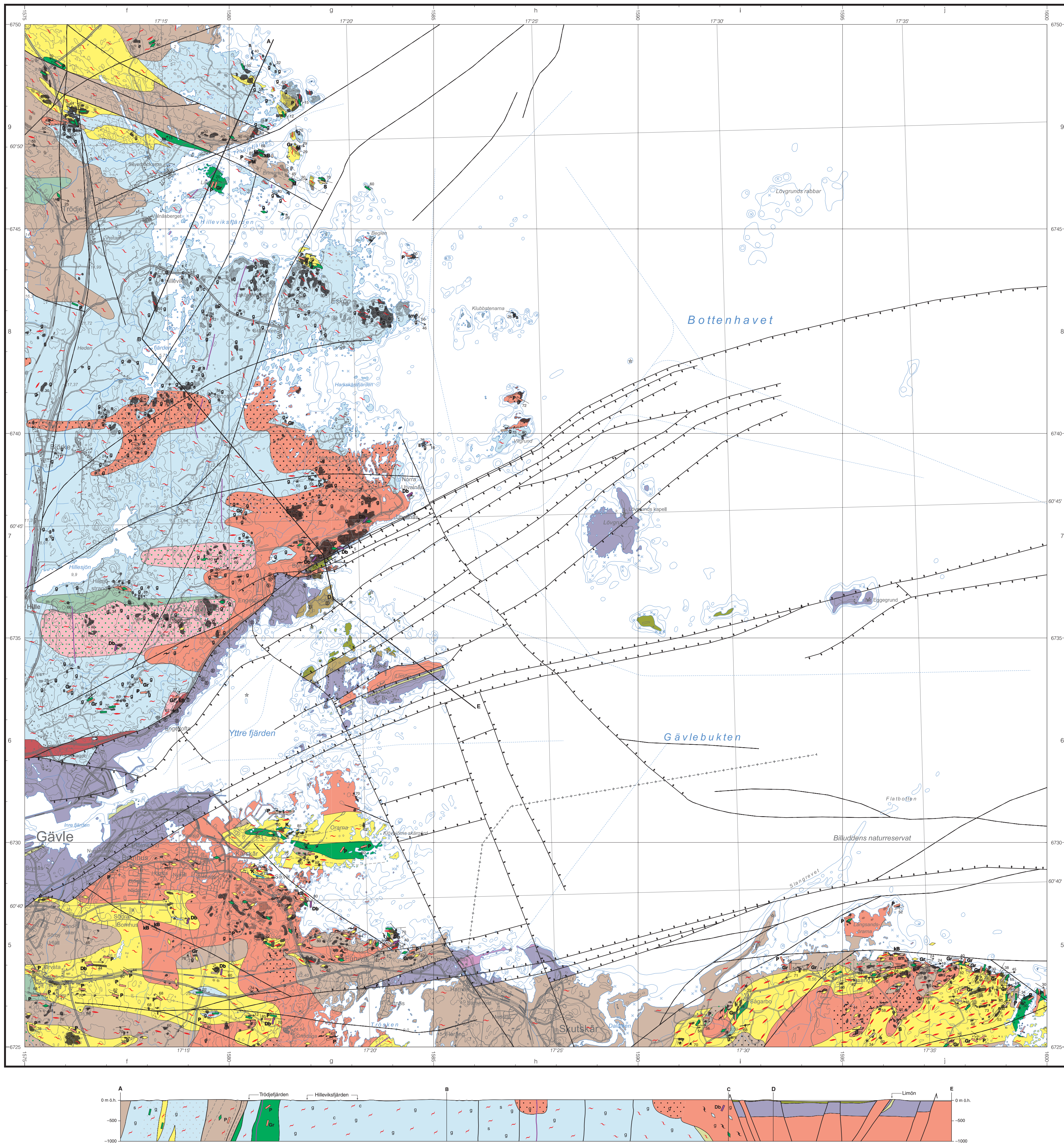




- Hält; observerad, t.v., ej undersökt, t.h.
Outcrop; observed, left, not examined, right
- Järnmalmssgruva, nedlagd
Iron mine, abandoned
- Brunnsboring, t.v., kärnboring, t.h.
Well drilling, left, core drilling, right
- Provpunkt för radiometrisk datering, ålder i miljoner år
Sample site for radiometric dating, age in million years
- Måtpunkt för bestämning av radiumindex >1
Location of radium index determination >1
- Stenbrott, i drift
Quarry, in operation
- Geologisk profil
Geological cross-section
- Litologisk kontakt
Lithological contact
- Formlinje för stark plastisk deformation
Form line of strong ductile deformation
- Deformationszon, huvudsakligen spröd
Deformation zone, mainly brittle
- Förkastning, symbolet i det sänkta blocket
Fault, symbol in lowered block
- Lagring, bandning, gradtal för stupning, t.v., ökad stupning, t.h.
Bedding, banding, dip in degrees, left, dip direction and dip unknown, right
- Foliation; gradtal för stupning, t.v., vertikal stupning, mitten, ökad stupning, t.h.
Foliation; dip in degrees, left, dip vertical, middle, dip direction and dip unknown, right
- Stånglighet; gradtal för stupning, t.v., änd stupningsriktning, ökad antal grader, t.h.
Lineation; plunge in degrees, left, trend indicated, plunge unknown, right
- Veckaxel, gradtal för stupning
Fold axis, dip in degrees
- S-veck, t.v., z-veck, t.h.
S-fold, left, z-fold, right
- Hydrotermalt omvandlad
Hydrothermally altered
- Ådergnejomvandlad, t.v., migmatisk, t.h.
Altered to veined gneiss, left, migmatized, right
- Glimmerstrimighet
Mica schlieren
- Xenolit; metagranitoid, t.v., mafisk bergart, t.h.
Xenolith; metagranitoid, left, mafic rock, right
- Xenolit; felsisk metavulkanit, t.v., skarn, mitten, metasedimentär bergart, t.h.
Xenolith; felsic metavolcanic rock, left, skarn, middle, metasedimentary rock, right
- Enkist, unspecified
Endite, unspecified
- Inlagring, skarn
Lens, skarn
- Sprickflyttad, <50 m bred, kvarts
Vein, <50 m wide, quartz
- Kvartsit
Quartzite
- Quartzit; breccia, left, mylonit, right
- Cordierit (c), epidot (e), granat (g), sillimanit (s), sulfidmineral, unspecified (sm)
- Cordierite (c), epidote (e), garnet (g), sillimanite (s), sulphide mineral, unspecified (sm)

PALEOZOISKA BERGARTER / PALAEZOIC ROCKS

- Kalksten, ordovicisk
Limestone, reddish brown, Ordovician
- Siltsten, grå, kambrisk
Siltstone, grey, Cambrian

