K 623

Bergkvalitet Skåne

– beskrivning till bergkvalitetskartor över delar av Söderåsen, Kristianstadsområdet, Linderödsåsen och Romeleåsen

Gry Møl Mortensen & Mattias Göransson



SGU
Sveriges geologiska undersökning

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-446-2

Närmare upplysningar erhålls genom
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: kundservice@sgu.se
Webbplats: www.sgu.se

Omslagsbild: Nordvästdiabasgång som skär igenom den kambriska Hardebergasandstenen i Södra Sandby bergtäkt på Romeleåsen.
Foto: Mattias Göransson.

© Sveriges geologiska undersökning, 2018
Layout: Johan Sporrong, SGU

INNEHÅLL

Inledning **5**

Metodik **6**
Klassning 6
Sammanställning av bergkvalitetskartor 7

Bergarters kvalitet – allmänna kriterier **10**
Kulkvarns- och microDevalvärde – bergmaterials förmåga att motstå skavande nötning 10
Los Angelesvärde – bergmaterials förmåga att motstå fragmentering 10
Aktivitetsindex – ett mått på naturlig strålning 11
Alkalisilikareaktivitet 11
Sulfidmineral 12
Kornform, glimmermineral, reologi och arbetbarhet 12
Leromvandlad eller vittrad berggrund 12
Vattenabsorption 13
Kvartshalt 13

Berggrundens lämplighet för vägändamål **13**

Berggrundens lämplighet för järnvägsändamål **14**

Berggrundens lämplighet för betongändamål **15**

Geologisk översikt för Skåne län **16**
Berggrunden generellt 16
Berggrunden på Söderåsen 18
- Ortognejs 21
- Granit till granodiorit 21
- Amfiboliter och gabbroider 21
- Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen) 22
- Diabas 22
- Basalt 22
- Övriga sedimentära bergarter 22

Berggrunden i Kristianstadsområdet 23
- Ortognejs 24
- Amfiboliter och gabbroider 24
- Granit till granodiorit 24
- Syenit, monzonit, kvartsmonzonit 25
- Hyperitdiabas 25
- Paragnejs 25
- Diabas 25
- Övriga sedimentära bergarter 25

Berggrunden på Linderödsåsen 26
- Ortognejs 27
- Amfiboliter och gabbroider 27
- Granit till granodiorit 27
- Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen) 27
- Alunskiffer 28
- Kvartsit och glimmerkvartsit 28
- Basalt 28
- Hyperitdiabas 28
- Diabas 28
- Övriga sedimentära bergarter 28

Berggrunden på Romeleåsen 29
Ortognejs 30
Granit till granodiorit 30
Amfibolit och gabbro 30
Paragnejs 31
Syenit till monzonit 31
Hyperitdiabas 31
Diabas 31
Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen) 31

Bergarternas kvalitet i Skåne län – beskrivning till kartinformationen 32
Bergkvalitet för järnvägsändamål 32
Söderåsen 33
Kristianstadsområdet 34
Linderödsåsen 36
Romeleåsen 37
Bergkvalitet för betongändamål 38
Söderåsen 38
Kristianstadsområdet 40
Linderödsåsen 41
Romeleåsen 42

Bergtäkter i Skåne län 43

Sammanfattning 45

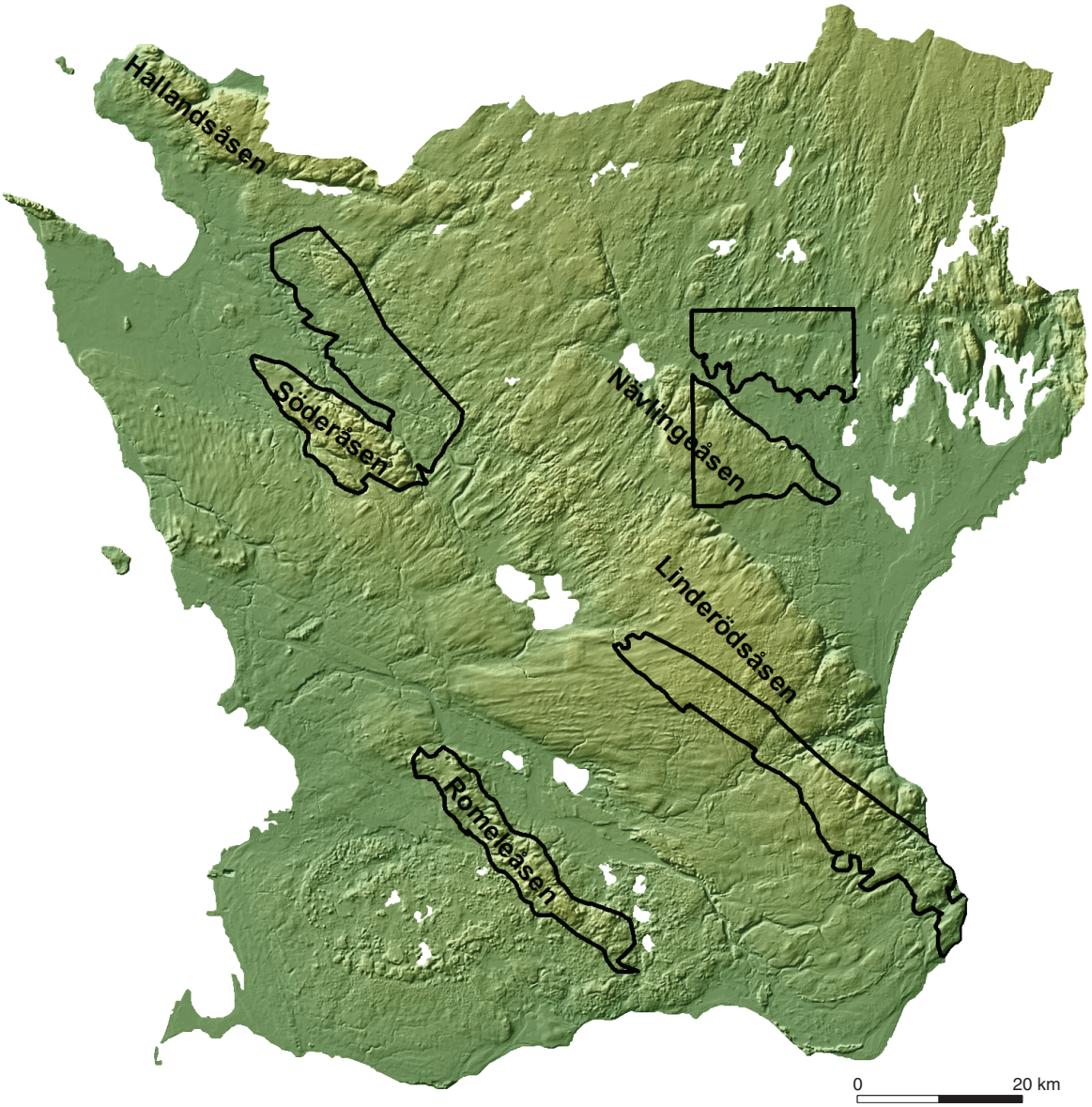
Referenser 46

Bilaga 1. Betongtester 48
Alkalisilikareaktivitet, ASR 48
Plastisk viskositet (bruksreologi) 49

INLEDNING

Bergkvalitetskartan är en tematisk karta som mycket översiktligt visar berggrundens lämplighet för framställning av ballast till byggnation av vägar och järnvägar samt som ballast till betong. Kartan är sammanställd utifrån petrografiska och geofysiska analysresultat samt från mätningar på representativa bergarter inom ett område. De sammanställda tolkningarna har åskådliggjorts i tre produkttyper: bergkvalitet för väg, bergkvalitet för järnväg och bergkvalitet för betong. Denna publikation är en kunskapssammanställning av de uppgraderade bergkvalitetsdata över Skåne län, och bör läsas i samband med visualisering av bergkvalitetskartorna som kan nås via SGUs interaktiva webbtjänst *Kartvisare Ballast* (apps.sgu.se/kartvisare).

Uppgraderingen av bergkvalitetsdata över Skåne län är en komplettering, sammanställning och harmonisering av information från tidigare bergkvalitetskarteringar (Persson & Göransson 2010 a, b, c och 2011) delvis inom samma område. Uppgraderingsprojektet har betoning på bergkvalitet för järnväg och betong, och projektområdet omfattar delar av följande områden: Söderåsen, Kristianstadområdet, Linderödsåsen och Romeleåsen, se figur 1.



Figur 1. Projektområdet för uppgradering av bergkvalitet Skåne. De fyra analysområdena utgörs av Söderåsen i nordväst, delar av Kristianstadsområdet i nordöst, delar av Linderödsåsen i sydöst, och Romeleåsen i söder. Figuren representerar en höjdmodell över Skåne där analysområdena och länets urbergshorstar är markerade.

Bergkvalitetskartan är tänkt som hjälp att underlätta övergången från naturgrusproduktion till krossbergsproduktion. Naturgrus betraktas i dag som en ändlig resurs, och naturgrusavlagringarna utgör samtidigt en viktig källa för vår dricksvattenförsörjning i dag och i framtiden. Av den anledningen strävar samhället mot en minskning av grusanvändningen (MB 9 kap. 6 §). Det ballastmaterial som i första hand är tänkt att ersätta naturgrus är krossbergsprodukter. SGUs bergkvalitetsinformation har som syfte att underlätta en utvärdering av det bästa användningsområdet – ballast för väg, järnväg eller betong – för olika bergarter. Informationen syftar bland annat till att stärka kunskapsunderlaget för prospekteringsverksamhet, samt för användning i samband med den kommunala översiktsplaneringen där bergkvalitetskartan ska kunna erbjuda ett geologiskt underlag för optimerad framtida markanvändning.

Ballastmaterial som används för byggnation och anläggningsverksamhet är en samhällsstrategiskt viktig produktråvara och utgör den råvara som vi i dag använder mest av i Sverige näst efter vatten. Produktionen av ballastmaterial i Sverige uppgick under 2015 till 84,3 miljoner ton, vilket är en ökning med 7,3 miljoner ton sedan 2014. Därav levererades 9,4 miljoner ton ballastmaterial från skånska täkter (Sveriges geologiska undersökning 2016).

Egenskapskraven för de ballastprodukter som används i dag skiljer sig åt mellan de olika användningsområdena. För ballast till betongändamål kravsätts materialet främst avseende bergets kemiska reaktivitet och strålning, till skillnad från exempelvis ballast till vägändamål, där i första hand bergets hållfasthetsegenskaper kravsätts. Kravskillnaderna mellan de olika traditionella användningsområdena innebär att alla bergarter inte nödvändigtvis är optimala för samtliga användningsområden.

METODIK

Bergkvalitetskartan är en tematisk karta som visar hur lämplig berggrunden är för framställning av ballast till byggnation av vägar och järnvägar samt som ballast till betong. Kartan bygger på att man med hjälp av analysresultat och mätningar på representativa bergarter i ett område kan göra en generell tolkning över berggrundens lämplighet som ballast till olika användningsområden. Sammanställningen görs i tre kartskikt: bergkvalitet för väg, bergkvalitet för järnväg och bergkvalitet för betong.

Underlaget till uppgraderingen utgörs främst av en sammanställning och harmonisering av information från tidigare bergkvalitetskarteringar inom projektområdet (Persson & Göransson 2010 a, b, c och 2011). I samband med de tidigare undersökningarna provtogs cirka 70 kg berg från 83 platser inom fyra analysområden, se figur 1. Förutom provtagning utfördes mätningar för gammastrålning, uttryckt som aktivitetsindex, på berghällar vid de flesta av provlokalerna, samt på separata platser. De insamlade proverna analyserades med avseende på hållfasthet och petrografiska egenskaper. Polerade tunnslip framställdes av bergarter från varje provplats, vartefter petrografisk analys och ASR-analys (alkalisilikareaktivitetsanalys) har utförts för samtliga av dessa. Opaka mineral (malmmineral) undersöktes med reflekterande ljus. Även bergarternas densitet och magnetiska egenskaper bestämdes i laboratorium. Petrografiska data samt alla tekniska analysvärden finns redovisade i de tidigare publikationerna (Persson & Göransson 2010 a, b, c och 2011) tillsammans med bergkvalitetsskikt för väg, järnväg och betong i SGUs kartvisare. Vid sammanställningen har även berggrundsgeologisk och geofysisk information från SGUs databaser använts.

