

# Glacial och periglacial geologi på Glötesvålen i Härjedalen

Robert Lagerbäck & Gunnel Ransed

november 2011



SGU-rapport 2011:9



**SGU**

Sveriges geologiska undersökning  
Geological Survey of Sweden

Omslagsbild: En hällkant på Glötesvålen som visar förhållandet mellan vindslipning och yngre glacialerosion. Ena sidan av hällkanten (till höger) är slipad av vind och därefter har hällen slipats ner av inlandsis (den plana ytan under kompassen). Se även figur 25.

Alla fotografier i rapporten är tagna av författarna.

Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
tel: 018-17 90 00  
fax: 018-17 92 10  
e-post: [sgu@sgu.se](mailto:sgu@sgu.se)  
**[www.sgu.se](http://www.sgu.se)**

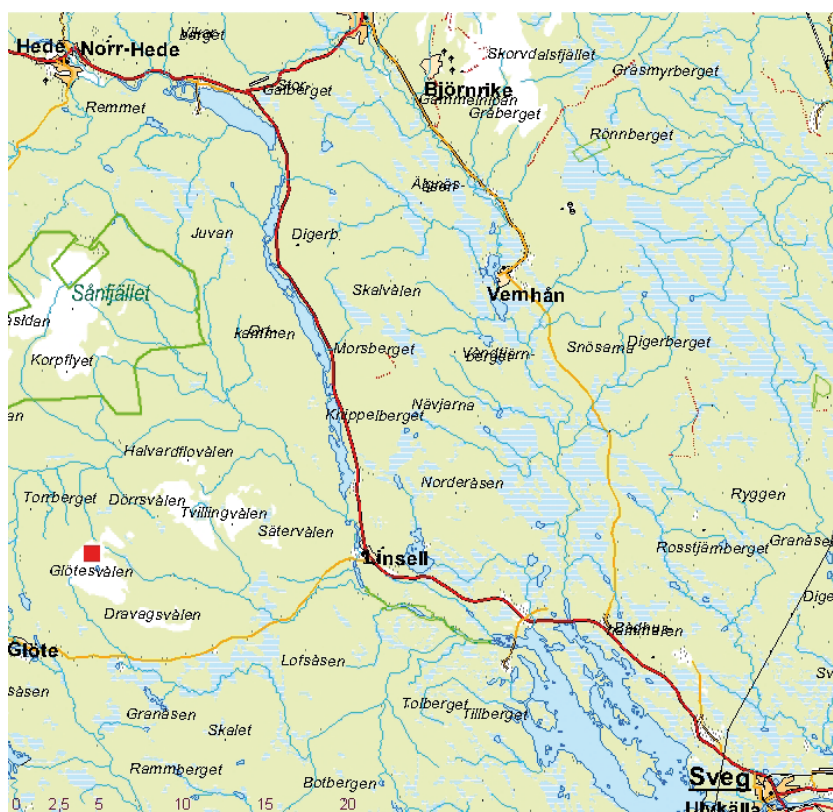
## **INNEHÅLL**

<b>Inledning</b> .....	<b>2</b>
<b>Kort om områdets topografi och geologi</b> .....	<b>3</b>
<b>Rekognosering och iakttagelser</b> .....	<b>9</b>
<b>Några reflexioner</b> .....	<b>20</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>21</b>

## INLEDNING

Glötesvålen är ett lågfjäll ca fyra mil västnordväst om Sveg (fig. 1). I Härjedalens kommuns översiktsplan (2004) utpekades Glötesvålen som ett område lämpat för vindkraft och O2 Vindkompaniet har ansökt om och beviljats, tillstånd att uppföra en större grupp vindkraftverk på fjället. SGU har under ärendets gång haft det på remiss vid upprepade tillfällen – från kommunens översiktsplan till Miljööverdomstolen – och hela tiden ställt sig negativ till valet av plats pga. fjällets orördhet och höga geovetenskapliga värden. Ärendet har överklagats av bl.a. Kammarkollegiet ända upp till sista instans, dvs. Miljööverdomstolen. På uppdrag av O2 Vindkompaniet gjorde SGU under ärendets gång en dokumentation av Glötesvålens geologi (Grånäs 2007). Dokumentationen innefattade förutom en kartläggning av jordarterna och en redovisning av olika geovetenskapliga företeelser även ett försök till värdering av Glötesvålens geovetenskapliga kvaliteter. Dessa bedömdes utifrån vad som då var känt som höga och det konstaterades att varje mänskligt ingrepp uppe på fjället skulle bli bestående och att den idag orörda landskapsbilden oåterkalleligen skulle förstöras om vindkraftsplanerna sattes i verket. Geologin uppe på fjället är sådan att den inte går att ”återställa” efter ett ingrepp på det sätt som hjälpligt kan göras på andra platser med mer normala jordartsgeologiska förhållanden.

Inför behandling i Miljööverdomstolen ombads SGU av Kammarkollegiet att vara sakkunnig instans vid förhandlingarna som planerades till hösten 2010, samt bistå vid den syn uppe på fjället som antogs skulle äga rum i samband med förhandlingarna. Undertecknade utsågs att företräda SGU vid förhandlingarna, men eftersom den ene av oss (Ransved) aldrig besökt fjället, och den andre (Lagerbäck) endast snabbt skidat över det en februaridag för ett tjuogo-

