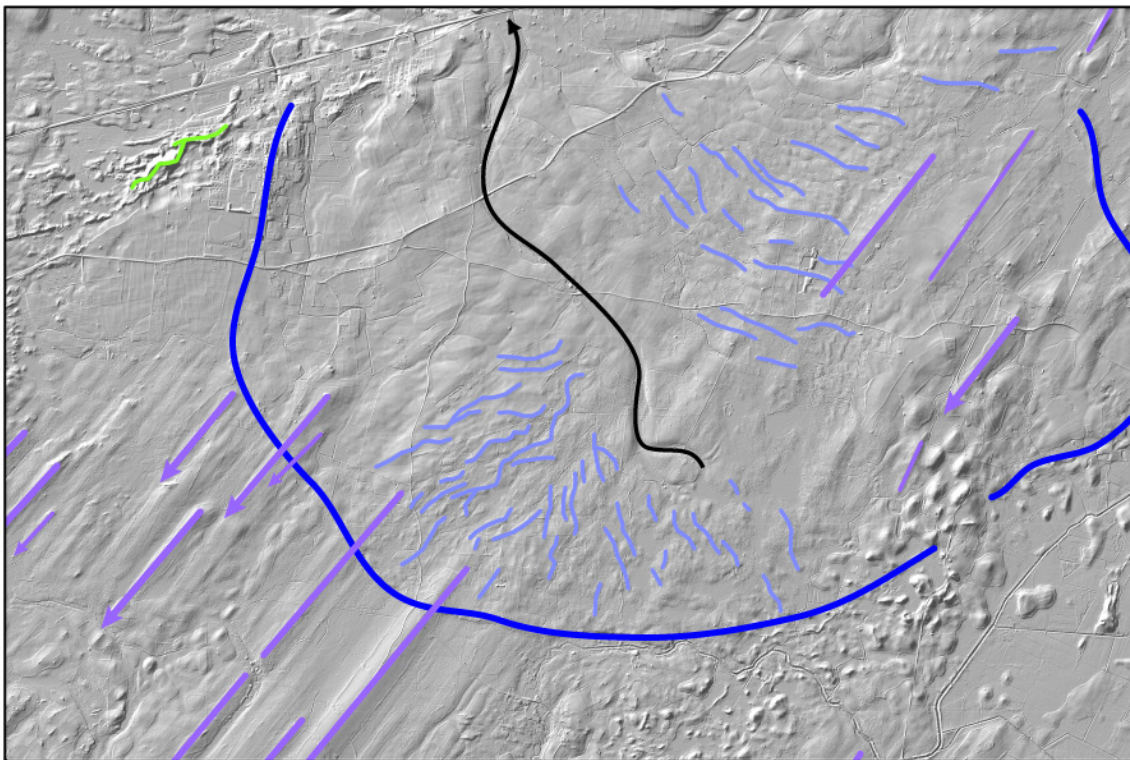


# Beskrivning av enheter i den geomorfologiska databasen över Sverige

Gustaf Peterson & Colby A. Smith



SGU-rapport 2013:3



**SGU**

Sveriges geologiska undersökning  
Geological Survey of Sweden

Terrängskuggning av NNH under digitaliserade geomorfologiska enheter. Tätorten Floby ligger i bildens övre vänstra hörn. Bildens bredd motsvarar ungefär 7,5 km.

Upphovsrätten för kartor tillhör Lantmäteriet genom Geodatasamverkan.

Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
tel: 018-179000  
fax: 018-179210  
e-post: [sgu@sgu.se](mailto:sgu@sgu.se)  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

## INNEHÅLL

<b>Inledning</b> .....	<b>2</b>
<b>Konceptuell modell</b> .....	<b>3</b>
<b>Teckenförklaring</b> .....	<b>3</b>
Glaciala landformer .....	3
Proglaciala moränryggar .....	3
Supraglaciala landformer .....	6
Subglaciala landformer .....	7
Glaciala landskap .....	9
Moränbacklandskap .....	9
Glacialt strömlinjeformat landskap .....	9
Glacifluviala landformer .....	10
Lateral smältvattenrännor .....	10
Stora proglaciala smältvattenrännor .....	10
Åsar .....	11
Glacifluviala deltan .....	11
Iskontakter .....	12
Dödisgropar .....	12
Postglaciala enheter .....	12
Högsta kustlinjen .....	12
Flygsanddyner .....	13
Moderna deltan .....	13
<b>Utseende och attribut</b> .....	<b>14</b>
<b>Slutord</b> .....	<b>14</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>14</b>

## INLEDNING

Geomorfologiska kartor behövs vid både samhällsplanering och som ett underlag för vetenskaplig forskning och har ett brett användningsområde, till exempel vid hydrologiska undersökningar (Nilsson m.fl. 2011), prospektering för mineraler (Klassen 1999), analyser av den glaciala utvecklingen (Kleman m.fl. 1997) samt vid numerisk ismodellering (Van Tatenhove m.fl. 1995). Utöver detta är en inventering av landformer ett viktigt verktyg för att bedöma geovetenskapliga bevarandevärden.

Den LiDAR-baserade (Light Detection and Ranging) nya nationella höjddata (NNH) som tagits fram vid Lantmäteriet har avsevärt förbättrat villkoren för geomorfologisk kartering i Sverige. Efter att LiDAR-data har efterprocesserats, bland annat för att filtrera bort antropogena strukturer och vegetation, levereras NNH med en lateral upplösning på två meter och en vertikal upplösning på 0,25 meter (Lantmäteriet, 2010). I nuläget täcks drygt halva Sverige av detaljerat höjddata och planerna är att hela landet skall mätas in. Landformer som inte är synliga i traditionella flygbilder, till exempel på grund av vegetationen, syns däremot tydligt i NNH. Detta gör att LiDAR-data i allmänhet och NNH i synnerhet är ett utomordentligt dataset att kartera geomorfologi från.

I den takt som NNH blir tillgängligt planerar Sveriges geologiska undersökning (SGU) att skapa en digital rikstäckande geomorfologisk databas. I denna rapport presenteras en konceptuell modell för Sveriges geomorfologi tillsammans med en teckenförklaring för de landformer som kommer karteras. Det digitala formatet ger möjligheten att lagra ickegeografisk data tillsammans med geografiska objekt i form av attributtabeller. En beskrivning av attributen som används i SGUs geomorfologiska kartering presenteras också här.

Genom samarbete mellan Lantmäteriet och flera andra organisationer finns NNH tillgänglig att använda för myndigheter och universitet i Sverige. Detta har gett nya möjligheter att tolka landskapet. Under ett symposium för NNH-användare som tolkar geomorfologi framfördes en önskan om en standardiserad teckenförklaring för landformskartering. Motivet bakom detta är att på ett brett plan koordinera användandet av symboler och färger bland olika användare i Sverige och på så sätt underlätta kommunikation och förståelse mellan myndigheter och universitet. Även om enhetlighet i första hand är positivt finns det också ett behov att kunna lägga till, dra ifrån och förändra enheter i teckenförklaringen för att bättre passa deras specifika forskningsfält. För att tillgodose detta behov gör vi den teckenförklaring som används vid SGUs geomorfologiska kartläggning tillgänglig. Dock måste det tilläggas att karteringen av Sveriges geomorfologi i den här skalan är ett tidskrävande projekt och teckenförklaringen kan behöva ändras under tidens gång genom förändringar av enheternas beskrivningar eller symbologi.