Denna uppgradering är en komplettering till de tidigare bergkvalitetskarteringar inom delar av områdena Söderåsen, Kristianstadsområdet, Linderödsåsen och Romeleåsen, där befintliga analysresultat och mätdata har använts till att ta fram kartskikt för bergkvalitet för ballast till järnväg och betong. En kompletterande bedömning av berggrundens risk för förhöjd strålning, aktivitetsindex, har utförts inom detta projekt. Utöver detta har även en utökad provtagning av 11 bergarter för teknisk analys och bruksreologiförsök gjorts, se bilaga 1.

Klassning

En klassning av analysprover görs på de för användningsområdet mest kritiska parametrarna, se förenklade klassningsprinciper för väg, järnväg och betong i tabell 1–3. I bergkvalitetskartorna urskiljs områden med fyra kvalitetsklasser, där kvalitet 4 anses som olämplig att använda för gällande ändamål. Mer detaljerad information om parametrarna finns i avsnittet Bergarternas kvalitet – allmänna kriterier. I det fall analysdata är inkompletta, om det till exempel saknas en kritisk nyckelegenskap, har tekniska egenskaper från likvärdiga bergarter beaktats.

Tabell 1. SGUs förenklade klassningsprinciper för väg. Mer detaljerad information ges under avsnittet *Bergarternas kvalitet – allmänna kriterier.*

VÄG	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4
Kulkvarnsvärde, $A_{N\ 11/16\ mm}$	< 10 %	10–18 %	> 18 %	
Los Angelesvärde, $LA_{10/14\ mm}$	< 30 %	< 30 %	> 30 %	> 50 %
MicroDevalvärde, $M_{DE\ 10/14\ mm}$	< 7 %	7–14 %	> 14 %	> 30 %

Tabell 2. SGUs förenklade klassningsprinciper för järnväg. Mer detaljerad information ges under avsnittet *Bergarternas kvalitet – allmänna kriterier.*

JÄRNVÄG	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4
Glimmerhalt	< 10 %	10–25 %	25–50 %	> 50 %
Los Angelesvärde, $LA_{10/14\ mm}$	< 25 %	25–30 %	30–50 %	> 50 %
MicroDevalvärde, $M_{DE\ 10/14\ mm}$	< 17 %	< 17 %	17–24 %	> 24 %

Tabell 3. SGUs förenklade klassningsprinciper för betong. Mer detaljerad information ges under avsnittet *Bergarternas kvalitet – allmänna kriterier.*

BETONG	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 4
Glimmerhalt	< 10 %	10–20 %	> 20 %	> 50 %
Aktivitetsindex	< 1	1–2	> 2	
Alkalisilikareaktivitet[3]	1	2	3	

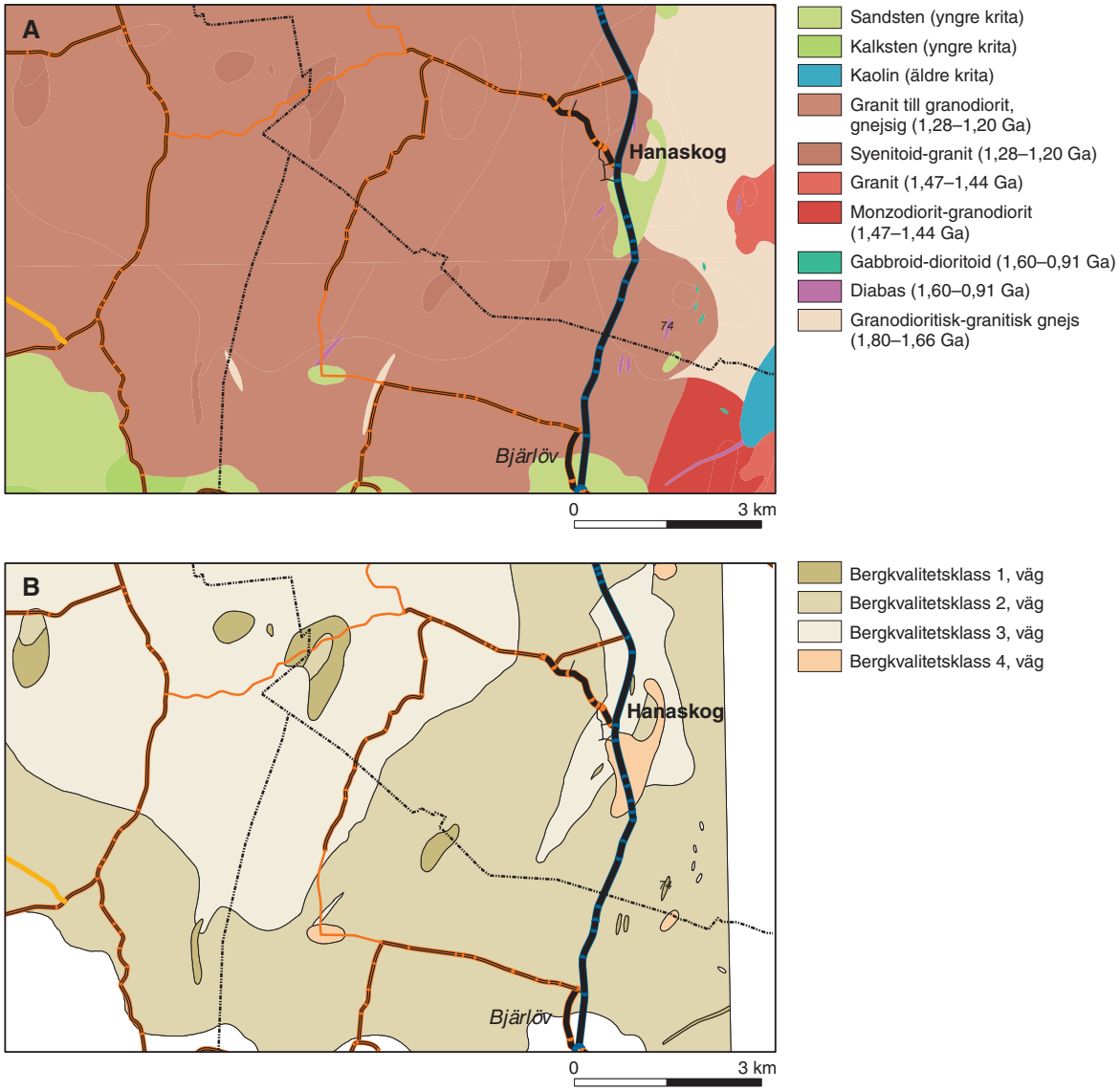
[3] Modifierad RILEM AAR1

Sammanställning av bergkvalitetskartor

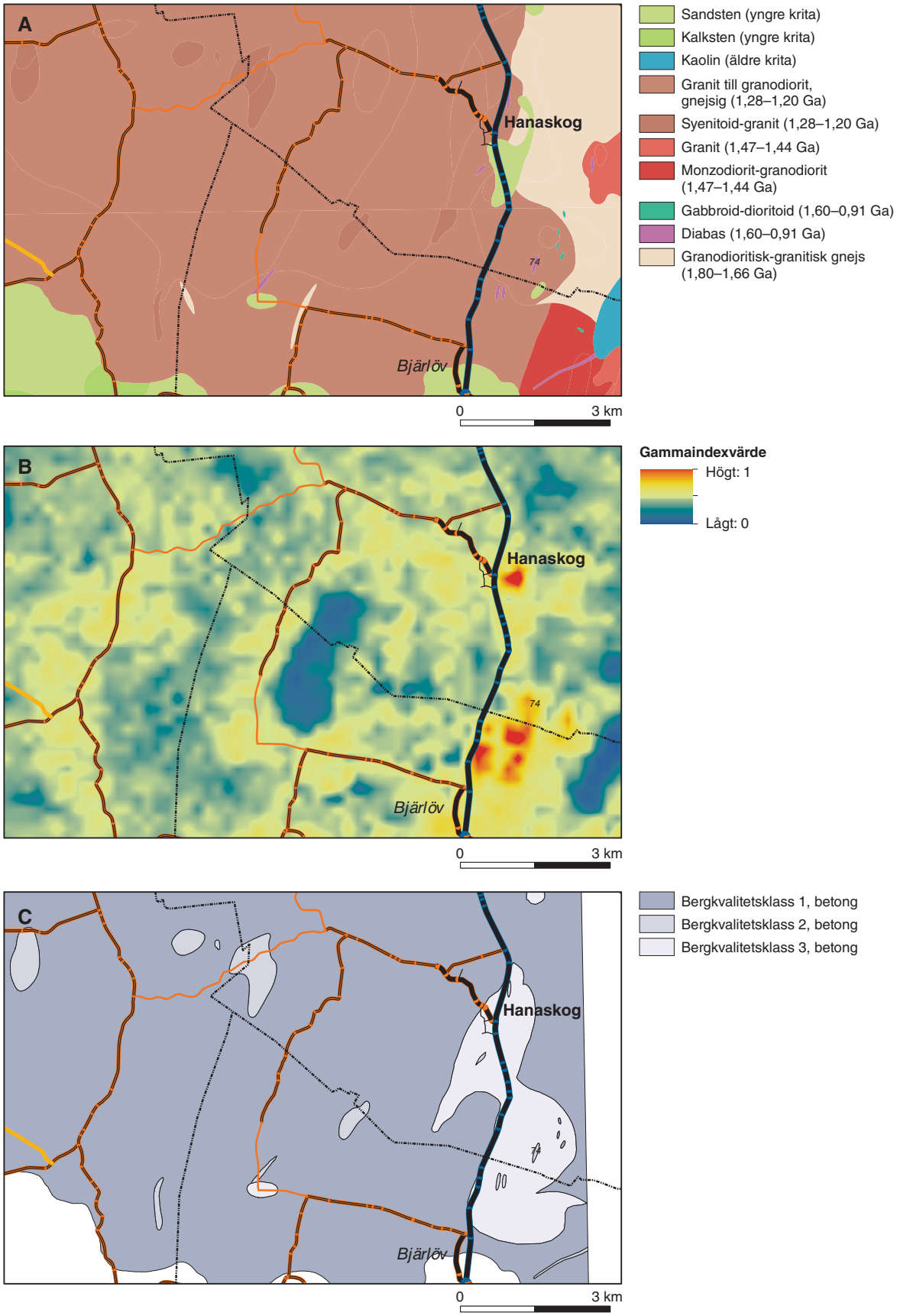
Bergkvalitetskartan är att betrakta som ett översiktligt underlag, eller en modell, för prospektering av bergmaterial och för planering av materialförsörjningen i en region. I de fall mer detaljerad information kan komma fram, till exempel i en konsultrapport där tätare provtagning har gjorts, kan modellen ändras.

Med utgångspunkt i de tekniska och petrografiska analyserna samt de geofysiska mätningar som gjorts på bergprover från olika platser som anses representera berggrunden inom ett undersökningsområde, har kartor över de olika bergkvalitetsklasserna framställts. Med tanke på berggrundens heterogenitet ska sammanställningen ses som mycket översiktlig, och det är därför nödvändigt att komplettera bergkvalitetskartan med detaljundersökningar vid prospektering och planering för uttag av bergmaterial.

