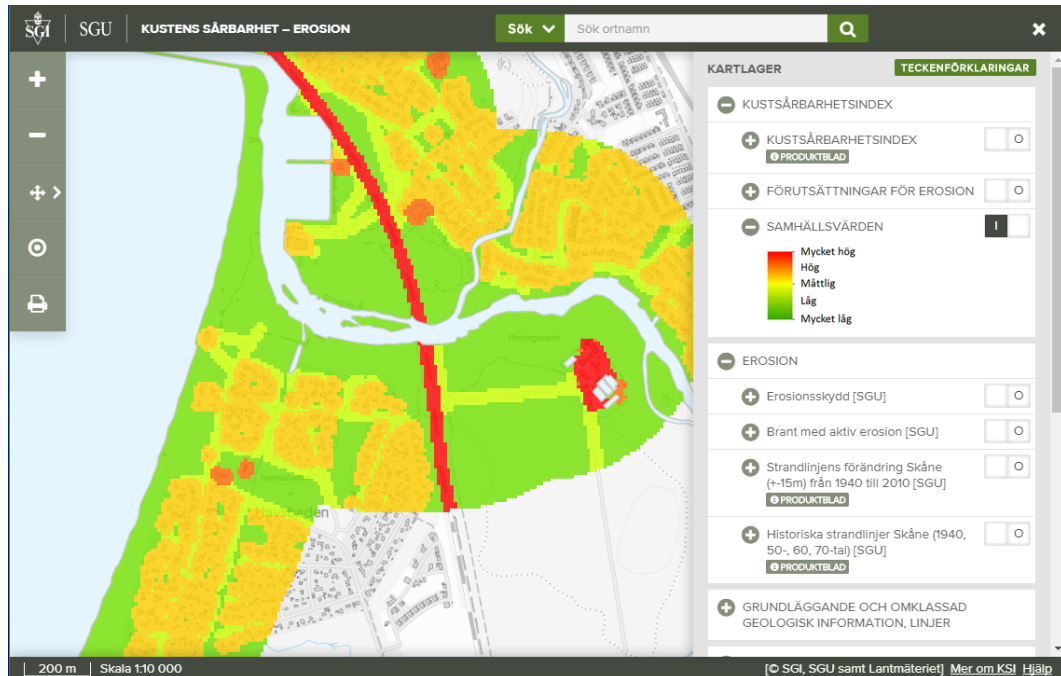
Legend:







Figur 6.5 "Samhällsvärden" i Trelleborg. I kartan framträder vägar och järnvägar tydligt som linjer. Järnvägen har fått det högsta värdet. Större vägar, så som europavägar, värderas högre än mindre. Industrier, samhällsviktiga byggnader och flerbostadshus värderas högre än enskilda bostadshus. Övrig mark har inte värderats och klassas därför med S i intervallet "Låg".

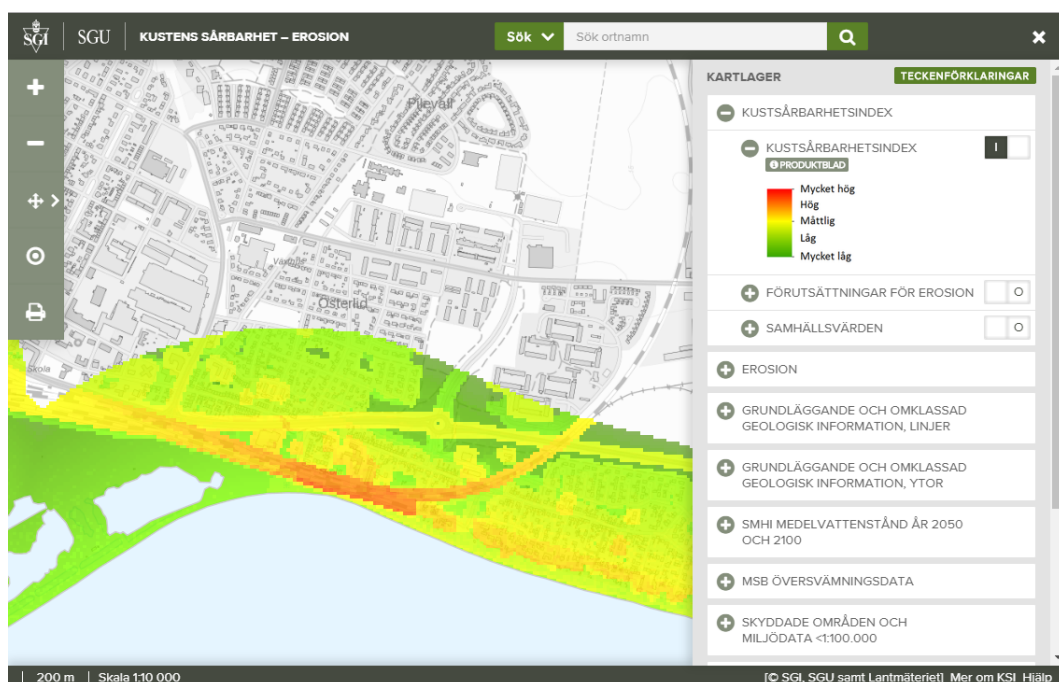


Figur 6.6 "Samhällsvärden" i Ängelholm. Strandnära finns bostadshus och andra byggnader med S i intervallet "Måttlig" till "Hög". Genom staden och nära kusten finns en järnväg som har ett mycket högt samhällsvärde. I området finns också ett reningsverk med ett mycket högt samhällsvärde.

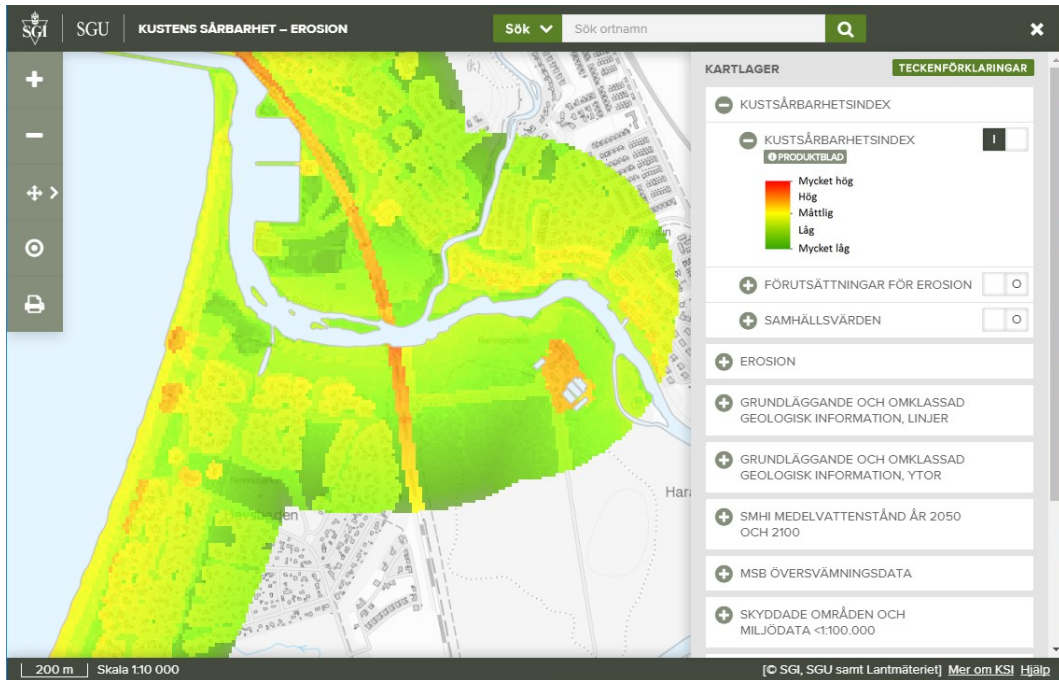
### 6.1.3 Kustsårbarhetsindex (KSI)

Kustsårbarhetsindex är en funktion av *Förutsättningar för erosion (F)* och *Samhällsvärden (S)* (byggnader och infrastruktur). Kustsårbarhetsindex delas in i ”Mycket låg”, ”Låg”, ”Måttlig”, ”Hög” och ”Mycket hög” i en färgskala från grön till rött. Röda områden i kartan identifierar områden som har potential att erodera under särskilda förhållanden, t.ex. vid stormtillfällen och höga vattennivåer men även vid de ständigt pågående (långsamma) erosionsprocesserna, samtidigt som det finns höga samhällsvärden i de områdena. I Figur 6.7 och Figur 6.8 visar exempel från Trelleborg och Höllviken.

Parametrarna är strikt matematiskt framtagna och baseras således på underlag utan vidare bedömning eller manuell korrigering utifrån kända förhållanden. Därför skall resultatet betraktas som ”indikation” snarare än ”absolut”.

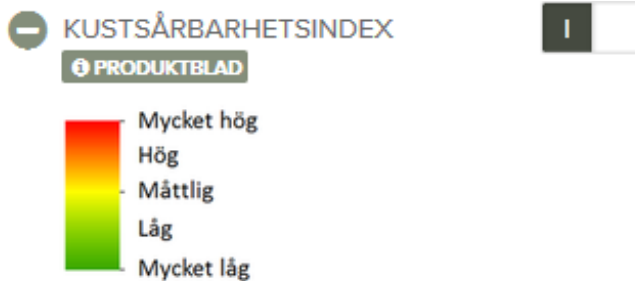


Figur 6.7 "Kustsårbarhetsindex" i Trelleborg. I kartbilden framträder järnvägen och vissa byggnader med KSI i intervallet "Hög" till "Måttlig". Det beror på att de har höga samhällsvärden och att stranden har Förutsättningar för erosion (F) mellan "Måttlig" och "Hög". F minskar ju längre in mot land man kommer (se förutsättningskartan). Det gör att även järnvägens KSI (sårbarhet) minskar. Området till vänster i kartbilden består av sten och fyllning, med Förutsättningar för erosion (F) "Låg" och inga identifierade vägar eller byggnader (enligt Lantmäteriets byggnadslager), och har därför KSI "Låg".



Figur 6.8 Kustsårbarhetsindex i Ångelholm. Området består av sand med Förutsättningarna för erosion "Hög" längs hela kusten. Området är dessutom låglänt innanför sanddynerna. Bakom sanddynerna finns bostadshus och några byggnader med samhällsfunktioner. Järnvägen går nära kusten och den kommer fram som ett objekt med KSI "Hög".