MESOPROTEROZOISKA BERGARTER / MESOPROTEROZOIC ROCKS

- Diabas, postjotisk
Dolerite, Postjotian
- Basalt, jotisk
Basalt, Jotian
- Sandsten, jotisk (Gävelesandsten)
Sandstone, Jotian (Gävelesandstone)
- Gång, <50 m bred, diabas
Dyke, <50 m wide, diabase
- Granit (Strömsbrogranit)
Granite (Strömsbro granite)

SENOGENA INTRUSIVBERGARTER / LATE-OROGENIC INTRUSIVE ROCKS

- Granit, medelkornig, radiumindex 0,5±0,1, gammaindex 1,3±0,4
Granite, medium-grained
- Granit till granodiorit, pegmatit, migmatitgranit, radiumindex 0,5±0,3, gammaindex 1,1±0,5
Granite to granodiorite, pegmatite, migmatite granite

INTRUSIVBERGARTER, ca 1860 MILJONER ÅR / INTRUSIVE ROCKS, c. 1860 MILLION YEARS

- Metagranodiorit, t.v., metagranit, porfyrisk, fältspatströmm, t.h., radiumindex 0,1±0,03, gammaindex 0,3±0,05
Metagranodiorite, left, metagranite, porphyritic, feldspar phenocrysts, right

TIDIGORGENA INTRUSIVBERGARTER / EARLY-OROGENIC INTRUSIVE ROCKS

- Metagranit, t.v., ditto, porfyrisk, fältspatströmm, t.h.
Metagranite, left, ditto, porphyritic, feldspar phenocrysts, right
- Metagranit till metagranodiorit, radiumindex 0,3±0,2, gammaindex 1,0±0,7
Metagranite to metagranodiorite
- Metagranodiorit till metakornit
Metagranodiorite to metakornite
- Metakornit till metagabbro
Metakornite to metagabbro

SVEKOFENNISKA YTBERGARTER / SVECOFENNIAN SUPRACRUSTAL ROCKS

- Metarytill, radiumindex 0,5±0,1, gammaindex 0,9±0,2
Metaryolite
- Metarytill till metadacit, radiumindex 0,2±0,1, gammaindex 0,6±0,2
Metaryolite to metadacite
- Metadacit till metandest
Metadacite to metandest
- Metandest till metabasalt, finkornig amfibolit, radiumindex 0,1±0,02, gammaindex 0,2±0,05
Metandestite to metabasalt, fine-grained amphibolite
- Marmor, horisont, <50 m bred
Marble, horizon, <50 m wide
- Skarn, mindre förekomst
Skarn, minor occurrence

- Metasand, radiumindex 0,3±0,04, gammaindex 0,8±0,04
Metasandstone
- Metagabbro, metagabbro, radiumindex 0,2±0,1, gammaindex 0,8±0,1
Metagabbro, metagabbro

Radiumindex är ett mått på mängden radium, som ingår i ett material. Detta index skall för byggnadsmaterial vara mindre än 1,0 (BFS 1990:26). Radiumindex = 1,0 motsvarar ca 16 ppm uran eller 200 Bq/kg radium-226. Gammaindex är ett mått på den totala gammastrålningen som avges från ett material. Beräkningen av gammaindex sker med formeln $GI = C_{K2000} + C_{Ca200} + C_{K200} + C_{K200} + C_{K200}$, där C_{K2000} är koncentrationen radium-226 och C_{Ca200} koncentrationen torium-232, alla i enheten Bq/kg. Gammaindex m bör för byggnadsmaterial vara mindre än 2 (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000).

Angivet radiumindex och gammaindex baseras på regionala spridda mätningar och redovisas som medelvärde och standardavvikelse. Lokala variationer kan förekomma, varför kompletterande mätningar i vissa fall kan bli aktuella. Mer information kan erhållas från SGU.

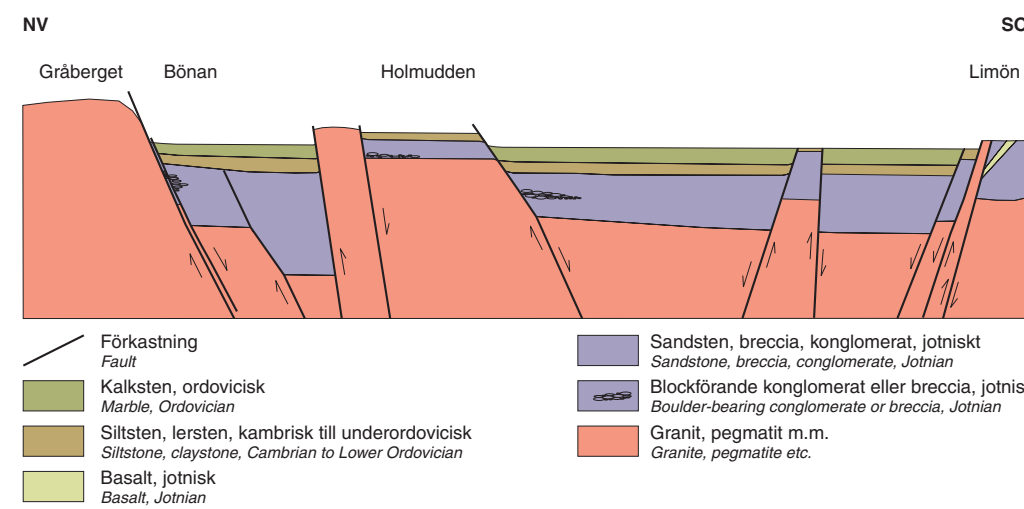


Fig. 1. Förenklad profil (e) skalnig i området Bönan-Holmdöden-Limön (6 g-h, 7 g).
Simplified profile (not to scale) in the area of Bönan-Holmdöden-Limön.

KORTFATTAD BESKRIVNING

Regionens berggrund tillhör den femoskandiska skölden ("urberget") och domineras av bergarter som bildas under den svekofenniska orogensen (bergdesjebildningen) för ca 1860 till 1750 miljoner år sedan. Äldst i det aktuella området är svekofenniska ytbergarter (bergarter avsatta på jorden), som utgörs av vulkaniska och sedimentära avlagringar bildade för ca 1900 miljoner år sedan. Ytbergarterna intruderades av djupa- och gångbergarter (intrusivbergarter bildade i jordkroppen) för ca 1900 till 1850 miljoner år sedan. Djupa bergarterna kallas tidigogenet svekofenniska. Övannämnda bergarter omvandlades genom att de fördes ner till stora djup i jordkroppen och där utsattes för höga temperaturer och tryck (metamorfor) under kollisionen av orogensen. Lokalt var omvandlingen så stark att bergarterna smälte. Dessa smältor (magmor) gav upphov till en ny generation djupa- och gångbergarter som kallas senogenet eller syn- till senogenet svekofenniska. Efter den svekofenniska orogensen avsatte de jotiska sedimentära och vulkaniska bergarter (1600–1200 miljoner år), dels kambrisk och ordovicisk sedimentbergarter (545–443 miljoner år) på den äldre berggrunden, som dessutom intruderades av flera generationer av diabasgångar.