Vid sammanställningen av bergkvalitetskartorna över ett undersökningsområde klassas de olika bergarternas lämplighet som ballast till de tre huvudsakliga användningsområdena väg, järnväg och betong. I en och samma bergartsenhet kan mineralsammansättning, textur och struktur variera. Exempelvis har en glimmerrik gnejs sämre tekniska egenskaper än en glimmerfattig dito. I en granit kan det finnas områden med förhöjt innehåll av uran och torium som ger ökad gammastrålning och därmed förhöjt aktivitetsindex (AI). Dessa områden i graniten kan vara mindre lämpliga att använda som betongballast för husbyggnadsändamål. Följaktligen kan en bergartsenhet delas upp och klassificeras olika vad gäller dess bergkvalitet (se fig. 2 och 3) beroende på till exempel petrografiska variationer.



Figur 2. Exempel på klassning för väg nordväst om Kristianstad, där berggrunden visas i bild **A** och den fyrgradiga klassningen i bild **B**. Sammanställning av de tekniska analysresultaten i området har resulterat i att flera mindre berggrundsenheter har klassats som klass 1 för väg (syenitoid-granit och diabas). Andra bergartsenheter har klassificerats som klass 2 för väg (medelkornig granit) och som klass 3 (grovkristallin granit och gnejs). Sedimentär bergart (kretaceisk kalk- och sandsten) mot öst har klassificerats som klass 4 för väg. Vita kartområden i bild **B** har inte klassificerats då de ligger utanför analysområdet.



Figur 3. Exempel på klassning för betong norr om Kristianstadsbassängen i nordöstra Skåne, där berggrunden visas i bild **A**. Gammaindexvärde (Aktivitetsindex) (**B**) indikerar förhöjd strålning inom ett område i öster som utgörs av granit till granodiorit vilket har klassificerats som klass 3 för betong (**C**). Analysresultat har resulterat i att de flesta övriga berggrundsenheter inom området har klassats som klass 1 för betong. Vissa bergartsenheter har klassificerats som klass 2 för betong (syenitoid-granit). Vita kartområden i bild **C** ligger utanför analysområdet.

BERGARTERS KVALITET – ALLMÄNNA KRITERIER

Strategisk lokalisering och bergmaterialets kvalitet är de viktigaste parametrarna för en ballastproducent. Vilka styrke- och beständighetsegenskaper som efterfrågas beror på vilket eller vilka användningsområden man avser använda ballasten till. Ett material som är lämpligt för betong behöver inte vara lämpligt för andra användningsområden. Nedan redogörs kort för de olika parametrarna som i varierande grad är viktiga för att bergmaterialet ska vara lämpligt som ballastmaterial inom användningsområdena väg, järnväg och betong.

Kulkvarns- och microDevalvärde – bergmaterials förmåga att motstå skavande nötning

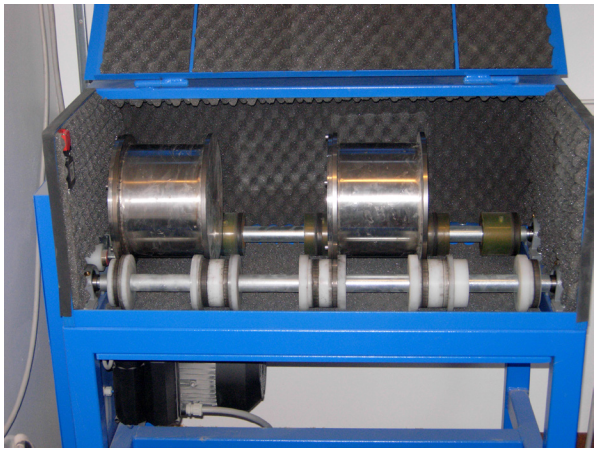
Ett bergmaterials förmåga att motstå nötning mäts med kulkvarnsmetoden A_N, SS-EN 1097-9:2014 (Svensk Standard 2014) för asfaltbundna lager, se figur 4, och med microDevalmetoden M_{DE}, SS-EN 1097-1:2011 (Svensk Standard 2011) för obundna lager. Bergmaterialets förmåga att motstå nötning styrs framför allt av dess kornstorlek, kornstorleksfördelning, mineralsammansättning, kornfogarnas utseende, och struktur.

Kulkvarns- och microDevalvärden redovisas som den procentuella andel av den invägda provfraktionen (vanligen 11,2/16 mm eller 10/14 mm) som efter nötning passerar en sikt på 2 respektive 1,6 mm. Om en liten andel av stenmaterialet nötts bort, fås ett lågt tal som alltså anger gott motstånd mot skavande nötning. Ett kulkvarnsvärde under 10 % innebär mycket god motståndskraft. För ordinärt granitiskt ballastmaterial är kulkvarnsvärdet cirka 8–14 %.

Los Angelesvärde – bergmaterials förmåga att motstå fragmentering

För att förutsäga en bergarts sprödhet, förmåga att motstå fragmentering, provar man i dag bergmaterial genom Los Angelesmetoden LA, SS-EN 1097–2:2010 (Svensk Standard 2010), se figur 5. De viktigaste parametrarna som styr bergmaterialets sprödhet är desamma som för kulkvarnsvärde, men vanligen i en annan ordning och med en annan påverkningsgrad, nämligen först mineralsammansättning och sedan kornstorleksfördelning, kornfogning, och strökorn.

LA-apparaten utgörs av en 0,71 m stor trumma, där provfraktionen som Trafikverket kravsätter (Trafikverket 2015c) för obundet vägmaterial, och som också används som Europanorm, är 10/14 mm. Motstånd mot fragmentering av ballast till järnväg skall deklareras för fraktion 31,5/50 mm (Trafikverket 2015b). I trumman får provfraktionen rotera tillsammans med elva stålkulor under 500 varv. LA-värdet definieras som den andel material som



Figur 4. MikroDeval-apparat. Ett bergmaterials nötningsmotstånd mäts med mikroDeval-metoden. Bergmaterialet körs tillsammans med små stålkulor. I och med att apparaten saknar lyftribbor är nednötningen av bergmaterialet mer skonsam i mikroDeval än i kulkvarnstrumman. Foto: Mattias Göransson.



Figur 5. Los Angeles-trumman är försedd med en lyftribba. Bergmaterialet och stålkulorna lyfts tillsammans med denna upp till trummans topposition varefter materialet faller fritt till botten. De betydligt större stålkulorna krossar stenmaterialet mot trummans botten. LA-värdet definieras som den andel bergmaterial som slutligen krossats ner under 1,6 mm efter körning uttryckt som viktprocent av analysprovet.
Foto: Mattias Göransson.

krossats ner till mindre än 1,6 mm av det invägda provet. Ett lågt LA-värde anger att stenen har ett gott motstånd mot fragmentering. För ordinärt granitiskt ballastmaterial är Los Angelesvärdet cirka 18–35 %.

Aktivitetsindex – ett mått på naturlig strålning

Allt bergmaterial innehåller små mängder av de naturligt radioaktiva ämnena kalium, uran (radium) och torium. Kalium finns naturligt i bergarter som innehåller kaliummineral såsom kalifältspat, biotit och muskovit. Halterna av uran och torium varierar i olika typer av bergarter på grund av deras olika bildningssätt och kemisk och mineralogisk sammansättning. Halter av uran i granitiska bergarter ligger vanligen mellan 1 och 10 ppm (gram per ton). Innehållet av torium är normalt högre med halter mellan 5 och 30 ppm (Jelinek & Eliasson 2015). Förhöjda halter av uran och torium kan till exempel påträffas i vissa graniter och alunskiffer.

Förhöjda halter av radioaktiva ämnen i ett bergmaterial kan orsaka problem, dels på grund av för hög gammastrålning och dels genom en ökad radonavgång. Detta medför att det finns vissa restriktioner vid användning av bergmaterial med förhöjd strålningsnivå eller hög radonavgång till husbyggnadsändamål.

Innehållet av radioaktiva ämnen i ett bergmaterial kan anges med aktivitetsindex (AI). Aktivitetsindex beräknas utifrån halterna av uran (radium), torium och kalium. Enligt Strålskyddsförordningen (2018:506) är referensnivån för stråldos från byggnadsmaterial 1 mSv (millisievert) per år. Aktivitetsindex används som ett verktyg för att se om ett byggnadsmaterial riskerar att orsaka att referensnivån överskrids. Teorin anger att om ett material har aktivitetsindex 1, ger det upphov till en stråldos på högst 1 mSv/år, om samma material används i både golv, väggar och tak (Europeiska Kommissionen 1999). Då gäller det färdiga byggmaterialet (till exempel betong) och inte enskilda komponenter (till exempel ballast). Om aktivitetsindex för ett (färdigt) byggnadsmaterial är över 1 måste man räkna på vilken dos det kan ge i den färdiga byggnaden. Vid dosberäkningen ska exempelvis hänsyn tas till i hur stor mängd materialet används, och vilken densitet och tjocklek det har. Ett europeiskt standardiseringsarbete pågår om hur aktivitetskoncentrationen av radium, uran och torium ska mätas i materialen och hur dosen ska beräknas. För att uppskattningar av dosnivå i färdig byggnad ska kunna göras ställer strålskyddslagstiftningen krav på att den som säljer ett material som kan vara av betydelse ur strålskyddssynpunkt ska kunna uppge materialets halter av kalium, uran och torium.

Alkalisilikareaktivitet

Alkalisilikareaktivitet (ASR) är risken för ett bergmaterial att bilda en geléartad massa (alkalisilikagel) som ett resultat av att reaktiv kvarts från ballasten reagerar med den starkt alkalina porlösningen i betongen (Lagerblad & Trägårdh 1992). Problem med ASR uppstår endast när ballastmaterialet används för betong. Gelén kan i vissa fall expandera vilket innebär risk för att betongen spricker. Exempel på reaktiva varianter av kvarts och ogynnsamma texturer är i fallande skala: flinta, deformerad kvarts (till exempel eng. *ribbon quartz*), suturerade kornfogar och mikrokristallin kvarts.

En tregradig indelning för förenklad okulär bedömning av risken för ASR utförd på tunnslip enligt RILEM AAR-1 (RILEM 2000a) av CBI Betonginstitutet lyder:

1. Berget är mycket osannolikt alkalisilikareaktivt.
2. Osäker eller potentiell risk finns.
3. Berget är mycket sannolikt alkalisilikareaktivt.

Kompletterande information om ASR finns i bilaga 1, Betongtester.

Sulfidmineral

Många bergarter innehåller små mängder sulfidmineral. Pyrit (FeS_2) följt av magnetkis (även benämnt pyrrhotit, $Fe_{1-x}S$) är vanligast. Dessa två järnsulfider förekommer i många olika magmatiska bergarter men företrädesvis i mörka bergarter som till exempel gabbro och kvartsdiorit. I metamorfa bergarter, som till exempel amfibolit, är pyrit och magnetkis också vanligt förekommande. Sedimentära bergarter som glimmerskiffer, glimmerrika gnejser och även vissa kalkstenar kan lokalt innehålla förhöjda halter pyrit och magnetkis.

Ett högt innehåll av sulfidmineral i bergmaterial kan orsaka problem; dels vid användning av bergmaterialet som obunden ballast i väg- och järnvägsanläggningar och dels vid framställning av betong.

I samband med byggnation av vägar och järnvägar utnyttjas i så hög grad som möjligt bergmaterial i anläggningens produktionslinje. Bergmassorna som losshålls och krossas från bergskärningar lagras vanligen i tillfälliga upplag för att senare användas i projektet. Om ballasten innehåller sulfider kan dessa i kontakt med vatten och syre oxideras, varvid pH-värdet i lakvattnet sänks. Detta sker vanligen genom att det (i första skedet) bildas järnsulfater och svavelsyra. Vid oxidationen kan även metaller frigöras och gå i lösning i lakvattnet. Lakvatten med lågt pH-värde och höga metallkoncentrationer kan orsaka skador på miljön. Trafikverket (2015d) beskriver hur man skall hantera sulfidförande bergarter i väg- och järnvägsprojekt för att minimera miljöpåverkan. Vid till exempel lagring och användning av ballast med höga sulfidhalter bör tillgången på syresatt vatten minskas genom exempelvis övertäckning eller deponering under grundvattenytan.