Legend:

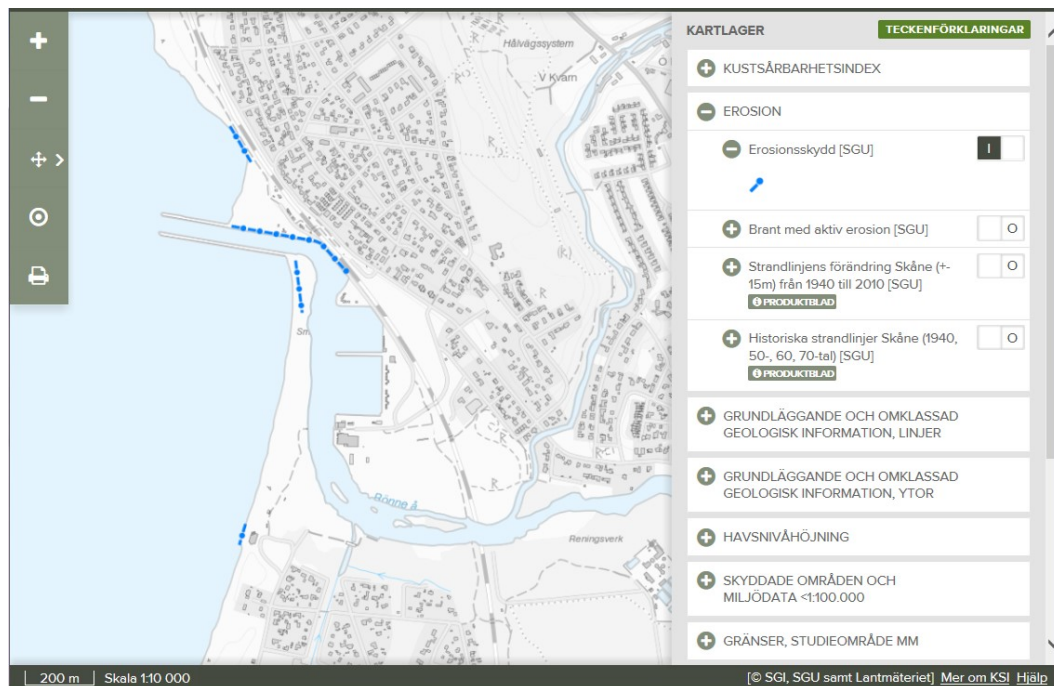


## 6.2 Erosion

### 6.2.1 Erosionsskydd [SGU]

SGU har kartlagt hårda erosionsskydd längs Skånes strand. Sträckor med erosionsskydd är i princip alltid sträckor där aktiv erosion är och har varit ett problem. Många erosionsskydd längs kusten är ganska illa medfarna av vågor och stormar. Bara de som bedömts ha någon effekt har tagits med i karteringen<sup>21</sup>, se Figur 6.9.

De hårda skydd som har markerats är av tre olika typer: strandskoningar, hövder och vågbrytare. Strandskoningar är mycket vanliga och kan vara konstruerade på flera olika sätt. Vanligast är block eller sprängsten som lagts ut längs stranden. Hövder är pirar, oftast av stenblock, som byggts vinkelrätt ut från stranden. Vågbrytare av sten eller betong parallellt med stranden är mindre vanliga. De kartlagda hårda erosionsskydden förekommer längs fem procent (cirka 30 km) av Skånes cirka 560 km långa kuststräcka, enligt SGU.



Figur 6.9 "Erosionsskydd" i Ängelholms kommun.

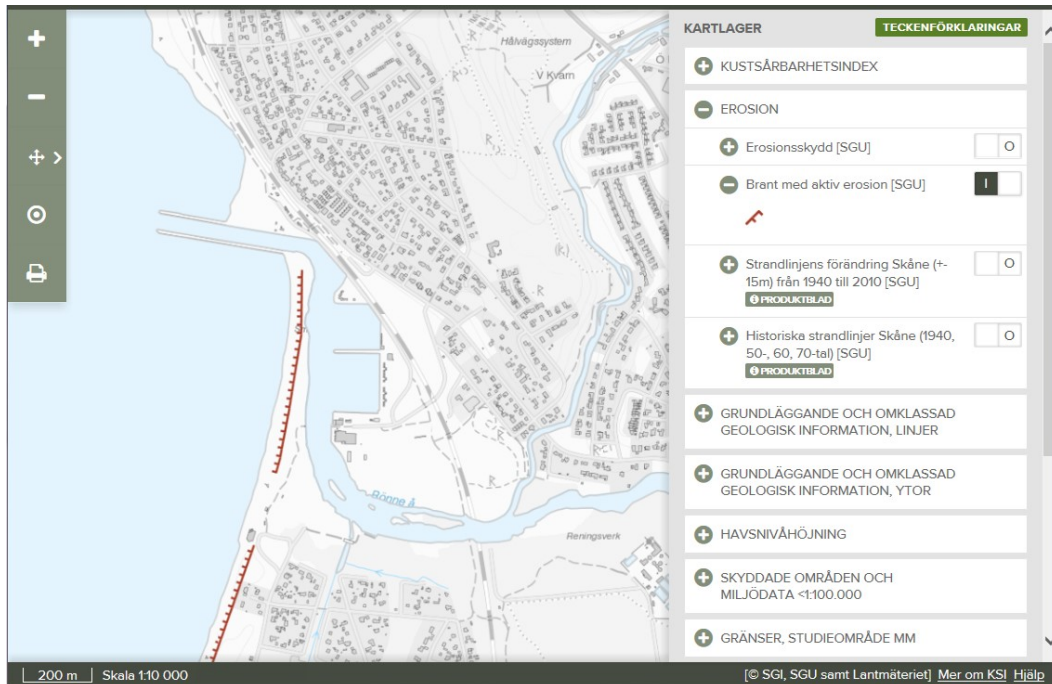
### 6.2.2 Brant med aktiv erosion [SGU]

SGU har dokumenterat aktiv erosion vid fältkarteringar gjorda 2012 och 2013. Beteckningen aktiv erosion har använts där en minst en meter hög, aktiv, vegetationsfri

<sup>21</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.

erosionsbrant påträffades vid karteringen. Aktiv erosion har kartlagts i kustklintar, i strandvallar och i sanddyner<sup>22</sup>. Se Figur 6.10.

Aktiv erosion dokumenterades längs sex procent av Skånes kuststräcka (cirka 37 km). Utbredningen av aktiv erosion kan ha ändrats en del sedan dess. Till exempel skedde en omfattande erosion i samband med stormen Sven den 5 december 2013.

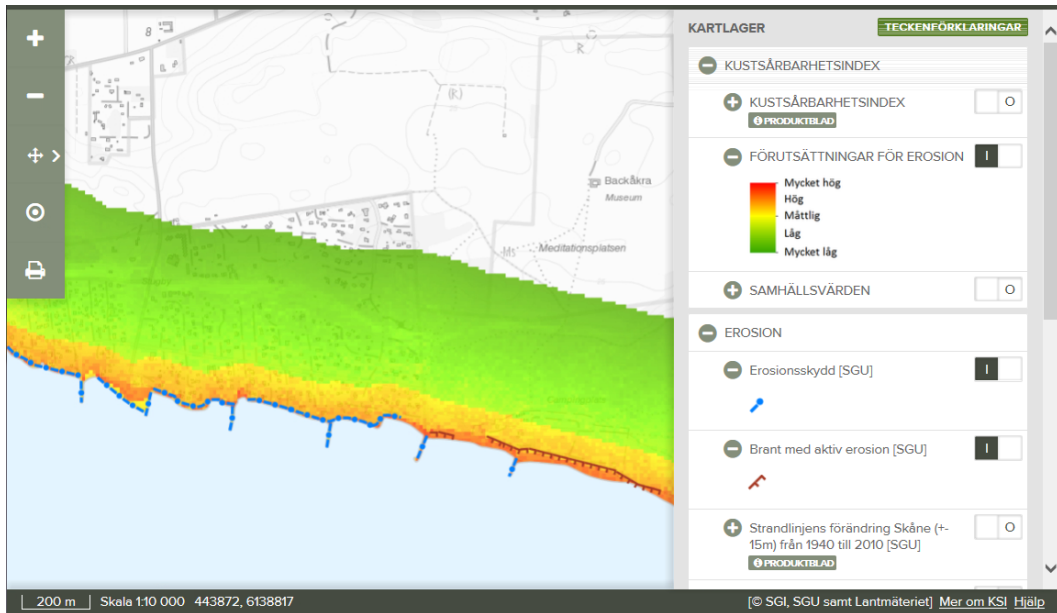


Figur 6.10 "Brant med aktiv erosion" i Ängelholms kommun.

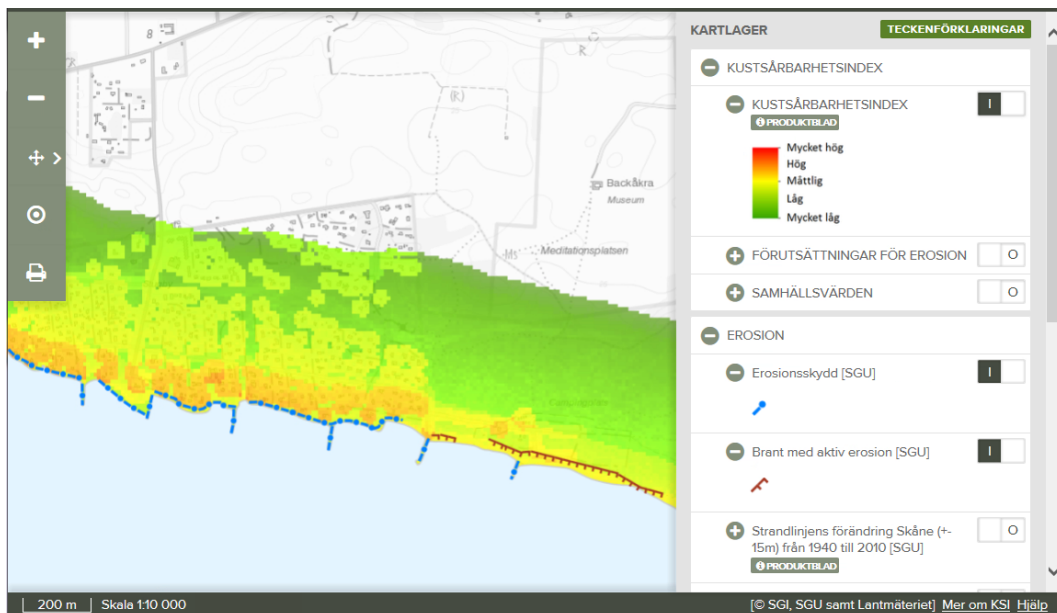
### 6.2.3 Kombination av KSI och erosionsskydd

Erosionsskydden ger en skyddande effekt mot erosion, vilket minskar sannolikheten för erosion. I modellen som använts för att beräkna Kustsårbarhetsindex var det dock inte möjligt att inkludera erosionsskydden. Försök gjordes för att hantera dem i GIS-modellen och beräkningarna, men det fungerade inte tillfredställande. Därför bör kartlagren *Förutsättningar för erosion* och *Kustsårbarhetsindex* kombineras med erosionsskydden, för att få en så korrekt tolkning av kartlagren som möjligt (Figur 6.11 till Figur 6.14).

<sup>22</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.



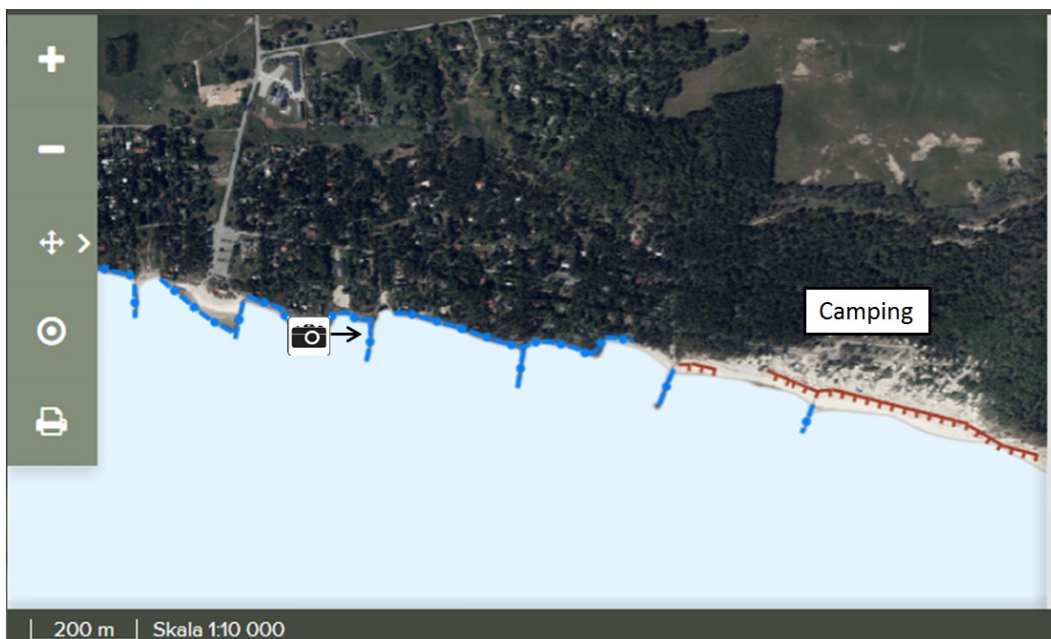
Figur 6.11 "Förutsättningar för erosion" och "Erosionsskydd" (blå linje) samt "Brant med aktiv erosion" (röd linje) vid Löderups strandbad i Ystad kommun. Vid bedömning av erosionsförutsättningarna behöver erosionsskyddens verkan också vägas in.