Kartområdet 13H Gävle NO ligger i Uppsala- och Gävleborgs län och omfattar delar av Älvsjö och Gävle kommuner. Som kartunderlag användes ekonomiska kartan i skala 1:20 000 samt fastighetskartan i skala 1:12 500. Låget för flygbildstokade håller överföres till fältkartorna. För lägesbestämning av observationspunkter användes GPS.

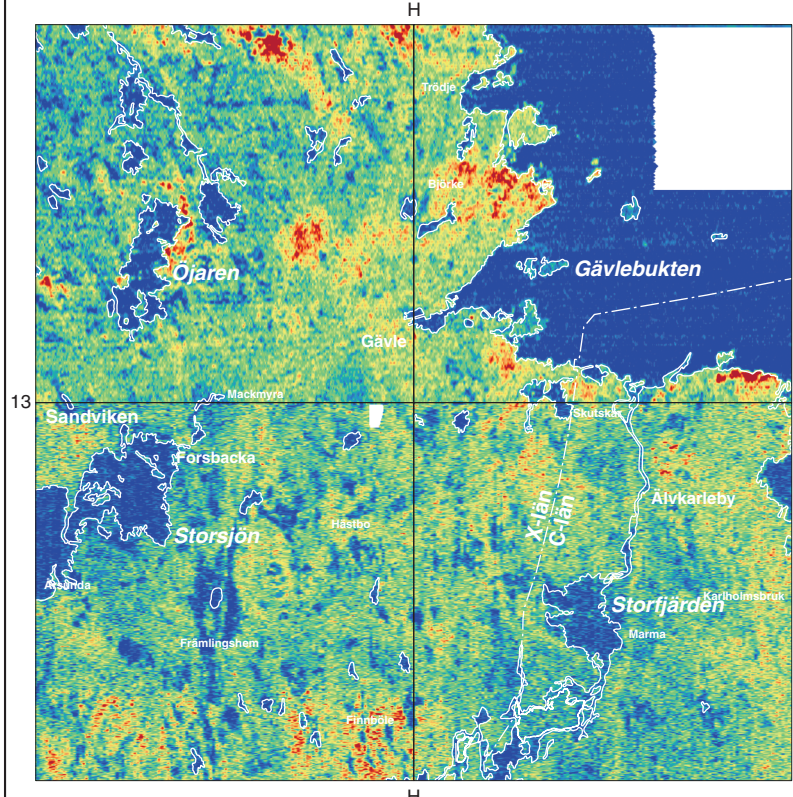
Äldre geologiska kartor i skala 1:50 000 med beskrivningar som berör området har publicerats av Wahlqvist (1888) och Sandegren m.fl. (1939). Gävleborgs läns berggrund i skala 1:200 000 med beskrivning presenterades av Lundegårdh (1967). Moderna berggrundsgenologiska kartstadiabaser och tryckta kartor finns över de angränsade kartområdena 13H Gävle NV (Delin & Söderman 2005a), 13H Gävle SV (Delin & Söderman 2005b), 13H Gävle SO (Bergman & Söderman 2005) och 14H Söderhamns SV/SO (Sukotjo 1995). Gorbachev (1967) har gjort en petrologisk studie av de jotiska bergarterna i Gävleområdet, och Gävlebasalten har nyligen undersökts av Nyström (2004). I Älvsjö kommun har undersökningar nyligen gjorts på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (Bergman m.fl. 2000a,b). Kartområdet 13H Gävle beskrivs översiktligt i Bergman m.fl. (2003, 2004).

Områdets yngre sedimentära berggrund har i stora drag varit känd under mer än hundra år, i praktiskt liv åtskilligt längre. Viktiga uppgifter har samlat in av von Schmalensee (1888) dels vid Dufhamns söder om Bönan, dels från Eggegrund och Lövgrund. Under senare delen av 1800-talet och 1900-talets första decennium inrederades fossila av Wiman (1905). De beskrivs i en serie arbeten från 1893 till 1907. Flera av dessa fossilynd har antagits komma från Gävleområdets fanerozoiska berggrund. I Sandegren m.fl. (1939) rapporterar Westerlind detaljerat om lagerföljden av sandsten, siltsten och kalksten, grundat bl.a. på bormning vid Holmdöden och flera grävningar av djupa provgropar. Westerlind anger att fast klyft av sedimentära bergarter, såväl underliggande sandsten som siltsten, påvisats endast i bormningen på Holmdöden. I samband med muddringsarbete i början av 1960-talet i den norra farleden till Gävle grävdes stora mängder av brunröda kalkstenblock upp.

I slutet av år 2000 skrapades en nära 100 m² stor håll fram i samband med en byggnation i Bönans hamn. Hållen bestod av brunröd kalksten och den sträckte sig från normalvattennivå till ca tre meters vattendjup. Hållen ligger tillgänglig under den tid byggsatsen skyddades av en fördrämning, vilket gav ett sållynt tillfälle att utföra en statisk analys bormning. Bormningen drevs till nära 60 m djup och kallas Bönan 1. En mer detaljerad beskrivning av korridoren än den som ges nedan redovisas av Bergman m.fl. (2002).

(Fortsättning på kartans baksida)

KARTA ÖVER MARKENS URANHÅLT



Karta över markens uranhalt över kartområdet 13H Gävle (skala 1:500 000). Kartan visar den beräknade fördelningen av uran i markens ytskikt. Hatten uran är uttryckt i ppm ekvivalent uranhalt, vilket innebär att den är beräknad under antagande av en radioaktiv jämvikt. Kartan baseras på flygburna mätningar utförda på 60 meters flyghöjd med ett linjeavstånd på 200 meter. För 13H SV och 13H SO är mätningar utförda 1998 med en nord-sydlig flygriktning och för 13H NV och 13H NO är mätningar utförda 1997 med en öst-västlig flygriktning.

