

Fastställd	Version
2022-06-14	1.0

## Produkt: Strandförskjutningsmodell (öppna data)

### Kort information om produkten

Produkten är en modell av strandförskjutningen och landhöjningen efter den senaste istiden. Den bygger på ett stort antal strandförskjutningskurvor som har upprättats över olika delar av landet kombinerat med en modell för landhöjningen och en digital höjmodell med 50 m upplösning (Påsse & Daniels 2015).

Inlandsisarna som täcke norra Europa och Nordamerika under istiden påverkade den underliggande jordskorpan. Resultatet blev ett dynamiskt samspel mellan landhöjning, vattennivå och inlandsisen (se Peterson Becher 2022 och referenser däri).

Under den senaste istiden pressades alltså jordskorpan ned av tyngden från inlandsisen. När isen smälte lättade trycket och jordskorpan började röra sig uppåt för att återta tidigare nivåer, en process som fortfarande är aktiv och kallas i Sverige för landhöjning. Samtidigt varierade den globala havsnivån, till stor del på grund av mängden vatten bundet i inlandsisarna. Detta medförde variationer i förhållandet mellan vatten och land (så kallad strandförskjutning). Det är detta förlopp som SGU:s strandförskjutningsmodell visar.

I och med att olika delar av landskapet pressats ned olika mycket, beroende på bland annat inlandsisens mäktighet, så höjs inte jordskorpan enhetligt. Den var mest nedpressad i de centrala delarna där inlandsisen var mäktigast. Därmed tippas också landskapet, vilket innebär att vattendragens lopp och sjöars utbredning delvis ändras med tiden. Till exempel så medför skillnader i landhöjningen att Vätterns nivå stiger i södra delen medan den sjunker i norra delen.

SGU:s strandförskjutningsmodell visar en övergripande bild av den forntida fördelningen mellan hav och land samt även förändringar i sjöarnas utbredningar. Strandförskjutningsmodellen är inte avsedd för detaljerade studier utan för att visa ett generellt förlopp. Mer detaljerade studier kräver försiktighet och ingående förståelse för de osäkerhet som finns i de olika metoder som ligger till grund för modellen. Kartvisaren tillhandahåller strandförskjutning i 100-årsintervall. Detta betyder inte att modellen har en så hög noggrannhet utan de korta intervallen ger endast en möjlighet att se regionala förändringar, alltså ej för noggrann åldersbestämning.

**Dataformat:** Geopackage

**Koordinatsystem:** SWEREF99TM (EPSG:3006)

**Licens:** [Creative Commons Erkännande 4.0](#)

## Nedladdning av data

Länkar för att ladda ned datamängden i geopackage-format per 1000-årsintervall:

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_1\\_900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_1_900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_1000\\_1900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_1000_1900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_2000\\_2900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_2000_2900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_3000\\_3900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_3000_3900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_4000\\_4900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_4000_4900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_5000\\_5900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_5000_5900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_6000\\_6900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_6000_6900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_7000\\_7900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_7000_7900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_8000\\_8900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_8000_8900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_9000\\_9900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_9000_9900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_10000\\_10900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_10000_10900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_11000\\_11900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_11000_11900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_12000\\_12900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_12000_12900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_13000\\_13900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_13000_13900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_14000\\_14900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_14000_14900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_15000\\_15900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_15000_15900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_16000\\_16900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_16000_16900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_17000\\_17900.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_17000_17900.gpkg)

[https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning\\_18000\\_19000.gpkg](https://resource.sgu.se/data/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell/strandforskjutning_18000_19000.gpkg)

Länk till Atom-flöde:

<https://resource.sgu.se/oppnadata/jord/strandforskjutningsmodell-nedladdning.xml>

Länk till denna produktbeskrivning:

<https://resource.sgu.se/dokument/produkter/oppnadata/strandforskjutningsmodell-oppnadata-beskrivning.pdf>