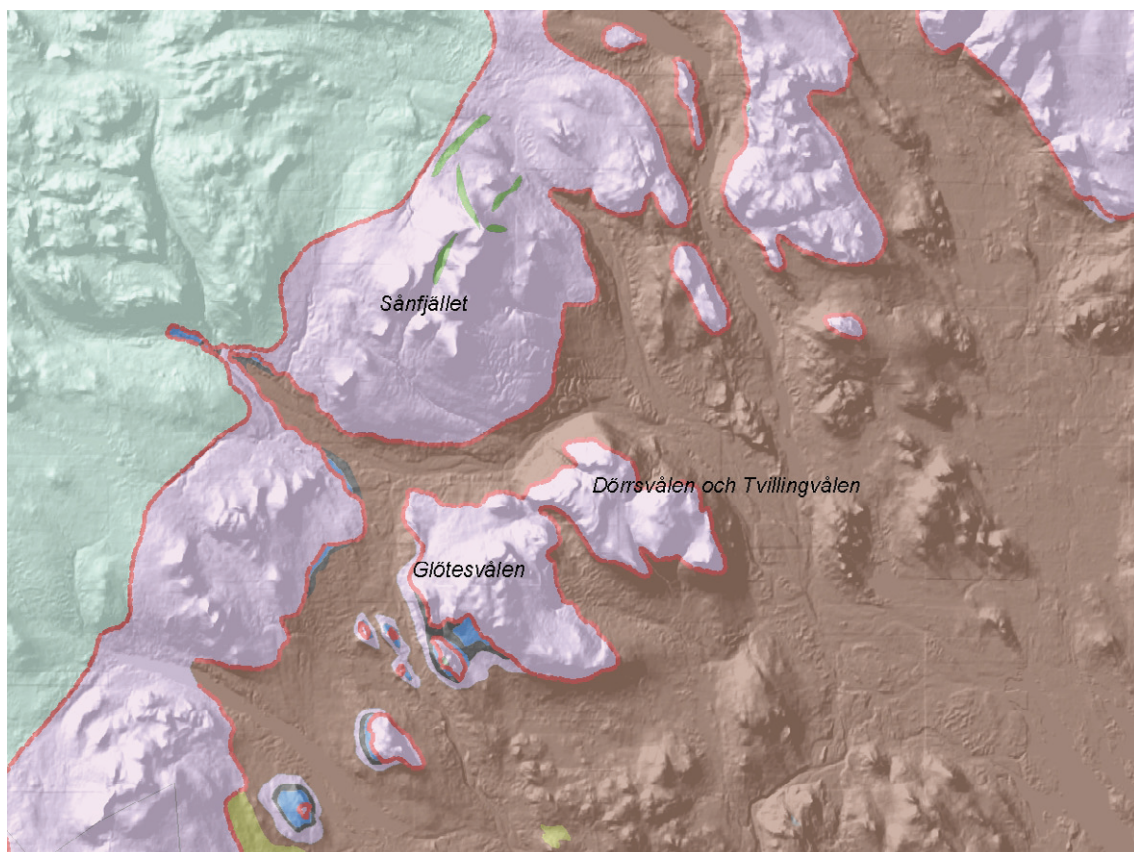


Figur 1. Översiktskarta över området. Glötesvålen är markerad med en röd symbol och Sånfjällets nationalpark med grön avgränsningslinje. © Lantmäteriet

tal år sedan, kände vi ett starkt behov av att orientera oss på plats innan förhandlingar och syn. Vi åkte därför upp till Glötesvålen strax innan midsommar 2010 för att rekognosera inom området och för att sammanträffa med advokatfiskal Nils Leine som företrädde Kammarkollegiet i ärendet. Vår uppgift var således att inför förhandling och syn bistå Kammarkollegiet med information om vad som var känt om geologin och de geologiska värdena på fjället, samt att under förhandlingarna i Miljööverdomstolen framföra SGUs argument för varför fjället inte borde exploateras. I samband med besöket på fjället gjorde vi en del iakttagelser och reflexioner som vi tycker att det kunde vara motiverat att dokumentera. Detta görs kortfattat i föreliggande rapport.

## KORT OM OMRÅDETS TOPOGRAFI OCH GEOLOGI

Glötesvålen, närliggande vålar samt Sånfjället består av Vemdalskvartsit, en gråvit och hård bergart som ingår i den undre och mellersta skollberggrunden (fig. 2). Kvartsiten är motståndskraftig mot kemisk vittring men har däremot utsatts för intensiv frostsprängning under en eller flera perioder med periglacialt klimat (fig. 3). Glötesvålen och de andra vålarna,



Figur 2. Berggrunden inom området redovisad på en höjdreliëfkarta. Vemdalskvartsitens (ljuslila) egenskaper skapar särpräglade landskap genom att kvartsitfjällen sticker upp ur omgivande terräng som markanta massiv. Kvartsiten tillhör fjällkedjans skollberggrund och har vid fjällkedjans bildning skjutits ut över underliggande berggrund (urberget). Sandsten (turkos) och Vemdalskvartsit är bergarter som tillhör fjällkedjans skollberggrund, och brun färg visar urberget (bestående av bl.a. granit och porfyr). I gränsen (röd linje) mellan urberget och skollberggrunden förekommer kalksten (blått) och alunskiffer (mörkgrått).

© Lantmäteriet (höjdreliëfkartan).



Figur 3. Glötesvålen från Sånfjällets sydligaste topp, Korpflyet. I förgrunden syns starkt frostsprängd (rösad) Vemdalskvartsit och även de övre, ljusgrå delarna av Glötesvålen domineras av samma frostsprängda kvartsit.

liksom flera av de mindre bergknallarna i trakten, utgör väldefinierade massiv som markant reser sig ur omgivande terräng, medan Sånfjället snarast utgör ett kluster av enskilda, relativt spetsiga toppar som dessutom når ett par hundra meter högre än något av de andra bergen i området (fig. 4 och 5). Glötesvålen är ett utpräglad platåformat massiv. Fjället når upp till och strax över trädgränsen på ca 900 m, men ett tunt eller nästan obefintligt jordtäckte är starkt bidragande till att växtligheten uppe på de högre delarna är mycket sparsam. Berggrunden uppe på platån är kraftigt frostsprängd och blockfält upptar stora arealer (fig. 3 och 6). Frostsprängningen och andra periglaciala fenomen, som vindslipning och olika typer av strukturmark, härrör från en isfri period (interstadial) under Weichselistiden med åtminstone tidvis mycket strängt klimat. Vindslipningen av block och hällar har åstadkommit av ispartiklar i kombination med mycket hårda vindar och sannolikt mycket sträng kyla. Den isfria perioden antas motsvara Tarendöinterstadialen i nordligaste Sverige och inträffade sannolikt för ca 80 000 år sedan. Området har därefter varit täckt av inlandsis tills denna smälte bort för ca 10 000 år sedan.

Den senaste inlandsisen har, trots att den täckte området i mer än 50 000 år, haft en generellt sett blygsam effekt på berggrunden och på äldre kvartära avlagringar uppe på såväl Glötesvålen som på de andra bergen i trakten. Förklaringen till detta är sannolikt att isen var fastfusen till marken under praktiskt taget hela sin existens. Det interstadiala landskapet är i stor utsträckning bevarat och spåren av de processer som pågick under interstadialen kan fortfarande ses i dagens landskap. Vindslipning förekommer allmänt (fig. 7) och rösmateria-



Figur 4. Glötesvålen från norr. Fotot är taget strax utanför Sånfjällets nationalpark.



Figur 5. Vy mot Sånfjället från helikopter ovanför Glötesvålen. Sånfjället består av ett antal separata toppar till skillnad mot Glötesvålen som har utpräglad platåkaraktär (jfr Figur 3 och 4). I förgrunden syns delar av O2 Vindkompaniets vindmätningstrustning.



