

Stranderosionskartering av västra och norra Gotland 2024

SGU, SGI, RKS Kalmar/Blekinge/Gotland

Jonas Ising

Projektet är genomfört som en del av Regional kustsamverkan Sydost

Bidrag från SMHI
(Myndighetsnätverket för klimatanpassning) och SGI

Medverkande:

- SGU
- SGI
- Länsstyrelserna Gotland, Kalmar och Blekinge



Varför?

Riksöversikt av stranderosion

Översiktlig inventering 2017:

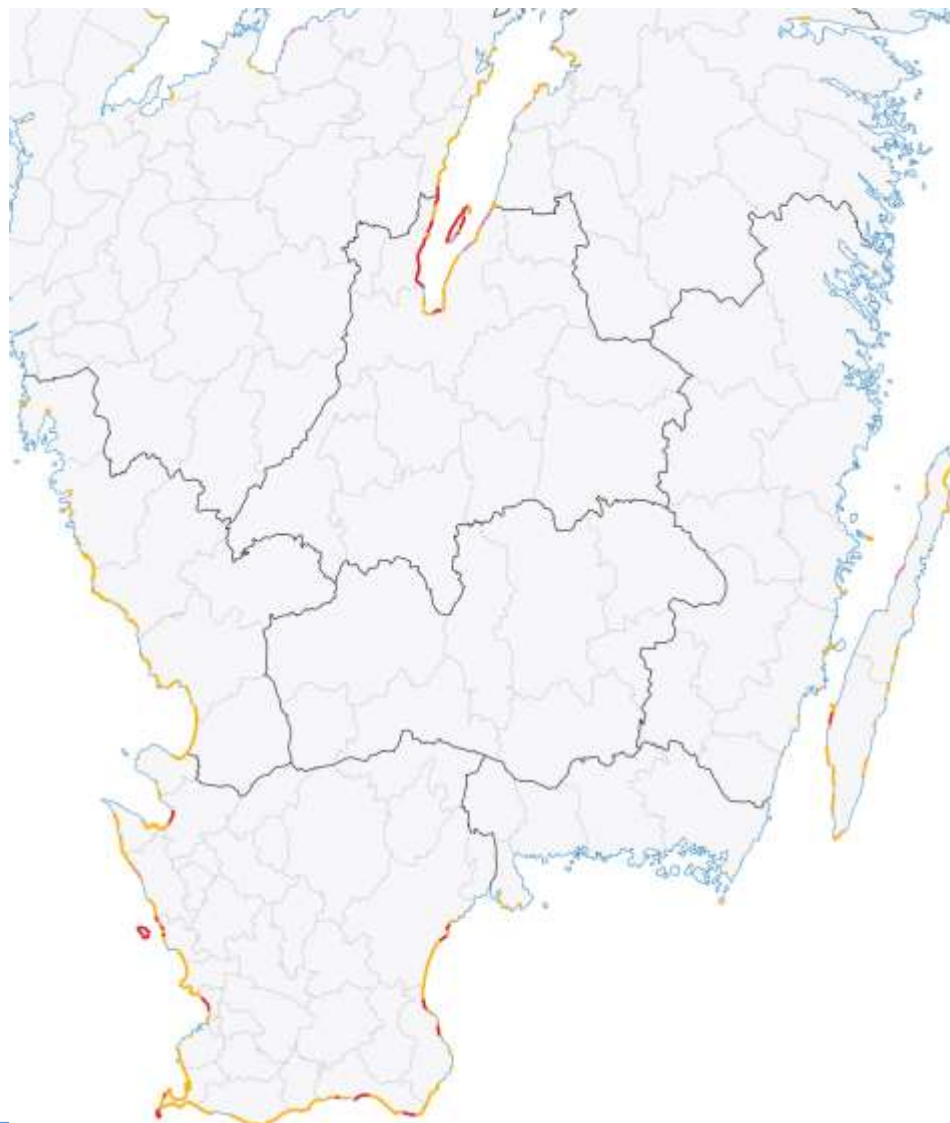
Risk för erosion framförallt i södra Sverige beroende på:

- sedimentär berggrund som är mjukare och flack
- landhöjningen är mindre än i norr

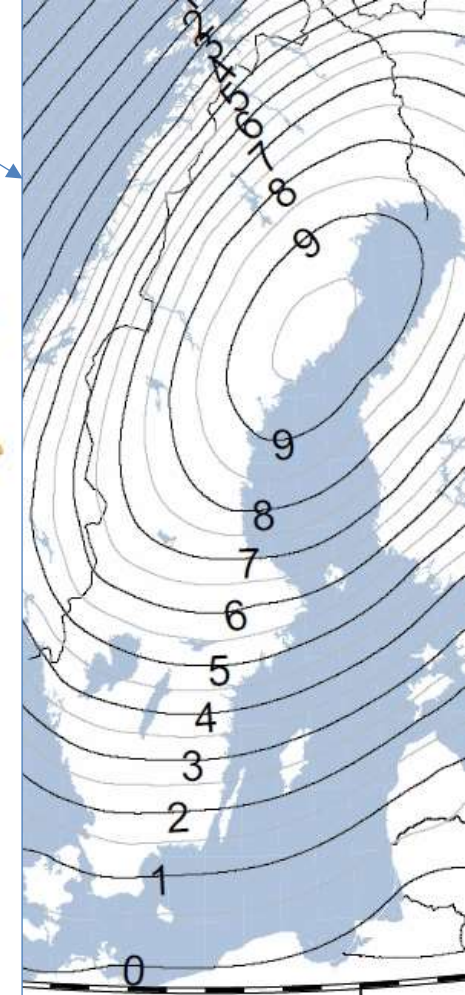
Framför allt i:

- Skåne
- Södra Halland
- Öland
- Gotland
- runt Vättern

Behov av mer högupplöst planeringsunderlag

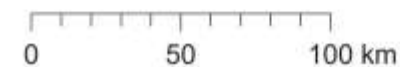


Landhöjning
(mm/år)



Erosionsbedömning

- Pågående betydande erosion i lösa jordlager
- Pågående långsam erosion i klint (berg)
- Strand med förutsättningar för erosion
- I huvudsak ej erosionskänslig strand