Bergballast som innehåller sulfidmineral kan också orsaka problem vid framställning av betong. Sulfidmineral som pyrit och magnetkis oxiderar förhållandevis lätt till järnsulfat eller vattenhaltiga järnhydroxider. Järnsulfater kan under ogynnsamma förhållanden störa betongblandningens härdning och ge en volymökning som på sikt kan spräcka upp betongen. Dessutom kan vittrande sulfidmineral missfärga en betongkonstruktion. I *Ballast för betong* (Svensk Standard 2008) anges att speciella försiktighetsåtgärder krävs om magnetkis förekommer i ballasten. Om förekomsten av detta mineral är känd, ska den totala svavelhalten i ballasten inte överstiga 0,1 %.

Kornform, glimmermineral, reologi och arbetbarhet

Vid framställning av så kallad helkrossad ballast till betong används krossat berg till alla fraktioner, även till finfraktionen (0–8 mm). För flera betongändamål, till exempel sprutbetong, är pumpbarhet och arbetbarhet viktiga egenskaper för betongmassan. Ballastens påverkan på dessa egenskaper beror bland annat på materialets partikelsortering och dess kornform. Förenklat uttryckt hakar flisiga korn lättare i varandra och kräver mer vatten och cement i betongblandningen för att få bra flytegenskaper.

Exempel på bergarter som vid krossning ofta genererar ett aggregat med flisig kornform är skiffrar och vissa gnejser. Bergarter med en hög halt av glimmermineral genererar ofta en ballast med olämplig, flisig kornform i finfraktionen vid krossning. Bergarter som tenderar att generera mycket flisiga eller stängliga aggregat bör därför undvikas.

Glimmermineral som frigjorts från bergartsmaterialet vid krossningen åstadkommer störst problem vid användandet av helkrossad ballast till betong på grund av sin mycket ogynnsamma, flakiga kornform (Lagerblad m.fl. 2008). För bergarter med en låg glimmerhalt, mindre än 10 %, anses glimmern inte utgöra en kritisk parameter för arbetbarheten för betong. Glimmermineral absorberar dessutom betydligt mer vatten än andra mineral vilket innebär problem vid frysgrader, särskilt i betong om glimmerhalten varierar kraftigt.

Plastisk viskositet är ett mått på materialets inre friktion, det vill säga hur trögt ett bruk tillverkat av materialet flyter när det väl är satt i rörelse (reologiska egenskaper). Det är därmed ett indirekt mått för ett bergmaterials lämplighet som råvara i en betong som kräver god arbetbarhet. Ett bruk eller en betongs reologiska egenskaper styr dess arbetbarhet, pumpbarhet och flytbarhet. Detta är viktiga egenskaper inom betongindustrin. De reologiska egenskaperna förbättras ju mer runda kornformer en ballast har, vilket medger en god rörlighet partiklarna emellan.

Resultaten från de tester på plastisk viskositet som genomförts finns redovisade i bilaga 1. Exempelvis har Hardebergasandstenen samt glimmerfattiga granitoider generellt sett visat sig ha goda reologiska egenskaper.

Leromvandlad eller vittrad berggrund

Kraftigt vittrad berggrund har dålig till mycket dålig beständighet och är olämplig för samtliga användningsområden. Vittrad berggrund förekommer vanligen inom mindre områden eller längs med sprickzoner i berggrunden.

Ett leromvandlat eller vittrat bergmaterial kan uppträda volyminstabilt. Med detta menas att materialet vid betonganvändning kan ge upphov till mekanisk avskalning, kraterbildning och krympning vilket i sin tur kan leda till allvarliga konstruktionsskador (Lagerblad & Trägårdh 1995). Bergarter som vanligen kan ge upphov till volyminstabilitet är till exempel lerskiffrar, omvandlade metagråvackor och basalter.

Exempel på kraftigt leromvandlat eller kaolinvittrad berggrund i Skåne finns bland annat i Kristianstadområdet (Wikman m.fl. 1983).

Vattenabsorption

Vattenabsorptionen ger ett mått på bergmaterialets öppna porositet, det vill säga porer som står i förbindelse med ballastkornens yta. Sluten porositet förekommer också vilket innebär att porer saknar förbindelse med ballastkornens yta. Vattenabsorption definieras som massan av vatten som finns i ett vattenmättat bergartsprov som en procentsats av dess initiala massa.

Vid anläggande av betongkonstruktion i vattenmiljö är betongballastens frostbeständighet kritisk. Om vattenabsorptionen för ett bergmaterial är lägre än 0,5 viktprocent kan ballasten anses vara frostbeständig (Trafikverket 2015b). Normalt klarar det svenska urberget detta. Bergarter som kan vara frostkänsliga är till exempel skiffer, glimmerskiffer, fyllit, märgelsten, lerskiffer, porös flinta, omvandlad porös basalt, vissa konglomerat och breccior, porös sand- och kalksten samt vittrade bergarter.

Kvartshalt

På grund av arbetsmiljöskäl (silikosrisk) ska bergmaterialets kvartshalt redovisas, då bergmaterial med hög kvartshalt fordrar särskilda skyddsåtgärder (Trafikverket 2015b). Arbete med kvartsrika bergarter ska följa föreskriften AFS 2015:2 (Arbetsmiljöverket 2015).

BERGGRUNDENS LÄMPLIGHET FÖR VÄGÄNDAMÅL

Kraven på vägmakadam varierar beroende på vilket lager i vägkonstruktionen som materialet ska användas till. De högsta kraven sätts på slitlagerstenen för högtrafikerade vägar såsom motorvägar. Bergmaterialets motstånd mot däckens skavande nötning på vägbanan mäts i kulkvarnsvärde (A_N, se tidigare avsnitt *Bergarternas kvalitet – allmänna kriterier*) och dess motstånd mot sönderkrossning (fragmentering) i Los Angelesvärde (LA, se tidigare avsnitt Bergarternas kvalitet – allmänna kriterier). Ett bra bergmaterial som ska användas som vägmakadam och rangordnas som klass 1-material i SGUs klassificeringssystem, ska

- ha god motståndskraft mot skavande nötning vilket motsvarar ett lågt kulkvarnsvärde på < 10 %
- ha god motståndskraft mot fragmentering vilket motsvarar ett lågt Los Angelesvärde på < 30 % för asfaltbundna lager
- ha en måttlig glimmerhalt < 30 %
- inte vara leromvandlat eller vittrat
- ha en god kornform, det vill säga inte stänglig eller flisig.

Mer information kring krav för vägmakadam finns i Trafikverkets kravdokument (Trafikverket 2015a, 2015c).

Vid en bedömning av bergarternas lämplighet som vägmakadam har en fyrgradig skala använts vid klassning, se tabell 1. Nedan ges en förenklad översikt över användningsområden och exempel på bergarter som motsvarar kvalitetskraven inom de fyra olika klasserna.

Klass 1. Bergkvalitet för väg.
Bergmaterialet bedöms kunna användas som ballast både i slitlager, massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är finkornig syenit till monzonit, finkornig granit, kambrisk sandsten, ojämnkorniga granitoider, finkorniga diabaser, vissa myloniter och bandade gnejser. Kvartsit är vanligen ett utmärkt klass 1-material för vägändamål. Den kvartsit som finns och undersökts i Skåne är dock glimmeranrikad varför den inte motsvarar ett klass 1-material.

Klass 2. Bergkvalitet för väg.
Bergmaterialet bedöms företrädesvis att kunna användas som ballast i massabeläggningar, bärlager och förstärkningslager. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är granitoider, gabbro och diorit.

Klass 3. Bergkvalitet för väg.
Användning av bergmaterialet till ballast i slitlager och massabeläggningar bedöms vara starkt begränsat till obefintlig. Användning som ballast i bärlager och förstärkningslager är möjligt. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är kalksten, grovkristallina granitoider, pegmatitgranit, glimmerrika eller omkristalliserade bergarter, paragnejs.

Klass 4. Bergkvalitet för väg.
Bergmaterialet lämpar sig inte som ballast för vägändamål. Exempel på bergarter som generellt sett faller inom klass 4 är skiffer, kritkalksten och kraftigt vittrad berggrund.

BERGGRUNDENS LÄMPLIGHET FÖR JÄRNVÄGSÄNDAMÅL

Glimmerhalten är väsentlig för järnvägsmakadam eftersom bergarter med höga glimmerhalter oftast genererar ballastkorn med dålig geometri. Dessutom absorberar glimmermineral betydligt mer vatten än andra mineral vilket innebär problem vintertid när vattnet fryser. För järnvägsmakadam är även motstånd mot fragmentering och stabilitet viktiga egenskaper att uppnå eftersom tågekipagen är tunga. Ett bra bergmaterial som ska användas för järnväg och rangordnas som klass 1-material i SGUs klassificeringssystem, ska

- ha en låg till måttlig glimmerhalt (< 10 %)
- ha ett gott motstånd mot fragmentering. Los Angelesvärde ska vara ≤ 20 % bestämd på fraktion 31,5/50 mm för klass 1. Detta motsvarar ungefär 25 % för fraktion 10/14 mm.
- ha ett MicroDevalvärde < 12 % bestämd på fraktion 31,5/50 mm för klass 1. Detta motsvarar ungefär 17 % för fraktion 10/14 mm.
- ha en låg till måttlig vattenabsorption (< 0,5 viktprocent)
- ha en bra kornform (ej stänglig eller flisig, LT-index 3≤20 viktprocent, bestämd på fraktion 31,5/63 mm).

Se vidare i Trafikverkets BVDOK – Makadamballast för järnväg (Trafikverket 2015b).

Vid en bedömning av bergarternas lämplighet som järnvägsmakadam har en fyrgradig skala använts vid klassning, se tabell 2. Nedan ges en förenklad översikt över användningsområden och exempel på bergarter som motsvarar kvalitetskraven inom de fyra olika klasserna.

Klass 1. Bergkvalitet för järnväg.
Bergmaterialet bedöms lämpligt som makadamballast för användning i överbyggnad till järnväg och som frostisoleringslager och förstärkningslager för underbyggnaden. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är diabas, gabbro, basalt, diorit, jämnkorniga amfibolförande granitoider (ger lågt LA), ett flertal granitoider och gnejser.

Klass 2. Bergkvalitet för järnväg.
Bergmaterialet lämpar sig som frostisoleringslager och förstärkningslager för underbyggnad samt i vissa fall även som makadamballast för överbyggnad. Osäkert om materialet lämpar sig för användning i överbyggnad till järnväg. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är granitoider och gnejser i allmänhet, sandsten, amfiboliter.

Klass 3. Bergkvalitet för järnväg.
Bergmaterialet lämpar sig endast för användning som frostisoleringslager för järnväg. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är grovkorniga granitoider, omkristalliserade granitoider, glimmerrika bergarter, kalksten och kvartsit.

Klass 4. Bergkvalitet för järnväg.
Bergmaterialet lämpar sig inte som ballast för järnväg. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är skiffer, kritkalksten, lersten, kraftigt förskiffrade bergarter (till exempel paragnejs) och vittrade bergarter.