Figur 6. De övre delarna av Glötesvålen karakteriseras av vidsträckta blockmarker och en ytterst sparsam vegetation.



Figur 7. Vindslipad kvartsithäll på Tvillingvålen. Den vindslipade hällytan vetter åt nordväst (snett ned mot vänster i bild).

let från den omfattande frostsprängningen ligger i stor utsträckning kvar på bergens höjdparter (fig. 3 och 6). Borrningar som gjordes för 20 år sedan (Lagerbäck) i en liten myr på den närliggande Dörrsvålen (fig. 8) påvisade mäktiga och välbevarade organiska sediment från interstadialen under ett mycket tunt moränlager. Ytterst lite främmande material, t.ex. block av andra bergarter än den lokala kvartsiten, förekommer uppe på Glötesvålen (fig. 9). Detta kan antyda att inte bara den senaste isens påverkan på fjället var svag utan också att den totala påverkan av de kvartära inlandsisarna varit tämligen blygsam.

Längs vålarnas brantare sidor finns omfattande talusbildningar, medan de något flackare sluttningarna på sina ställen är intensivt fårade av smältvattenrännor. Inte minst gäller detta Sånfjället. Den lägre terrängen mellan de uppstickande vålarna intas till stor del av kullig morän, delvis av Rogentyp, samt isälvsavlagringar. Den kulliga moränen bildades med största sannolikhet under den senaste nedisningens avsmältningsskede medan delar av isälvsavlagringarna kan vara äldre och avsatta under en tidigare isavsmältning. Detta antyds av att vindslipade "moränblock" på sina ställen påträffas ovanpå gruset. Särskilt vidsträckt är isälvsavlagringarna i Råndens dalgång mellan Sånfjället och vålarna i söder samt längs Ljusnans dalgång i sydost. Generellt tycks den senaste inlandsisen ha haft en betydligt mer omdanande effekt på landskapet i terrängens lägre delar än uppe på fjällen, men isens påverkan växlar också, som vi ska se, mycket starkt även i "sidled" uppe på Glötesvålen. Under den postglaciala tiden, dvs. efter att den senaste inlandsisen smälte bort, har inte mycket hänt. En viss jordflytning har säkerligen förekommit i sluttande terräng och en viss blockanrikning i markytan torde ha ägt rum genom uppfrysning inom områden med högt grundvattenstånd. Torvbildningen i de begränsade vattensjuka områdena tycks relativt blygsam och vittringen likaså.

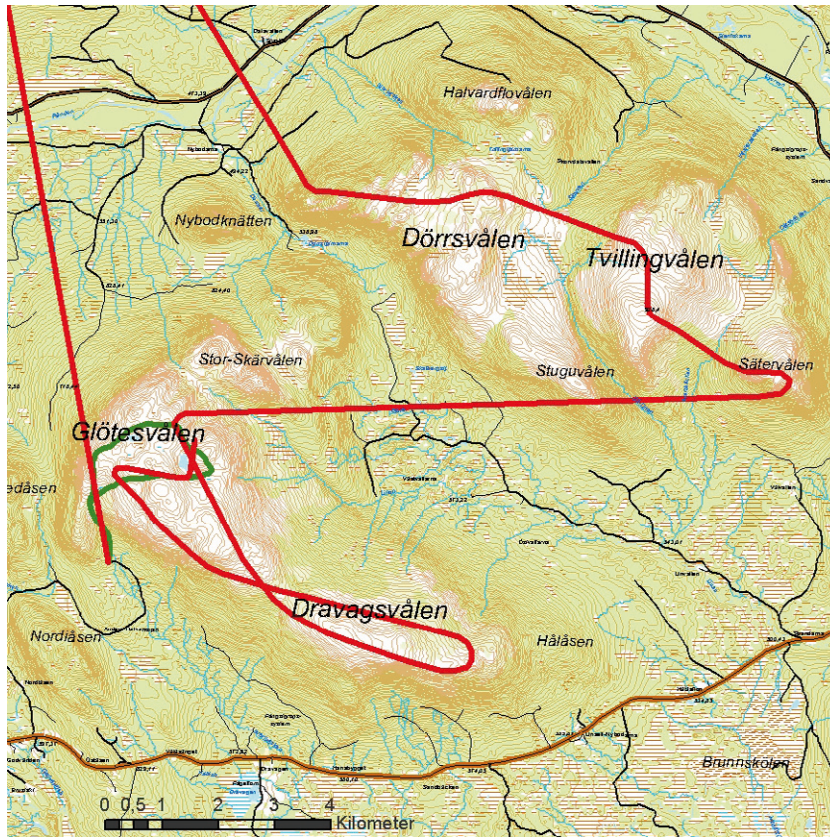
Till följd av bergets branta sidor och blockrikedomen uppe på platån är de övre delarna av Glötesvålen svårtillgängliga, speciellt sommartid, och därför så gott som opåverkade av mänsklig aktivitet. Förutom O2 Vindkompaniets vindmätningstrustning (se fig. 5) hittades praktiskt taget inga spår av att människor varit där.



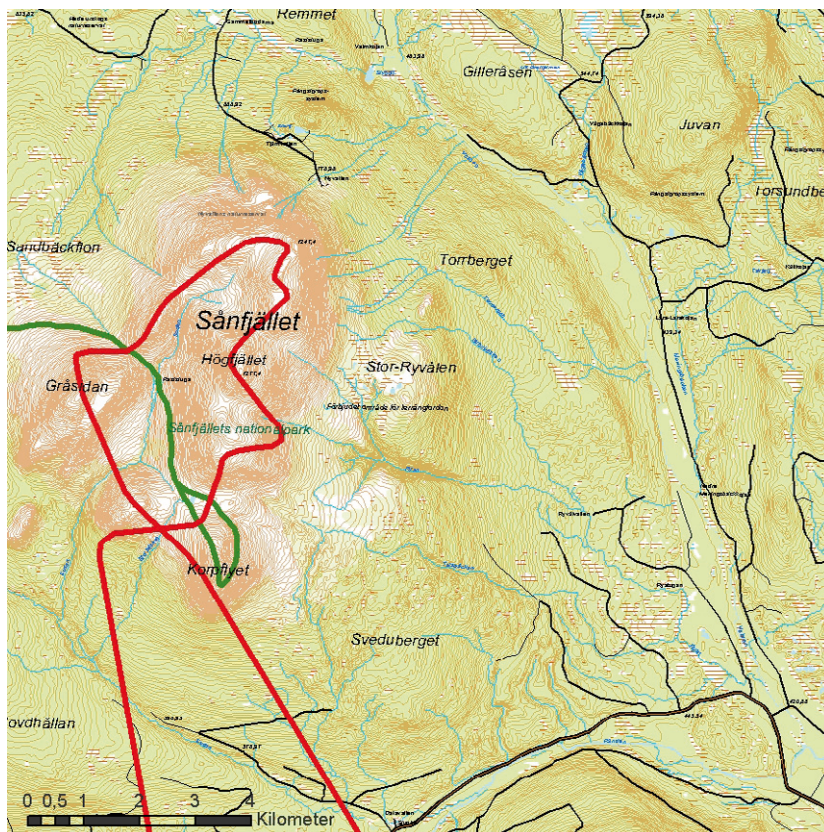
Figur 8. Den tidigare undersökta myren på norra delen av Dörrsvålen. Borrningar i myren påvisade välbevarade interstadiala organiska avlagringar under postglacial torv och ett tunt moränlager. Inlandsisen förmodade inte erodera de organiska sedimenten nämnvärt och det tunna moränlagret (ca 0,5 m) var den enda avlagring som avsattes under hela den senaste nedisningen som varade under mer än 50 000 år. I bakgrunden ses Sånfjället.