Gotlands berggrund

Silur

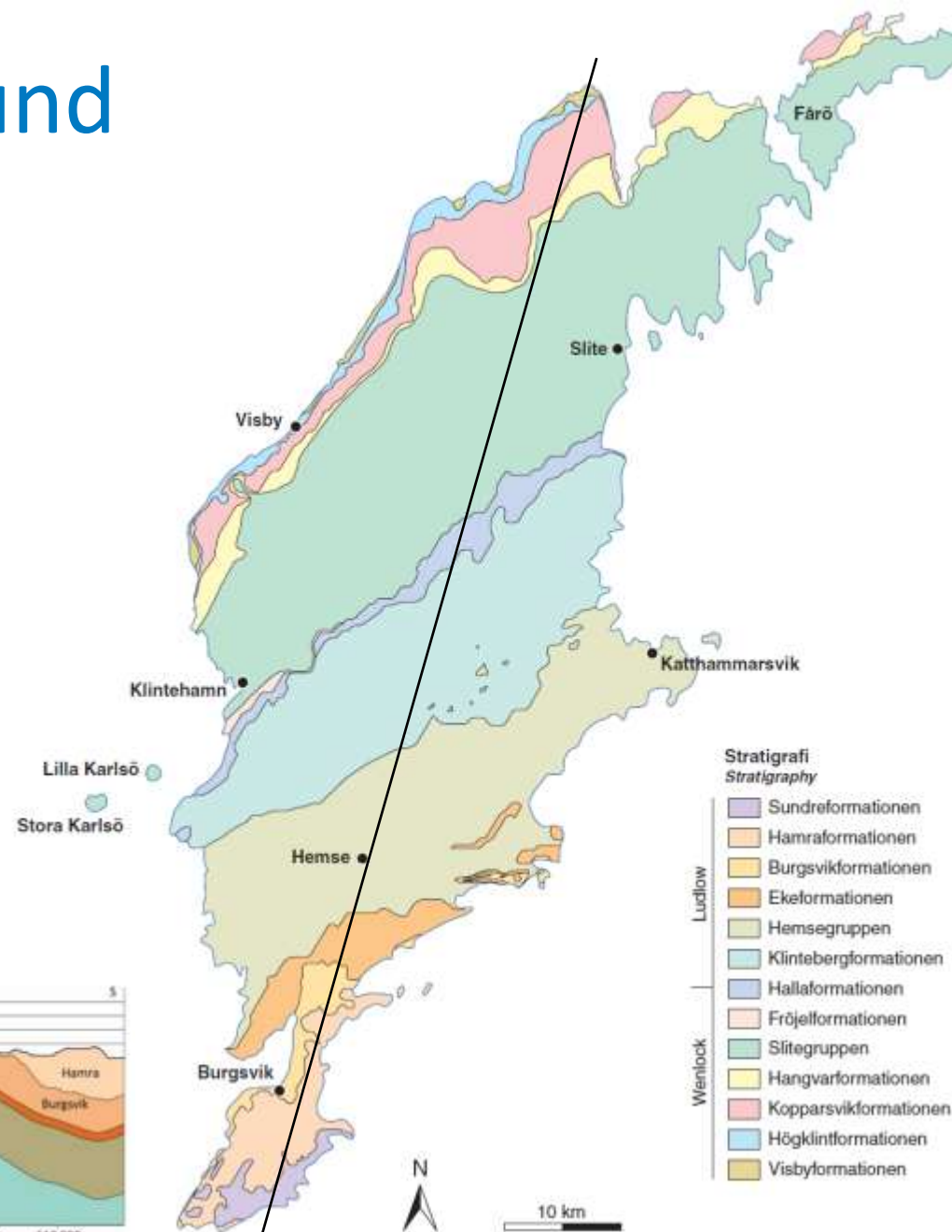
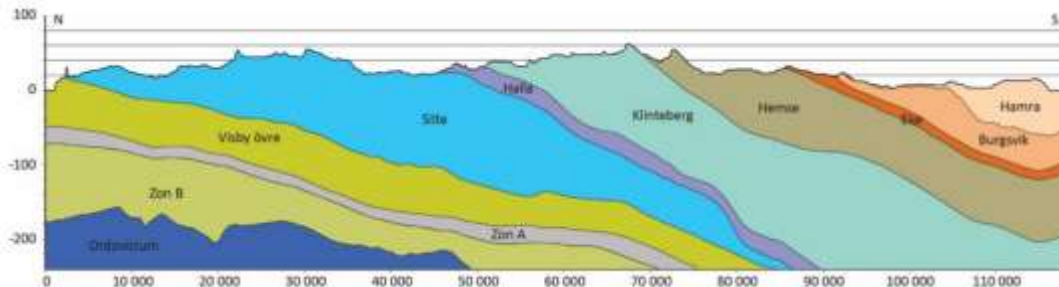
Äldst i nordväst – yngst i sydost

- Ren kalksten, t ex revkalksten, algkalksten, lagrad kalksten
- Märgel, märgelsten
- Lersten, siltsten
- Sandsten (Burgsvikformationen)

Hård

Mjukare

Olika hårdhet – motståndskraft mot erosion.



Stratigrafi
Stratigraphy

- Sundrefformationen
- Hamraformationen
- Burgsvikformationen
- Ekeformationen
- Hemsegruppen
- Klintebergformationen
- Hallaformationen
- Fröjelformationen
- Slitegruppen
- Hangvarformationen
- Kopparsvikformationen
- Högkintformationen
- Visbyformationen