## KONCEPTUELL MODELL

En konceptuell modell visande de geomorfologiska enheternas relation till varandra presenteras i figur 1. Inlandsisarnas påverkan på landskapet i Sverige har medfört att geomorfologin till stor del skapats genom glaciala processer och detta återspeglas i teckenförklaringen. De glaciala landformerna är uppdelade efter subglacialt, proglacialt och supraglacialt ursprung. Landformer som har glacifluvial genes är grupperade separat och inkluderar såväl erosionsformer som depositionsformer. Inkluderat i denna grupp är också landformer som ofta finns i glacifluviala sediment, såsom dödisgröpar och iskontakter. En tredje grupp är vissa postglaciala landformer som är viktiga för samhällsplanering, naturvård eller av geovetenskapliga bevarandevärden. Gruppen postglaciala landformer innehåller bara en liten del av de landformer som bildats efter isavsmältningen. Utöver landformer är landskapstyper placerade i en egen grupp och de landskapstyper som ingår är moränbackslandskap och glacialt strömlinjeformat landskap.

## TECKENFÖRKLARING

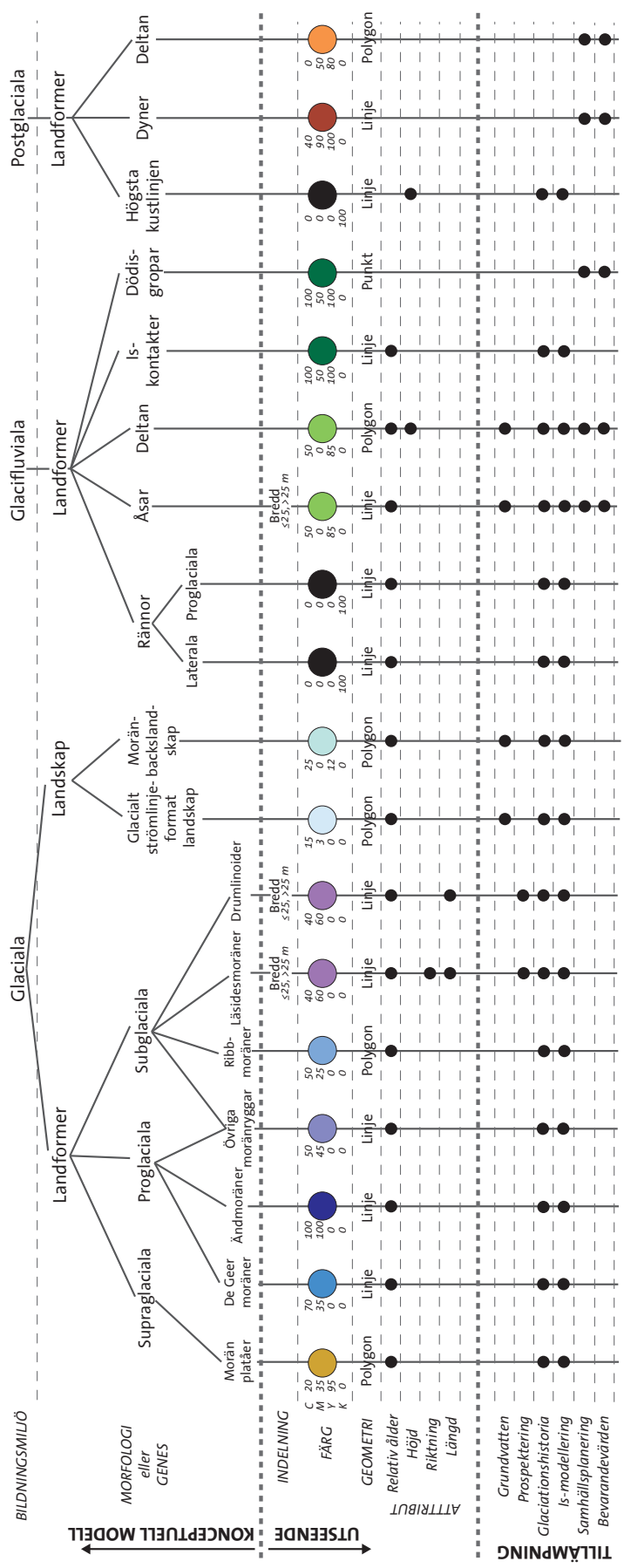
Den konceptuella modellen har överfört till en deskriptiv teckenförklaring, en teckenförklaring där enheterna som används definieras ur ett karteringsperspektiv. Denna teckenförklaring är avsedd att användas i SGUs geomorfologiska karteringsprojekt men kan, som tidigare sagt, förändras på ett flertal olika sätt. Teckenförklaringen har utvecklats för att göra arbetet så effektivt som möjligt och minimera det tidskonsumerande digitaliseringsarbetet. En konsekvens av detta är att linjeobjekt är den primära geometritypen och polygonobjekt används bara då det är nödvändigt. Vid mer detaljerade studier är det möjligt att ändra geometrityp men ändå behålla de övergripande symbologierna.

Med geografiska informationssystem (GIS) är det möjligt att presentera en digital karta med olika lager och symboliseringar beroende på storleken av det område som visas. Exempel när en karta visas i en större skala presenteras varje enskild moränrygg i ett område men i en mindre skala visas endast ett objekt vilket representerar en grupp moränryggar. Att tillhandahålla informationen i digitalt format ger användaren möjlighet att se data i en specifik skala. Den teckenförklaring som presenteras i denna rapport är den mest detaljerade symboliseringen för SGUs geomorfologiska karta. För att skapa versioner med mindre skalor kan symboliseringen förändras automatiskt eller halvautomatiskt med GIS teknologi.

## Glaciala landformer

### *Proglaciala moränryggar*

En aktiv glaciär eller inlandsis levererar konstant material till de yttre delarna av ismassan och moränryggar eller ändmoräner kommer att avsättas längs dess front. Om moränryggar bildas under längre stillestånd vid inlandsisens front benämns de randmoräner eller ändmoräner, bildas de av en avsmältande glaciär kallas de recessionsmoräner (Benn & Evans 1998). När moränryggar bildats subakvatiskt, i sprickor under en kalvande is, kallas de De Geer moränryggar (Boulton & Hindmarsh 1987). Kunskap om proglaciala moränryggars utbredning är viktigt i första hand vid modellering och rekonstruktion av isavsmältning.



Figur 1. Konceptuell modell över landformerna, utseendet och attributen i den geomorfologiska databasens teckenförklaring. Den övre delen visar bildningsmiljö, morfologi och genes för landformer och landskap. Den nedre delen presenterar den mer detaljerade indelningen, färgkoder (CMYK), geometrier och attribut. Utöver detta visas respektive enhets tänkta tillämpningsområde.