Figur 9. Block av andra bergarter än den lokala kvartsiten är ovanliga på Glötesvålen. Detta hittades uppe i stenskravlet sydväst om den stora tjärnen. De främmande blocken ligger ofta ovanpå och inte bland rösblocken, vilket antyder att åtminstone många av dem transporterats dit med den senaste inlandsisen. Detta stöds av att andra främmande block hittades intill vindslipade hållar och rösblock utan att själva vara vindslipade.



Figur 10. Utsnitt ur terrängkartan över Glötesvålen och närliggande vålar. Ungefärliga marsch- och flygrutter är markerade med grönt respektive rött.  
© Lantmäteriet



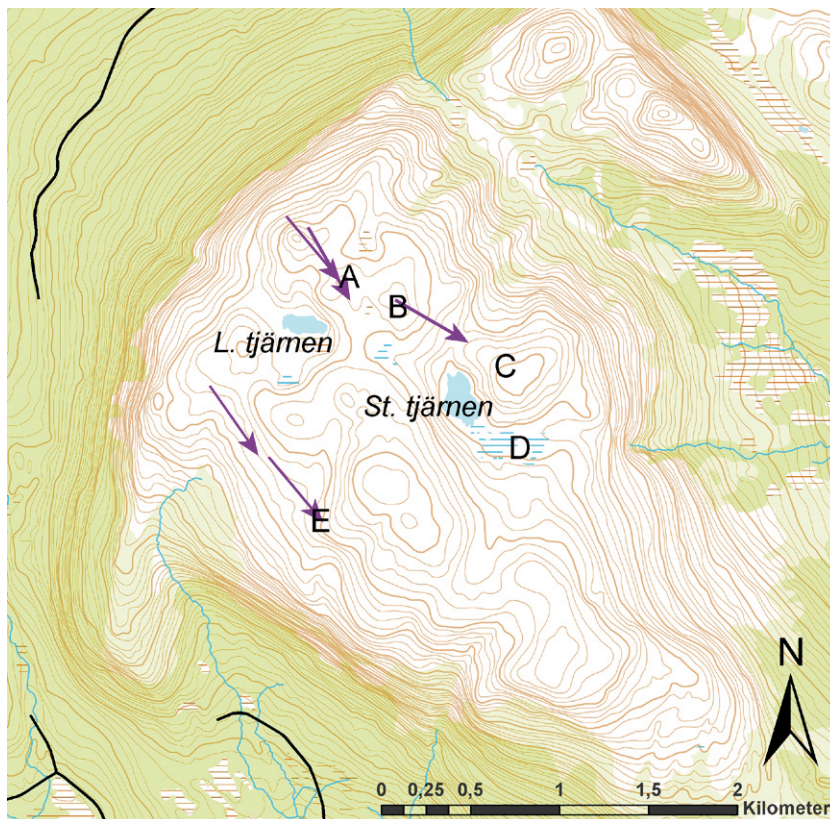
Figur 11. Utsnitt ur terrängkartan över Sånfjället. Ungefärliga marsch- och flygrutter är markerade med grönt respektive rött.  
© Lantmäteriet

## REKOGNOSERING OCH IAKTTAGELSER

Två dagar ägnades åt rekognosering till fots inom området, en dag på Sånfjället och en på Glötesvålen. Den tredje dagen flög vi en runda med helikopter samt gick en sväng uppe på Glötesvålen tillsammans med Kammarkollegiets representant för att introducera honom i områdets geologi. Marsch- och flygrutter framgår av figurerna 10 och 11. Figur 12 visar läget för några av de observationer som gjordes på Glötesvålen.

Rekognoseringen visade att blockmarker, vindslipning och olika typer av s.k. strukturmark förekommer på såväl Sånfjället som Glötesvålen och de andra vålarna, men att utformning och bevarandegrad tycks variera starkt från plats till plats. Till följd av den kuperade topografin karakteriseras Sånfjället i hög grad av olika typer av sluttningsprocesser. Blocksträngar och strukturer som påvisar omfattande jordflytning förekommer mycket allmänt där (fig. 13) men saknas nästan helt uppe på vålarna. I den mer flackt utformade terrängen på vålarna dominerar strukturmarken istället av s.k. stenringar, men välutbildade stenringar iaktogs också uppe på Sånfjällets högre och flackare partier (fig. 14).