## Produktens innehåll

Filnamn	Format	Innehåll
strandforskjutning_1_900.gpkg	GeoPackage databas	Geopackagedatabaser per 1000-årsintervall innehållande tabeller per hundårsintervall med redovisning av områden täckta av inlandsis, sjö eller hav.
strandforskjutning_1000_1900.gpkg		
strandforskjutning_2000_2900.gpkg		

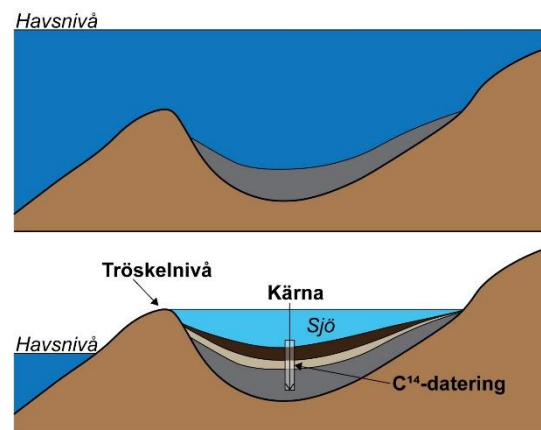
<p>...</p> <p>strandförskjutning_18000_19000.gpkg</p>	<p>Tabellerna benämns issjohav_&lt;Cal. BP&gt;, där Cal. BP avser år före 1950.</p> <p>Exempel: Tabell issjohav_800 i geopackagedatabas strandförskjutning_1_900.gpkg redovisar fördelningen av inlandsis, sjö och hav 800 år för 1950.</p> <p>Anm: Tabell issjohav_1100 i databas strandförskjutning_1000_1900.gpkg saknas</p>
---	---

## Tillkomsthistorik

Modellen som är grund till kartvisaren har framställts genom att sammanlänka så kallade strandförskjutningskurvor och digitala höjddata (50x50m) i en matematisk strandförskjutningsmodell. Modellen är baserad på flertalet tidigare liknande produkter (Påsse 1996, 1997, 2001). I kartorna visas också en förenklad modell av förloppet för inlandsisens avsmältning. För mer detaljerad och uppdaterad information om inlandsisens avsmältning finns mer fokuserade studier (Stroeven et al. 2016, Hughes et al. 2016).

För att skapa SGU:s strandförskjutningsmodell behövs information om den relativa strandnivåns höjdläge samt tidpunkt. Denna information är insamlad från vetenskaplig litteratur (Påsse och Daniels 2015 och referenser däri). Information om strandförskjutning tas fram genom att datera när olika sjöar, på olika nivåer, isolerades från havet. Dessa resultat används för att producera *strandförskjutningskurvor*.

I en sjö eller torvmark avsätts sediment i kronologisk följd. I lagerföljden går det att återfinna de lager som påvisar när vattnet utvecklades från havs- till sötvatten eller brack- till sötvatten. Genom att datera olika växtdelar i sedimenten, med kol-14 metoden går det att sätta en ålder på när havsviken avsnördes och blev en sjö (Figur 1). Utöver åldern, behövs också havsnivån vid avsnörningen och genom att mäta höjden på den lägsta tröskelnivån, alltså den lägsta punkten som leder ut mot den forna havsviken, fås den relativa havsnivån (Figur 1).



Figur 1. Schematisk bild över insamling av data till strandförskjutningskurvor (brunt = jordskorpa, blått = vatten). Den övre bilden visar ett äldre strandläge och en mindre havsvik i genomskärning. Den undre genomskärningen visar samma läge men med lägre havsnivå, observera dämningen av sjön över havsytan. Modifierad från Svendsen och Mangerud (1987) och Peterson Becher (2022).

När detta arbete utförts på flera platser inom ett avgränsat område är det möjligt att passa en kurva mellan datapunkterna (tröskelnivå, ålder). Ofta presenteras dessa kurvor med år före nutid på x-axeln och höjd över havet på y-axeln.