## Ändmoräner

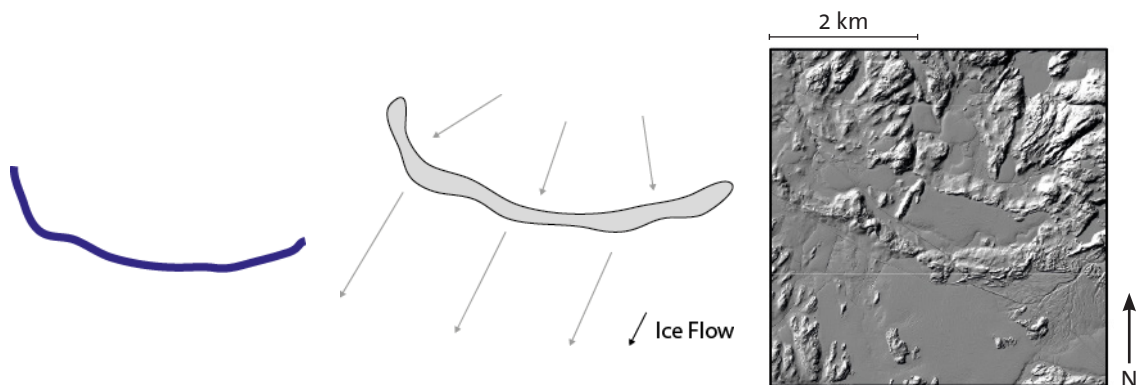
Kategorin *ändmoräner* används för ändmoräner, randmoräner eller recessionsmoräner. Denna landform visar ett tidigare stillestånd eller framstöt av inlandsisen. Landformen karteras som ett linjeobjekt (fig. 2).

## De Geer-moräner

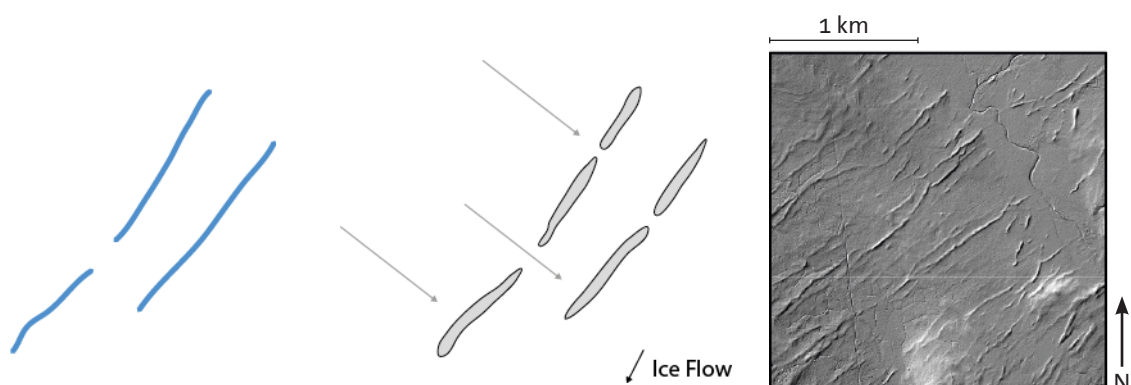
Denna grupp innehåller subakvatiskt bildade moränryggar. Dessa landformer visar tecken på kalvning vid isfronten. *De Geer-moräner* karteras som linjeobjekt (fig. 3).

## Övriga moränryggar

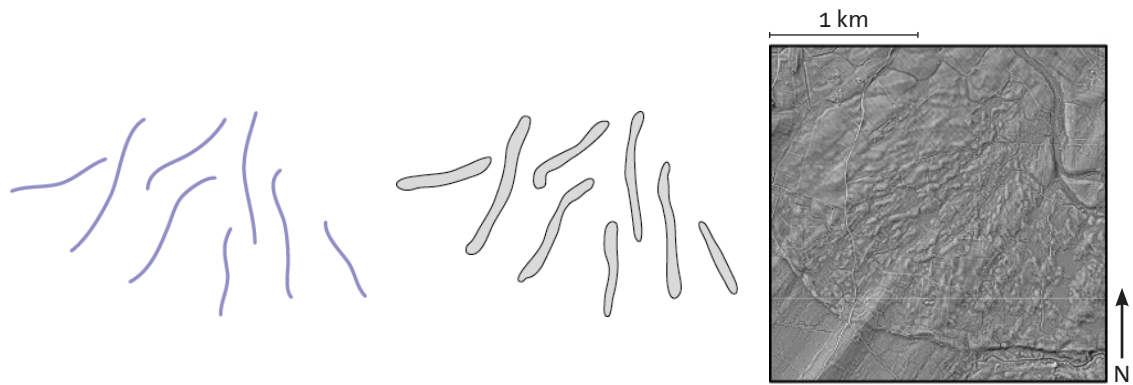
Förutom *ändmoräner* och *De Geer-moräner* finns andra ryggformer med mer komplexa drag och som inte nödvändigtvis kan kopplas till en bildningsteori, eller som inte definitivt kan tillskrivas som proglaciala. Dessa moräner kan till exempel vara bildade i sprickor under isen (Kleman 1988, Sharp 1985), radialmoräner, eller bevarade medialmoräner och presenteras i form av ett linjeobjekt (fig. 4).



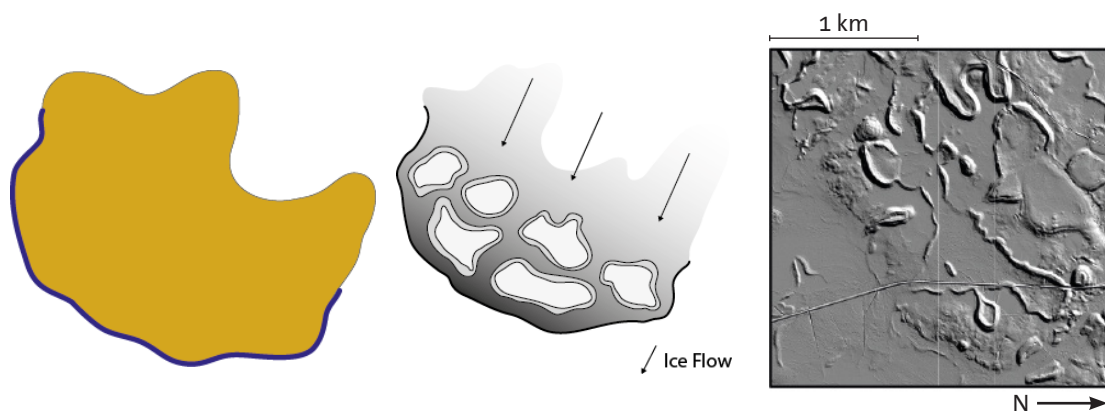
Figur 2. Symbolisering av ändmoräner. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 3. Symbolisering av De Geer-moräner. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 4. Symbolisering av övriga moränryggar. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.