Figur 6.12 "Kustsårbarhetsindex" och "Erosionsskydd" (blå linje) samt "Brant med aktiv erosion" (röd linje) vid Löderups strandbad i Ystad kommun. Vid bedömning av sårbarheten behöver erosionsskyddens verkan också vägas in.



Figur 6.13 Erosionsskydd i form av stenskoning vid Löderups strandbad i Ystad kommun. I fjärran syns campingplatsen och strand med erosionsbranter, men utan erosionsskydd. Foto: A. Björlin, SGI.



Figur 6.14 "Erosionsskydd" (blå linje) och "Brant med aktiv erosion" (röd linje), samt ortofoto vid Löderups strandbad i Ystad kommun. Fotot i figuren ovan är taget vid punkten markerat i kartan.

## 6.2.4 Historiska strandlinjer Skåne [SGU]

SGU har tolkat strandlinjens läge med hjälp av Lantmäteriets georefererade historiska flygfoton (ortofoton) från åren 1939–40, 1950-talet (1956, 1957, 1959), 1960-talet (1962, 1965, 1967) och 1970-talet (1973, 1975)<sup>23</sup>.

Kartlagret *Strandlinjens förändring i Skåne från 1940 till 2010* visar det största avståndet mellan dagens strandlinje och de historiska strandlinjerna. Kartlagret *Historiska strandlinjer Skåne (1940, 50-, 60-, 70-tal)* visar strandlinjen från olika år (Figur 6.15). Strandlinjen representerar havsnivån vid fotograferingstillfället och kan avvika från medelvattenståndet för året. För långgrunda stränder kan osäkerheten för de äldsta strandlinjerna uppgå till 50 m eller mer. I Kartvisningstjänsten finns en länk till produktblad med mer information om kartlagren.

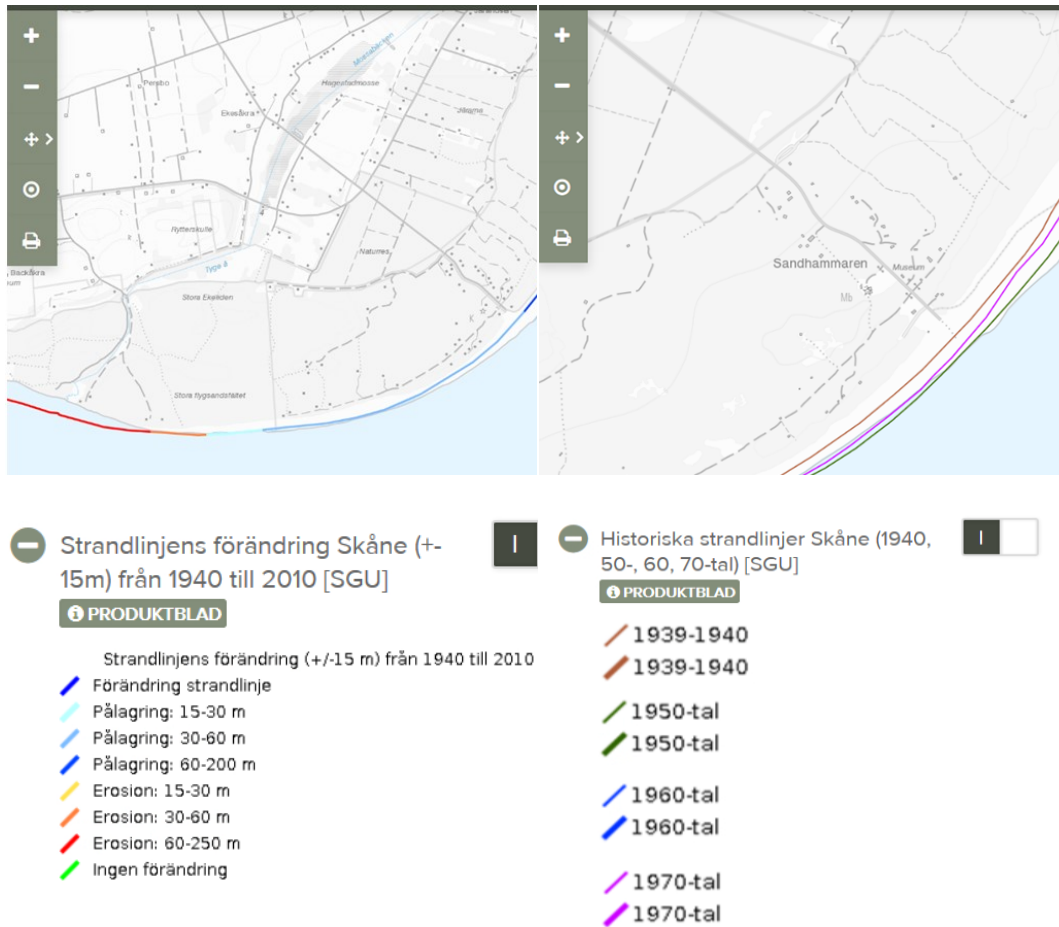
Notera att ett kustavsnitt kan vara utsatt för erosion utan att det syns i strandlinjens läge. Exempelvis eroderas klintkuster genom ras och skred, vilket innebär att de nedsedimenten hamnar på strandplanet nedanför klinten för att så småningom sköljas bort av vågorna. Stranden kan tillfälligt bli bredare om ett stort skred avsatt stora jordmassor på stranden<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Persson, M. (2014) Skånes känsliga stränder – ett geologiskt underlag för kustzonsplanering och erosionsbedömning, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2014:20, Uppsala.

<sup>24</sup> Malmberg-Persson, K. Nyberg, J. Ising, J. Rodhe, L. (2016) Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering, Sveriges geologiska undersökning, SGU-rapport 2016:17, Uppsala.





Figur 6.15 Bilden till vänster visar "Strandlinjens förändring Skåne (+-15m) från 1940 till 2010" vid Sandhamnaren i Ystad kommun. Till höger visas "Historiska strandlinjer Skåne (1940, 50-, 60-, 70-tal)"

## 6.2.5 Kombination av erosionsförutsättningar, erosionsskydd och historiska strandlinjer

I Figur 6.16 visas kombinationen av kartlagren Förutsättningar för erosion, Historiska strandlinjer och Erosionsskydd. Man kan tydligt se hur stranden har förändrats sedan 1950-talet (grön linje) och 70-talet (rosa linje). Erosionsskydden har haft stor inverkan på strandens utveckling med både pålagring (ackumulation) och erosion av sand.



Figur 6.16 "Förutsättningar för erosion", "Historiska strandlinjer Skåne (1940, 50-, 60-, 70-tal)" och "Erosionsskydd" (blå streckande linje) i Ystad. Grön linje visar strandlinjen på 1950-talet. Den rosa linjen visar stranden på 1970-talet. Erosionsskydden har haft stor inverkan på strandens utveckling med både pålagring (ackumulation) och erosion av sand.

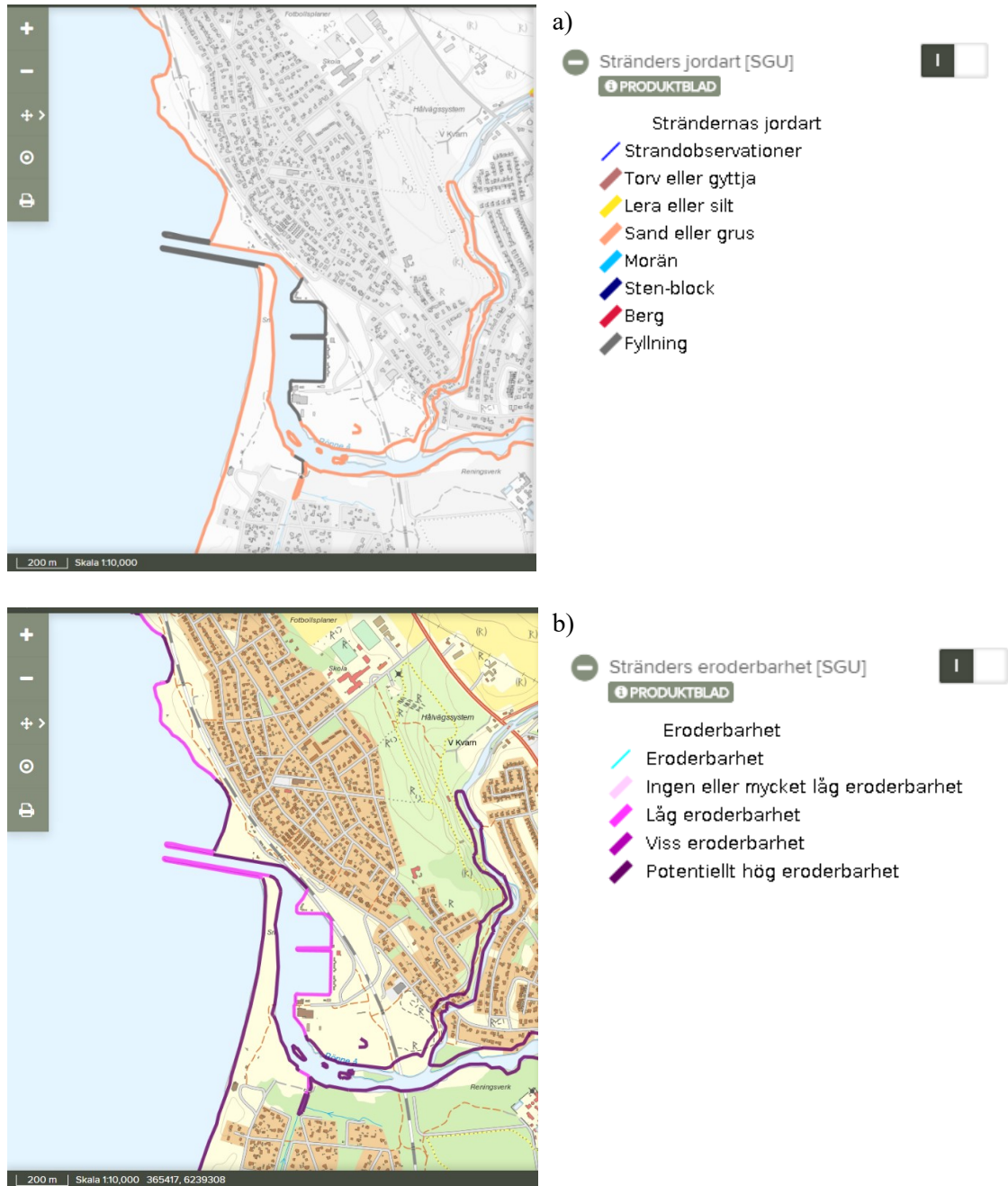
## 6.3 Grundläggande och omklassad geologisk information

### 6.3.1 Stränders jordart och eroderbarhet [SGU]

Kartlagren innehåller information om jordartstyp samt jordartens eroderbarhet längs stränder. Lagret är omklassat till sju förenklade jordartsklasser och fyra eroderbarhetsklasser. I kartvisningstjänsten finns en länk till produktblad med mer information om kartlagren.