BERGGRUNDENS LÄMPLIGHET FÖR BETONGÄNDAMÅL

I en betongkonstruktion ställs höga krav på ballastens glimmerhalt och beständighet. Glimmermineral försämrar rörligheten i bruk och betongmassa och absorberar dessutom betydligt mer vatten än andra mineral vilket innebär problem, särskilt om halten glimmer varierar kraftigt i bergmaterialet. Hållfasthet är normalt av underordnad betydelse förutsatt att ballasten inte ska användas till exempelvis betongvägar. Högstrålande bergmaterial med aktivitetsindex (AI) större än 1 rekommenderas inte att användas som ballast för husbetong. Alkalisilikareaktiva bergmaterial kan på sikt spräcka upp en betongkonstruktion, särskilt om den är utsatt för fukt (till exempel brofundament). Ju fler av nedanstående kriterier som är uppfyllda desto högre kvalitet och fler användningsområden är möjliga för betongen. Alla kriterier behöver inte vara uppfyllda för vissa enklare betongsorter. Ett bra bergmaterial som ska användas för betong och rangordnas som klass 1-material i SGUs klassificeringssystem ska

- ha en låg till måttlig glimmerhalt för att generera en bra arbetbarhet (<10 %)
- uppvisa en låg totalstrålning (AI <1)
- inte vara alkalisilikareaktivt (ASR <1)
- inte innehålla sulfidmineral, det vill säga total svavelhalt ska inte överstiga 0,1 %
- inte vara leromvandlat eller vittrat
- ha en låg till måttlig vattenabsorption (<1 %)
- ha ett lågt flisighetsindex.

Parametrarna finns närmare beskrivna under avsnittet *Bergarternas kvalitet – allmänna kriterier.* Se vidare krav och rekommendationer i SS-EN 12620/A1:2008, Ballast för betong (Svensk Standard 2008).

Vid en bedömning av bergarternas lämplighet som betongballast, även för den finkorniga fraktionen, har en fyrgradig skala använts vid klassning, se tabell 3. Nedan ges en förenklad översikt över användningsområden och exempel på bergarter som motsvarar kvalitetskraven inom de fyra olika klasserna.

Klass 1. Bergkvalitet för betong.
Bergmaterialet bedöms kunna användas som ballast för de flesta betonganvändningsområden. Problem att uppnå en lika god kornform som naturgrus förekommer vilket kan påverka arbetbarhet och pumpbarhet för betongmassan. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är kambrisk sandsten, kalksten, leuko-graniter, glimmerfattiga granitoider, omkristalliserade eller jämnkorniga granitoider.

Klass 2. Bergkvalitet för betong.
Bergmaterialet bedöms kunna användas som ballast för flera betonganvändningsområden. Materialegenskaperna gör att kraven eller rekommendationerna för vissa betonganvändningsområden (till exempel för husbetong på grund av något förhöjd strålning) kan vara svåra att uppnå. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är granitoider, gabbro, diabas, diorit i allmänhet, sandsten.

Klass 3. Bergkvalitet för betong.
För vissa användningsområden inom betong är en möjlig produktion starkt begränsad. Materialegenskaperna uppnår inte krav eller rekommendationer för ett eller flera betonganvändningsområden (till exempel husbetong på grund av AI större än 2 eller som ballast i fuktig betongmiljö på grund av ASR på 3). Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är myloniter, kvartsiter, högstrålande graniter, sulfidimpregnerade bergarter, glimmerrika bergarter, ljusa vulkaniska bergarter, porösa sandsten och basalt.

Klass 4. Bergkvalitet för betong.
Bergmaterialet lämpar sig inte som ballast för betong. Exempel på bergarter som motsvarar dessa kvalitetskrav är skiffer (särskilt alunskiffer), vittrade bergarter och kritkalksten med mycket flinta.

GEOLOGISK ÖVERSIKT FÖR SKÅNE LÄN

Skånes landskap består av slätter, sänkor och horstar. Berggrunden präglas av den diagonala delningen från nordväst till sydöst som utgör en del av Sorgenfrei-Tornquistzonen, se figur 6. I Skåne utgör Sorgenfrei-Tornquistzonen ett cirka 100 km brett stortektoniskt stråk karaktäriserat av parallella deformationszoner. Sorgenfrei-Tornquistzonen kantas av Kullen-Ringsjön-Andrarum förkastningszon i norr och Romeleåsens förkastningszon i söder. Upprepade rörelser har skett inom zonen, i främst vertikalt led, och orsakades av en längre tids uppskjutning av block av kristallint urberg. Det uppskjutna kristallina urberget representerar numera de skånska ”åsarna” eller mera korrekt urbergshorstarna. I samband med detta bildades mellanliggande gravsänkor och tråg som med tiden fylldes med sedimentära bergarter. Sydväst om Sorgenfrei-Tornquistzonen finns ett utbrett slättlandskap. Berggrunden här utgörs av mäktiga sedimentära avlagringar, dominerade av kalk- och sandsten som ofta är överlagrade av jordlager. Området norr om Sorgenfrei-Tornquistzonen domineras av kristallint urberg, förutom Kristianstadsbassängen i öst och Ängelholmstråget i väst, som båda består av sedimentära avlagringar dominerade av kalk- och sandsten respektive lerskiffer.

Kristianstadsbassängen omges av urbergshorstar, i väster av Nävlingeåsen och i söder av Linderödsåsen. Nordöst om bassängen finns ett kuperat erosionslandskap med urbergskullar och längre mot norr breder den södra delen av den småländska urbergslätten ut sig. Längst mot nordväst reser sig urbergshorsten Hallandsåsen och söder om denna ligger Ängelholmstråget. Inom Sorgenfrei-Tornquistzonen, i nordvästra delen utmed Kullen-Ringsjön-Andrarums förkastningszon, påträffas urbergshorsten Söderåsen och i sydöstra delen av zonen finns Romeleåsen utmed förkastningszonen. Urbergshorstarnas, eller åsarnas, placering visas i figur 1 i början av rapporten. I Sorgenfrei-Tornquistzonens centrala del sträcker Colonusskiffertråget ut sig och söder om detta följer Vombsänkan.

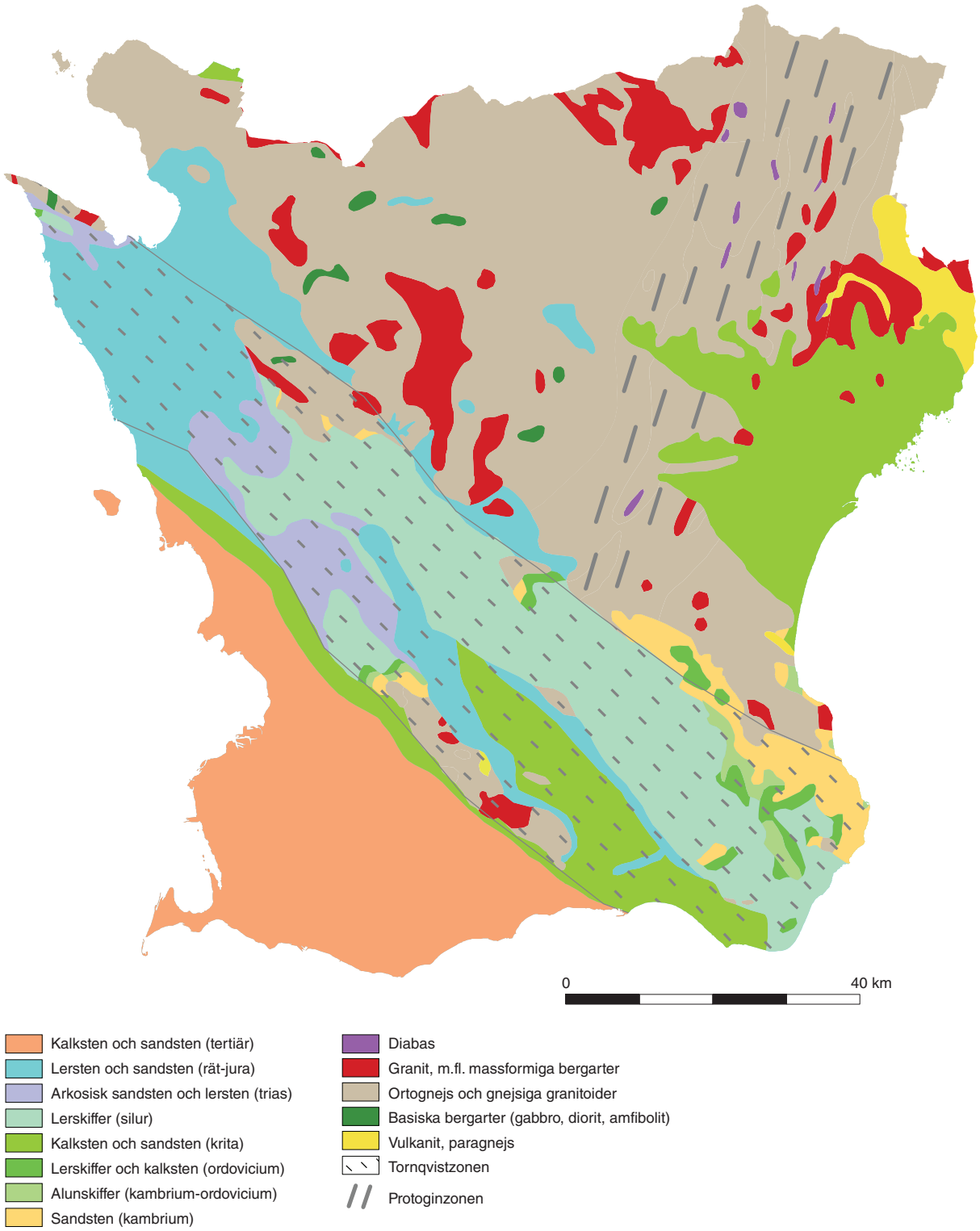
Förutom Sorgenfrei-Tornquistzonen finns i Skåne ytterligare en stor deformationszon, den så kallade Protoginzonen. Detta är en stortektonisk, flera kilometer bred zon som löper genom hela södra Sverige med en huvudsaklig nord–sydlig riktning. I Skåne påträffas Protoginzonen i de nordöstra delarna samt i delar av Romeleåsen. Den äldre berggrunden i Protoginzonen är ställvis kraftigt deformerad och utdragen i en nordnordöst–sydsydvästlig riktning. På flera ställen påträffas yngre bergarter som hyperitdiabas och syenit.

Berggrunden generellt

Berggrunden i Skåne består av en nästan komplett lagerföljd från prekambrisk till eocen tid och representerar därmed en tidsskala från cirka 1 700–50 miljoner år. De yngre sedimentära bergarterna av devonisk till permisk ålder är dock mycket dåligt representerade eftersom dessa till största delen har eroderats bort med tiden. Skånes berggrund är kraftigt präglad av den nordvästliga diagonala delningen, Sorgenfrei-Tornquistzonen, vilken i grova drag separerar regionen i två skilda bergartsprovinser: den Sydvästskandinaviska provinsen i nordöst och de fanerozoiska bergarterna sydväst om och inom Sorgenfrei-Tornquistzonen samt inom Kristianstadsbassängen och Ängelholmstråget.

Den Sydvästskandinaviska provinsen, vilken omfattar det kristallina urberget i Skåne, tillhör de sydvästra delarna av den Fennoskandiska urbergsskölden. Förutom utbredningsområdet nordöst om Sorgenfrei-Tornquistzonen påträffas det kristallina urberget även i urbergshorstarna Söderåsen och Romeleåsen, samt på Kullen, alla belägna inom Sorgenfrei-Tornquistzonen. Urbergsskölden bildades under lång tid genom att magma, ofta med en granitisk sammansättning, trängde upp genom jordskorpan för cirka 1,7 miljarder år sedan. Efter detta har berggrunden under flera tidsperioder omvandlats och veckats och i dag dominerar ortognejser och gnejsiga graniter det kristallina berget. Omvandlingen och veckningen skedde under den Svekonorvegiska bergskedjebildningen (Lundqvist m.fl. 2011). På Romeleåsen och norr om Kristianstadsbassängen påträffas något yngre, cirka 1,4 miljarder år gamla, mer homogena, rödaktiga graniter rika på fältspat.