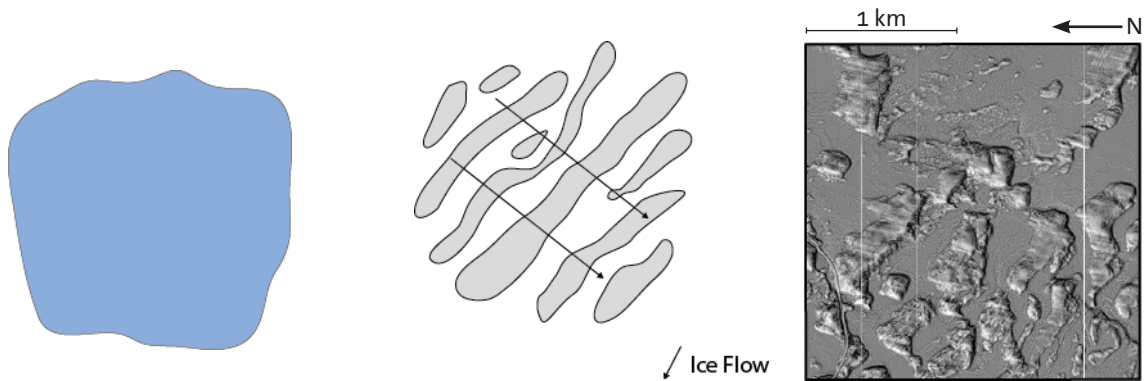
Figur 5. Symbolisering av moränplatålandskap. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.

## Supraglaciala landformer

### Moränplatålandskap

*Moränplatålandskap*, vilka går under benämningen Veiki-morän i norra Sverige (Hoppe 1952), är ett landformssystem avsatt i supraglaciala sjöar på en inaktiv avsmältande isfront (Lagerbäck 1988). I Nordamerika har liknande landformer beskrivits som “ice walled lake plains” (Clayton et al. 2008) och i norra Finland beskrivs en variant som Pulju-morän (Kujansuu 1967). Vanligt är att landskapet är omgärdat av en yttre moränrygg på dess distala sida. Utöver detta består landformstypen av större och mindre platåformer med dödismoränskaraktär vilka i sin tur rymmer väldefinierade skålförmer med distinkta kanter. Dessa skålförmer är ofta fyllda med vattenavsatta sediment eller torv och det har i norra Sverige visats att dessa kan härstamma från en tidig Weichseldeglaciation (Lagerbäck 1988). *Moränplatålandskapet* karteras som polygoner täckande de oregelbundna ytorna och den yttre moränen, om synlig, är karterad som ett randläge (fig. 5).





Figur 6. Symbolisering av ribbmoräner. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.

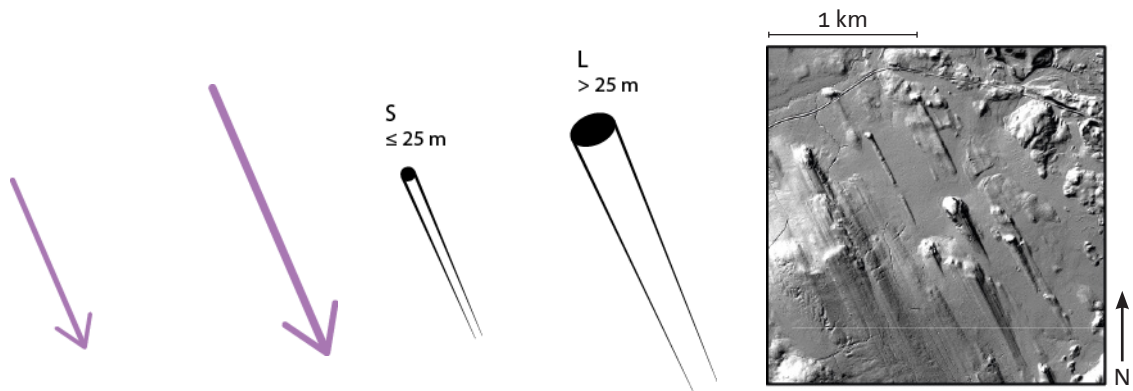
## Subglaciala landformer

### Ribbmoräner

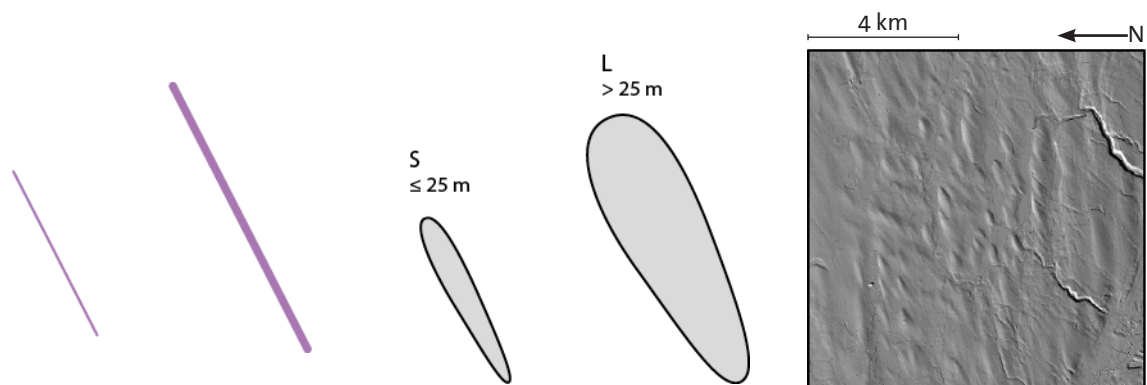
*Ribbmoräner* är ett subglacialt landformssystem bestående av ställvis ordnade ryggar, transversella i förhållande till isrörelseriktningen och innefattar alltså även Rogenmorän. I stället för Rogenmorän, som tidigare använts för dessa landformstyper, använder vi här en ny bredare term, *ribbmoräner*. Denna nya term är inte förknippad med en specifik lokal utan härrör istället från orden ribba och ribbstickad, då moränformernas övergripande morfologi har stora liknelser med utseendet hos ett ribbstickat tygstycke (Svenska Akademien 2006). Det finns flera hypoteser beträffande deras bildning, både polygenetiska och monogentiska; till exempel skjuvning och kompression av morän nära isfronten (Aylsworth & Shilts 1989, Bouchard 1989, Lindén m.fl. 2008, Shaw 1983), glacial omformning av redan befintliga ryggformer (Boulton 1987, Hindmarsh 1999, 1998a, 1998b, Lundqvist 1989, Möller 2006), eller genom uppbyggnad av ett fruset substrat vid skiften mellan kalla och varmbottnade förhållanden (Hättestrand & Kleman 1999, Hättestrand 1997). Karteringen av *Ribbmoräner* utgår från en bred definition, ryggar subglacialt formade transversellt mot isrörelseriktningen (Dunlop & Clark 2006). *Ribbmoräner* skiljer sig genetiskt från *ändmoräner* och *De Geermoräner* genom att de senare två är bildade nära isfronten. Karteringen utförs oberoende av subglacialt bildningssätt och landformen symboliseras av en polygon täckande området med ribbad morän (fig. 6).