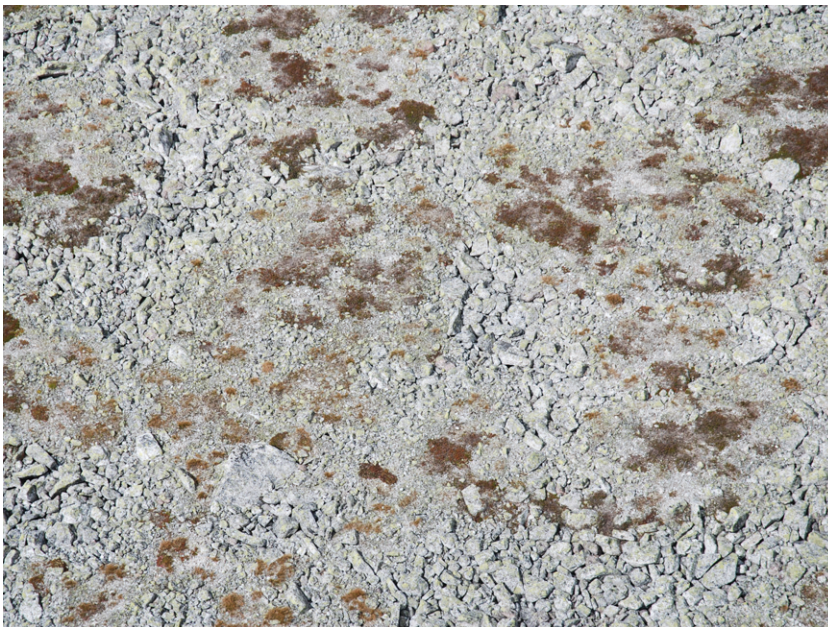
Det som tilldrog sig störst intresse under rekognoseringen var de olika periglaciala företeelsernas förhållande till inlandsisarnas rörelser, och då främst den senaste isens varierande påverkan på den interstadialt utformade markytan. Rekognoseringen på Sånfjället gav flera exempel på hur den senaste isen påverkat det periglaciala landskapet där och hur isens påverkan tycktes avta med höjden. På lägre nivåer hade isen på flera ställen dragit ut rösmaterial i rörelseriktningen (fig. 15), slipat av de högsta partierna av vackert vindskulpterade hållar (fig. 16) och bökat om i markytan, medan påverkan generellt tycktes avta mot höjdlägena där såväl vindslipning som strukturmark fanns kvar intakt (fig. 17).



Figur 12. Utsnitt ur terrängkartan över Glötesvålen. Bokstäverna refererar till platser som nämns i texten och räf-felobservationer som gjordes i samband med rekognoseringen är markerade med lila pilar.  
© Lantmäteriet



Figur 13. Utsikt mot väster från helikopter strax ovanför Sånfjällets högsta topp. Frostmarksprocesser har i hög grad satt sin prägel på fjället. Sluttningen i förgrunden, ned mot Sododalen, domineras helt av blocksträngar.



Figur 14. Stenringar på flack mark uppe på de högsta delarna av Sånfjället, ca 1 km nordost om högsta toppen. Polygonernas storlek är ca 5 m.



Figur 15. Gråsidan, den västligaste av Sånfjällets toppar. Ett utdraget rösmaterial i den lägre, flacka delen av Gråsidans sydostsluttning (från foten av den branta bergsidan och snett ned mot vänster i bild) antyder att den senaste inlandsisen har här rört sig från ungefär nord eller nordnordväst.



Figur 16. I slutningen längs stigen norr om Gråsidan (på Sånfjället) hittades intensivt och vackert vindslipade hållar. De vindslipade ytorna vetter mot nordväst och vindslipningsmönstret visar också tydligt att den blåstrande vinden varit nordvästlig. På de översta partierna av hållarna är vindslipningen bortslipad av den senaste inlandsisen. Att någon allmän vindslipning inte hittades på blocken i omgivningarna visar att den senaste isen möblerat om i markytan inom området.

De i särklass mest uppseendeväckande utslagen av den senaste isens aktivitet och påverkan på det periglaciala landskapet noterades dock på Glötesvålen. Redan för 20 år sedan gjordes i samband med stratigrafiska borrhningar på grannfjället Dörrsvålen en del intressanta iakttagelser av isräfflor och deras åldersförhållande till vindslipningen där. På norra Dörrsvålen hittades då spår av två nordvästliga isrörelsesystem, det ena yngre och det andra äldre än vindslipningen. Den yngre isrörelsen hade endast påverkat de översta, uppstickande delarna av hållar och block medan den äldre isrörelsen inte bara räfflat utan även format hållarna och gett dem rundhällskulptur. På en plats hittades dessutom isräfflor från nästan rakt nordligt håll som var äldre än det yngsta nordvästliga systemet och sannolikt också äldre än vindslipningen. Det noterades i dagboken (Lagerbäck 1990) att Dörrsvålen och de andra fjällmassiven tycktes vara utomordentligt lämpliga undersökningsområden för att utreda olika isrörelser och deras åldersrelationer till de periglaciala företeelserna, en uppfattning som nu fick ökad aktualitet.

Under promenaden uppe på Glötesvålen kunde nu konstateras hur den senaste isens påverkan inom korta avstånd varierade från ingen påverkan alls till en borttransport av rösmaterial och en intensiv nedslipning av berggrunden. Inom den nordvästra delen av fjället dominerade blockskravel men en hel del uppsprucket berg stack upp ur blockmattan, sannolikt åtminstone delvis pga. att den senaste inlandsisen rensat undan en del rösmaterial. De



Figur 17. Helikoptervy mot sydsydost upp mot Korpflyets topp, på Sånfjället. I sluttningen syns blocksträngar och svag antydning till stenringar. Strukturmarken blir allt bättre bevarad uppåt i sluttningen och under promenaden upp mot toppen hittades successivt allt fler vindslipade stenar och block, även i blocksträngar och polygonliknande strukturer. Vindslipningen på de uppfusna blocken visar att vindslipningen där är yngre än utbildningen av strukturmarken.

uppstickande hållkanterna tycktes också på några håll vara avrundade av isslipning, men det är osäkert om det var den senaste eller en äldre nedisning som orsakat denna avrundning. Så länge isslipningen inte uppträdde tillsammans med vindslipning och kunde relateras till denna, var det även på andra delar av fjället svårt att bedöma om det var den senaste isen eller äldre isar som varit verksamma. Vindslipning iaktogs endast sporadiskt på block och uppstickande hållkanter på den nordvästra delen av fjället. Isräfflor hittades på två närliggande platser på det lilla höjdpartiet (A i fig. 12) ca 400 m nordost om den mindre av de två tjärnarna. Räfflor på den ena platsen hade riktningen  $320\text{--}330^\circ$  och låg i läge i förhållande till vindslipning på samma håll. Isrörelsen var således äldre än vindslipningen och kan motsvara det äldre nordvästliga räffelsystem som tidigare noterats på Dörrsvålen (se ovan). På samma sätt som på Dörrsvålen fanns även här en tendens till rundhällskulptur på några av de uppstickande hållarna. På den andra platsen noterades räfflor i riktning  $330\text{--}335^\circ$ , men något åldersförhållande till vindslipningen gick inte att utläsa.

På nästa höjdparti (B i fig. 12), ca 500–600 m nordväst om den stora tjärnen, och sedan vidare österut mot höjden strax nordost om denna (C i fig. 12), blev spåren av den senaste isen alltmer påtagliga och relativt stora hållpartier var inte bara rensade från rösmaterial utan också ordentligt isslipade och räfflade (fig. 18). Denna isrörelse, som således är yngre än rösningsen och, visade det sig, även vindslipningen, hade här riktningen ca  $300^\circ$  enligt skärbrott och isräfflor på de planslipade hållarna (fig. 19 och 20). Många av hållarna på denna del av fjället var ordentligt avhyvlade av isen vilket är synnerligen anmärkningsvärt med tanke på att den knappt förmått göra någonting åt den periglaciala markytan endast ett kort stycke därifrån, på den sydvästra sidan av den stora tjärnen (fig. 21, 22 och 23).