Karteringsmetod och kartans noggrannhet

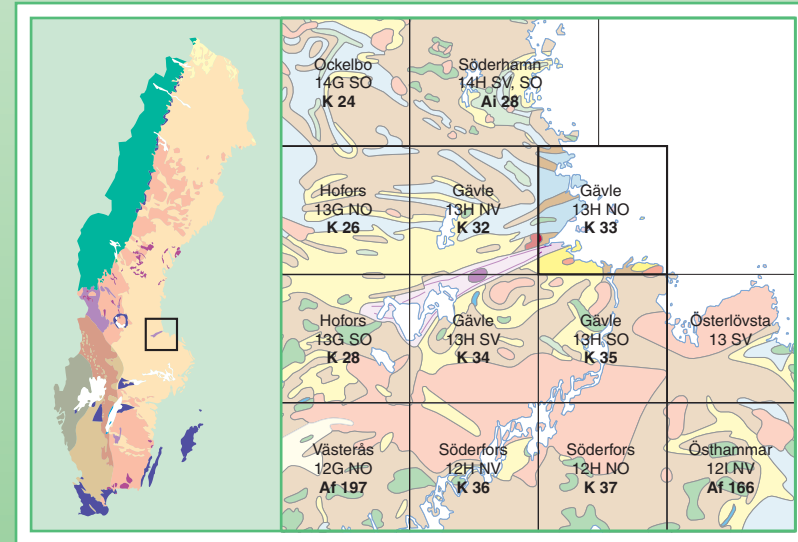
Berggrundskartan ger en generaliserad bild av bergarternas utbredning och struktur. Observationer av bergarter, bergartstrukturer, omvandlingsgrad och bergarternas åldersrelationer ges på hållar. Där berggrunden är täckt av lösa avlagringar tolkas dess sammansättning från närliggande hållobservationer och geofysiska mätresultat, samt i förekommande fall från bormningar och grävningar. De geofysiska mätresultaten erhålls från flygmätningar av det magnetiska och det elektromagnetiska fältet, och av den naturliga radioaktiva strålningen (uran, torium och kalium) samt från kompletterande markmätningar av dessa och av yngstkraftsfältet. Berggrundsdator som är för små för att avgränsa i den aktuella kartskalan redovisas som linje- eller punktobjekt. Bergarternas och strukturmått utredning på djupet redovisas i profiler. Lagerskiktgränser för observerade företeelser är i normala fall bättre än 50 meter. För tolkade företeelser, t.ex. bergartgränser, kan den vara betydligt sämre beroende på observationsfaktör och svag geofysisk kontrast mellan olika bergarter. Information som tas fram vid kartläggningen lagras i SGUs databaser. Dessa innehåller en stor mängd information som inte visas på den tryckta kartan, t.ex. detaljerade uppgifter om mineralförekomster, bergarters mineralinnehåll och kemiska sammansättning samt petrofysiska egenskaper och naturliga radioaktiva strålning. Den digitala lagrade informationen kan erhållas genom SGUs kundtjänst.

Berggrundskartan

13H Gävle NO

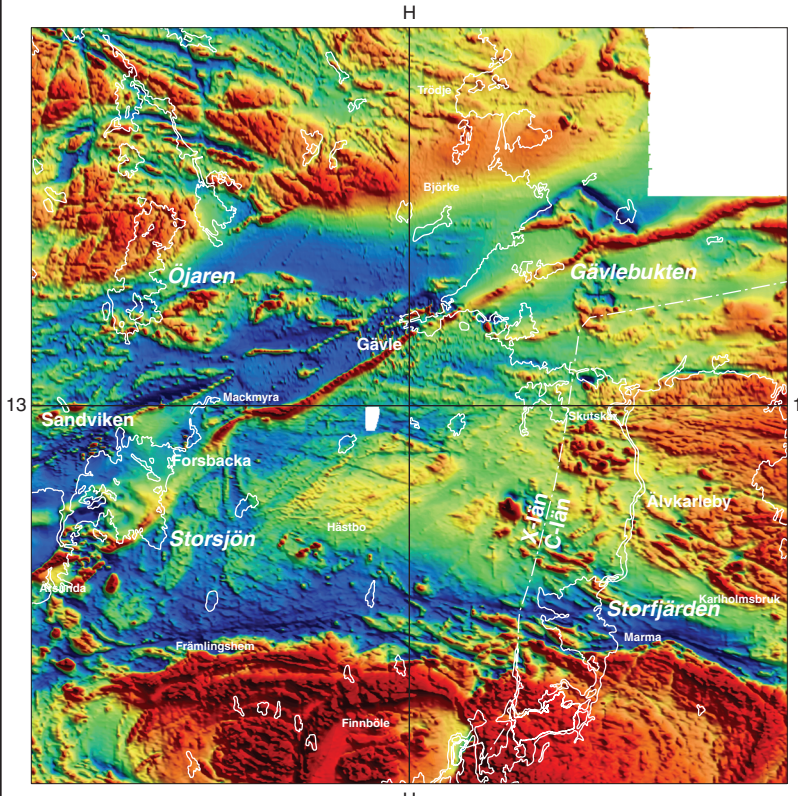
Bedrock map

Skala 1:50 000



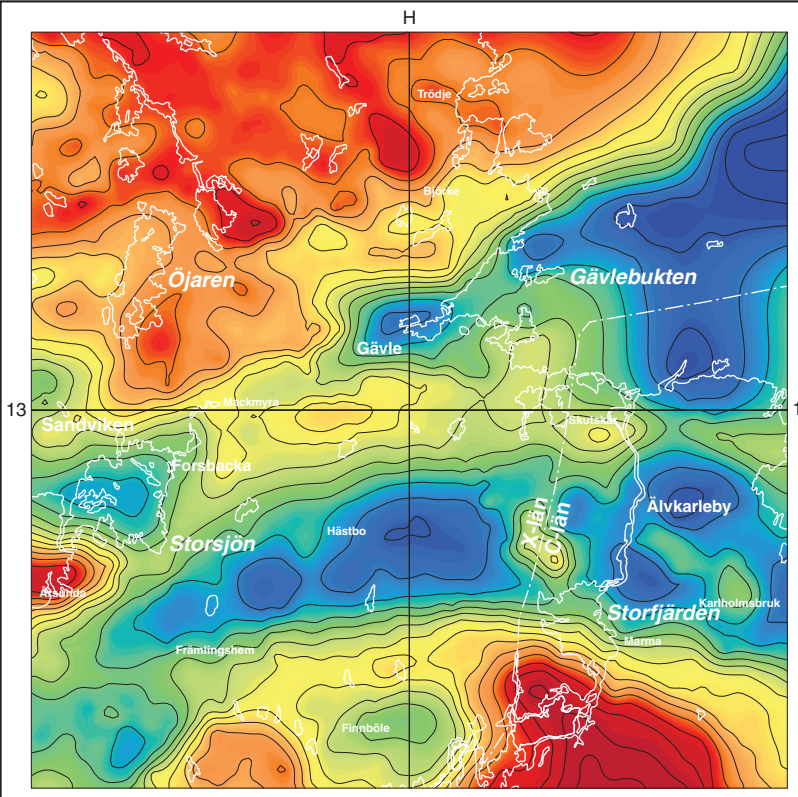
2005

MAGNETISK ANOMALIKARTA



Magnetisk anomalikarta över kartområdet 13H Gävle (skala 1:500 000). Magnetiska data är reducerade till epok 1965.0. Kartan visar totalfältets avvikelser från DGRF 1965.0. Den baseras på flygburna mätningar utförda på 60 meters flyghöjd med ett linjeavstånd på 200 meter. För 13H SV och 13H SO är mätningar utförda 1998 med en nord-sydlig flygriktning och för 13H NV och 13H NO är mätningar utförda 1997 med en öst-västlig flygriktning.