### Glaciala lineationer

Glaciala lineationer syftar till de strömlinjeformade subglaciala landformer som bildats längs med isflödesriktningen. De minsta av dessa landformer kallas flutes (sv. strängar) och är oftast kring en meter höga och förekommer i moderna glaciärområden (Benn and Evans, 1998). Med detaljerade höjddata är det möjligt att se dessa långsträckta lineament även i områden som sedan länge lämnats av inlandsisen. En annan av dessa landformer är drumlinen vilken definieras som en strömlinjeformad rygg och beskrivs ofta som tio till ett par hundra meter bred (Clark m.fl. 2009). En ytterligare större lineation är lidmoränen (eng. *megaflute*) som ofta kan vara bredare än 1 km (Clark 1993). Om dessa landformer har utvecklats i lä bakom ett hinder, till exempel bakom en uppstickande klippa eller ett block benämns de lä-sidesmoräner (eng. *crag-and-tails*).



Figur 7. Symbolisering av läsidesmoräner. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 8. Symbolisering av drumlinoider. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.

Gruppen glaciala lineationer har delats in i undergrupper, två olika typer och två olika storlekar; läsidesmorän och drumlinoider respektive små (S) och stora (L). De två storleksgrupperna är uppdelade efter dess bredd; till och med 25 m (S) och över 25 m (L). De båda typerna är definierade utifrån om landformen är avsatt i en läposition, bakom ett hinder, eller utan synligt hinder. Generellt kan den mindre storleken kopplas till flutes medan gruppen större snarare ska kopplas till drumlinier och lidmoräner (eng. *megaflutes*).

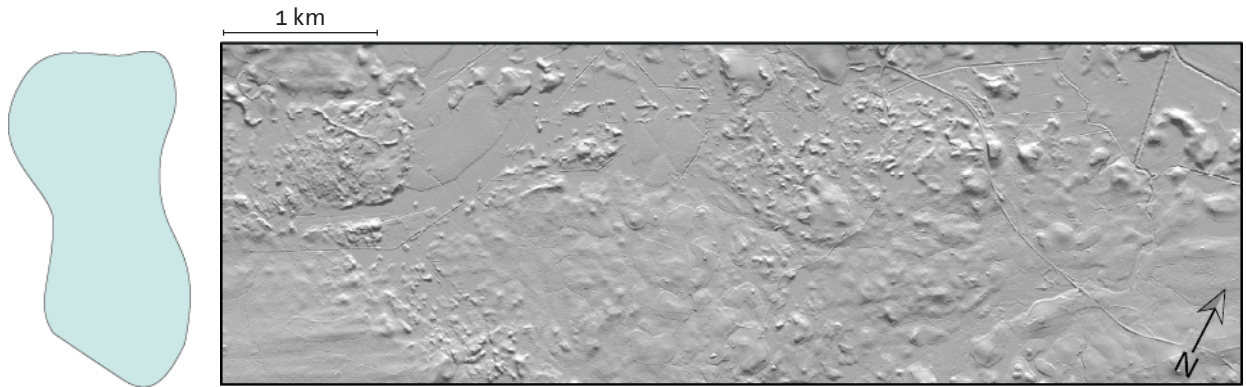
Kunskapen om positionen och riktningen på glaciala lineationer är viktig inte bara vid numerisk inlandsismodellering och rekonstruktion av inlandsisar utan också vid prospektering för mineralfyndigheter.

### ***Läsidesmoräner***

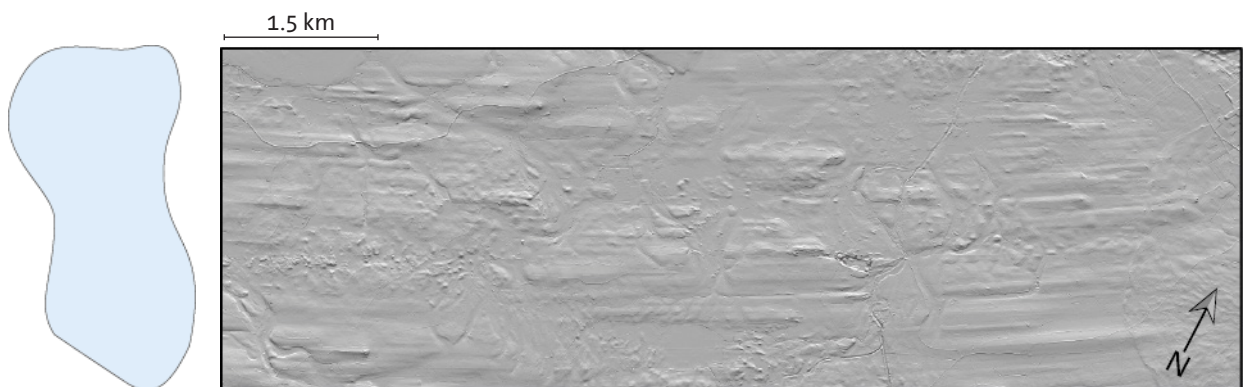
*Läsidesmoräner* har en svans på läsidan som pekar i isens rörelseriktning och ger därför tydlig information om inlandsisens isrörelseriktning. Kategorin *läsidesmorän* används oberoende om materialet är avsatt bakom en klippa, ett block eller ett kluster av stenar. Landformen symboliseras av ett linjeobjekt med en pil i den forna isrörelsens riktning (fig. 7).

### ***Drumlinoider***

Kategorin *drumlinoider* inkluderar alla andra glaciala lineationsformer oberoende av genes. Landformen symboliseras av linjeobjekt i den forna isrörelsens riktning (fig. 8).



Figur 9. Symbolisering av moränbackslandskap. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 10. Symbolisering av glacialt strömlinjeformat landskap. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.

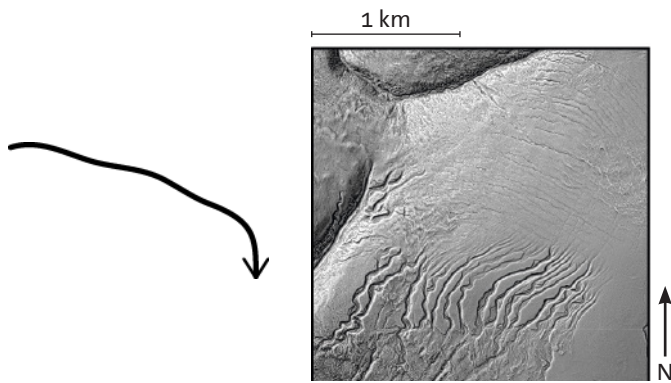
## Glaciala landskap

### ***Moränbackslandskap***

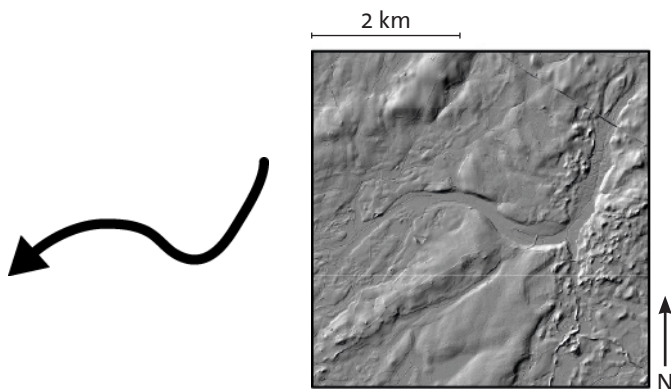
*Moränbackslandskap* karakteriseras av oregelbundna höjder och sänkor som bildats vid isavsmältningen. Den här typen av landskap är viktiga för att rekonstruera deglaciationens avsmältningsskäraktär. Landskapet karteras som en polygon (fig. 9).