Ludlow
Wenlock

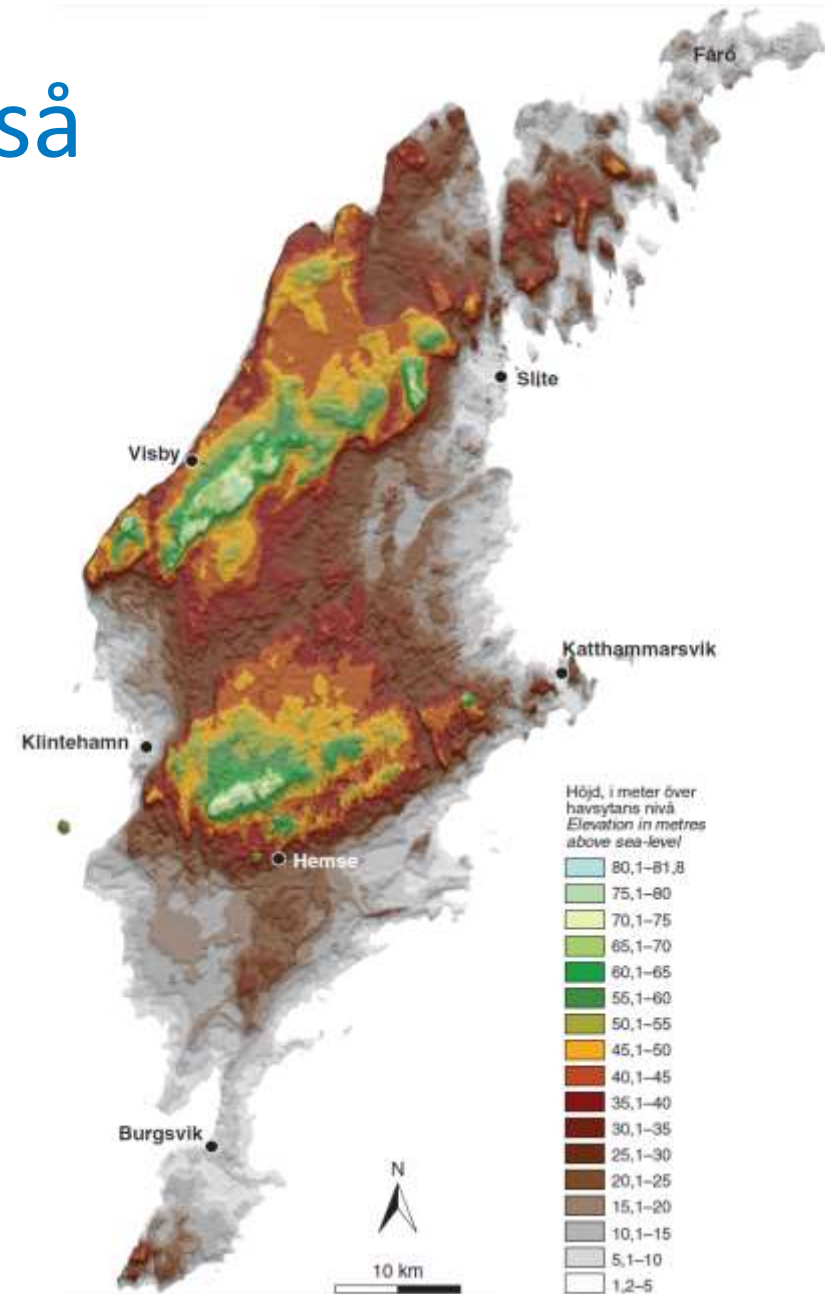
Huvudsaklig bergart

- Lagrad kalksten, revkalksten
- Kalksten, växellagrad kalksten/märgelsten
- Sandsten, kalksten
- Algkalksten
- NO: lagrad kalksten, SV: växellagrad kalksten/märgel
- NO: lagrad kalksten, SV: växellagrad kalksten/märgel
- NO: lagrad kalksten, SV: växellagrad kalksten/märgel
- Lersten/siltsten
- Kalksten, växellagrad kalksten/märgel, siltsten
- Kalksten, märgelsten
- Kalksten
- Revkalksten, lagrad kalksten
- Lersten, kalksten

Karta som visar en stratigrafisk indelning av Gotlands berggrund. Kartan baseras på en kombination av biostratigrafiska och litostratigrafiska data (modifierad efter Eriksson & Calner 2005).

Höjdmodellen avspeglar också motståndskraft mot erosion

Höjdområdena (>25 m ö.h.) domineras av hårdare kalkstensberggrund, medan mellanliggande låglänta delar av Gotland domineras av bergarter som är mindre motståndskraftiga för erosion, t.ex. märgel och växellagring med märgel, mägersten och kalksten.



Hård kalksten → höga, branta klintar

- långsam erosion, tillfälliga större ras



Märgel, mjukare kalksten → flackare och lägre klintar

- långsam mer kontinuerlig erosion, ibland mindre skred



Kvartärtiden

– kännetecknas av upprepade nedisningar med mellanliggande varma perioder

Nästan all jord i Sverige är bildad på kvartärtiden

Inlandsisen smälte av från Gotland för ca 14 000 år sedan.

Strandlinjen har flyttat sig fram och tillbaka flera gånger efter senaste istiden.

Landet har höjts efter att trycket från inlandsisen lättat

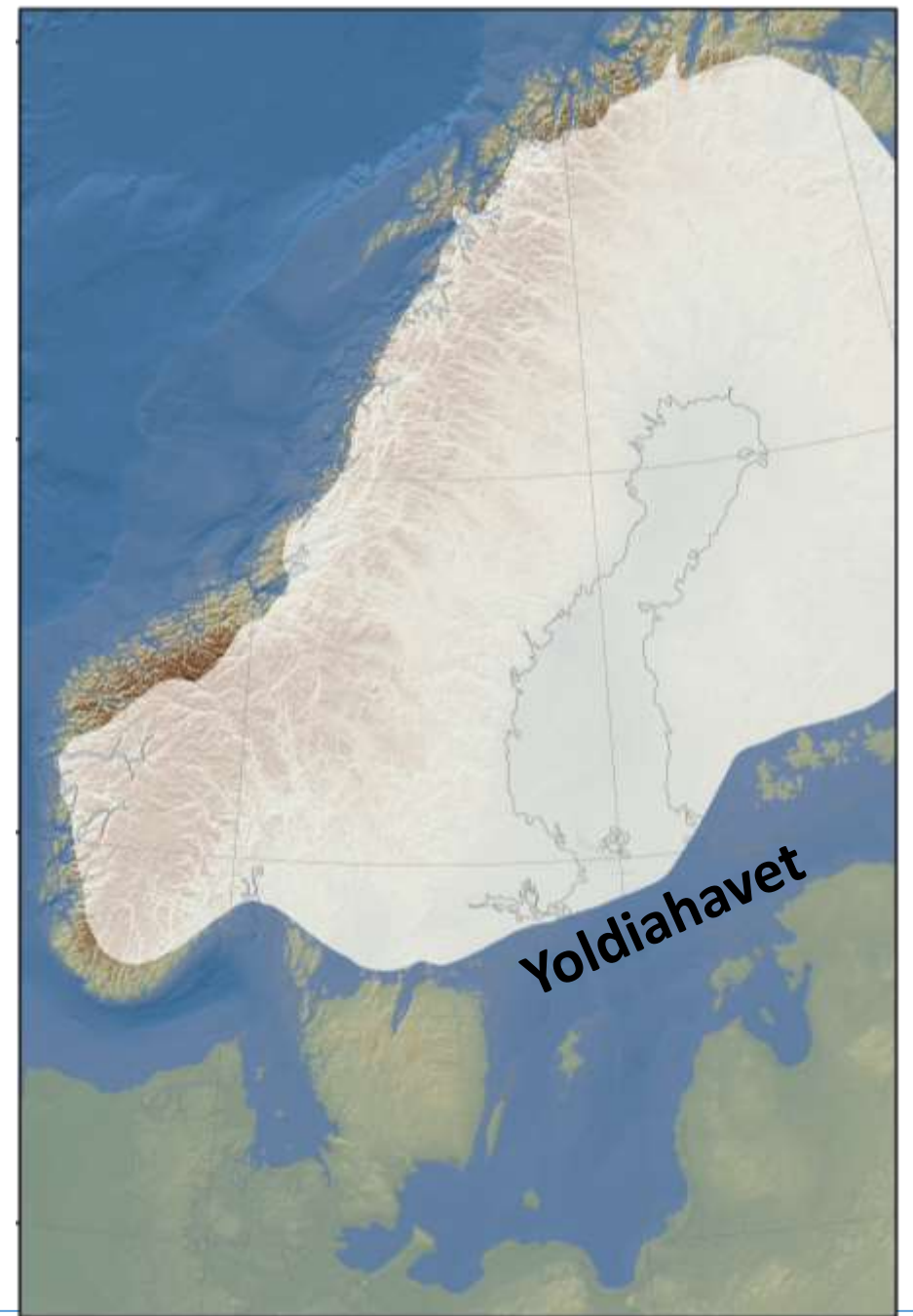
Havsytan har höjts och sänkts och östersjösänkan har ibland dämpts upp.

Högsta kustlinjen, HK – Baltiska issjön, oftast precis efter isavsmältningen. Hela Gotland är under högsta kustlinjen, d.v.s. Gotland låg helt under vatten vid senaste inlandsisens avsmältning.