Klassificeringen av eroderbarhet avser endast materialegenskapen. Faktorer som vattnets strömningshastighet, vågpåverkan och morfologi, vilka är avgörande för de faktiska erosionsförhållandena, beaktas ej här.

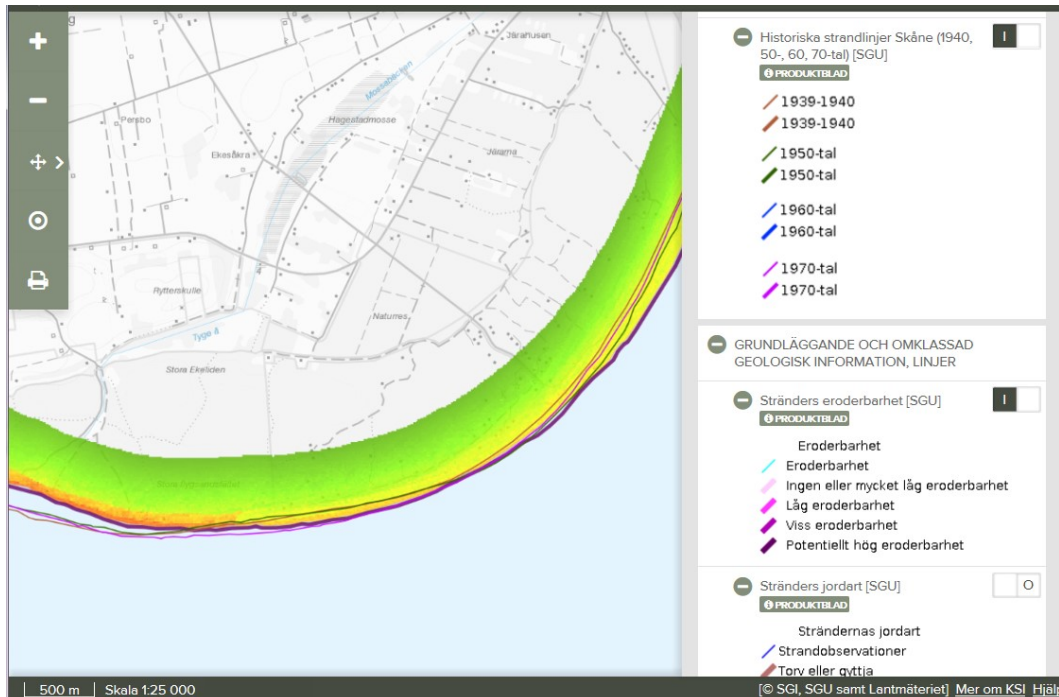
I Figur 6.17 visas stranden i Ängelholm. Den övre kartan (a) visar *Stränders jordart*, som är en förenklad jordartsindelning. Klassen ”sand eller grus” (orange linje) är en sammanslagning av flera jordarter. Den visar inte hur eroderbar stranden är. I den undre kartbilden (b) visas *Stränders eroderbarhet*. Där har jordartens eroderbarhet beaktats så att exempelvis sand får högre eroderbarhet (mörkare lila) än grus (ljusare lila). Kartorna kan kombineras med jordartskartan för att få fram fullständig information om aktuell jordart. Jordartskartan visas i Figur 6.19.



Figur 6.17 Den övre kartan a) visar "Stränders jordart" med sju förenklade jordartsklasser. Den är en sammanslagning av flera jordarter och visar inte hur eroderbar stranden är. Den undre kartan b) visar "Stränders eroderbarhet" i fyra eroderbarhetsklasser. Ångelholms kommun.

### 6.3.2 Jämförelse av erosionsförutsättningar, historiska strandlinjer och eroderbarhet

I Figur 6.18 visas en kombination av kartlagren *Förutsättningar för erosion*, *Historiska strandlinjer* och *Stränders eroderbarhet*. Här syns tydligt att kartlagret strandens eroderbarhet (tjock mörklila linje) endast visar materialegenskaper och inte de faktiska erosionsförhållandena som gäller. Erosionsförutsättningarna och de historiska strandlinjerna visar att delar av stranden eroderar kraftigt medan för andra delar sker en pålagring (ackumulation) av sand.

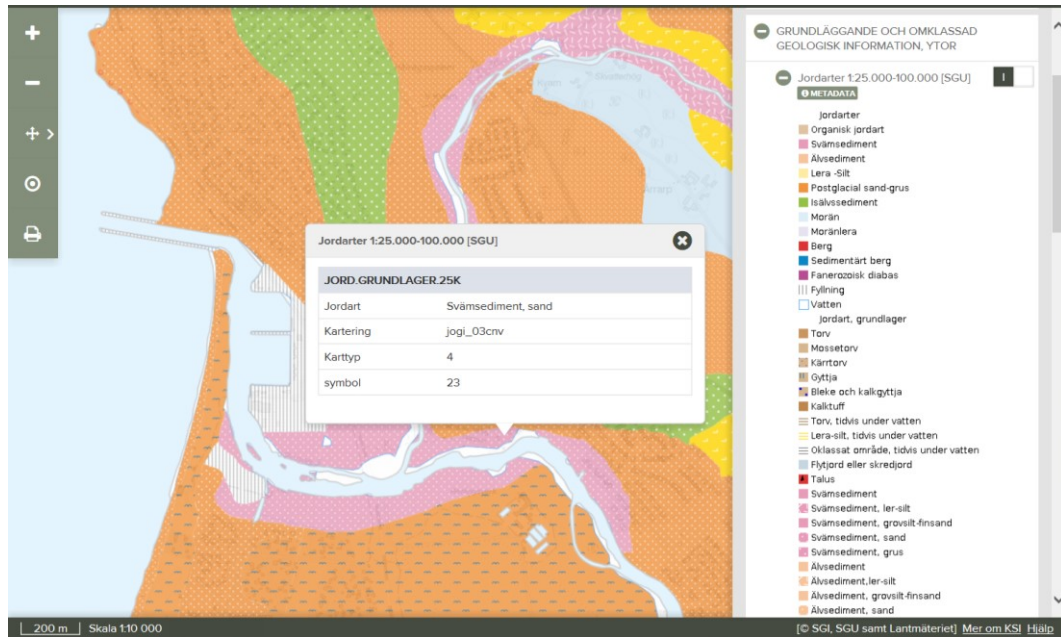


Figur 6.18 Kartbilden visar Sandhammaren, Ystads kommun, där "Förutsättningar för erosion" (grön/gul/orange), "Historiska strandlinjer" (tunna linjer) och "Stränders eroderbarhet" (tjock mörklila linje) kombinerats. Stranden har klassats som potentiellt hög eroderbarhet. Stränders eroderbarhet visar enbart materialegenskaperna hos stranden, inte de faktiska erosionsförhållandena som gäller. Längs delar av stranden förekommer kraftig erosion (till vänster i bild), medan det längs andra delar av stranden sker en pålagring (ackumulation) av sand.

### 6.3.3 Jordarter och täckningsområde [SGU]

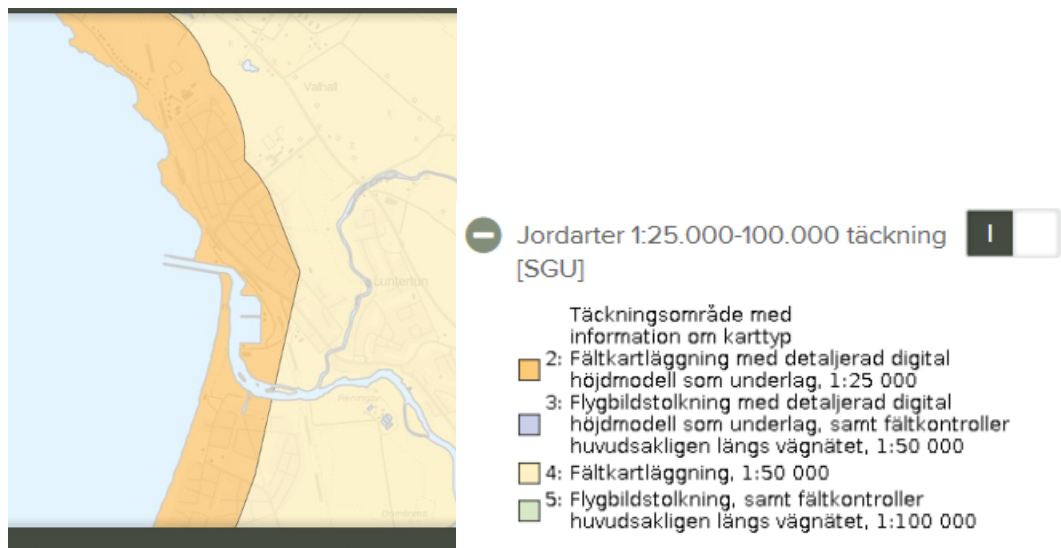
Jordartskartan visar jordarternas utbredning i eller nära markytan samt förekomsten av block i markytan. Jordarterna indelas efter bildningsätt och kornstorlekssammansättning. Ytliga jordlager med en mäktighet som understiger en halv till en meter, samt jordlager på djupet, redovisas i vissa fall. Även vissa landformer, såsom t ex moränbacklandskap, moränryggar och flygsanddyner redovisas (Geodata.se). I kartvisningstjänsten finns en länk till metadata med mer information om kartlagret.

I Figur 6.19 visas stranden i Ängelholm. Kuststranden består av klapper, postglacial sand, postglacial finsand och flygsand. Längs vattendraget finns svämsand och fyllning. Genom att klicka i kartan kan information om jordarten visas.



Figur 6.19 "Jordarter" i Ängelholms kommun. Kuststranden består av klapper, postglacial sand, postglacial finsand och flygsand. Längs vattendraget finns svåmsand och fyllning.

I kartlagret *Jordarter, täckning* visas vilket täckningsområde och karttyp jordartkartan har (Figur 6.20). Det ger en indikation om vilken kvalitet jordartkartan har.



Figur 6.20 "Jordarter, täckning" i Ängelholm.

## 6.4 SMHI Medelvattenstånd år 2050 och 2100

I kartvisningstjänsten finns sex olika medelvattenstånd enligt IPCC:s olika scenarios; RCP 2,6 (låg), RCP 4,5 (mellan) och RCP 8,5 (hög). De olika scenarierna är presenterade för år 2050 och år 2100 (Figur 6.21). Underlag för medelvattenstånd har tagits fram av SMHI.

I Figur 6.22 visas exempel på vattennivå idag, lägstanivån (RCP 2,6) år 2050 och högstanivån (RCP 8,5) år 2100. I vissa områden är skillnaden liten, medan i andra områden kan en havsnivåhöjning ha stor påverkan.