Figur 18. Höjdpartierna nordväst (förgrunden, B i fig. 12) respektive nordost (bakgrunden, C i fig. 12) om den stora tjärnen på Glötesvålen är i stor utsträckning rensade från rösmaterial och hållarna visade sig vid närmare undersökning från marken vara tämligen intensivt glacialslipade. Fotot är taget mot sydost.



Figur 19. Uppsprucket och därefter intensivt glacialslipat hållparti några hundra meter norr om den stora tjärnen. Flertalet av de enskilda hållfragmenten tycks knappt ha rubbats ur sina primära lägen trots att deras ovansidor utsatts för den intensiva glacialslipningen.

Iserosionen visade sig inte bara växla i sidled utan också vara starkt höjdberoende i den lilla skalan på så vis att uppstickande hållpartier kunde vara intensivt isslipade, medan något lägre liggande hållpartier var helt råa eller hade bevarad vindslipning. Likaså var flera högt liggande rösblock isslipade på de översta delarna, medan andra låg kvar helt opåverkade i bara något lägre och därmed något mer skyddade lägen.



Figur 20. Närbild på det intensivt glacialslipade hållpartiet i figur 19. Skärbrott och tunna isräfflor visar att isen rört sig från västnordväst, dvs. från höger i bild.



Figur 21. Foto taget mot sydväst från höjdpunkt (C i figur 12) omedelbart nordost om stora tjärnen. I förgrunden syns hållar som plockats rena från rösmaterial och slipats av den senaste inlandsisen. Slutningen i bakgrunden däremot förefaller helt opåverkad av isen, rösblocken ligger där kvar och täcker berggrunden helt och hållet.



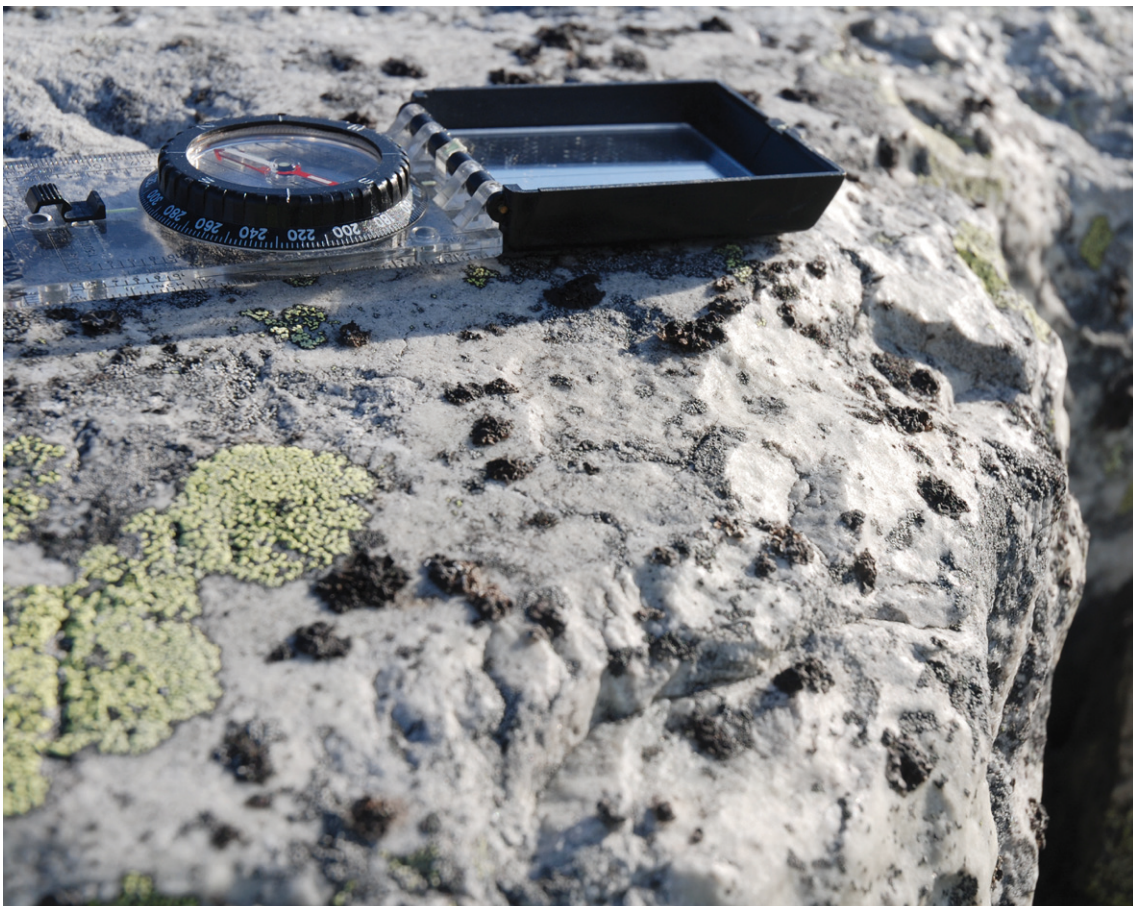
Figur 22. Foto taget från luften över, i förgrunden, det intensivt isslipade höjdpartiet (C i figur 12) omedelbart nordost om stora tjärnen respektive, i bakgrunden, det av den senaste isen opåverkade området på andra sidan tjärnen (jfr. figur 18 och 21).



Figur 23. Vy mot nordost över den stora tjärnen och det bakomliggande höjdpartiet som i stor utsträckning plockats rent från rösmaterial och slipats av is enligt figurerna 19–22, 24 och 25. I förgrunden av isen opåverkad strukturmark. Jämför med figur 21 som visar motsatt riktning från andra sidan tjärnen.



Figur 24. Uppsprucket och därefter intensivt glacialslipat hållparti på den flacka höjden omedelbart nordost om stora tjärnen. De brantstående sidorna av de enskilda, från varandra helt lösa hållfragmenten, är vindslipade. De enskilda hållfragmenten tycks således inte ha rubbats ur läge trots den intensiva glacialslipningen utan varit "fastlimmade" av is till varandra och till marken.