Förenklat kan Skånes urberg delas in i ett västligt och ett östligt område där delningen utgörs av den så kallade Protoginzonen som löper genom södra Sverige i en nordnordöst–sydsydvästlig riktning. Öster om Protoginzonen är gnejserna generellt sett mindre omvandlade än i väst och är mer gråaktiga i de nordliga delarna och något finkornigare och rödaktiga i de södra delarna. Väster om Protoginzonen är graden av omvandling generellt mer påtaglig, och större variation ses inom bergarterna där. Protoginzonens precisa utbredning har inte definierats fullt ut i området men den påträffas i de nordöstra delarna av Skåne samt i Romeleåsen, se figur 6. På andra ställen har Protoginzonen överlagrats och döljts av sedimentära avlagringar. Inom Protoginzonen påträffas vanligen nord–sydligt orienterade hyperitdiabaser samt syenit och gnejsig granit. Hyperitdiabaserna som bildades för cirka



Figur 6. Förenklad schematisk översikt över Skånes berggrund med Sorgenfrei-Tornquistzonen och de största sänkorna. Sorgenfrei-Tornquistzonens utbredning antas vara längs med Romeleåsens förkastningszon i söder och Kullen-Ringsjön-Andrarums förkastningszon i norr. Protoginzonens utbredning är inte väldefinierad men ungefärlig utbredning är markerad i figuren.

900–1200 miljoner år sedan följer i huvudsak Protoginzonens utsträckning.

De fanerozoiska bergarterna representerar de sedimentära bergarter i Skåne som är bildade under de senaste cirka 570 miljoner åren. Mycket förenklat kan man säga att den sedimentära berggrunden bildades från sediment bestående av fragmenterat erosionsmaterial eller kalkskaliga skelettfragment avsatta i miljöer med växlande

havsnivå. Efterföljande långvarig kompression har omvandlat lösa sediment till ler-, silt-, sand- och kalksten, beroende av ursprungsmaterialet. De fanerozoiska bergarterna bildades inom ett antal större områden, som alla utgörs av sänkor skapade av mäktiga berggrundsrörelser längs med nordvästligt orienterade förkastningszoner. Dessa bassänger utgörs norr om Sorgenfrei-Tornquistzonen av Kristianstadsbassängen i öst och Ängelholmstråget i väst. Kristianstadsbassängen domineras av kretaceisk kalk- och sandsten och Ängelholmstråget i huvudsak av lersten och slamsten mellanlagrade av silt- och sandsten avsatta under rät–jura tid. Inom Sorgenfrei-Tornquistzonen präglas berggrunden generellt av leriga och skiffriga sedimentära bergarter som representerar tiden från silur till krita. Inom de centrala och mest nordvästliga delarna av Sorgenfrei-Tornquistzonen finns triassiska avlagringar som domineras av arkosisk sandsten med mer leriga mellanlagringar. Colonusskiffertråget i de centrala och södra delarna av Sorgenfrei-Tornquistzonen domineras av silurisk lerskiffer. Vombsänkan i den södra delen av Sorgenfrei-Tornquistzonen domineras, liksom i Kristianstadsbassängen, av kretaceisk kalk- och sandsten. Kretaceisk kalk- och sandsten påträffas även i en remsa strax söder om Romeleåsens förkastningszon vilken utgör den södra gränsen av Sorgenfrei-Tornquistzonen. Stora vertikala rörelser har pågått längs med Romeleåsens förkastningszon vid den södra gränsen av Sorgenfrei-Tornquistzonen, där sydvästra Skåne utgör ett gränsområde till den Danska bassängen. Mäktiga lager av sediment ackumulerades inom denna bassäng under tiden krita och eocen. Trots omfattande erosion under miljoner år har en stor del av dessa bevarats.. Den ytnära berggrunden i sydvästra Skåne består främst av kalksten av eocen ålder.

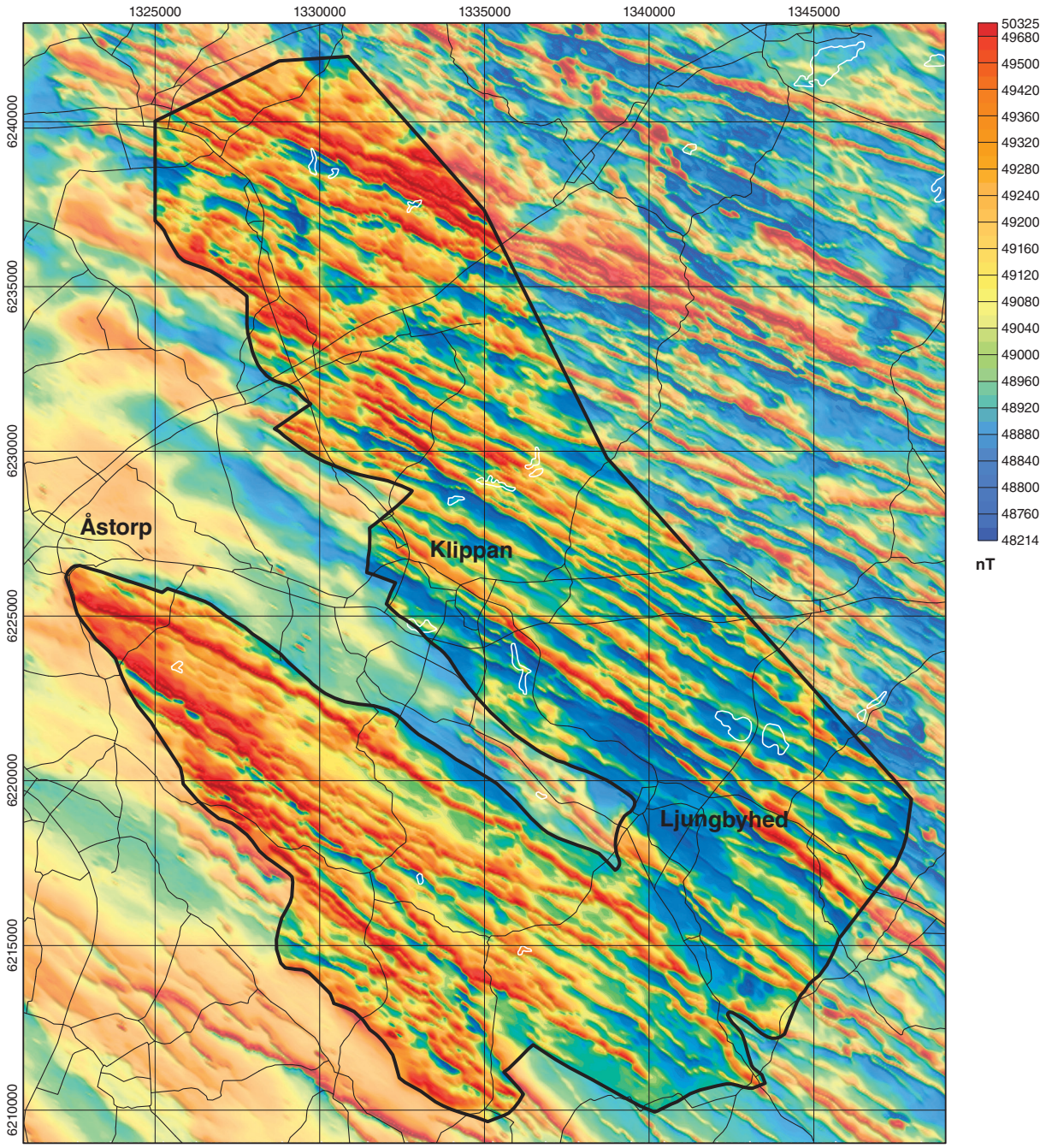
Inom Sorgenfrei-Tornquistzonen och delvis norr om denna genomskärs berggrunden av uppemot 50 m breda diabasgångar med nordväst–sydostlig orientering, även kallade *Nordvästdiabaserna.* Diabasgångarna förekommer i stora svärmar, vanligen med bredare huvudgångar (uppemot 50 m breda) och med smalare sidogångar. Nordvästdiabaserna stupar vanligen vertikalt till subvertikalt mot sydväst. De bildades när magma med basisk sammansättning trängde upp i nordvästligt orienterade sprickor i den skånska berggrunden under karbonisk–permisk tid för cirka 290 miljoner år sedan. På magnetiska anomalikartor uppträder nordvästdiabaserna som högmagnetiska lineament, se figur 7.

Nedan följer en kort sammanställning och beskrivning av de bergarter som dominerar den exponerade berggrunden i områdena Söderåsen, Kristianstadsområdet, Linderödsåsen och Romeleåsen. Fördjupad information finns i tidigare rapporter för bergkvalitetskarteringar (Persson & Göransson 2010 a, b, c och 2011) inom samma projektområde samt i SGUs berggrundsbeskrivningar, serie Af.

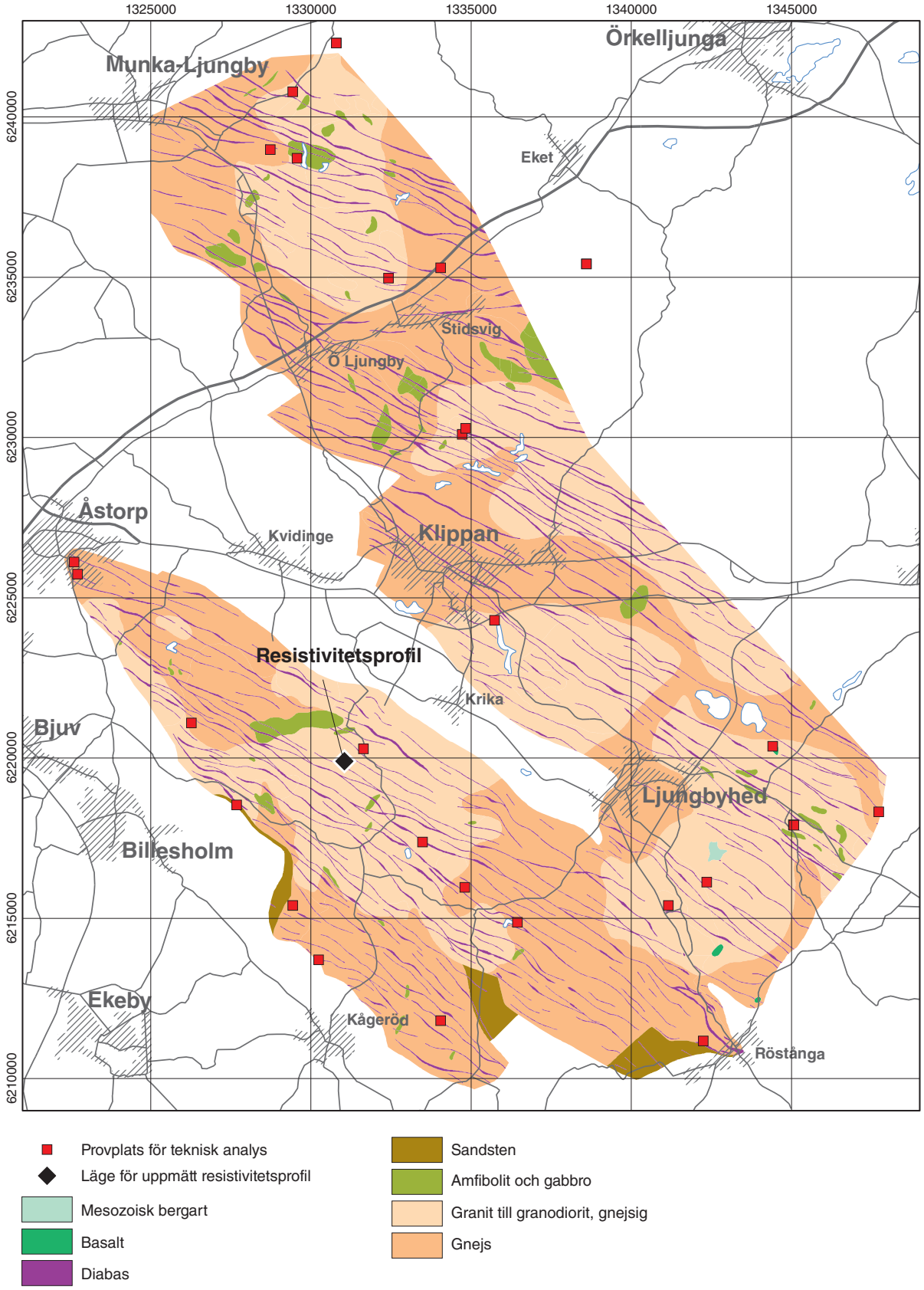
Berggrunden på Söderåsen

Analysområdet Söderåsen utgörs av två diagonala korridorer med nordväst–sydöstlig orientering som sammanfogas i den sydöstra delen, se figur 8. Berggrunden på Söderåsen varierar mycket på grund av dess lokalisering i anslutning till den fennoskandiska gränszonen. Söderåsen utgör den sydvästligaste delen av berggrundsområdet Östra segmentet, vilken utgör den östligaste delen av den Svekonorvegiska bergskedjebildningen. Bergarterna domineras av gnejser och gnejsig granit till granodiorit. Amfiboliter är vanligt förekommande som mindre inneslutningar eller bergartskroppar, och kambrisk sandsten finns inom tre områden på de södra delarna av åsen. Placeringen inom Sorgenfrei-Tornquistzonen betyder även att stora svärmar av permiska diabasgångar (nordvästdiabaser) skär genom berggrunden i nordvästlig riktning, se figur 7 och 8. Den naturliga gammastrålningen (AI) är generellt relativt låg inom området.