För att beakta konsekvenser av höjd havsnivå måste dock fler faktorer än vattenytan beaktas t.ex. den höjd på vattnet som vågor och lufttryck skapar vid extremvädersituationer. Högsta vattennivån är betydligt högre än medelvattennivån.

The image shows a user interface for selecting map layers. At the top, there is a minus sign icon and the text "SMHI MEDELVATTENSTÅND ÅR 2050 OCH 2100". Below this, there are six rows, each representing a different scenario. Each row contains a plus sign icon, the scenario name, and a toggle switch. The scenarios are:

- År 2050 Scenario RCP 2,6 (låg)
- År 2050 Scenario RCP 4,5 (mellan)
- År 2050 Scenario RCP 8,5 (hög)
- År 2100 Scenario RCP 2,6 (låg)
- År 2100 Scenario RCP 4,5 (mellan)
- År 2100 Scenario RCP 8,5 (hög)

Each row also has a small information icon (i) below the plus sign. The toggle switches are currently in the 'off' position.

Figur 6.21 I kartvisningstjänsten finns sex olika medelvattenstånd enligt IPCCs olika scenarios; RCP 2,6, RCP 4,5 och RCP 8,5. De olika RCP-scenarierna är presenterade för år 2050 och år 2100, totalt finns sex olika kartlager. Underlag för medelvattenstånd har tagits fram av SMHI.



a) Idag



b) År 2050, RCP 2,6 (låg)



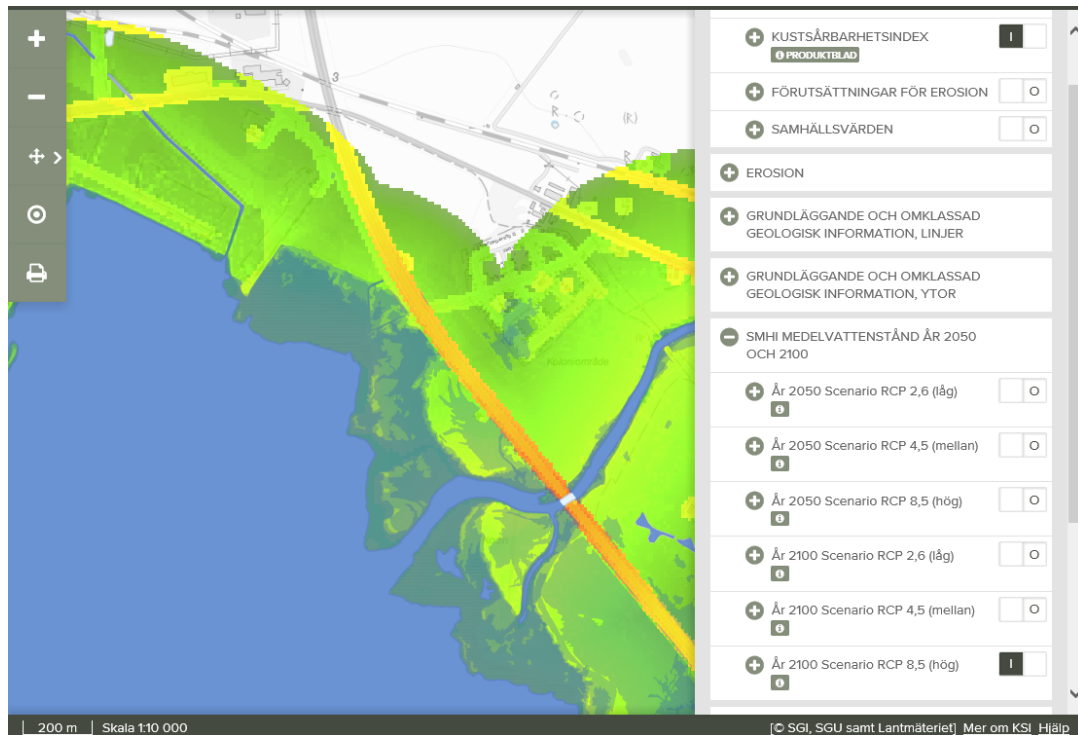
c) År 2100, RCP 8,5 (hög)

Figur 6.22 Medelvattenstånd framtaget av SMHI a) idag, b) år 2050 enligt klimatscenario RCP 2,6 (låg) och c) år 2100, RCP 8,5 (hög) för Lomma kommun.



### 6.4.1 Kombination av Kustsårbarhetsindex och medelvattenstånd

Kustsårbarhetsindex kan kombineras med information om medelvattenstånd. Figur 6.23 visar medelvattenståndet år 2100 vid RCP 8,5 (hög) tillsammans med Kustsårbarhetsindex. Där stranden har höga värden på Förutsättningar för erosion (F) och dessutom höga samhällsvärden riskerar konsekvenserna av en framtida havsnivåhöjning att bli stora.



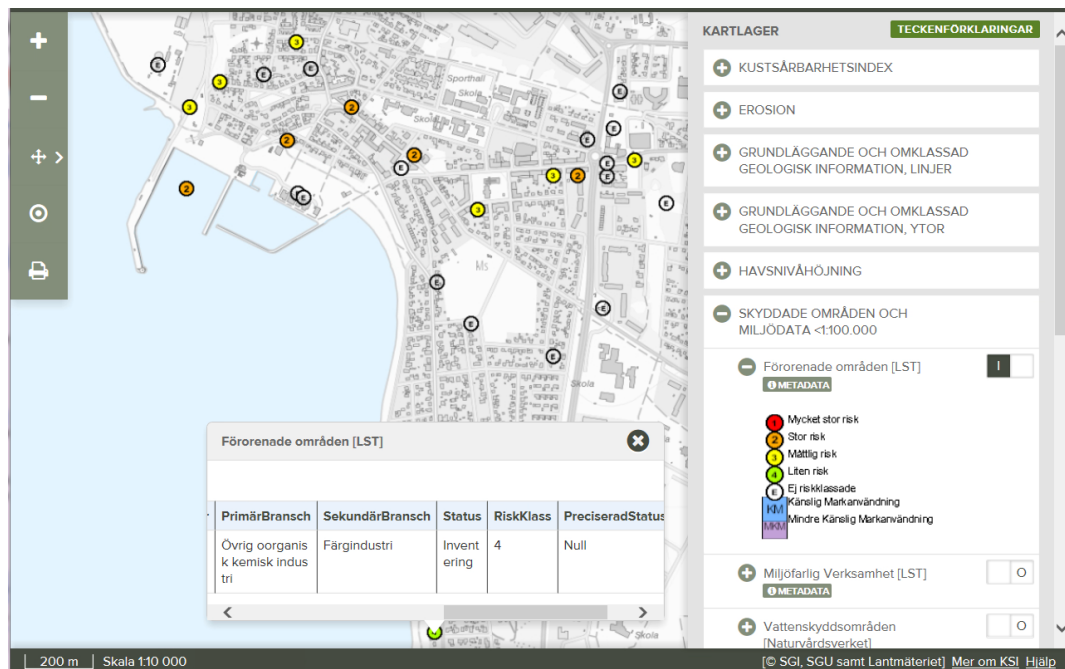
Figur 6.23 "Kustsårbarhetsindex" (grönt/gult/orange) och "Medelvattenstånd år 2100, RCP 8,5 (hög)" (blått ovanpå det gröna) strax söder om Landskrona. Kartan visar att vissa områden längs kusten är relativt lågt liggande, och motorvägen som ligger nära kusten är sårbar.

## 6.5 Skyddade områden och miljödata

### 6.5.1 Förorenade områden [LST]

Kartlagret visar potentiellt förorenade områden; förorenad mark, grundvatten, ytvatten, sediment och byggnader (Figur 6.24). Kartan ger inte en helhetsbild av landets förorenade områden. Mer information om förorenade områden kan finnas hos andra myndigheter som kommuner, Försvarmakten och Trafikverket. Områdena är identifierade och klassificerade av länsstyrelserna på uppdrag av Naturvårdsverket och med hjälp av MIFO-metodiken (Metodik för Inventering av Förorenade Områden), Naturvårdsverkets rapport 4918. Genom att klicka på ”Metadata” i legenden kan information om kartslaget visas från Geodata.se.

Genom att klicka i kartan på punkten går det att få fram information om det förorenade området.



Figur 6.24 "Förorenade områden" visar områden som potentiellt kan vara förorenade i Höganäs. Information om ett område visas i bilden.

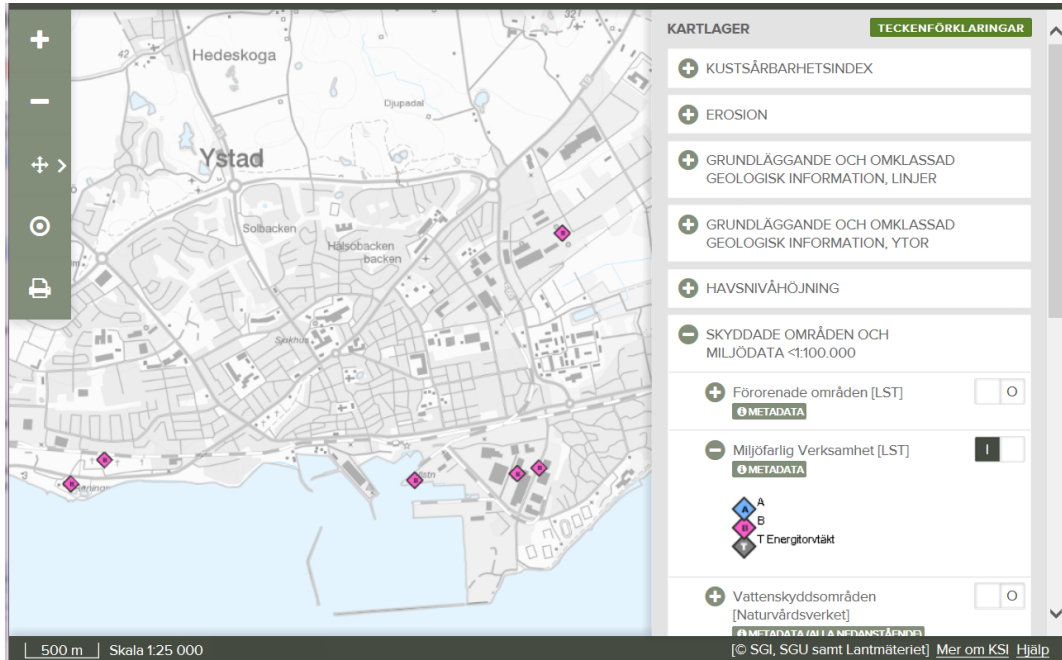
### 6.5.2 Miljöfarlig verksamhet [LST]

Kartlagret visar tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet och energitorvtäcker i drift, exempelvis avloppsreningsverk, hamnar och verksamheter kopplat till hamnen, avfalls-, återvinnings- och förbränningsanläggningar, industrier (t.ex. tillverkning av kemiska produkter, stålindustri), värmekraftverk, kärnkraftverk (Figur 6.25).

Kartlagret innehåller ej anläggningar där generalläkaren har tillsynsansvar. Respektive länsstyrelse ansvarar för informationen om anläggningar i sitt län. Källa: Länsstyrelsernas

handläggningsstöd (MiljöReda) för tillsyn av miljöfarlig verksamhet. Genom att klicka på ”Metadata” i legenden kan information om kartlagret visas från Geodata.se.

Genom att klicka i kartan på punkten går det att få fram information om verksamheten.



Figur 6.25 "Miljöfarlig verksamhet" i Ystad. I kartbilden finns bl.a. Ystads avloppsreningsverk, hamnverksamhet och ett krematorium.