Baltiska issjön

Yoldiahavet (ca 11 000 år före nutid),
i södra Östersjön lägre nivåer än nuvarande
havsnivå – landförbindelse över Öresund



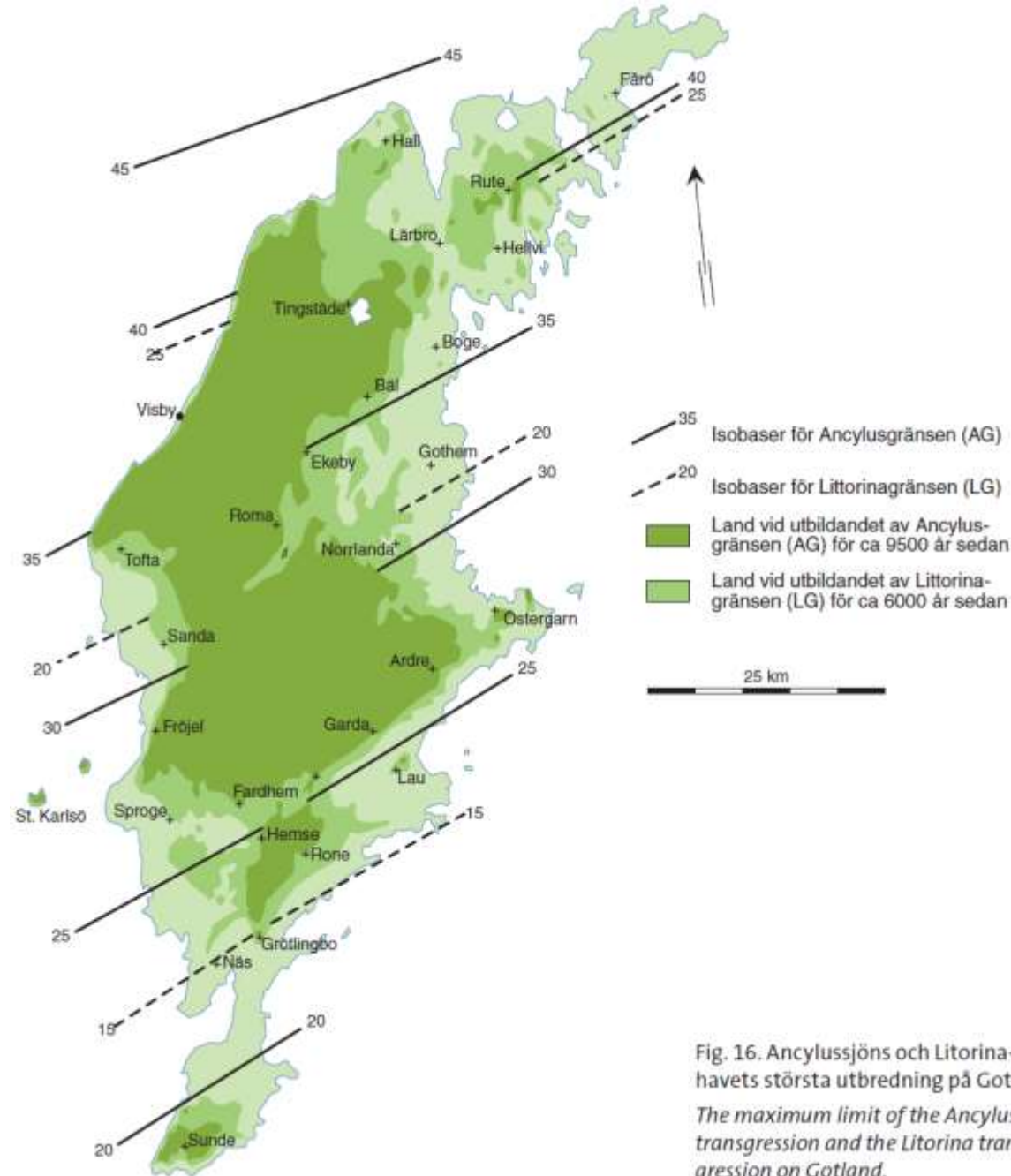
Ancylussjön

(ca 10 700-8500 år före nutid) ca 20-40 m ö.h.

Littorinahavet

(från ca 8500 år BP), max vid ca 6000 år BP på Gotland. Ca 12-28 m ö.h.

Högst i norr på grund av landhöjningen.



Gotlands jordarter

Nuvarande jordartskarta över Gotland gjordes i början av 2000-talet under ledning av Sven I. Svantesson.

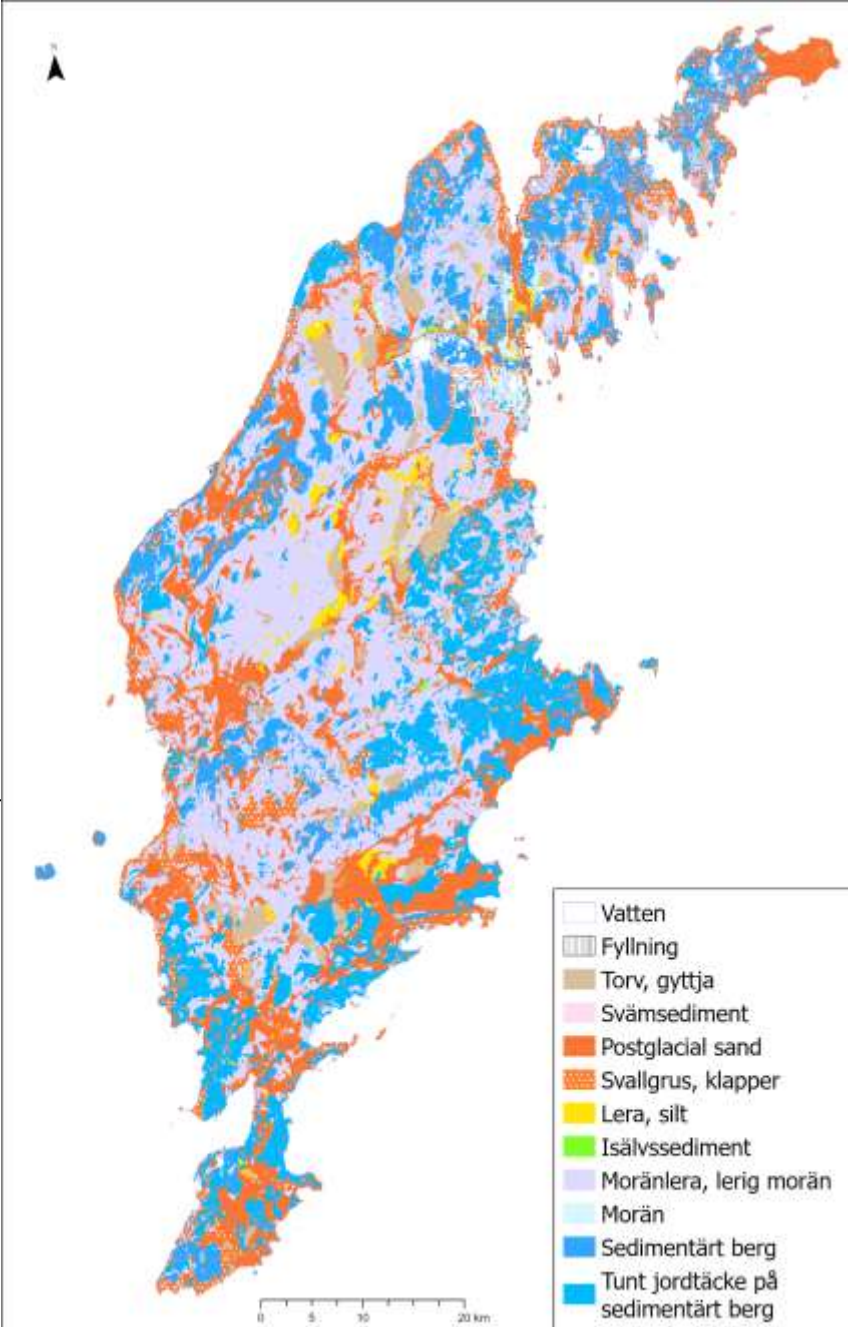
Man hade inte tillgång till modern höjddata (lidar).