### ***Glacialt strömlinjeformat landskap***

Ett område med överflöd av glaciala lineationer oberoende av storlek eller genes, inkluderar även de som är för små eller otydliga att karteras fristående. Dessa områden visar att inga sediment har avsatts efter det att isen lämnat området. Denna morännya representerar en tidigare bottenmorän och är viktig vid rekonstruktionen av den subglaciala miljön och deglaciationen. *Glacialt strömlinjeformat landskap* karteras som en polygon (fig. 10).



Figur 11. Symbolisering av laterala smältvattenrännor. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 12. Symbolisering av stora proglaciala smältvattenrännor. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.

## Glacifluviala landformer

### ***Lateral smältvattenrännor***

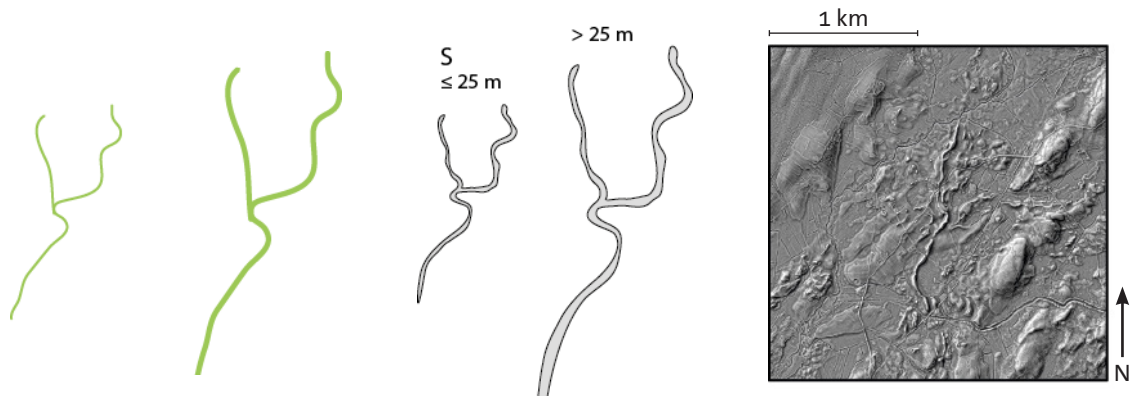
När glacialt smältvatten rinner längs en iskant eroderas rännor i substratet, skvalrännor eller *lateral smältvattenrännor*. Utseendet hos dessa rännor skiljer sig från subglaciala och subaerila rännor, speciellt i subpolära glaciala system, där smältvatten inte kan rinna ned under glaciären. Därför behöver laterala smältvattenrännor inte följa markens lutning utan istället följer de iskantens. Dessa landformer indikerar en tidigare isposition och symboliseras av en pil i vattnets flödesriktning (fig. 11).

*Lateral smältvattenrännor* är viktiga då de visar en tidigare isposition samtidigt som de ger en ledtråd om isens dåvarande subglaciala miljö och är därför betydelsefulla vid rekonstruktionen av inlandsisen.

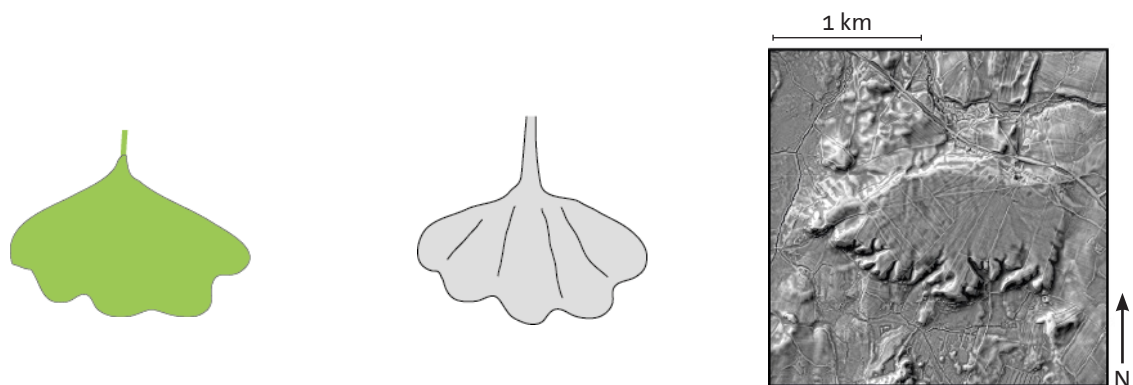
### ***Stora proglaciala smältvattenrännor***

Proglaciala smältvattenrännor kan bildas framför de glaciärer som har tillräckligt kraftig avrinning för att erodera i substratet. Endast väl utvecklade proglaciala smältvattenrännor kartläggs, därav benämns de *stora proglaciala smältvattenrännor*. Smältvattenrännor i denna storlek har ofta bildats genom jökellopp eller tappningar av issjöar. Landformen symboliseras av ett linjeobjekt i den forna vattenrörelsens riktning (fig. 12).

*Stora proglaciala smältvattenrännor* är viktiga som indikatorer för tappningar, till exempel vid dränering av issjöar.



Figur 13. Symbolisering av åsar. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 14. Symbolisering av glacifluviala deltan. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Mitten:** Schematisk teckning av landformen. **Höger:** Exempel ur NNH.

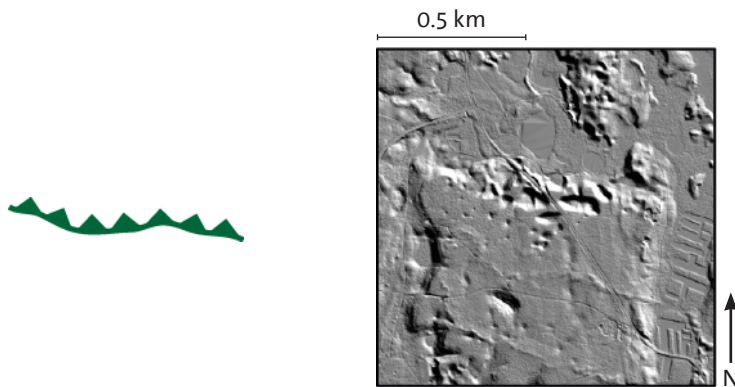
## Åsar

Åsar bildas subglacialt i istunnlar och består mestadels av sand och grus. De har i regel ett slingrande utseende och kan vara flera hundra kilometer långa och tiotals meter höga. Åsarna har delats upp i två storleksgrupper; små (S) och stora (L), med storlekarna till och med 25 m (S) och över 25 m (L) i bredd. Stora delar av de svenska åsarna har grävts ut i jakt på sand och grus för samhällsbehov. Även om mycket av materialet i åsryggen har grävts ur kan fortfarande åsens kärna vara kvar och därför är det viktigt att kartlägga även utgrävda åsar. Åsryggar symboliseras av linjeobjekt (fig. 13) och i de fall de är bortgrävda markeras de med en streckad linje.