Nedan följer en kort generaliserad beskrivning av bergartsgrupper som förekommer på Söderåsen. För en mer noggrann beskrivning hänvisas till SGUs tidigare publicerade berggrundsbeskrivningar (Norling & Wikman 1990, Wikman m.fl. 1993, Sivhed & Wikman 1986, Wikman & Sivhed 1992).



Figur 7. Magnetisk anomalikarta över analysområdet Söderåsen. Nordvästdiabasgångarna framträder tydligt med deras nordvästliga orientering (från Persson & Göransson 2010c)



Figur 8. Förenklad berggrundskarta över analysområdet Söderåsen (från Persson & Göransson 2010c).

Ortognejs

Gnejserna på Söderåsen är vanligen kraftigt deformerade och omvandlade, och deras ursprung är därför svårt att bestämma. Huvuddelen av gnejserna antas dock ha sitt ursprung i granitoider, varför de kallas Ortognejser. Migmatisering och ådring är vanligt förekommande. Gnejserna kan indelas deskriptivt i två grupper: den mest vanliga, rödgrå till grå med granodioritisk sammansättning, och gråröd till röd med granitisk sammansättning. Båda bergartstyperna är fin- till medelkorniga och de kan förekomma tillsammans inom samma hällområde.

Granit till granodiorit

Graniter och granodioriter på Söderåsen är relativt homogena men är ofta gnejsiga eller stängliga, se figur 9. Svag migmatisering och diffus ådring kan förekomma. Gnejsigheten eller omvandlingen är dock alltid mycket kraftigare i gnejserna än i graniterna till granodioriterna. Graniterna är ofta något grövre än gnejsen. Bergarterna inom gruppen kan deskriptivt indelas i två undergrupper: röd till gråröd med granitisk sammansättning, och rödgrå till grå med granodioritisk sammansättning. Porfyriska varianter inom båda grupperna kan förekomma lokalt.

Amfiboliter och gabbroider

Amfibolit förekommer ibland som större bergartskroppar inom området, men det vanligaste uppträdandet är dock som sliror, linser eller som tunna lager inom gnejserna. På Söderåsen är både amfiboliter och gabbroider ofta migmatiserade i mer eller mindre grad, och metamorf granat är vanligt förekommande, se figur 10.



Figur 9. Kraftigt förgnejsad och ådrad granit från Össjö bergtäkt. Vyn är cirka 38 × 25 cm. Foto: Lena Lundqvist.



Figur 10. Mörkt grå, folierad, granatförande amfibolit med dåliga tekniska egenskaper. Vyn är cirka 17 × 22 cm. Foto: Mattias Göransson.

Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen)

På Söderåsens sydvästra flank i anslutning till åsens förkastningskontakt förekommer kambrisk sandsten, kallad Hardebergaformationen. Bergarten bildades för cirka 570 miljoner år sedan och utgörs av grå, hård, kvartscementerad kvartssandsten med förekomst av korsskiktning, vågmärken och grävspår.

Diabas

I området förekommer, som nämnts tidigare, stora svärmar av nordvästdiabaser. Diabaserna är gångbergarter med en bredd på uppemot 50 m och de är mörkt grå till svarta och är finkorniga, se figur 11.

Basalt

Basalt utgör den yngsta bergarten på Söderåsen och bildades under jurassisk och delvis kretaceisk tid för 170 till 110 miljoner år sedan. Basalten finns som kupper (gamla vulkaner) och har ofta en pelarförklyftad struktur. Bergarten är mycket finkorning till tät, se figur 12. Basalten påträffas i de sydöstra delarna av Söderåsen.

Övriga sedimentära bergarter

Mesozoisk sedimentär berggrund finns i mindre omfattning inom de centrala delarna av åsen och domineras av kalksten, lersten och porös sandsten.



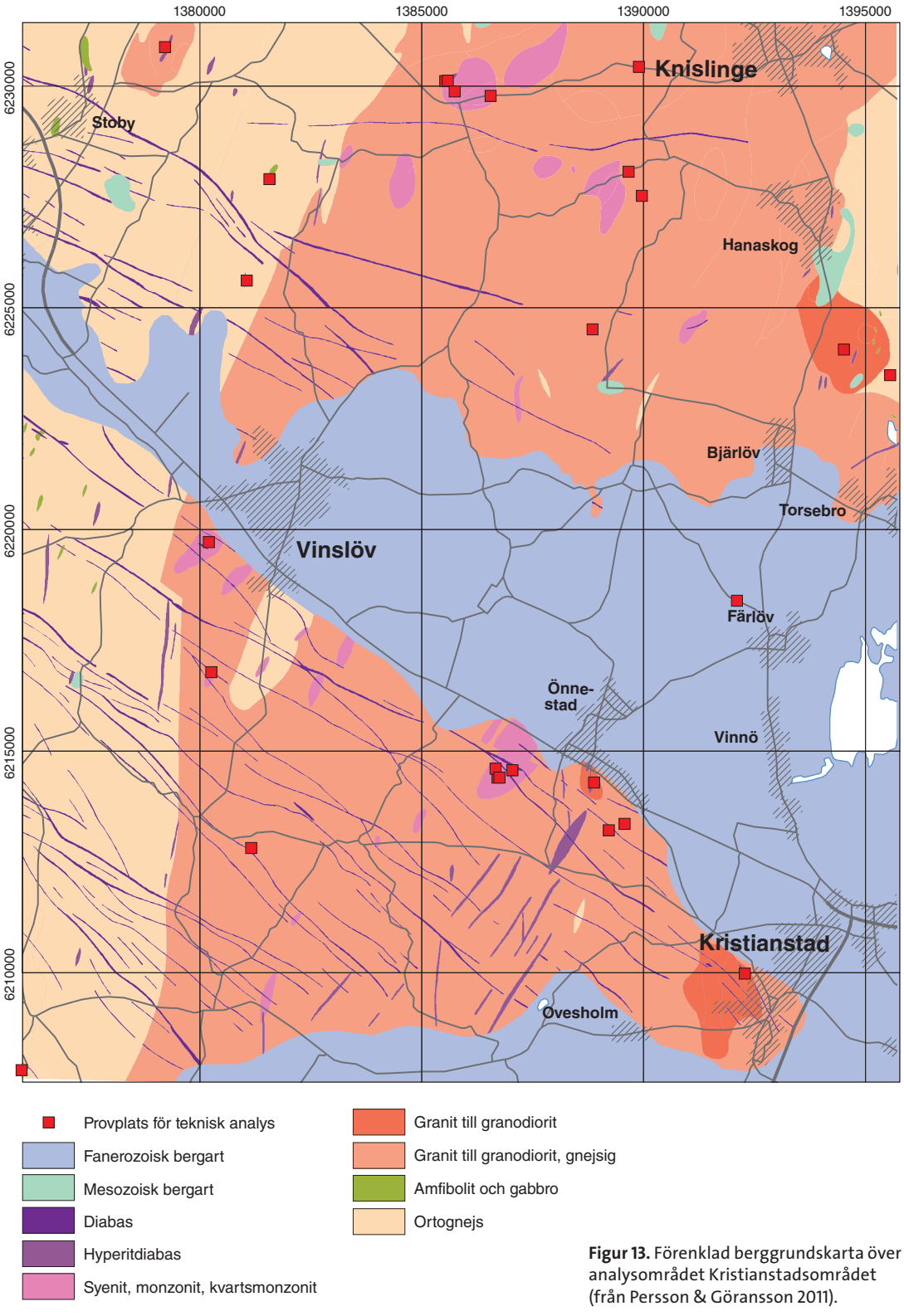
Figur 11. Mörkt grå, finkornig nordvästdiabas från bergtäkt i Halmstad. Diabasen har mycket goda fragmenteringsegenskaper vilket gör att den ofta kan användas som till exempel järnvägsmakadamballast. Vyn är cirka 30 × 40 cm.
Foto: Mattias Göransson.



Figur 12. Mörk, mycket finkornig basalt med bra tekniska egenskaper (från Persson & Göransson 2010c). Vyn är cirka 24 × 32 cm.
Foto: Mattias Göransson.

Berggrunden i Kristianstadsområdet

Analysområdet väst och nordväst om Kristianstad benämndes i tidigare publicerade bergkvalitetsrapport (Persson & Göransson 2011) som delar av kommunerna Kristianstad, Hässleholm och Östra Göinge men har i denna rapport förenklats till namnet Kristianstadsområdet. Analysområdet utgörs av två områden separerade av Kristianstads-



Figur 13. Förenklad berggrundskarta över analysområdet Kristianstadsområdet (från Persson & Göransson 2011).

bassängen, se figur 13. Det nordliga området utgörs av ett kuperat erosionslandskap med urbergskullar, och det södra ingår i urbergshorsten Nävlingeåsen. Kristianstadsbassängen som delar analysområdet domineras av kretaceisk kalk- och sandsten. Kristianstadsbassängen ingår inte i analysområdet på grund av berggrundens dåliga hållfasthet. Urbergsområdet kan förenklat indelas i en äldre östra del, dominerad av mer eller mindre gnejsig granit till granodiorit, och en yngre västra del, dominerad av starkt gnejsiga och ådrade gnejser samt en yngsta, mellersta del. dominerad av porfyriska granitoider. En större del av analysområdet påträffas dessutom inom Protoginzonen. Här är syenitoider och hyperitdiabaser vanligt förekommande. Svärmar av nordvästdiabaser förekommer frekvent inom analysområdet, särskilt inom den södra delen. Den naturliga gammastrålningen är generellt sett relativt låg inom analysområdet, men är dock lätt förhöjd inom den östra delen av det nordliga området i anslutning till vissa typer av graniter och gnejser. Exempelvis har den så kallade Spinkamålagraniten som förekommer i vissa av stenbrotten generellt sett något förhöjd gammastrålning.

Nedan följer en kort generaliserad beskrivning av bergartsgrupper som förekommer inom Kristianstadområdet. För en mer noggrann beskrivning hänvisas till SGUs tidigare publicerade berggrundsbeskrivningar (Kornfält m.fl. 1978, Wikman m.fl. 1983).