Kartan är avsedd för skala 1:100 000. Då får strändernas jordarter oftast inte plats.

Därför måste först jordartskartan förbättras så att man får med strändernas jordart.

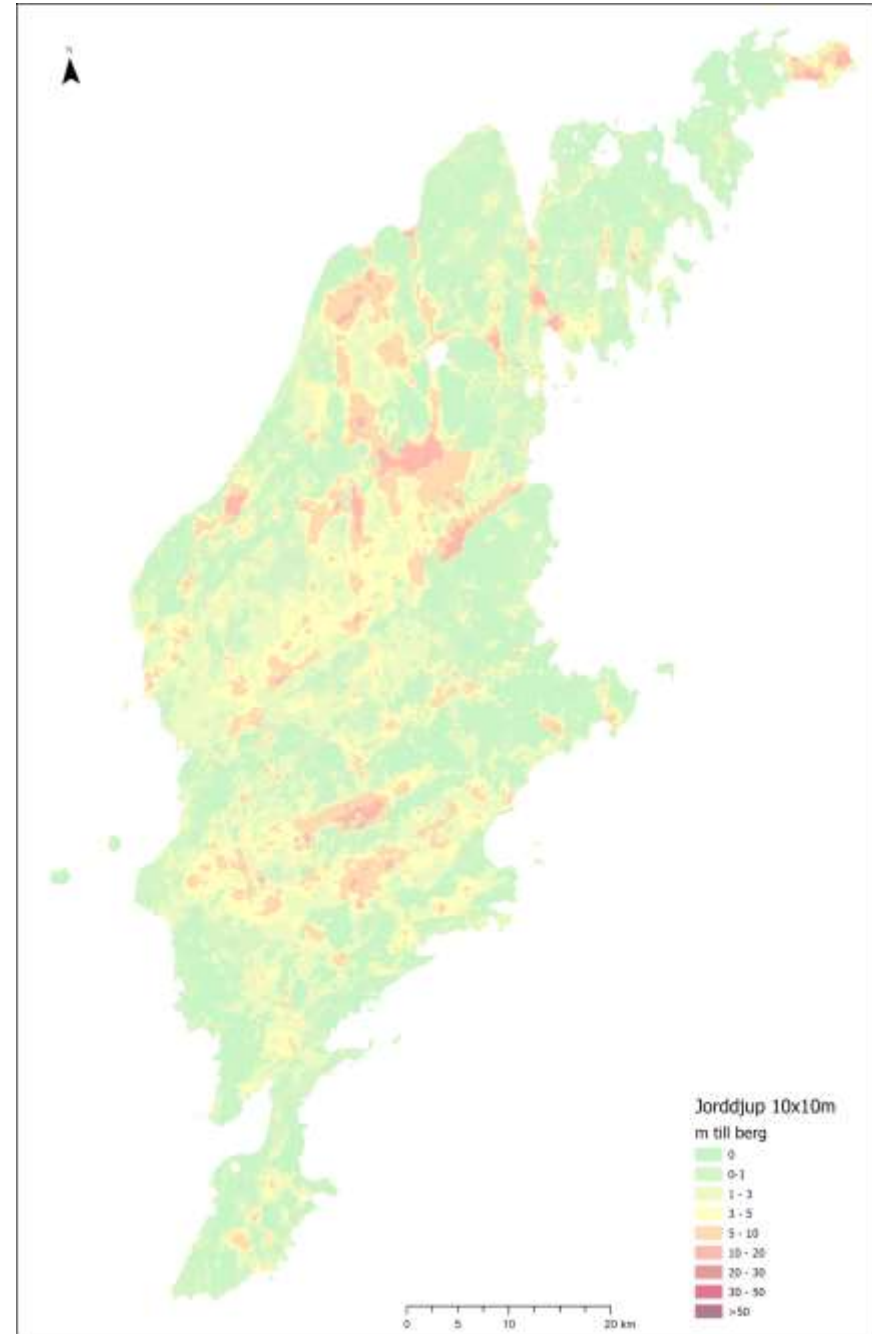
Vi förbättrar jordartskartan ca 500 m in från stranden. Främst med hjälp av lantmäteriets höjdmodell och fältkontroller samt observationer från tidigare kartläggning.

- Stor del berg i dagen och tunna jordtäcken
- Lerig morän och moränlera
- Sand, grus och klapper längs stränder och vid gamla strandlinjer



Jorrdjupsmodell

Större delen av Gotland har ringa jorddjup (mindre är 3 m).



Jordarter

- **Morän** avsätts direkt av inlandsisen
(blandning av alla kornstorlekar)

Sandig morän -> Framspolade block (blockmatta)



- Moränlera
- > Liten klint (sällan på Gotland eftersom det är så små jorddjup)
 - det blir ofta en blockmatta vid stranden, men erosion vid högt vattenstånd.

Erosionshak i moränlera vid Krusmyntagården



Isälvssediment

Sand - Sten

Morän

Berg

Svallning

-> Klapperstrand

oftast obetydlig/långsam erosion

Postglacial sand – sten

Svallsediment

Klapper (sten)

Grus

Sand

Flygsand

-> Sandstrand /grusstrand

erosion/ackumulation

Klapperstrand vid Bopparve, västra Gotland



Sandstrand i Ireviken, norra Gotland

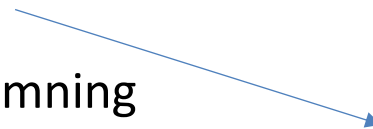


- **Lera/silt - finsand** erosion
- kan utbilda en klint vid stora jorddjup



- **Svämsediment** erosion/ackumulation
risk för översvämning

- **Torv/gyttja** oftast ingen erosion
däremot risk för översvämning



- **Fyllning** varierar beroende på material
- ej bedömt

Sandstrand

Dynamiska stränder som kan erodera plötsligt men också byggas på.

En del stränder eroderas på höst-vinter och byggs på sommartid.