### 6.5.3 Kombination av KSI och miljödata

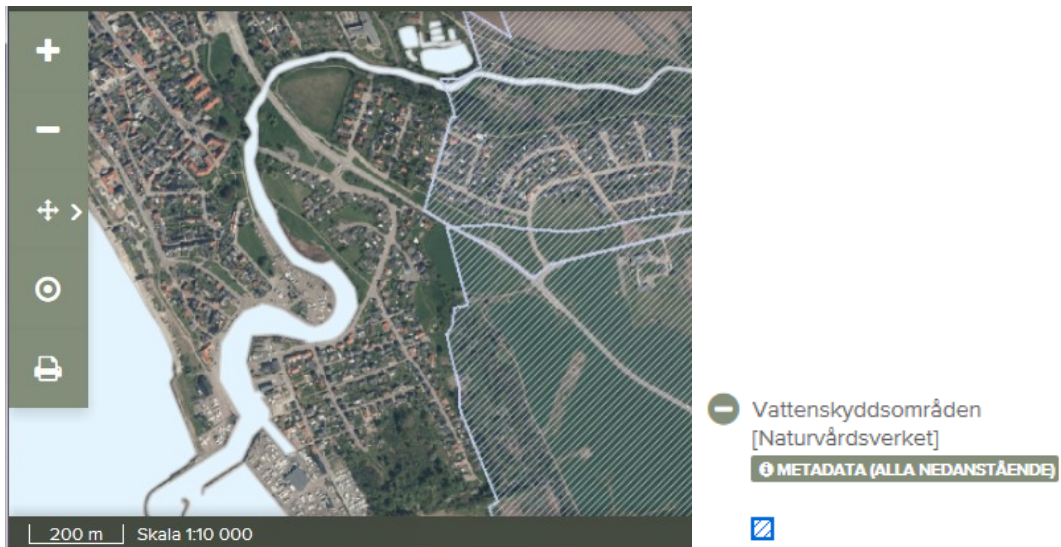
Miljödata kan kombineras med annan information för att bedöma om det finns någon fara för områden relaterad till föroreningar eller miljöfarlig verksamhet. I Figur 6.26 visas förorenade områden och miljöfarlig verksamhet tillsammans med Kustsårbarhetsindex, Erosionsskydd och Terrängskuggning (genomsnittlig).



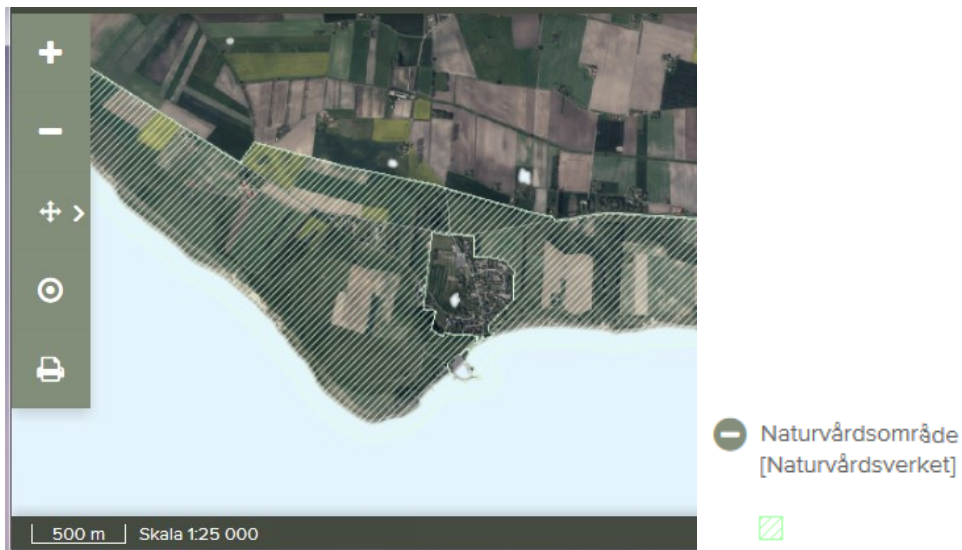
Figur 6.26 Kartlagren "Förorenade områden" och "Miljöfarlig verksamhet" visas tillsammans med "Kustsårbarhetsindex", "Erosionsskydd" och "Terrängskuggning (genomsnittlig)" i Ystad.

### 6.5.4 Skyddade områden

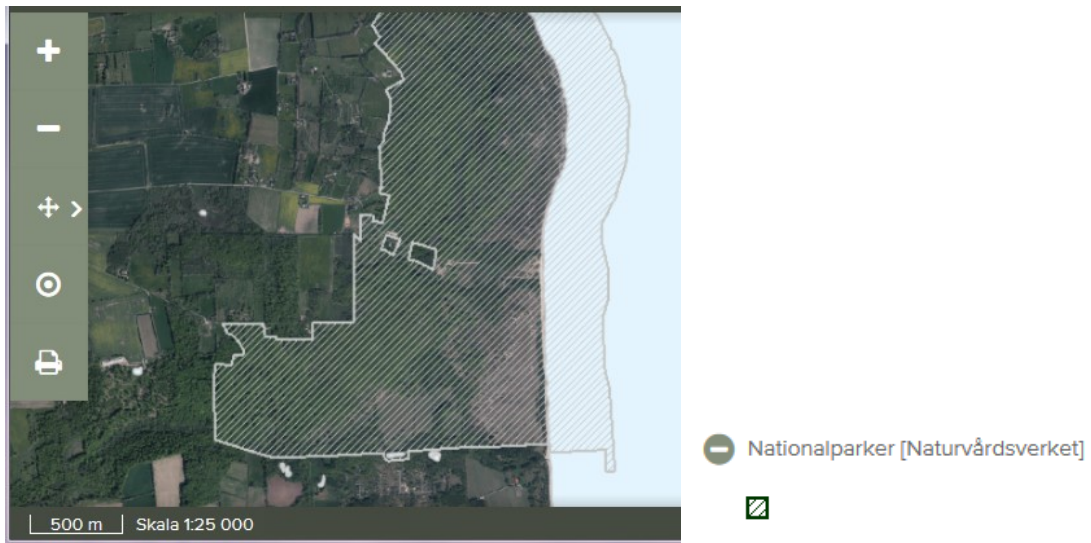
I kartvisningstjänsten finns ett urval av skyddade områden (Figur 6.27 till Figur 6.32). Mer information och ytterligare kartlager finns i kartverket Skyddad natur på Naturvårdsverket webbsida.

**Vattenskyddsområden [Naturvårdsverket]**

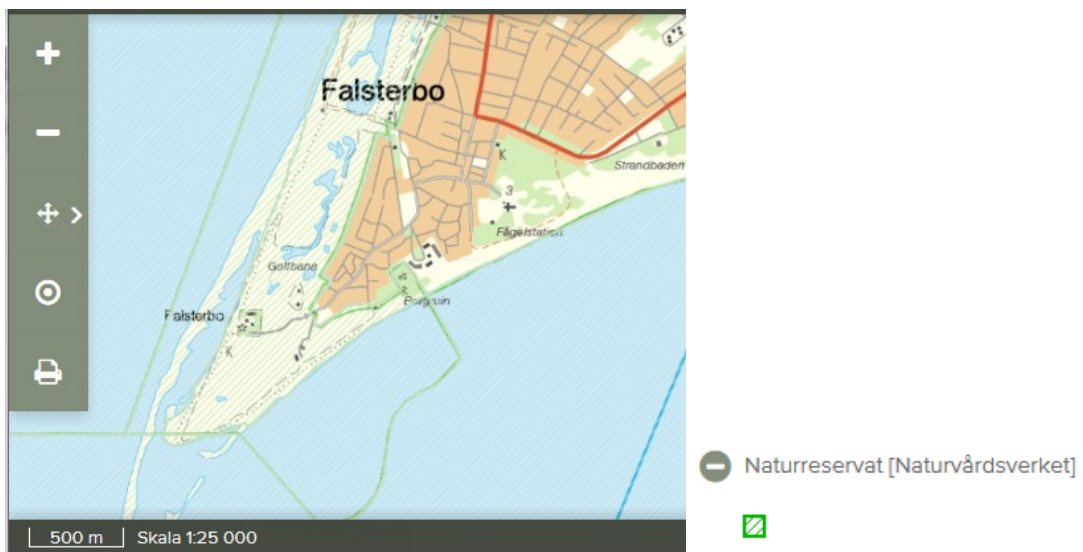
Figur 6.27 "Vattenskyddsområde" och "Ortofoto" vid Ramlösa i Helsingborgs kommun.

**Naturvårdsområde [Naturvårdsverket]**

Figur 6.28 "Naturvårdsområde" och "Ortofoto" över Hammars backar i Ystad kommun.

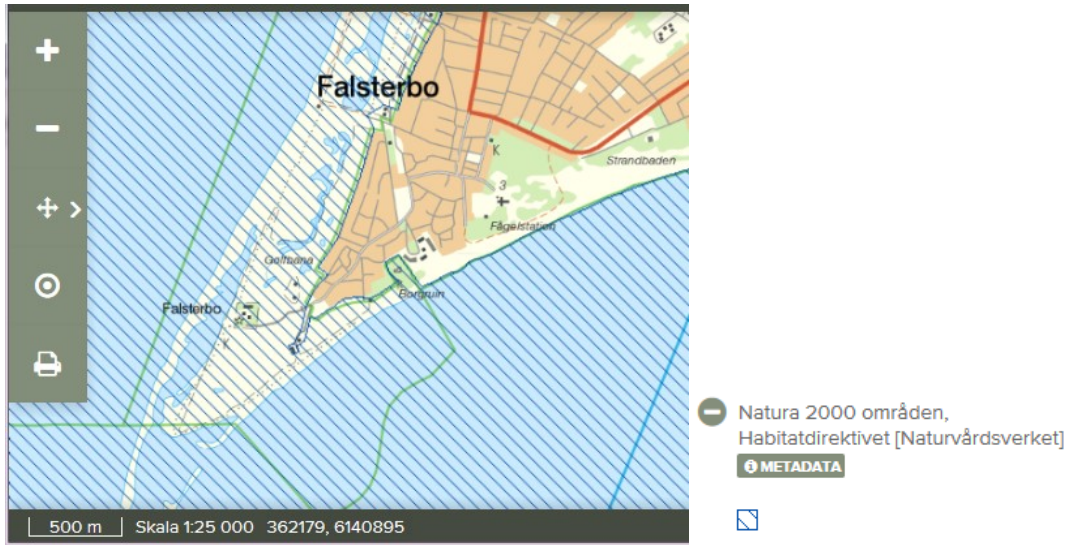
**Nationalparker [Naturvårdsverket]**

Figur 6.29 "Nationalparker" och "Ortofoto" vid Stenshuvuds nationalpark i Simrishamns kommun.