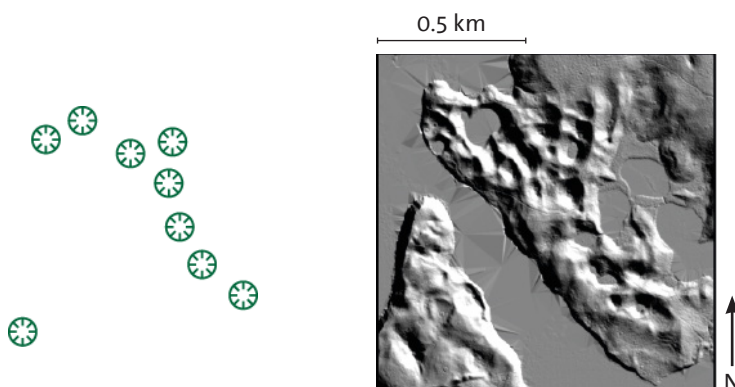
Information om åsars utbredning är viktig i första hand vid grundvattenkartering då de utgör betydande akvifärer. Dessutom är denna information av vikt vid modelleringen av subglaciala förhållanden under istiden samt vid rekonstruktionen av densamma.

## Glacifluviala deltan

*Glacifluviala deltan* består mestadels av glacifluvial sand och grus avsatt i lugnt vatten. Efter deglaciationen har landformen separerats från det vatten den ursprungligen bildades i, genom landhöjning eller sänkning av isjöytor. En polygon symboliserar landformen (fig. 14). Kunskap om *glacifluviala deltan* är viktigt vid planering av grundvattenresurser.



Figur 15. Symbolisering av iskontakter. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 16. Symbolisering av dödisgropar. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.

### **Iskontakter**

I vissa fall har den proximala delen av ett delta byggts upp vid iskanten. Då inlandsisen drog sig tillbaka lämnas en brant sluttning på deltats proximalsida, en *iskontakt*. Denna sluttning ger information om en tillfälligt stillastående iskant och kartläggs som linjeobjekt (fig. 15). Kunskapen om *iskontakter* är viktiga i första hand vid rekonstruktion av isavsmältningen.

### **Dödisgropar**

Då isen lämnat ett område kan isblock lämnas kvar inlagrade i sedimentet. Senare, då isen smält, bildas gropar i sedimentet. Dessa kallas för *dödisgropar* och karteras som punktobjekt (fig. 16). *Dödisgropar* är viktiga i första hand vid naturvårdsarbeten.

### **Postglaciala enheter**

#### **Högsta kustlinjen**

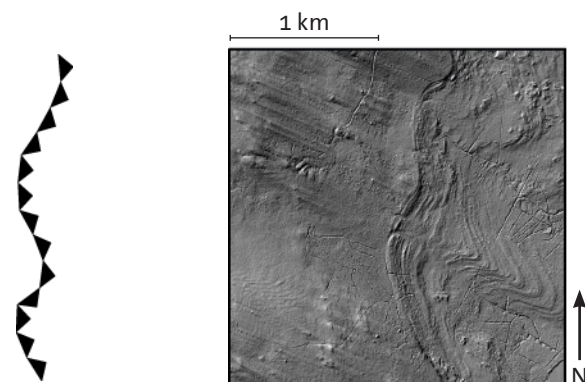
Efter den senaste isavsmältningen var stora delar av Sverige nedpressat under havsnivån eller Östersjöns yta. Den högsta nivå som havet eller Östersjön nådde kallas den *högsta kustlinjen*, HK. Vågverkan kan skapa strandhak eller strandryggar av avsatt svallsediment, de högsta av dessa inom ett område karteras som HK och symboliseras av ett linjeobjekt (fig. 17).

## Flygsanddyner

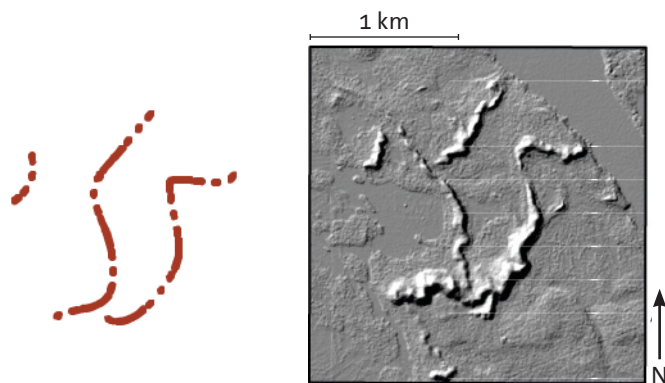
Vind kan erodera, transportera och avsätta finsand som *flygsanddyner*. *Flygsanddyner* har i vissa områden avsatts nära iskanten innan vegetationen fått fäste. Dyner har också bildats senare i kustområden. Dessa är symboliserade av ett linjeobjekt som följer dynformens rygg (fig. 18). *Flygsanddyner* karteras i första hand då de är av intresse vid till exempel naturreservatsbildningar och för bedömning av geovetenskapligt bevarandevärde.

## Moderna deltan

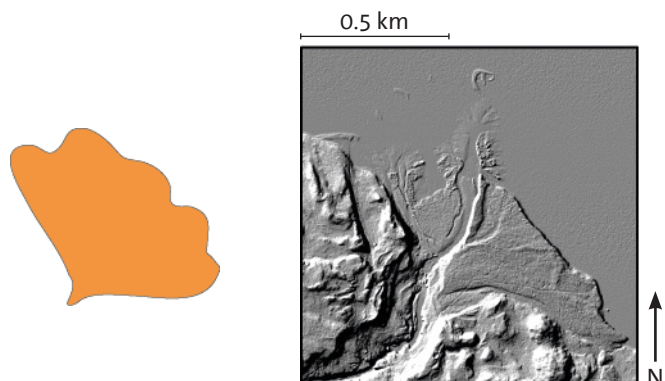
Deltan har också bildats postglacialt vid åars och älvars mynningar. Endast morfologiskt tydliga deltan karteras och en polygon används för att symbolisera dem (fig. 19). Deltan, och i synnerhet moderna sådana, är betydelsefulla för naturvården.



Figur 17. Symbolisering av högsta kustlinjen. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 18. Symbolisering av flygsanddyner. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.