Har indelats i:

- Strand med ackumulation
- Strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans
- Strand med betydande nettoerosion



Strandmaterial och erosionsbedömning

Strandmaterial (översiktligt)	Erosionsförhållanden (nutid)	Bedömd erosion vid en framtida höjd havsnivå (ca 1 m)
Klippkust av hårt berg	stabil strand – ingen erosion	fortsatt ingen erosion
Hårt berg och klapper	i huvudsak stabil strand – ingen eller obetydlig erosion	sannolikt fortsatt obetydlig erosion
Klapper, sten, block		
Blockrik moränya		
Flack strand, marsk (huvudsakligen sand och organiskt material)		
Sand, grus	strand med ackumulation	svårbedömt
	strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans	sannolikt ökad erosion
	strand med måttlig till betydande erosion	sannolikt ökad erosion
Åmynning (huvudsakligen lera till sand)	strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans	svårbedömt
Klippkust av löst sedimentärt berg Strandplan sand, grus, sten och block	strand med långsam erosion	sannolikt ökad erosion
Klintkust (jord, tydligt högre än havsytan) Strandplan sand, grus, sten och block		ökad erosion
Hamnar, fyllning	ej bedömd	ej bedömd

Strandmaterial

-  Klippkust (strandlinjen består av hårt berg)
-  Hårt berg och klapper (huvudsakligen grövre sten och block)
-  Klapper (sten och/eller block)
-  Klippkust (löst sedimentärt berg, tydligt högre än havsytan). Strandplan sand, grus, sten och block.
-  Blockrik moränya
-  Flack strand, marsk (huvudsakligen sand och organiskt material)
-  Sand, grus
-  Klintkust (jord, lera till block, tydligt högre än havsytan). Strandplan sand, grus, sten och block.
-  Åmynning (material huvudsakligen lera till sand)
-  Hamnar, fyllning



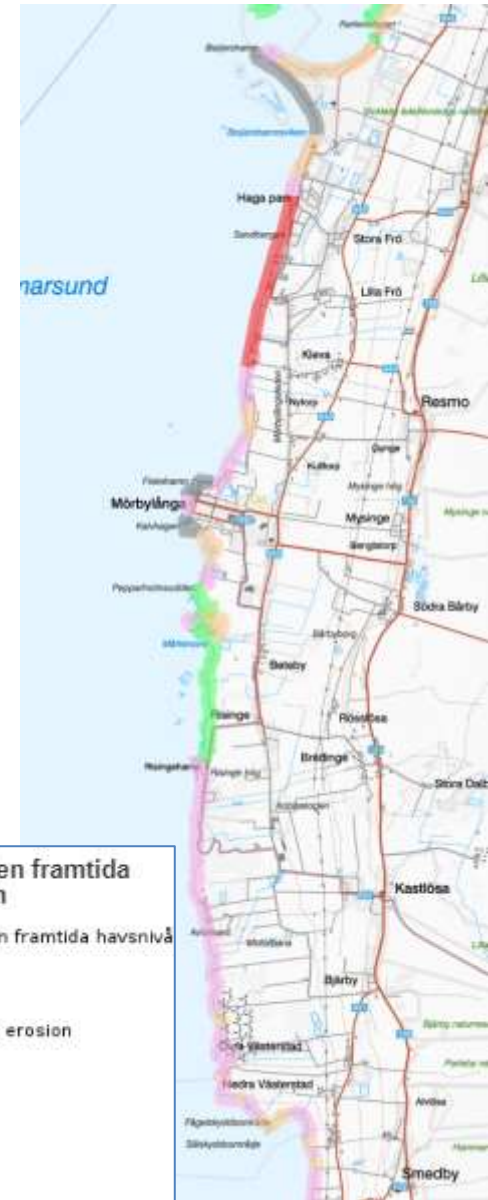
Strandmaterial och erosionsbedömning

Strandmaterial (översiktligt)	Erosionsförhållanden (nutid)	Bedömd erosion vid en framtida höjd havsnivå (ca 1 m)
Klippkust av hårt berg	stabil strand – ingen erosion	fortsatt ingen erosion
Hårt berg och klapper	i huvudsak stabil strand – ingen eller obetydlig erosion	sannolikt fortsatt obetydlig erosion
Klapper, sten, block		
Blockrik moränya		
Flack strand, marsk (huvudsakligen sand och organiskt material)		
Sand, grus	strand med ackumulation	svårbedömt
	strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans	sannolikt ökad erosion
	strand med måttlig till betydande erosion	sannolikt ökad erosion
Åmynning (huvudsakligen lera till sand)	strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans	svårbedömt
Klippkust av löst sedimentärt berg	strand med långsam erosion	sannolikt ökad erosion
Strandplan sand, grus, sten och block		ökad erosion
Klintkust (jord, tydligt högre än havsyta)	strand med måttlig till betydande erosion	ökad erosion
Strandplan sand, grus, sten och block		
Hamnar, fyllning	ej bedömd	ej bedömd



Strandmaterial och erosionsbedömning

Strandmaterial (översiktligt)	Erosionsförhållanden (nutid)	Bedömd erosion vid en framtida höjd havsnivå (ca 1 m)
Klippkust av hårt berg	stabil strand – ingen erosion	fortsatt ingen erosion
Hårt berg och klapper	i huvudsak stabil strand – ingen eller obetydlig erosion	sannolikt fortsatt obetydlig erosion
Klapper, sten, block		
Blockrik moränya		
Flack strand, marsk (huvudsakligen sand och organiskt material)		
Sand, grus	strand med ackumulation	svårbedömt
	strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans	sannolikt ökad erosion
	strand med måttlig till betydande erosion	sannolikt ökad erosion
Åmynning (huvudsakligen lera till sand)	strand med växelvis erosion/ackumulation men i huvudsak i balans	svårbedömt
Klippkust av löst sedimentärt berg	strand med långsam erosion	sannolikt ökad erosion
Strandplan sand, grus, sten och block		ökad erosion
Klintkust (jord, tydligt högre än havsyta)	strand med måttlig till betydande erosion	ökad erosion
Strandplan sand, grus, sten och block		
Hamnar, fyllning	ej bedömd	ej bedömd



Förändring av vegetationslinjen

Vegetationslinjens förändring har visat sig vara ett bättre mått på strandlinjeförändring än om man mäter på vattenlinjen, som ju beror av vattenståndet vid fototillfället.

Uppmätt på flygbilder från ca 1960 och 2023.

I stort visas samma mönster som i erosionsbedömningen.

Resultat från Öland:

65%	< 10 m förändring
18%	> 10 m tillbakagång
18%	> 10 m ökning

Finns färdig men är ännu ej tillgänglig via SGU:s kartvisare.