Figur 25. Närbild på en av hållkanterna på det sönderspruckna och senare glacialslipade hållpartiet i Figur 24. Kompassen ligger på den planslipade ovansidan av hållfragmentet. Den isslipade ytan skär mycket abrupt av den vindslipade, brantstående ytan till höger. Trots att isen rört sig från höger i bild har den inte förmått slipa den vindslipade ytan ens en millimeter nedanför det uppenbarligen mycket väldefinierade glidplanet i isen. Kontakten mellan glacialslipat och inte glacialslipat är knivskarp.

Även helt sönderfrusna hållpartier var intensivt avhyvlade av isen, närmast planslipade, och förekomsten av vindslipning på sidorna av de enskilda hållflaken visade entydigt att uppsprickningen ägt rum innan isen slipade ned dem (fig. 24 och 25). För att kunna slipas så intensivt av isen utan att plockas upp och föras bort, eller sannolikt knappt ens rubbas, måste hållflaken, liksom rösblock med isslipade toppar, ha legat mycket hårt fixerade till marken. De tycks ha legat inbakade i is som inte deformerats eller dragits med, trots att isen strax ovanför uppenbarligen rört sig och eroderat.

I "lä" för isrörelsen bakom det ovan avhandlade höjdpartiet (C i fig. 12), dvs. i den myrlänta svackan (D i fig. 12) sydost om den stora tjärnen, har isen uppenbarligen slutat erodera och mycket av det upplockade rösmaterialet har redeponerats och utbildar i dag stora blockfält (fig. 26).

Terrängen längs marschrutten söder och sydväst om den stora tjärnen var tämligen enahanda, ett enda vidsträckt blockhav tycktes det, men vid den efterföljande helikopterflygningen kunde konstateras att den senaste isen lokalt även här i den till synes ändlösa rösblocksmtan hade plockat ren och slipat ned berggrunden (E i fig. 12, fig. 27 och 28). Vid kanten av plattan, någon kilometer norr om vägänden, ökade jordtäckes mäktighet något och vindslipade block och strukturmark vittnade om att den senaste isen inte nämnvärt påverkat denna del av fjället (fig. 29 och 30).



Figur 26. Bakom det på rösmaterial renplockade höjdpartiet (C i Figur 12), dvs. i "lä" för isrörelsen, har det av isen upplockade och transporterade rösmaterialet åter deponerats och utbildar stora blockfält i den myrlänta svackan (D i fig. 12) strax sydost om stora tjärnen. I bakgrunden Tvilling- och Sätervålarna. Vy mot ostnordost.



Figur 27. Uppstickande hällparti (E i fig. 12) ca 1 km väster om stora tjärnen. Denna häll, tillsammans med några hällar strax intill, ligger som en ö i ett hav av rösblock. Hällarna har slipats av den senaste inlandsisen trots att rösmaterialet i omgivningarna ligger kvar till synes opåverkat av varje isrörelse. Branta hällkanter som är vända mot väster och nordväst är vindslipade medan den subhorisontella ovanytan är vackert isslipad. Hällens form är sannolikt dikterad av berggrundens bankning eller bergartens sedimentära strukturer.



Figur 28. Närbild av den isslipade hällytan i figur 27. Tunna isräfflor parallella med kompassnöret i riktning 320°.



Figur 29. Ett vindskulpterat block sticker upp ur kråkriset på den sydvästra kanten av Glötesvålens höjdplatå. Tillsammans med andra vindslipade block i omgivningarna vittnar blocket om att den senaste isen inte alls eller åtminstone inte nämnvärt påverkat denna del av fjället.



Figur 30. Strukturmark (polygoner) på den sydvästra kanten av Glötesvålens höjdplatå, inte långt från det vindslipade blocket i figur 29.

## NÅGRA REFLEXIONER

Iakttagelserna som gjordes under rekognoseringen på Glötesvålen ger intressanta inblickar i den senaste inlandsisens mekanik och rörelser inom området. Den stora överraskningen var den starkt växlande påverkan som den senaste isen haft på den periglaciala markytan inom olika delar av fjället samt det sätt på vilket isen eroderat. Den klassiska åtskillnaden mellan bottenfrusen respektive bottenmältande is känns svår att tillämpa här. Att isen helt lokalt skulle ha uppnått trycksmältpunkten och därmed kunnat ägna sig åt basal glidning (eng. basal sliding) och intensiv erosion av berggrunden, medan den strax intill och i omgivningarna skulle ha varit fastfrusen till underlaget och endast kunnat röra sig genom inre deformation går knappast ihop med vad som iaktogs i fält. De starkt sönderspruckna men ändå intensivt isslipade hållarna och de idag löst liggande blocken som slipats bara på ovasidan visar att den allra understa delen av isen måste ha varit hårt frusen till marken och verkat som ett "lim" som fixerat de friliggande blocken och hållfragmenten. Förhållandena på Dörrsvålen enligt tidigare observationer, antyder att den senaste inlandsisen rört sig och slipat block och hållar ett stycke ovanför den egentliga markytan. Förekomsten av små isolerade, men intensivt isslipade hållpartier i ett för övrigt helt opåverkat blockskravel på Glötesvålen, liksom uppstickande block med isslipade toppar, antyder förekomsten av en glidyta, som lokalt nått ned till marken men annars legat ovanför densamma. Inom stora områden tycks denna huvudsakligen englacialt utbildade glidyta överhuvudtaget inte ha nått ner till underlaget utan lämnat den interstadiala markytan helt intakt.