BOUGUERANOMALIKARTA



Bouguer anomalikarta över kartområdet 13H Gävle (skala 1:500 000). Kartan visar variationer i tyngdkraftsfältet uttryckt som bougueranomalier (IGSN71) och baseras på mätningar med ett måtpunktsavstånd på ca 1,5 km över land och ett måtpunktsavstånd på ca 5 km över havet.

ISSN 1652-8336

ISBN 91-7198-726-5

Den geologiska karteringen utfördes av Stefan Bergman 2003–2004 och Lars Karls 2001, med hjälp av extrageologerna Peter Dahlin (2003) och Magnus Ekström (2003). De geofysiska undersökningarna utfördes av Johan Söderman och Maria Carlsson 2002–2003.

Kartan är sammansatt av Stefan Bergman och Lars Karls. Digitalisering och rensning i digital form har gjorts av Margaretha Anderson och Ingemar Källberg.

Kartan kan även levereras i digital form.

Referens till kartan: Bergman, S., Karls, L. & Söderman, J., 2005. Berggrundskartan 13H Gävle NO, skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 33.

Reference to the map: Bergman, S., Karls, L. & Söderman, J., 2005. Bedrock map 13H Gävle NO, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning K 33.

13H Gävle NO baksidestext

En av de mest omfattande geologiska kartorna i världen, från 1875. Den visar berggrunden i Sverige och Norge. Den är en av de mest omfattande geologiska kartorna i världen, och den är en av de mest omfattande geologiska kartorna i världen.

Genom tillmötesgående från professor Tom Flodén, Stockholms universitet, kunde en seismisk undersökning av Gävlebukten genomföras i samband med SGU:s ordinarie grunda marinogeologiska undersökningar. Den använda utrustningen tillät registrering till ungefär 800–1000 meters djup. Av de registrerade profilerna har fyra analyserats och nyttjats vid sammanställningen av den geologiska kartbilden. Även den grunda seismiska undersökningen har bidragit till tolkningen av den submarina berggrundsformen.

I övrigt är informationen om den yngre sedimentära berggrundens sammansättning toklad utifrån blockförekomster och blockspridning, som exempelvis den ytmässiga fördelningen mellan sandsten och kalksten i yttre Gävlebukten. Geologisk information för området föreligger i form av flygmåttdata om det magnetiska totalfältet, elektromagnetiska fältet (VLF med två sändare) och gammastrålningen (totalstrålning, kalium, uran och torium). Kartområdet mättes 1997 med ost-västlig flygriktning. Flyghöjden var 60 m och linjeavståndet 200 m. Positionsbestämningen gjordes med GPS. I hela området 13H finns trygghetsdata från 1251 mätpunkter.

BERGARTER
Berggrunden i området domineras av tidigevokalearska intrusivbergarter och av svekofeniiska meta-sedimentära bergarter med stora inslag av metavulkaniter. Sennevolkarelska granit och pegmatit förekom-mer som spridda intrusioner, delvis som större områden med migmattitgranit. Nära Gävle finns ett mindre område med ca 1500 miljoner år gammal Strömsborggranit. Jönisk s.k. Gävlesandsten med en inlagrad basalitinslagst korsar diagonalt de södra delarna av kartområdet i nordostlig riktning. Postvokalearsk diabas finns främst i den södra delen av kartområdet, men även som spridda gångar längre norrut. Den yngsta berggrunden utgörs av de kambrianska och ordoviciska sedimentära bergarter som finns på botten av Gävlebukten.

Tidigproterozoiska bergarter
I områdets mellersta och norra del finns ett större område med metasedimentära bergarter. Ursprungs-bergarten är i de flesta fall gråvacka eller lersten och man kan fortfarande urskilja både "feng" och "san-dig" ler. Bergarten är rikigt granatfärgande (stålvis finns även sillimanit eller cordierit) och tunna rostzoner med en svag sulfidimpregneration förekommer på några ställen. Särskilt sillimanitrik är bergarten på Skråd-hällan nordnordost om Uvalnäs (7 g). Metaarenit finns i större områden i de norra kustområdena (9–g). Även i denna bergart är granat vanligen förekommande. De sedimentära bergarterna är åderför-gränsade, men även områden med stark migmattiformering förekommer. Lex. nor om Bönan (7 g).

Finkornig amfibolit förekommer vanligen i anslutning till felsisk metavulkanit i områdets sydöstra del. Amfiboliten uppträder även som större och mindre xenoliter i äldre metagranitoider och sparsamt som inslagningar i metasedimentära bergarter (7 f). Om dessa bergarter bildats genom vulkanutrott eller om magman stelnat på djupet är i de flesta fall oklart. De metavulkaniska bergarterna öster om Gävle (5–h) har till stor del en dacitisk sammansättning med tydligt inslag av vissa ställen. Lokalt påträffas fragmentförande eller porfyriska led, men vanligen är de primära dragen upplånade av stark deformation eller migmattisering. Denna omvandling har gjort att berg-grundens ursprung i många fall är svårtolkat. Detta gäller även de områden i norr som markerats som bestående av metavulkaniska bergarter. I de områden som på kartan markerats som bestående av mig-mattiska bergarter kan vissa håller utgöras av en större andel migmattitgranit än metavulkanit. I ett mindre område med metavulkanisk bergart på Eskön (8 g) finns en järmmalmsförekomst som tidigare brutits. Marmor och skarn förekommer som relativt tunna inslagningar i metavulkaniterna. Små förekomster har dock annat observerats i migmattitsträngarna om Gävle. Skarn förekommer även som rundade inne-slutningar (konkretioner) i de metasedimentära bergarterna.

Äldre tidigogena intrusivbergarter
De äldre tidigogena intrusivbergarterna innefattar mer eller mindre deformerad och omvandad gabbro, diorit, kvartsdiorit, tonalit, granodiorit och granit, varav de två sistnämnda bergarterna är vanligast. Ådern på dessa bergarter är ännu inte undersökt i kartområdet, men de kan antas vara likadriga med de metavul-kaniska bergarterna, dvs. ca 1800 miljoner år gamla. Större delen med metakornig metagranit till metagranodiorit med några små inslag av grå metagranodiorit till metatonalit. Granitoiderna är i allmänhet åderförgränsade, i vissa delar migmattitformvandade och mycket starkt deformerade. Metagabbro till metadiorit förekommer sparsamt i anslutning till metavulkaniska bergarter (5 g, s, j, 9–g). Övriga förekomster utgörs av ett fåtal små kroppar samt spridda xenoliter.