**Naturresevat [Naturvårdsverket]**

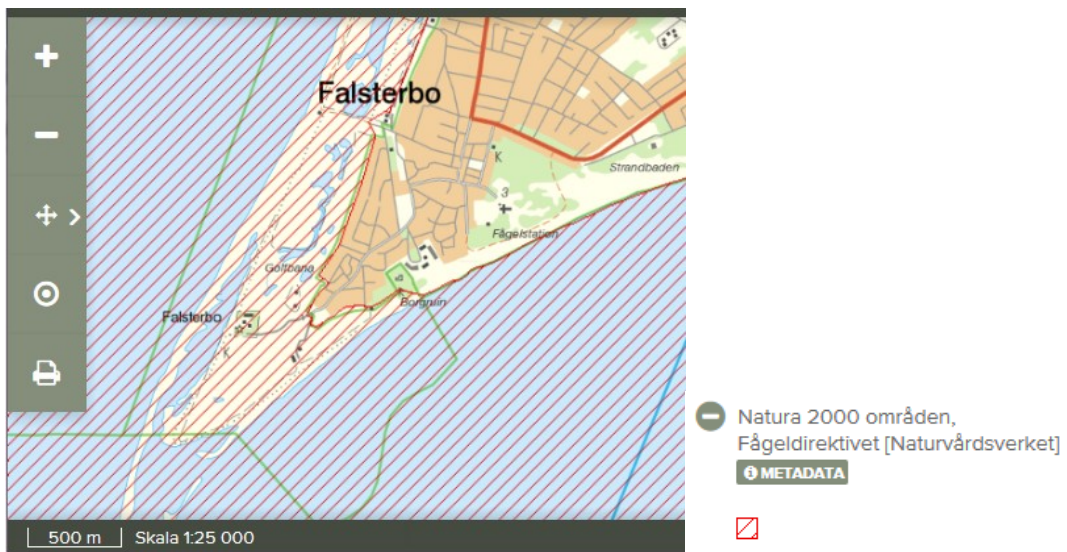
Figur 6.30 "Naturresevat" och "Topografisk färg" i Falsterbo.

**Natura 2000 områden, Habitatdirektivet [Naturvårdsverket]**



Figur 6.31 "Natura 2000 område, Habitatdirektivet" och "Topografisk färg" i Falsterbo.

**Natura 2000 områden, Fågeldirektivet [Naturvårdsverket]**



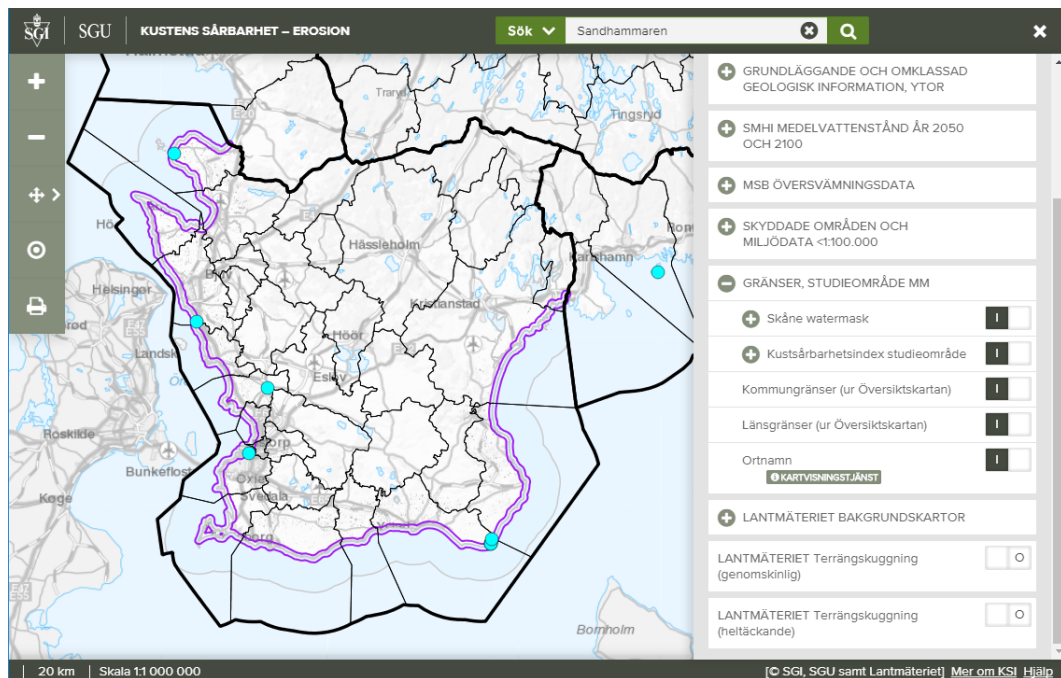
Figur 6.32 "Natura 2000-område, Fågeldirektivet" och "Topografisk färg" i Falsterbo.

## 6.6 Studieområde, gränser och ortnamn

### 6.6.1 Skåne watermask, kustsårbarhetsindex studieområde, kommun- och länsgränser, ortnamn

Kartlagret Skåne watermask används endast för att visuellt visa strandlinjen. Kustsårbarhetsindex studieområde visar det område där kustsårbarhetsindex finns. I kartvisningstjänsten finns även kommungränser och länsgränser från Lantmäteriets översiktskarta (Figur 6.33).

Ortnamn visas som prickar på kartan från skala 1:50 000. Det går att klicka på punkten i kartan och få information om namnet på orten. Det går också att söka på ortnamn i sökfältet. Resultatet visas på kartan som blå prickar (Figur 6.33).



Figur 6.33 I kartbilden visas "Skåne watermask", "Kustsårbarhetsindex studieområde", "Kommungränser" samt "Länsgränser". Orter kan sökas genom att skriva in namnet i sökfältet. Resultatet visas på kartan som blå prickar.



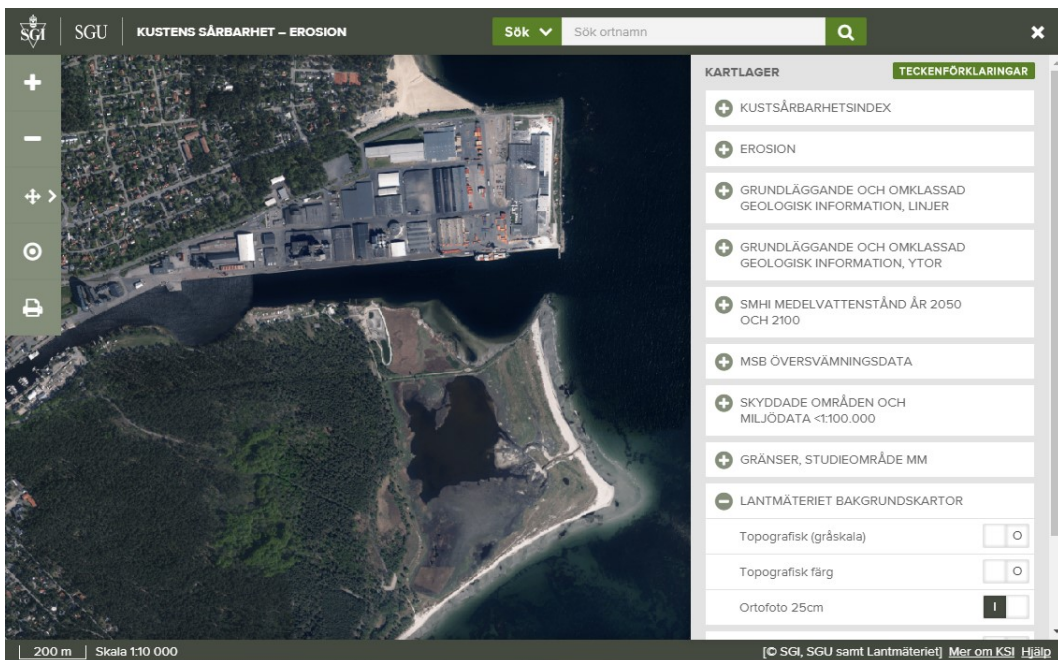
## 6.7 Lantmäteriets bakgrundskartor och terrängskuggning

### 6.7.1 Topografisk karta i gråskala och färg [Lantmäteriet]

Lantmäteriets topografiska kartor i gråskala eller färg kan användas som bakgrund. Detaljeringsgraden varierar beroende på hur mycket kartan är förstorad. Figur 6.34 visar Åhus med topografiska kartan i gråskala och i färg. Figur 6.35 visar ortofoto med 25 cm upplösning.



Figur 6.34 Åhus i bakgrundskartan "Topografisk (gråskala)" och "Topografisk (färg)".



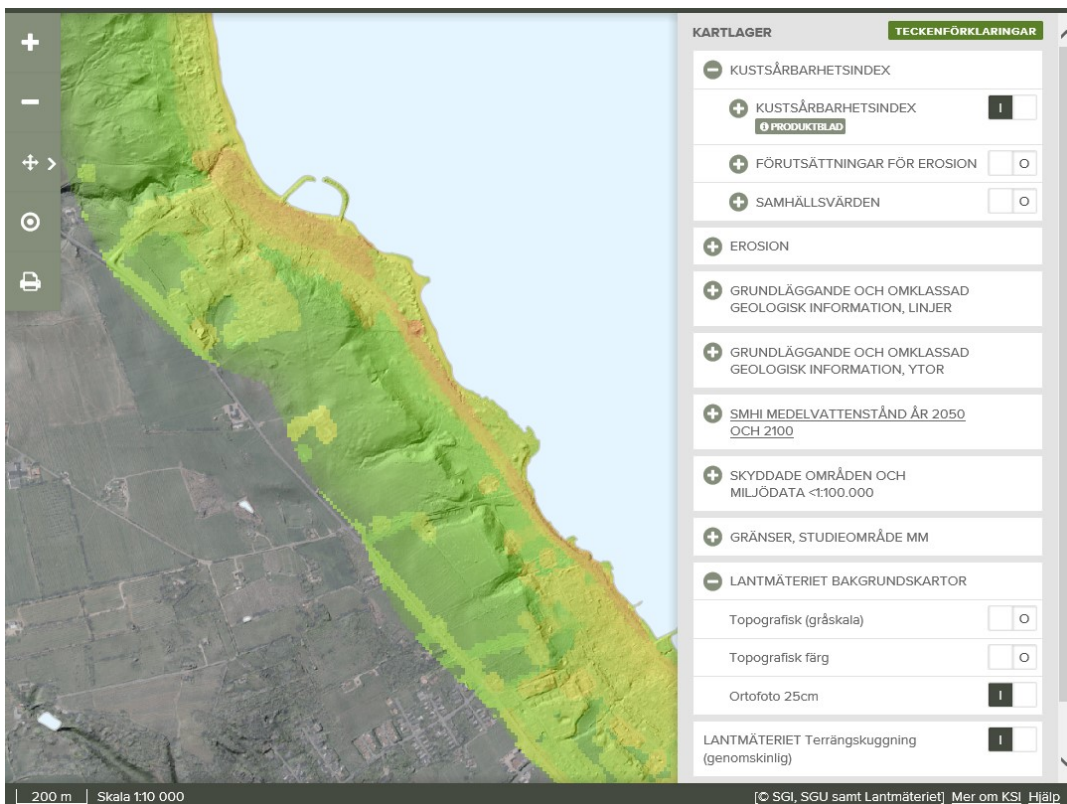
Figur 6.35 Åhus i bakgrundskartan "Ortofoto 25cm".

## 6.7.2 Lantmäteriet Terrängskuggning

Även Lantmäteriets Terrängskuggning, genomskinlig eller heltäckande, kan användas som bakgrund (Figur 6.36). Den genomskinliga terrängmodellen kan kombineras med andra underlag (Figur 6.37).



Figur 6.36 Kåseberga i Ystad kommun, enligt Lantmäteriets karta "Terrängskuggning (genomskinlig)" till vänster och "Terrängskuggning (heltäckande)" till höger.






Figur 6.37 Vitemölla i Simrishamns kommun, med Lantmäteriets terrängskuggning (genomskinlig) och ortofoto som bakgrund tillsammans med Kustsårbarhetsindex.