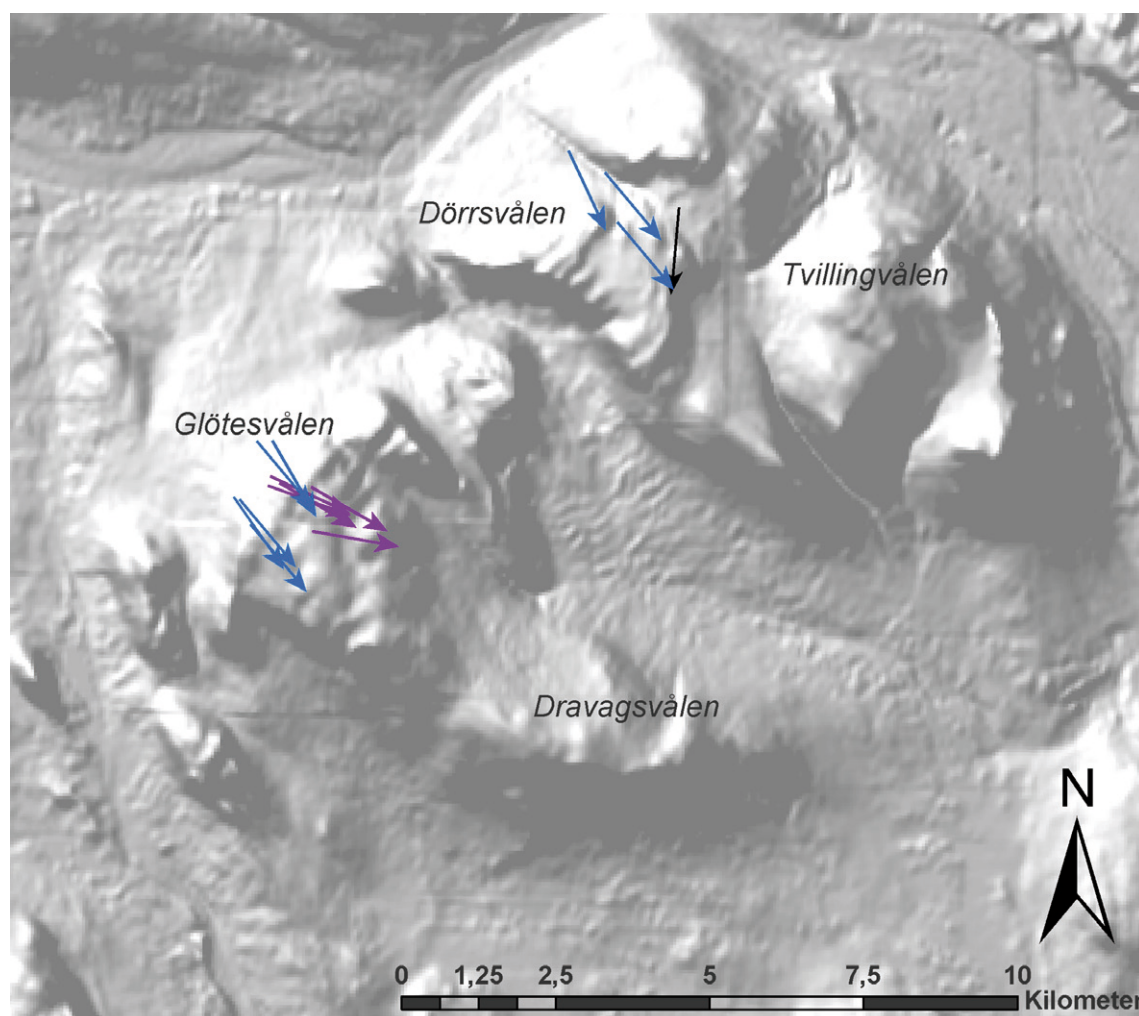
En liknande situation, att endast de högsta partierna av en håll eller ett hållkomplex bär spår av en viss isrörelse, medan lägre liggande delar antingen är helt råa eller bär spår av äldre isrörelser, föreligger på många håll, men att som här endast de översta partierna även av friliggande block är isslipade är enligt våra erfarenheter inget vanligt fenomen. Inte heller att gränsen mellan intensivt slipade och opåverkade delar av en håll är så knivskarpt utbildad som på flera ställen på Glötesvålen (fig. 25). Lika lite känner vi till något annat område där isens erosion och påverkan på landskapet växlar så snabbt inom så korta avstånd som den gör på Glötesvålen. Den senaste isens snabbt växlande påverkan på underlaget på Glötesvålen är anmärkningsvärd och kan ha implikationer för tolkningen av räfflor och räffelmönster på andra håll. Att rekonstruera regionala isrörelser endast med hjälp av räffelobservationer och tro att påverkan av en inlandsis på landskapet är likartad över stora områden kan således vara vanskligt.

Avslutningsvis ska framhållas att vi endast hann "nosa" på den spännande geologin under vårt tredagarsbesök i området och att vi dessutom inte förstod allt vi såg. Vi hann dock se tillräckligt för att förstå att Glötesvålen tillsammans med närliggande vålar och Sånfjället besitter utomordentliga förutsättningar för att sprida ljus över utvecklingen under Weichselistiden inom regionen och då inte minst den senaste inlandsisens arbetssätt och påverkan på landskapet. De olika vålarna och Sånfjället uppvisar delvis olika geologi men kan samtliga bidra med viktiga bitar till istidspusslet. Glötesvålens stora och flacka toppyta med dess ringa täcke av "döljande" morän gör fjället optimalt för att studera de snabbt växlande och ibland subtila kvarvarande spåren efter olika nedisningar och deras relation till de periglaciala företeelserna. Vi bedömer att förhållandena på främst Glötesvålen, men kanske också på grannfjällen, är så anmärkningsvärda att de borde utredas vidare för att öka kunskapen om och förståelsen av den senaste inlandsisens arbetssätt, inom området och sannolikt även på andra håll. Endast ett fåtal observationer av isräfflor har gjorts inom området (fig. 31) och åldersförhållandet mellan de noterade isrörelserna och de periglaciala företeelserna är ofull-

ständigt kända. Framför allt vindslipningen, men även de andra periglaciala företeelserna, utgör en stratigrafisk referenshorisont som olika nedisningar och isrörelser kan relateras till, såväl tidsmässigt som rumsligt. Den periglaciala vindslipningen är en stratigrafisk markör som kan användas för en bedömning av den senaste isens påverkan på det äldre landskapet. Inte minst bör därför fortsatta undersökningar i området fokusera på förhållandet mellan isräfflor och de periglaciala företeelserna. På Glötesvålen bör detta göras snarast möjligt, innan arbetena med den beviljade vindkraftsanläggningen riskerar att för all framtid förstöra värdefulla bitar i istidspusslet.

## REFERENSER

Grånäs, K., 2006: Geologisk dokumentation av Glötesvålen. *Sveriges geologiska undersökning. Uppdragsrapport 08-1749/2006.*



Figur 31. Terrängskuggningsmodell med inlagda isräfflobeskrivningar som SGU gjort vid olika dokumentationstillfällen på Glötesvålen och Dörrsvålen. Blå färg indikerar en isrörelseriktning från nordväst (320–335°) och lila färg från västnordväst (280–300°). Flertalet av dessa räfflor är entydigt yngre än vindslipningen, men på norra Glötesvålen hittades räfflor i riktning 320–330° som var äldre än denna och på Dörrsvålen noterades på en och samma plats både en äldre och en yngre isrörelse från nordväst. Den nordvästliga isrörelsen har således upprepats vid skilda nedisningstillfällen. Som sannolikt äldre än vindslipningen har också ett nordligt räffelsystem noterats på Dörrsvålen (0–5°, visas med svart färg). © Lantmäteriet (höjdreliëfkartan)