Mafiska gångar är vanligt förekommande i den äldre berggrunden. Måktigheten är vanligen ett par deci-meter till någon meter.

Tidigogena intrusivbergarter, ca 1800 miljoner år
En grå metagranodiorit från den migmattitformvandade berggrunden norr om Gävle (7 f) daterades med U-Pb-metoden på zirkoner och gav en preliminär ålder på ca 1865 miljoner år (SGU, opubliserat). Denna bergart och en röd, porfyrisk metagranit i samma område bedöms tillhöra en yngre generation än de ovan nämnda metagranitoiderna, och har därför särskiljts på kartan.

Senogena intrusivbergarter
Granit uppträder vanligen som gångar och små kroppar i den äldre berggrunden. Graniten är vanligen medelkornig och varierar från grå till röd. På de flesta ställen är en svag foliation utbildad, men massformiga delar förekommer. Xenoliter av äldre berggrund förekommer rikligt. I kuststrakerna norr och öster om Gävle förekommer heterogen, finkornig till grovkornig, migmattisk granit till granodiorit. Den är i många fall pegmatisk och granatfärgande, och innehåller delvis upplösta rester av både ybergarter och äldre metagranitoider. Vanligen har migmattitomvandlingen gått så långt, att endast stänga spökskulpturer återstår av den äldre berggrunden. Höga strålningsvärden visas med gula och röda färger på unstrålningskartan. Sådana områden motsvaras i många fall av migmattitgranit.

METAMORFOS
Metamorfosgraden i de svekofeniiska ybergarterna och i de tidigogena intrusivbergarterna ligger överenssamt till övre amfibolitfacies. I större delen av kartområdet är berggrunden åderförgränsad och på många ställen, bland annat i kustområdena öster om Gävle, starkt migmattitformvandad med en gradvis övergång till yngre migmattitgranit. Metamorf indikatormineral i de metasedimentära bergarterna är gra-nat, sillimanit och cordierit.

STRUKTURER
De generella strukturtrenderna har riktningarna nordväst, ost-väst och nordost. Storskaligt veckade berg-artskontaktet mellan äldre ybergarter och djupbergarter med ost-västliga axialplan finns i områdets norra del (7–9 f–g). I profilen noteras en storskalig aniform struktur främst av foliationen och ådorna i de meta-sedimentära bergarterna. Veckstrukturer i hällska är vanliga i områdets ybergarter. Observerade veck-axlar och stängligheter stupar flackat till medelbrant mot öster.

Deformationsgraden är generellt hög i kartområdets äldre berggrund. Den är särskilt intensiv i områden med plastiska skjuvzoner. Lex. i de nordvästra delerna av kartområdet i anslutning av Hagsta grujozon, som daterats med U-Pb-metoden på titanit till 1804±6 miljoner år (Höghafn m.fl. 1995) står norr om kartområdet. Dessa områden utmärks av ett tydligt bandat mönster på den magnetiska totalfältskartan. Spröda deformationszoner behandlas i ett senare stycke.

MESOPROTEROZOISKA BERGARTER
Strömsborggranit och diabas I Strömsborgområdet (8 e–f), i Gävles norra ukanter, finns några få hållar med en starkt röd, massformig granit av rapskivtyp, kallad Strömsborggranit. Den tycks utgöra en liten, långsträckt kropp med ungsfält av ost-västlig utbredning. Zirkoner från graniten har daterats med U-Pb-metoden av Andersson (1997) och har en ålder av 1500±19 miljoner år. Gångar av en liknande granit i äldre berggrund har observerats några kilometer öster om Strömsborgområdet. I Gävleområdet (t.ex. 7 g) har gångar av svart, mycket finkornig diabas observerats vid ett total lokaler. Gångarna är vanligen brantstående med en nordnordostlig stykning och varierar i bredd från någon centi-meter till flera meter. Baserat på deras likhet med rapakivrelaterade gångar på andra ställen gör Ander-son (1997) tolkningen att diabasgångarna är associerade med Strömsborggraniten. I området norr om Gävle finns ett flertal smala och långsträckt, positiva magnetiska anomalier med nordnordostlig riktning, vilka tolkas bero på diabasgångar av denna typ.

Jöniska ybergarter
I ett sammanhängande område från Storvik i väster, via Sandviken mot Gävle och vidare ut Bottenhavet, finns en större förekomst med jönisk sandsten, så kallad Gävlesandsten. Resultat från de seismiska undersökningarna visar att sandstenen har en större utbredning söderut i Gävlebukten än vad som till-gäre var känt. Sandsten finns alldeles nära land norr om Stuksjö (5 h) och den bedöms ha en mindre utbredning på land norr om sjön Tröskén (5 g). Gävlesandstens måktighet är inte känd, vilket medför att ett i profilen visado läget för påläggingsförskottet mot den äldre berggrunden är osäkert. Sandstenen har tidigare undersökts av Sandegren m.fl. (1939), Gorbatschev (1967) och Lundegårdh (1967). Gävle-sandstenen, som vanligen är guld- till rött, innehåller enligt Lundegårdh (1967) lager av arkos och konglomerat och utgör en skålfornad bildning (eyknikal) med flackat liggande lagring i den västra delen och brantstående dila i Gävleområdet. Sandstensens utbredning är huvudsakligen begränsad av förkast-ningar. Synkinalen har en nordostlig riktning och en relativt mjuk omböjning vid Storvik i väster. I kart-området 13H NV är sandstenen blottad på några få lokaler, men i föreliggande område har den endast påträffats vid ett antal borrhjor samt i en stor mängd lösa block. En osäker skärning i Gävlesandsten påträffades på Lövgrund. Enligt personer boende på orten härledades sandsten för trygghetsändamål så sent som under förra århundradet. En skärping finns på Lövgrundens högsta del.

Resultat från borrhjor: Den äldsta formation som borrhädes i Bönan är en brunröd sandsten med underordnade inslag av luss, vittvitt fältspat. Huvudkomponenten i bergarten är kvartsten, men på vissa nivåer är inslaget av fältspat betydande, ca 15 %. I den genomborrade delen av formationen ser man tydliga tecken på oroliga förhållanden, både vad gäller avsättningen av sedimentet och påverkan efter bergartsbildningen. Breccior och konglomerat förekommer genomgående. Man finner skåvt transgre-sions- som regressionskonglomerat. Formationens översta del består av ett regressionskonglomerat med en måktighet av 1,35 m. Ingaende bollar har allt från skarpkantade till rundade former och är förmåssigt jämnt fördelade. Endast bollarnas stöfeksfordelning visar konglomeratets karaktä. Under den avsevärda lidersym som ligger mellan bildningen av detta konglomerat och överliggande kambrianska siltsten kan åtskilliga hundra meter av sandstenen ha eroderats bort, och det konglomerat som nu ansluter kan ursprungligen ha uppträtt integrat i formationen (intraformationellt). På några nivåer finner man partier med kraftig kalcinivtning och inslag av granitiskt material. Inslag av bergolja förekommer också.