Dessa strandförskjutningskurvor kan beskrivas enligt en funktion med fyra olika variabler (Påsse och Andersson 2007, Påsse 1990a, 1990b). Dessa variabler interpoleras över produktens utbredningsområde och kan sedan användas för att generera interpolerade strandförskjutningskurvor för varje punkt. De olika variablerna används också för att förändra en höjdmodell av dagens topografi och på så vis kan paleogeografiska kartor skapas för olika tidsintervall. Mindre sjöar modelleras genom att 'fylla upp' fördjupningar i de genererade höjdmodellerna för varje tidsintervall.

## Underhåll

Produkten baseras på modelleringar utförda under 2015. För tillfället finns inga planer på utveckling eller uppdatering av produkten.

## Datakvalitet

Modellen som används i produkten ger en bra bild över den relativa förändringen av hav, sjö och land i ett regionalt perspektiv. Däremot är det viktigt att beakta modellens begränsningar vid mer detaljerade (lokala) studier, såsom i enskilda dalgångar eller liknande.

Följande felkällor är extra viktiga för användare att vara medvetna om:

Upplösningen på den höjdmodell som använts är förhållandevis grov. I svenska landområden används en höjdmodell med en upplösning på 50 m, utanför Sveriges gränser används data från Norge med en upplösning på 1000 m. I de områden som inte täcks av dessa dataset används global höjdinformation från NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) med en upplösning på 10km men omräknat till 500 m. Förutom att den topografisk variationen inom en 50m-pixel kan vara stor och således påverka resultatet så är en annan viktig faktor topografin som sådan. Flacka områden påverkas till exempel mycket mer vid en relativ strandnivåförändring än branta områden. En liten förändring av vattenytan i höjddled påverkar en större areal i ett flackt landskap.

Felkällorna vid framtagandet av strandförskjutningskurvor består primärt av två delar, inmätning av tröskelvärden samt kol-14 dateringarnas felmarginal.

Inmätningen av tröskelvärdet (figur 1) påverkar modellens kvalitet mycket. Många av strandförskjutningskurvorna konstruerade långt innan moderna topografiska underlag och även om mätningen i sig (teodolit) var precis så kunde det vara svårt att veta om den punkt som antogs vara tröskelvärdet faktiskt hamnade rätt. Felmarginalen i höjd uppskattas vara <5 m i höjddled.

Datering med kol14-metoden är generellt en ganska precis metod men det finns flera olika faktorer som kan påverka felmarginalen i dateringarna. Kol14-metoden är en radiometrisk dateringsmetod som använder sig av olika typer (isotoperna  $^{14}\text{C}$  och  $^{12}\text{C}$ ) av kol.  $^{12}\text{C}$  anses vara stabil medan  $^{14}\text{C}$  har en halveringstid på ungefär 5730 år. Fördelningen av dessa isotoper är samma som i atmosfären, ungefär

lika delar. När en organism dör börjar  $^{14}\text{C}$  sönderfalla och det är denna skillnad som sedan kan användas för att beräkna en kol-14 ålder. Kol14-åldrarna kalibreras till år före nutid (cal. B.P.). Vid kalibreringen ger vissa tidsintervall större felmarginal än andra, beroende på hur mängden kol i atmosfären har varierat över tid. Bland annat kan prover kontamineras med modernt kol från rotdeklar eller kol från kalkbergarter (vilket ger en yngre ålder respektive äldre ålder). Beroende på om proverna är marina eller ej kan så kallade reservoar-effekter också påverka resultatet. Generella felmarginaler för kol14-dateringar är mellan 50 och 500 år.

Vid interpolering på stora avstånd, vilket är fallet i modellen som används för denna produkt, måste alltid tolkning av resultaten ske med försiktighet.