Framtiden

Höjda havsnivåer

- Ökad erosion
- Erosion på nya strandlinjer som inte har varit utsatta för erosion på länge
- Översvämning av låglänta områden

Exempel från stranden mellan Tofta och Klintehamn:

0 m



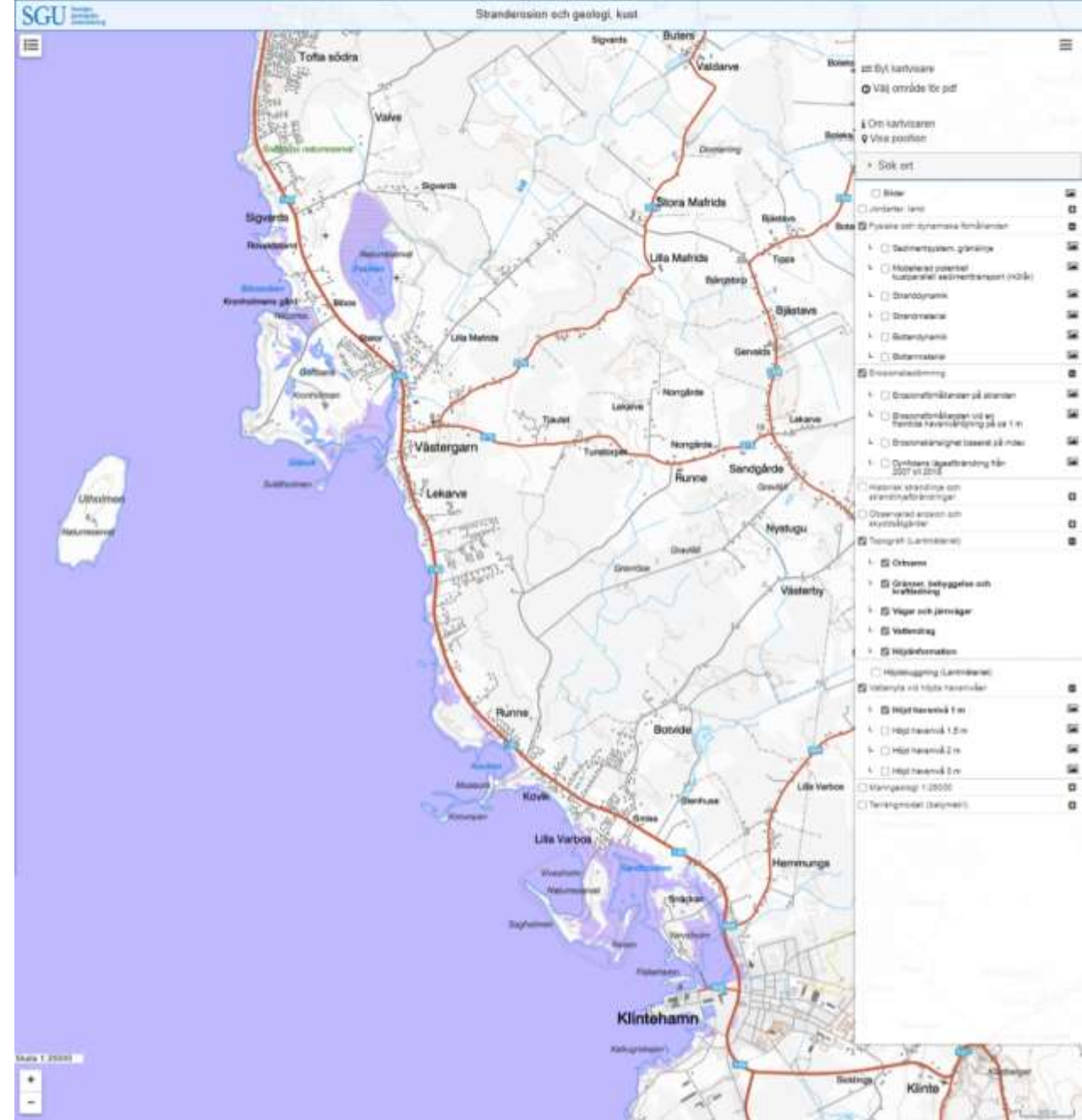
Framtiden

1 m

Höjda havsnivåer

- Ökad erosion
- Erosion på nya strandlinjer som inte har varit utsatta för erosion på länge
- Översvämning av låglänta områden

Exempel från stranden mellan Tofta och Klintehamn:



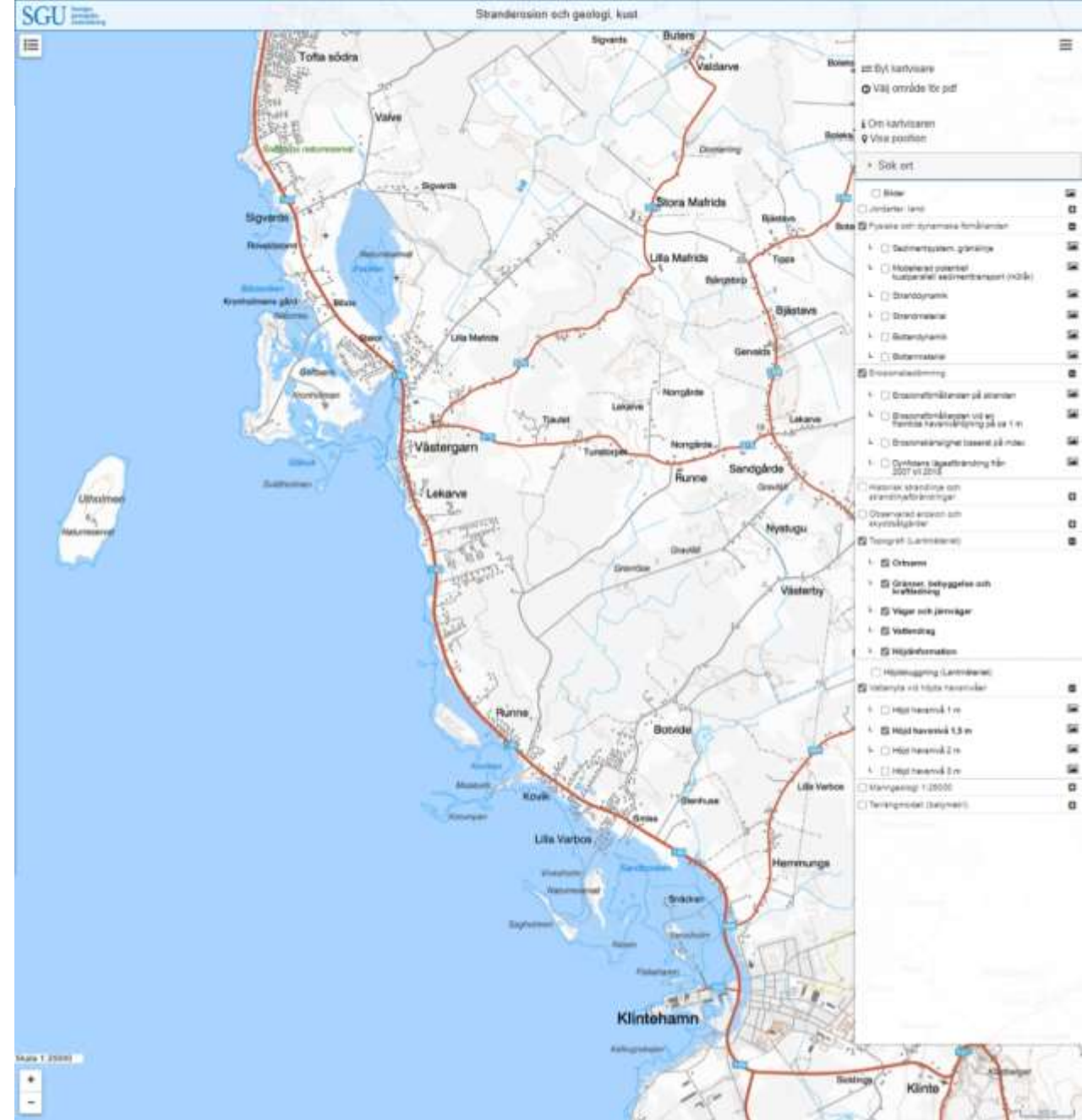
Framtiden

1,5 m

Höjda havsnivåer

- Ökad erosion
- Erosion på nya strandlinjer som inte har varit utsatta för erosion på länge
- Översvämning av låglänta områden