I blockmaterial, som påträffats på många ställen i trakten, förekommer den konglomeratiska formen av Gävlesandsten vanligen i stark ålder om den nordöst-västliga begränsningslinjen för den sedimentära berggrunden. Mot sydost är en bankad, grusig till sandig form betydligt vanligare. Sådan sandsten finner man i höjdområdet på Lövgrund och i skärningar i Brynäs industrimråde. Sandsstenen är där kraftigt diskordant-skiktad med tydliga tecken på kanalerosion (syrmetrisk tråg och "scooping"). Sedimentstrukturen pekar på att sedimentet i sådana områden avsatte i strömmande vatten, över eller i nära anslutning till havsytan i delta- eller sandutlöpande miljö med flodarmar som pendlade sådledes i takt med att kanalerna fylldes med material.

Två distinkt skilda avsättningsmiljöer finns således i Gävlesandstenen, en konglomeratisk till breccieartad, som man finner företrädesvis nära den nordvästra begränsningsförkastningen av området med sediment-bergarter, och en mer jänmkornig som dominerar ett stycke ut från denna. Fördelningen tolkas som att verti-kala rörelser i anslutning till förkastningen från id till annan orsakat upplyrning och uttuschning av redan förstenat sandediment. Avsättningen av det upptrutna materialets grövre fraktioner skedde närmast förkast-ningen under det att det finkornigare materialet blandades med övrigt tillfört material ett stycke längre ut. I ovan nämnda sandsten finns en korform inlagring av en mafisk, finkornig bergart som tidigare kallats Gävlediabas. Bergarten syns tydligt på den magnetiska totalfältskartan och tycks följa den yttre konturen av sandstenen i hela dess utbredningsområde på land. Gorbatschev (1967) tolkar Gävlediabasen som en ynnära lagerlag. Bergarten är vanligen homogen och har en karaktäristisk, mörkt rödbrun färg, ibroigen en sekundär effekt. Mandelstentextur är vanligt förekommande (mandelstentdiabas enligt Sandegren m.fl. 1939) liksom "slaggyga" partier med kalcitfyllda körtlar. Vid Soteda (13H SV 4 d) har även kuddeavstruktur observerats. Detta indikerar, tillsammans med bergartens regionala strukturella uppträdande, att bildningen är ett basal-iskt lavaflöde, som fortsättningsvis benämns Gävlebasalt, i enlighet med Nyström (1983). I en geokemisk studie tolkar Nyström (2004) bildningen som en plattåbasalt. I kartområdet är basalten endast blottad vid Brynäs (5 f), där den är homogen, svart och mycket finkornig. De jöniska ybergarterna har generellt en mycket låg metamorf grad (greanit-pumpylitfacies, Nyström 1983). Tre orienterade prover har tagits på Gävlebasalten. Den remanenta magnetiseringen har en deklination mellan 38,2 och 61,3 grader och en inklinatio mellan 54,4 och 79,2 grader. Den magnetiska suceptibiliteten är 2500 till 3100x10⁻⁹ SI-enheter och Q-värdet (kvoten mellan den inducerade och remanenta magnetiseringen) ligger mellan 1,3 och 1,9.

Postjönisk diabas
Postjönisk diabas är en relativt grovkornig bergart med otisk textur och typisk brunaktig grusvittning på håll-ytor. Diabasen bildar en skivformig intrusion, som slår igenom Gävlesandstenen väster om kartområdet. Ett par drivbär från gett en ålder av ca 1260 miljoner år (SGU, opubliserat). I kartområdet har postjönisk diabas endast påträffats i ett par hållar nära Stuksjöns hamn (5 h).

PALEOZOISKA BERGARTER
I den ovan nämnda borrhåman från Bönan följs den brunröda sandstenen uppåt av en formation som domi-neras av en ringe konsoliderad, grå siltsten med markanta inslag av lerlager och sandstenblockar. Forma-tionens understa del ser man att den inledande avsättningen skett under lång tid med mellanliggande ero-sionsfaser, representerade av tre konglomeratfossilomster. I den understa är inslaget av välrundade sandstens-tydligt och där förekommer också fosforitmoduler. Sammansättningen av bergarten överensstämmer med den som beskrivits av von Schmalensee (1886) och Westergårdh i Sandegren m.fl. (1939) liksom båda funnit <i>Ellipsocephalus</i> sp. Denna trilobit har ännu inte påträffats i kärnan. Med utgångspunkt i den berg-artsmässiga överensstämmelsen bedöms formationen tillhöra yngre delen av äldre kambrium, sannolikt trilob-itazonen med Holms kjellrupsgruppen, vilket har lagren en ålder av ca 525 miljoner år. De block av förmodat mellankambrisk ålder (ca 510 miljoner år) som rapporterats av von Schmalensee har inte påträffats.

Över denna formation finner man en grå till gröngrå siltsten med en svag primär förskaffing. I dess understa del finns en ansamling av sten och grus, dels av en kristallin bergart, dels av vittvitt kalksten. Underlaget till den grå siltstenen är mycket likartat, en lerhaltig siltsten med väl avskilda lerlager på vissa nivåer. Det är endast nivån med sten- och gruskom som andtyr att det där finns en markant stratigrafisk lucka. En del av en kindagg, sannolikt av *Ceratopgye forficula* och en huvudsakl av en annan trilobit tillhörande familjen *Shumardidae* visar att detta avsnitt tillhör ordoviciums understa del, serien *Temnodos*. Lagerföljdens ordoviciska del är utbildad som kalksten och indelas i två topografiska formationer, den under Latoppskalkstenen och över denna Lannakalkstenen. En karaktäristisk ändring av fossilinnehållet i kalkstenen ser ut att sammanfalla med en diskontinuitet ("hard-ground"-yt) i Latoppskalkstenens basala del finner man talrika tecken på sådana ytor, med impregnationer av limonit, goethit och hematit samt i de övre delarna inslag av glaukonitkom i den övre delen minskar inslaget av tydliga sedimentationsavbrott. Dessa delar av kalkstenen är mycket rika på fossila skal av trilobiter och armtöjningar (brachiopoder). Lanna-kalkstenen är normalbarkad (ca 15–20 cm) med ett markant inslag av ler, som torde uppgå till nära 20 volymsprocent. Inslaget av fossil är markant mindre i Lannakalkstenen, sannolikt ett resultat av dels en mindre långsam sedimentavsättning, i genomsnitt 1 mm per 1000 år jämfört med ca 0,5 mm per 1000 år, dels en litte bögen aktivitet.