Baserat på ovanstående resonemang är en sammanvägd bedömning av felmarginalen i modellen därför svår att göra. Det viktiga är dock att använda produkten med försiktighet och vara medveten om eventuella felmarginaler i både tid (ålder) och rum (topografi). Den modellerade strandlinjens sträckning i sig är troligtvis ganska precis, då den följer den höjdnivå som modellen anger. Dock måste användaren vara medveten om den upplösning som det topografiska underlaget har. Det som däremot är viktigt att förstå, baserat på ovanstående, är de eventuella felen i tid. För ett givet tidsintervall kan kanske felmarginalen vara uppemot 500 år, vilket vida överskrider de 100-årsintervall som levereras i produkten. Hundra-årsintervallen kan därför inte användas som faktiska år, utan som en relativförändring mellan 1000-årsintervallen.

## Innehåll och struktur

### Strandförskjutning

GeoPackage tabeller per hundraårsintervall: issjohav\_<XXXX> (vektor, ytor).

Kolumnnamn	Beskrivning av innehåll
Bp	Cal. BP. År före 1950
Year	Årtal. Negativa år är f. Kr.
Code	Kod för förekomst av områden täckta av inlandsis eller forntida vatten
Description	Klartextbeskrivning av koden:  1 = Hav, modellerat med den numeriska strandförskjutningsmodellen 2 = Issjö, modellerat med den numeriska strandförskjutningsmodellen, dessa är stora sjöar dämnda av isen, tex Baltiska issjön. 4 = Sjö, skapat genom att 'fylla upp' lågpunkter i den modellerade forna markytan och är ytterst ungefärliga 5 = Inlandsis

## Referenser

- Hughes, A. L. C., Gyllencreutz, R., Lohne, Ø. S., Mangerud, J., & Svendsen, J. I. (2016). The last Eurasian ice sheets - a chronological database and time-slice reconstruction, DATED-1. *Boreas*, 45(1), 1–45.
- Peterson Becher, G. 2022: Inlandsisen, landhöjningen och landskapet: Ett geologiskt perspektiv. I *Som påminnelse om tidens gång*. Ed. Edlund, L-E., Nordlund, C., *Kungliga Skytteanska sällskapet*, XXs
- Påsse, T., 1990a: Empirical estimation of isostatic uplift using the lake-tilting method at Lake Fegen and at Lake Säven, southwestern Sweden. *Mathematical Geology* 22, No. 7, 803–824.
- Påsse, T., 1990b: Beskrivning till jordartskartan Varberg NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 102*, 1–117. <https://resource.sgu.se/dokument/publikation/ae/ae102beskrivning/ae102-beskrivning.pdf>
- Påsse, T., 1996: A mathematical model of the shore level displacement in Fennoscandia. *SKB Technical Report 96-24, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.* Stockholm, 1–92.
- Påsse, T., 1997: A mathematical model of past, present and future shore level displacement in Fennoscandia. *SKB Technical Report 97-28. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.* Stockholm, 1–55.
- Påsse, T., 2001: An empirical model of glacio-isostatic movements and shore-level displacement in Fennoscandia. *SKB R-01-41. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.* Stockholm, 1–59.
- Påsse, T., & Andersson, L. (2005). Shore-level displacement in fennoscandia calculated from empirical data. *Gff*, 127(4), 253–268.
- Påsse, T. & Daniels, J., 2015: Past shore-level and sea-level displacements. *Sveriges geologiska undersökning. Rapporter och Meddelanden 137*, 33 s. <https://resource.sgu.se/dokument/publikation/rm/rm137rapport/rm137-rapport.pdf>
- Stroeven, A. P., Hättestrand, C., Kleman, J., Heyman, J., Fabel, D., Fredin, O., Goodfellow, B. W., Harbor, J. M., Jansen, J. D., Olsen, L., Caffee, M. W., Fink, D., Lundqvist, J., Rosqvist, G. C., Strömberg, B., & Jansson, K. N. (2016). Deglaciation of Fennoscandia. *Quaternary Science Reviews*, 147, 91–121.

## Förändringsförteckning

Här listas förändringar i produkten eller produktbeskrivningen.

### Ändringsförteckning

Dokumentversion	Fastställt datum	Förändring
1.0	2022-06-14	Ursprunglig version