Exempel från stranden mellan Tofta och Klintehamn:



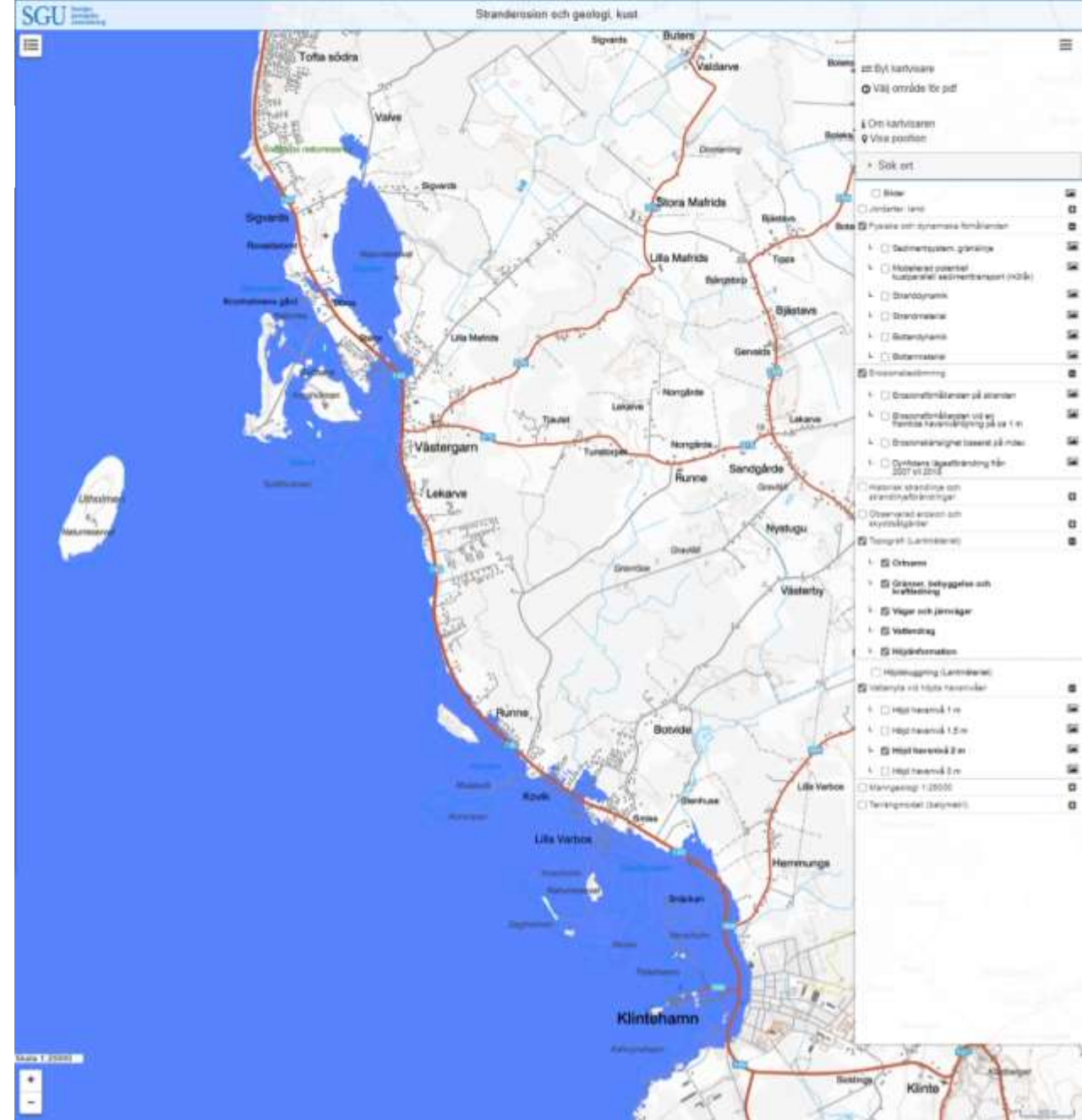
Framtiden

Höjda havsnivåer

- Ökad erosion
- Erosion på nya strandlinjer som inte har varit utsatta för erosion på länge
- Översvämning av låglänta områden

Exempel från stranden mellan Tofta och Klintehamn:

2 m



Framtiden

Höjda havsnivåer

- Ökad erosion
- Erosion på nya strandlinjer som inte har varit utsatta för erosion på länge
- Översvämning av låglänta områden

Exempel från stranden mellan Tofta och Klintehamn:

Kartvisaren innehåller även en bedömning av erosionsförhållanden vid en framtida havsnivåhöjning på 1 m

3 m



Publikationer av SGU

Beskrivning till jordartskartan Gotland

Sven-L. Svantesson

K 4

Beskrivning till regional berggrundskarta över Gotlands län

Mikael Erlström, Lena Persson,
Lilj Svhed & Linda Wickström

K 221

Rapporter och meddelanden 136

SkyTEM-undersökningar på Gotland

Peter Dahlgvist, Carl-Axel Ykani,
Lena Persson, Mercedes Barrios, Mikael Erlström,
Henning Jørgensen, Henrik Thulin Ölander,
Mattias Gustafsson, Magdalena Thorsbrink,
Kerstin Schoning & Pål Curtis



Markgeokemi: morän- och sediment- geokemi på Öland och Gotland

Mikael Carlsson, Julio Gonzalez & Anna Ladenberger

oktober 2020

SGU-rapport 2020:28



Karaktärisering av karst på Gotland – en pilotstudie på mellersta Gotland

Mikael Erlström, Peter Dahlgvist, Daniel Sopher
& Carl-Erik Hjerne

april 2022

SGU-rapport 2022:04



Beskrivning av grundvattnet på Gotland

Peter Dahlgvist, Magdalena Thorsbrink,
Carl-Erik Hjerne & Lena Maxe

oktober 2022

SGU-rapport 2022:14

Våtmarker och grundvattenbildning – om möjligheten till ökad kapacitet vid grundvattentäcker på Gotland

Peter Dahlgvist, Magdalena Thorsbrink, Björn Holgersson,
Lena Maxe, Mattias Gustafsson

januari 2023 (in 2021)

2023:01



undersökning
of Sweden



SGU
Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Sveriges
geologiska
undersökning

SGU Sveriges
geologiska
undersökning