Figur 19. Symbolisering av moderna deltan. **Vänster:** Symbol använd i databasen. **Höger:** Exempel ur NNH.

## UTSEENDE OCH ATTRIBUT

Färgerna som används i symbologin baseras delvis på teckenförklaringen till den jordarts-geologiska kartan och inkluderas i figur 1. Vi föreslår, när användare lägger till egna enheter, att enheter med liknande genes och morfologi får liknande färger.

Möjligheten att lägga till ickegeografiska data till de geomorfologiska enheternas attributtabeller används i SGUs geomorfologiska databas. Detta låter oss lagra information som i en traditionell kartprodukt hade varit svåra att presentera. För varje landform där attributdata är av intresse, kan något av följande attribut användas; höjd, riktning, längd och relativ ålder. Höjddata lagras i meter för glacifluviala deltan och högsta kustlinjen. För läsidesmoräner lagras riktningen i grader tillsammans med längden, vilken också lagras för alla typer av glaciala lineationer. Utöver detta lagras också den relativa åldern för olika landformsgrupper, när det är möjligt att utläsa ålderställningar. Den relativa åldern lagras när landformer korsar varandra. För att lagra denna information används två attributfält. Det första för att gruppera de landformer som är berörda och det andra fältet används för den faktiska ålderställningen mellan landformerna.

## SLUTORD

SGU planerar att använda den här föreslagna teckenförklaringen för att kartlägga de geomorfologiska förhållandena i Sverige. Denna databas kan komma att användas inom flertalet områden men projektets målsättning är inte att lösa småskaliga vetenskapliga problemställningar. Dessa problem får i första hand lösas av andra forskare. Vi välkomnar dem att använda denna teckenförklaring som en startpunkt för deras egen kartläggning i hopp om att en viss grad av standardisering kommer leda till ökad och bättre kommunikation mellan olika geomorfologiska arbetsgrupper i Sverige.

## REFERENSER

- Aylsworth, J.M. & Shilts, W.W., 1989: Bedforms of the Keewatin Ice Sheet, Canada. *Sedimentary Geology* 62, 407–428.
- Benn, D.I. & Evans, D.J.A., 1998: *Glaciers and Glaciation*. Arnold, London. 734 s.
- Bouchard, G.S., 1989: Subglacial landforms and deposits in central and northern Quebec, Canada, with emphasis on Rogen moraine. *Sedimentary Geology* 62, s. 293–308.
- Boulton, G.S., 1987: A theory of drumlin formation by subglacial deformation. I Menzies, J. & Rose, J. (red.): *Drumlin Symposium*. Balkema, Rotterdam, s. 28–80.
- Boulton, G.S. & Hindmarsh, R.C.A., 1987: Sediment Deformation Beneath Glaciers: Rheology and Geological Consequences. *Journal of Geophysical Research* 92, 9059–9082.
- Clark, C.D., 1993: Mega-scale lineations and cross-cutting ice-flow landforms. *Earth Surface Processes and Landforms* 18, 1–29.
- Clark, C.D., Hughes, A.L.C., Greenwood, S.L., Spagnolo, M. & Ng, F.S.L., 2009: Size and shape characteristics of drumlins, derived from a large sample, and associated scaling laws. *Quaternary Science Reviews* 28, 677–692.



- Clayton, L., Attig, J.W., Ham, N.R., Johnson, M.D., Jennings, C.E. & Syverson, K.M., 2008: Ice-walled-lake plains: Implications for the origin of hummocky glacial topography in middle North America. *Geomorphology* 97, 237–248.
- Dunlop, P. & Clark, C.D., 2006: The morphological characteristics of ribbed moraine. *Quaternary Science Reviews* 25, 1668–1691.
- Hindmarsh, R.C.A., 1998a: Drumlinization and drumlin-forming instabilities: viscous till mechanisms. *Journal of Glaciology* 44, 293–314.
- Hindmarsh, R.C.A., 1998b: The stability of a viscous till sheet coupled with ice flow, considered at wavelengths less than ice thickness. *Journal of Glaciology* 44, 288–292.
- Hindmarsh, R.C.A., 1999: Coupled ice-till dynamics and the seeding of drumlins and bed-rock forms. *Annals of Glaciology* 28, 221–230.
- Hoppe, G., 1952: Hummocky moraine regions with special reference to the interior of Norrbotten. *Geografiska Annaler* 34, 1–72.
- Hättestrand, C., 1997: Ribbed moraines in Sweden – distribution pattern and palaeoglaciological implications. *Sedimentary Geology* 111, 41–56.
- Hättestrand, C. & Kleman, J., 1999: Ribbed moraine formation. *Quaternary Science Reviews* 18, 43–61.
- Klassen, R.A., 1999: The application of glacial dispersal models to the interpretation of till geochemistry in Labrador, Canada. *Journal of Geochemical Exploration* 67, 245–269.
- Kleman, J., 1988: Linear till ridges in the southern Norwegian-Swedish mountains: evidence for a subglacial origin. *Geografiska Annaler* 70A, 35–45.
- Kleman, J., Hättestrand, C., Borgström, I. & Stroeven, A., 1997: Fennoscandian palaeoglaciology reconstructed using a glacial inversion model. *Journal of Glaciology* 43, 283–299.
- Kujansuu, R., 1967: On the deglaciation of western Finnish Lapland. *Bulletin de la commission Géologique de Finlande* 232, 98 s.
- Lagerbäck, R., 1988: The Veiki moraines in northern Sweden – widespread evidence of an Early Weichselian deglaciation. *Boreas* 17, 469–486.
- Lantmäteriet, 2010: *Produktbeskrivning: GSD-Höjddata, grid 2+*.
- Lindén, M., Möller, P. & Adrielsson, L., 2008: Ribbed moraine formed by subglacial folding, thrust stacking and lee-side cavity infill. *Boreas* 37, 102–131.
- Lundqvist, J., 1989: Rogen (ribbed) moraine – identification and possible origin. *Sedimentary Geology* 62, 281–292.
- Möller, P., 2006: Rogen moraine: an example of glacial reshaping of pre-existing landforms. *Quaternary Science Reviews* 25, 362–389.
- Nilsson, B., Klint, K.E.S., Troldborg, L. & Jakobsen, P.R., 2011: A new approach for evaluating geological heterogeneity in areas covered with clay till using “The Poly Morphological

Concept". *Geological Society of America Abstracts with Programs* 43.

Sharp, M.J., 1985: "Crevasse-fill" ridges: a landform type characteristic of surging glaciers. *Geografiska Annaler* 67A, 213–220.

Shaw, J., 1983: Drumlin formation related to inverted melt-water erosional marks. *Journal of Glaciology* 29, 461–479.

Svenska Akademien, 2006: Svenska Akademiens ordlista över svenska språket. Nordstedts akademiska förlag, Stockholm, s. 762.

Van Tatenhove, F.G.M., Van Der Meer, J.J.M. & Huybrechts, P., 1995: Glacial-geological/geomorphological research in west Greenland used to test an ice-sheet model. *Quaternary Research* 44, 317–327.