En videodokumenterad undervattensskint i röd kalksten vid Storbådan, ca 600 m norr om Limös östliga udde (6 h), har rapporterats av Peter Hansson, Hillevik Marina Fällstation. Material därifrån har välilligt ställts till denna undersöknings förtärgar. På Gråvålsådan (7 j) dominerar block av röd ordovicisk kalksten. Flera tidigare rapporterade förekomster av kalksten (Sandegren m.fl. 1939) har vid revision visat sig vara löstbrutet material. Den tidigare kända och mest bekanta är kalkstenen på Limös nordöstra del (6 g). Den består av en "flotte" av kalksten som förts upp på glacialera av inlandsisen. Kalkstenen har släppt från sitt underlag vid kontakt med siltstenen och vilar med sina äldsta partier in mot den och de yngre under havsytan mot norr. Kalkstensförekomsten på Granskär (Sandegren m.fl. 1939) har nu inte kunnat påvisas, endast ett rikt blockmaterial av kalkstensens understa delar påträffades.

SPRÖDA DEFORMATIONSZONER
Berggrunden är på vissa ställen starkt påverkad av spröd deformation, vilket i områden med hög magne-tisering syns som ett tydligt mönster av smala, negativa anomalier på den magnetiska totalfältskartan. Berg-arter som påverkats av rörelser längs spröda deformationszoner är sparsamt blottade, och de injer som givits beteckningen "Deformationszon, huvudsakligen spröd" har till största delen tolkats från geofysiska data. På några ställen har dock en kvartsitakt breccia påträffats. Som nämnts ovan är området med Gävlesandsten begränsat av förkastningar. Resultat från borrhjor, fältobservationer och tolkning av de seismiska mätresultaten visar att området med yngre berggrund i Gävle-bukten innehåller ett antal förkastningar som bl.a. begränsar upphöjda skivor av kristallint berg. Lex. i Bönan-Holmuddenområdet (7 g). Med antagandet att Gävlesandstenen i sina första faser avsatte på en ujjämmt underbergtya kan man härleda att rörelser i de svårläst-nordostgående svaghetszonerna ågde rum vid flera tillfällen under bildningstiden. Av allt att döma sålides det sydöstra blocket konservert under denn tid. Efter sandstensens tillkomst följde en lång period av nedbrytning. Upphöjningen av skivor av kristallint berg är med stor sannolikhet knuten till de förkastningsrörelser som sänkte det sydöstra området så att den ordoviciska kalkstenen som yngsta bergarten kunde bestå. Det har antagits att dessa rörelser ågde rum under sen paleozoisk tid, alltså för ca 275 miljoner år sedan. Det är troligt att flera tektoniska händelser först sänkte blocket, sedan höjde smala ribbor i svaghetszonen i kompensationsrörelser.

NATURRESURSER
Under flera hundra år har block av Gävlesandsten använts i byggnadsverksamhet, och kalksten från block bränts till kalk och fogmassa. En sulfurdig järmmalmsförekomst på Eskön (8 g) bröts fram till 1900-talets början. Fördling skedde vid det närliggande Hilleviks bruk. Det enda stället där det för närvarande bryts berg är i en likt sydost om Gävle (5 f), där metadacit och metagranodiorit bryts för användning som ballast.

REFERENSER
Andersson, U.B., 1997: The sub-Jotnian Strömsborg granite complex at Gävle, Sweden. <i>GFF</i> 119, 159–167. Bergman, S. & Söderman, J., 2005: Berggrundskartan 13H Gävle SO, skala 1:50 000. <i>Sveriges geologiska undersökning K 35</i>. Bergman, S., Delin, H., Karis, L., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2002: Projekt Svealand / H. Delin (red.): Regional berggrundsgesologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2001. <i>Sveri-ges geologiska undersökning Rapport och meddelanden</i> 110, 10–39. Bergman, S., Delin, H., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2003: Projekt Svealand / H. Delin (red.): Berg-grundsgesologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2002. <i>Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden</i> 112, 10–27. Bergman, S., Delin, H. & Söderman, J., 2004: Projekt Svealand / H. Delin (red.): Berggrundsgesologisk under-sökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2003. <i>Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden</i> 116, 20–32. Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A., Rudmark, L., Stephens, M., Isaksson, H. & Lindroos, H., 2000a: För-studie Älvkarleby, Jordarter, bergarter och deformationszoner. <i>SKB R-00-04</i>, 103 s. Bergman, T., Johansson, R., Stephens, M. & Wahlroos, J.-E., 2000b: Förstudie Tierp och Älvkarleby. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden samt trygghetsmodellering. <i>SKB R-00-47</i>, 56 s. Delin, H. & Söderman, J., 2005a: Berggrundskartan 13H Gävle NV, skala 1:50 000. <i>Sveriges geologiska undersökning K 32</i>. Delin, H. & Söderman, J., 2005b: Berggrundskartan 13H Gävle SV, skala 1:50 000. <i>Sveriges geologiska undersökning K 34</i>. Gorbatschev, R., 1967: Petrology of Jotnian rocks in the Gävle area. <i>Sveriges geologiska undersökning C 621</i>, 50 s. Höghafn, K., Bergman, S. & Sjöström, H., 1995: Geochronology and tectonic evolution of the Hagsta Gneiss Zone, east central Sweden. (T. Kohonen & B. Lindberg (red.), <i>Abstracts, 22:a Nordiska Geologiska Vinter-mödet</i>, 73. Lundegårdh, P.H., 1967: Berggrunden i Gävleborgs län. <i>Sveriges geologiska undersökning</i> Bn 22, 303 s. Nyström, J.O., 1983: Pumpylite-bearing rocks in central Sweden and extent of host rock alteration as control of pumpylite composition. <i>Contributions to Mineralogy and Petrology</i> 83, 159–168. Nyström, J.O., 2004: De Jöniska basaltarna se geokemi och bildning. <i>Sveriges geologiska undersökning, opubliserat</i>. Sandegren, R., Askund, B. & Westergård, A.H., 1939: Beskrivning till kartbladet Gävle. <i>Sveriges geologiska undersökning</i> Aa 178, 143 s. Sukoljo, S., 1995: Berggrundskartan 14H Söderhamn SV/SO, skala 1:50 000. <i>Sveriges geologiska under-sökning A1 28</i>. Wahlqvist, A.H., 1868: Några ord till upplysning om bladet Eggegrund. <i>Sveriges geologiska undersökning</i> Aa 30, 18 s. Wiman, C., 1905: Studien über das Nordbaltische Silurgebiet. I. Onneliusundstein, Obolusundstein und Ceratoppyeschiefer. <i>Bulletin of the Geological Institution of the University of Uppsala Vol VI</i> part 1. von Schmalensee, G., 1886: Dagbokanteckningar. <i>Sveriges geologiska undersökning Arkiv</i>.