## 6.8 Så här fungerar kartvisningstjänsten

Nedan följer en kort beskrivning av funktionerna i kartvisningstjänsten.

### 6.8.1 Tända och släcka kartlager

	<p>Klicka på ”<i>Kartlager och teckenförklaring</i>” för att visa de kartlager som finns i kartvisningstjänsten.</p>
	<p>Klicka på + för att visa ett kartlager i teckenförklaringen.</p>
	<p>Klicka på O respektive I för att tända och släcka kartlagret i kartan.</p>

### 6.8.2 Visningsområden

Kartvisningstjänsten använder fasta zoomintervall i skalorna 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:250 000, 1:500 000 osv.

De flesta kartlager visas först när kartan är tillräckligt in-zoomad. Följande kartlager visas först vid skala 1:100 000 och mer detaljerat:

- Kustsårbarhetsindex, Förutsättningar för erosion och Samhällsvärden.
- Erosion
- Skyddade områden och miljödata visas från skala 1:100 000 och mer detaljerat.
- Jordarter
- Havsnivåhöjning

Ortnamn visas som prickar på kartan från skala 1:50 000. Sökfunktionen fungerar i alla skalor.

Jordarters täckningsområde, kommun- och länsgränser, ortofoto och terrängskuggning visas i alla skalområden. Lantmäteriets topografiska karta visas också i alla skalområden, men innehållet blir mer detaljerat ju mer man förstorar kartan.

### 6.8.3 Visa information i kartlager

- För vissa kartlager finns information. Genom att klicka i kartan kommer en informationsruta upp. Kartlagret måste vara utritat i kartfönstret för att det ska fungera. Följande kartlager har information:
  - Jordarter (se exempel Figur 6.19)
  - Vattenskyddsområden
  - Förorenande områden
  - Miljöfarlig verksamhet
  - Ortnamn

### 6.8.4 Sök ortnamn

Ortnamn visas som prickar på kartan från skala 1:50 000. Det går att klicka på punkten i kartan och få information om namnet på orten. Det går också att söka på ortnamn i sökfältet ”*Sök ortnamn*” överst i kartvisningstjänsten.

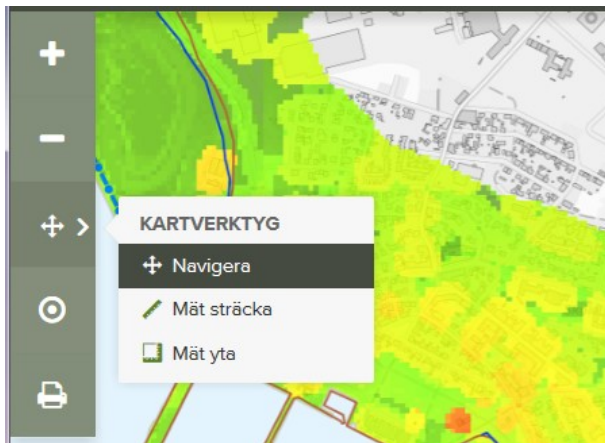


Resultatet visas på kartan som blå prickar se Figur 6.33.

### 6.8.5 Skriva ut kartbild

Klicka på ikonen med en skrivare för att skapa en karta i PDF-format. Titel kan anges för kartan. I övrigt finns inga fler valmöjligheter att ändra layout eller format.

### 6.8.6 Kartverktyg



Med kartverktyget kan sträckor och ytor mätas:

Klicka på ”*Mät sträcka*” för att aktivera verktyget, respektive ”*Mät yta*”, och mät sedan i kartbilden.

När verktyget ”*Navigera*” är aktivt går det att panorera i kartbilden genom att dra med musen i kartbilden.

## 7. Litteraturlista

### Publikationer

McLaughlin S. & Cooper J.A.G. (2010). A multi-scale vulnerability index: A tool for coastal managers?, *Environmental Hazards*, 9:3, 233-248.

McLaughlin S. McKenna J. Cooper J.A.G. (2002). Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research*.

Räddningsverket (2003). Handbok för riskanalys, Räddningsverket.

Ramieri, Hartley, et. al. (2011). Methods for assessing coastal vulnerability to climate change, ETC CCA Background Paper, European Environment Agency.

Ramieri, Hartley, et. al. (2011). Methods for assessing coastal vulnerability to climate change, ETC CCA Technical Paper 1/2011, European Environment Agency, 2011.

Malmberg Persson, K. Nyberg J. Ising J. & Rodhe, L. (2016). Skånes känsliga stränder – erosionsförhållanden och geologi för samhällsplanering. SGU-rapport 2016:17.

Nerheim, S. Schöld, S. Persson, G. och Sjöström, Å. (2018). Framtida havsnivåer i Sverige, *Klimatologi* 48, SMHI rapport.

### Webbsidor

Kustens sårbarhet – erosion: [https://gis.swedgeo.se/ksi\\_erosion](https://gis.swedgeo.se/ksi_erosion)

Projekt Skånestrand: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-skanestrand.html>

Länsstyrelsen Skåne geodata: <https://www.lansstyrelsen.se/skane/tjanster/karttjanster-och-geodata.html>

Geodataportalen: <https://www.geodata.se/anvanda/geodataportalen/>



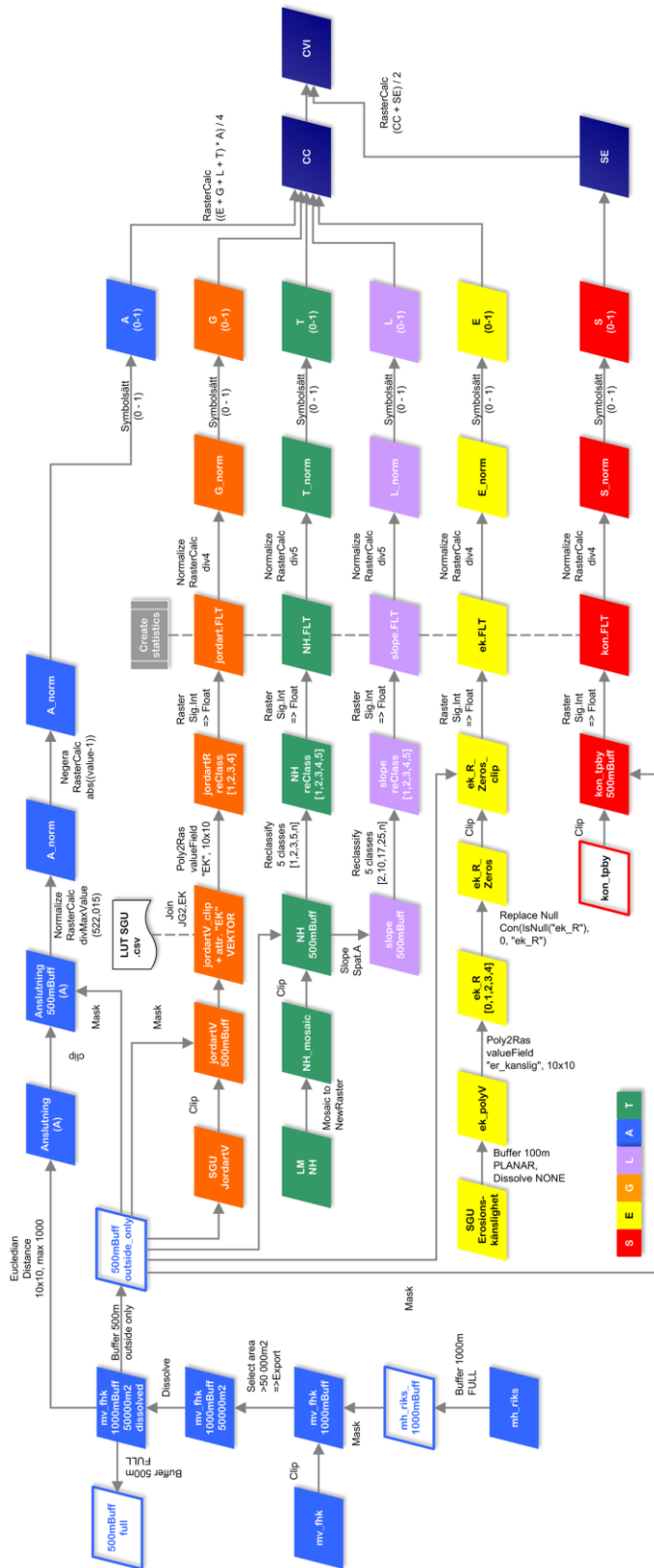
# Bilagor

# 1. Bilaga 1 - Jordartsklassning

JG2	TXT	EK	JG2	TXT	EK
1	Mossetorv	3	92	Sten--block	2
5	Kärrtorv	3	93	Grusig morän	2
6	Gyttja	4	95	Sandig morän	2
9	Svämsediment, ler-silt	4	97	Sandig siltig morän	2
10	Svämsediment, sand	4	100	Morän	2
13	Flygsand	4	101	Moränlera	3
16	Gyttjelera (eller lergyttja)	3	200	Fyllning	0
17	Postglacial lera	3	322	Fyllning, rödfyr	3
19	Postglacial finlera	3	823	Diabas	1
21	Sand	4	849	Rösberg	1
22	Postglacial grovlera	3	850	Sedimentär berggrund	1
24	Postglacial silt	4	888	Berggrund	1
26	Finsand	4	890	Urberg	1
28	Postglacial finsand	4	1950	Kalktuff	0
31	Postglacial sand	4	2306	Bleke och kalkgyttja	4
33	Svallsediment, grus	3	2372	Flytjord/skredjord	2
33	Svallsediment, grus--block	3	8114	Sankmark, tidvis under vatten	3
34	Klapper	2	8175	Torv, tidvis under vatten	3
35	Svallsediment	4	8186	Lera--Silt, tidvis under vatten	4
36	Skaljord	4	8802	Älvsediment, grovsilt-finsand	4
39	Silt	4	8803	Älvsediment, grus	3
40	Glacial lera	3	8804	Älvsediment	4
43	Glacial finlera	3	8806	Älvsediment, ler-silt	4
44	Glacial grovlera	3	8809	Älvsediment, sand	4
48	Glacial silt	4	8814	Älvsediment sten--block	2
50	Isälvsediment	4	8919	Vittringsjord, ler-sillt	3
51	Isälvsediment, sten--block	2	8937	Svämsediment	4
55	Isälvsediment, sand	4	8950	Vittringsjord, sand-grus	3
57	Isälvsediment, grus	3	9010	Svämsediment, grovsilt-finsand	4
62	Svämsediment, grus	3	9060	Glacial grovsilt-finsand	4
66	Block	1	9147	Omväxlande morän och sort. Sed.	3
75	Torv	3	9191	Glaciäris	0
79	Postglacial grovsilt--finsand	4	9299	Morän, sand	2
79	Postglacial grovsilt-finsand	4	9336	Morän, sten-block	2
81	Talus	1	9792	Moränlera eller lerig morän	3
82	Vittringsjord	3	9794	Lerig morän	2
84	Postglacial sand--grus	4	9800	Morän o/e vittringsjord, ler--block	2
85	Lera	3	9950	Skålla av sedimentärt berg	0
86	Lera-silt	4	9960	Sandstensskålla	0
87	Sand-grus	4	98	Morängrovlera	3
90	Oklassad jordart	0	99	Moränfinlera	3
91	Vatten	0			



## 2. Bilaga 2 - Beräkningsmodell







**Statens geotekniska institut**  
581 93 Linköping

E-post: [sgi@swedgeo.se](mailto:sgi@swedgeo.se)  
Växeln: 013-20 18 00