Ortognejs

Ortognejserna inom Kristianstadområdet domineras av fin till medel kornstorlek, men grövre varianter förekommer. Ådring är vanligt, och bergarten framstår ofta som heterogen med inlagringar av amfibolit, se figur 14. Inom de västligaste delarna av området förekommer lokalt migmatitisk omvandling i mer eller mindre grad. Ortognejserna kan delas upp i tre grupper inom olika utbredningsområden: grå till gråröda, finkorniga gnejser i nordöst, gråröda till röda, ådrade och finkorniga gnejser i sydväst, samt rödgrå till grå, finkorniga, hornbländeförande ådergnejser i väst (sporadisk förekomst).

Amfiboliter och gabbroider

Amfiboliter och gabbroider förekommer i anslutning till gnejserna i det västra området. Amfibolit förekommer oftast som sliror, linser och lager inom gnejserna men finns även som större eller mindre bergartskroppar. Både amfiboliter och gabbroider är oftast migmatiserade i mer eller mindre grad, och metamorf granat är vanligt förekommande. Lokalt kan amfibolit förekomma som mindre bergartskroppar eller linser i de östra delarna, här utan mineralet granat.

Granit till granodiorit

Bergartsgruppen ”granit till granodiorit” påträffas i de mellersta till de östligaste delarna delarna av analysområdet och dessa bergarter är mer eller mindre gnejsiga, och relativt homogena med medel till grov kornstorlek. Granitisk



Figur 14. Ljusfärgad röd till gråröd, medelkornig ådrad granitisk ortognejs från bergtäkten Vankiva strax utanför Hässleholm. Vyn är cirka 25 × 34 cm. Foto: Mattias Göransson.



Figur 15. Rödgrå till gråröd, gnejsig, kalifältspatporfyrisk granit med dåliga tekniska egenskaper (från Persson & Göransson 2011). Vyn är cirka 18 × 24 cm. Foto: Mattias Göransson.

sammansättning är mer vanlig än granodioritisk, och den är ofta porfyrisk, se figur 15. Graniterna kan innehålla höga halter av glimmermineralet muskovit.

Syenit, monzonit, kvartsmonzonit

Syenit och monzonit intruderade den äldre berggrunden inom, och i nära anslutning till, Protoginzonen för cirka 1 200 miljoner år sedan (Klingspor 1976, Johansson 1990). De syenitoida bergarterna är oftast grå till grönaktiga, homogena med medel till grov kornstorlek och en låg till mycket låg kvartshalt, se figur 16. Syeniter kan lokalt vara grusvittrade till ett djup av flera meter, vanligen i anslutning till sprickzoner.

Hyperitdiabas

Svart till mörkt violetta hyperitdiabaser är vanligt förekommande inom Kristianstadsområdet som till större delen ligger inom Protoginzonen. Hyperitdiabaserna förekommer som gångbergarter och bredden uppgår vanligen till 50 m även om bredare har påträffats. Orienteringen av hyperitdiabaserna är i nordnordöst–sydsydvästlig riktning. Bergarterna är fin- till medelkorniga och kan lokalt vara kraftigt amfibolitomvandlade eller vittrade.

Paragnejs

Paragnejs har identifierats strax öster om det kartlagda området och antas även kunna finnas inom området. Bergarten är fin- till medelkornig och är kraftigt omvandlad. Paragnejsen är glimmerrik, ådrad och slirig, och metamorf granat är vanligt förekommande, se figur 17.

Diabas

Nordvästdiabaser finns i stort antal på Nävlingeåsen inom det sydliga analysområdet samt företrädesvis inom västra delen i det nordliga analysområdet. Diabaserna förekommer inom de tidigare beskrivna svärmarna och är mörkt gröna till svarta och finkorniga.

Övriga sedimentära bergarter

Mesozoisk sedimentär berggrund finns i Kristianstadsbassängen som delar analysområdet och domineras av kretaceisk kalk- och sandsten. Kristianstadsbassängen ingår inte i analysområdet på grund av berggrundens dåliga hållfasthet.



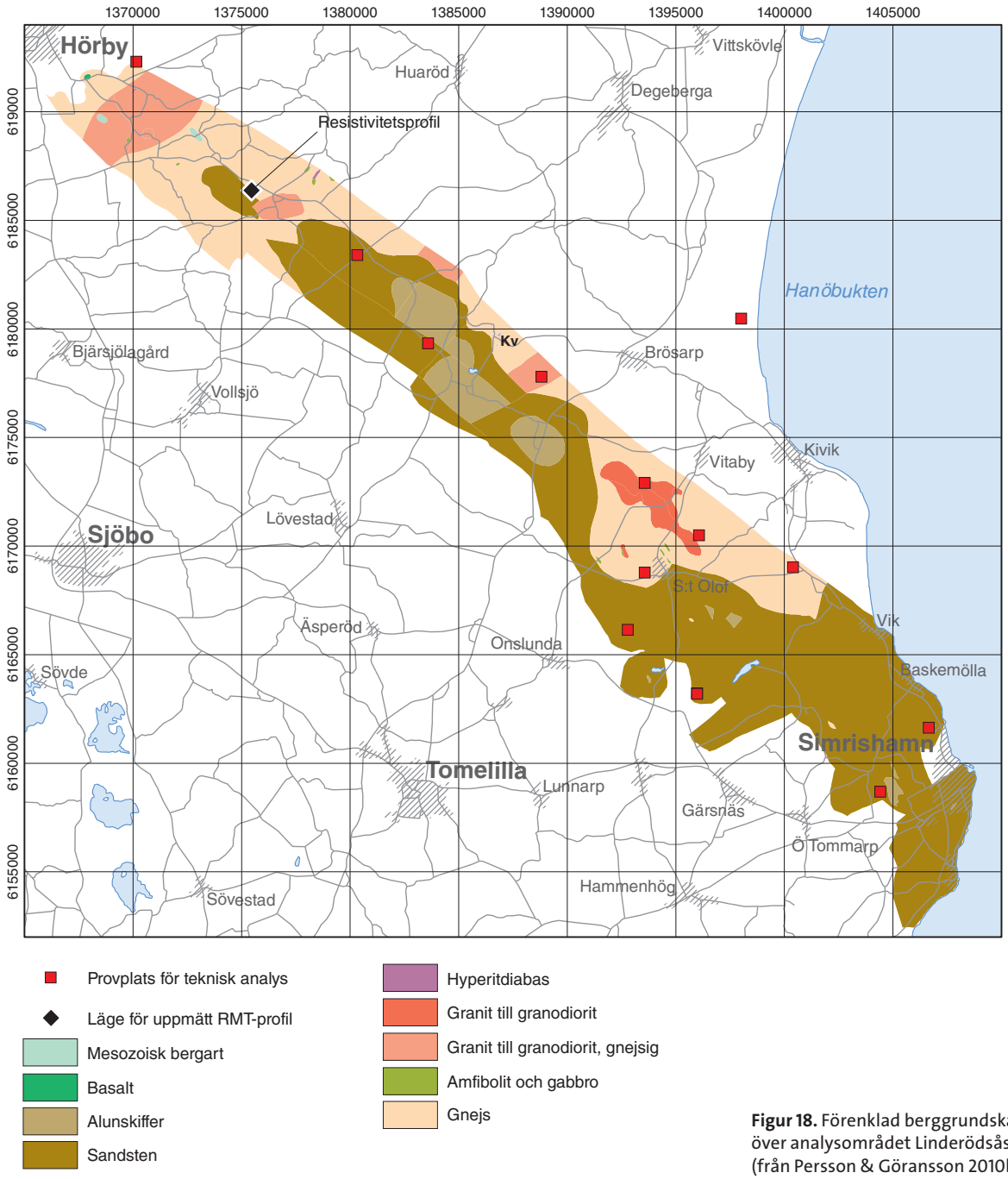
Figur 16. Mörkt brunröd, finkornig till medelkornig, ojämnkornig monzogranit med mycket bra tekniska egenskaper (från Persson & Göransson 2011). Vyn är cirka 13 × 18 cm.
Foto: Mattias Göransson.



Figur 17. Mörkt grå, bandad, glimmerrik paragnejs med medelbra tekniska egenskaper (från Persson & Göransson 2011).
Vyn är cirka 20 × 27 cm. Foto: Mattias Göransson.

Berggrunden på Linderödsåsen

Analysområdet Linderödsåsen utgör endast en del av urbergshorsten Linderödsåsen. Den del av Linderödsåsen som utgör analysområdet ligger delvis inom Sorgenfrei-Tornquistzonen i anslutning till den nordöstra gränszonen som utgörs av Kullen-Ringsjön-Andrarums förkastningszon. Geologin inom analysområdet Linderödsåsen är högst varierad på grund av dess placering i anslutning till den fennoskandiska gränszonen. Berggrunden, som enbart representerar en del av Linderödsåsen, utgörs av ungefär lika stora delar kristallint och sedimentärt berg. De södra och centrala delarna utgörs av kambrisk sandsten förutom ett större centralt område där alunskiffer påträffas. Centralt på Linderödsåsen är den naturliga gammastrålningen (AI) hög. Den förhöjda gammastrålningen (AI) finns i samband med förekomsten av alunskiffer. De norra och västliga delarna av åsen domineras av gnejs inklusive områden av mer eller mindre gnejsig granit till granodiorit, se figur 18.



Figur 18. Förenklad berggrundskarta över analysområdet Linderödsåsen (från Persson & Göransson 2010b).

Nedan följer en kort generaliserad beskrivning av bergartsgrupper som förekommer inom analysområdet på Linderödsåsen. För en mer noggrann beskrivning hänvisas till SGUs berggrundsbeskrivningar (Erlström m.fl. 2004).

Ortognejs

Gnejserna på Linderödsåsen har sitt ursprung i graniter och granodioriter. Gnejserna är rödgrå till grå, och har en fin kornstorlek. På grund av en relativt liten andel mörka mineral kan gnejsigheten vara svår att upptäcka, men de kan ändå särskiljas från graniter och granodioriter på deras ådring. Inneslutningar av amfibolit är vanligt förekommande. Gnejser dominerar berggrunden på norra och västliga delarna av analysområdet på Linderödsåsen.

Amfiboliter och gabbroider

Amfibolit och gabbro förekommer inte i så stor utsträckning på Linderödsåsen. Amfibolit påträffas som sliror, linser och lager inom gnejserna. Gabbroider uppträder som små bergartskroppar.

Granit till granodiorit

Gnejsiga graniter, ställvis kalifältspatporfyriska, förekommer inom områdets västliga delar. Kornstorlek varierar från fint medelkornig till medelkornig och de är mer homogena än gnejserna. I östra området förekommer foliering och graniten där är ofta amfibolförande. Granit till granodiorit förekommer inom gnejsernas utbredningsområde på Linderödsåsen.

Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen)

Hardebergaformationen, som består av grå, kvartscementerad sandsten, bildad för cirka 570 miljoner år sedan utgör den största delen av den Kambriska sandstenen, se figur 19. Delar av sandstenen kan övergå i kvartsit med ett varierande lerinnehåll. Korsskiktning och spårfossil är vanligt förekommande. Kambrisk sandsten utgör merparten av de sedimentära bergarterna på södra och östliga delarna av Linderödsåsen och förekommer inom området med upp till 120 m mäktighet.



Figur 19. Ljusfärgad grå, finkornig, kambrisk sandsten från det nedlagda stenbrottet Tobisborg (från Persson & Göransson 2010b). Bergmaterialet är relativt sprött och motståndet mot fragmentering är lågt. Vyn är cirka 13 × 20 cm. Foto: Mattias Göransson.

Alunskiffer

Svart alunskiffer förekommer på Linderödsåsen som nedförkastade enheter med uppemot 80 m mäktighet, se figur 20. Sedimenten som skiffern utgörs av avsattes under perioden kambrium till silur för mellan 495 och 440 miljoner år sedan. Alunskiffern är högstrålande och oftast glimmerrik. Alunskiffern har en relativt stor utbredning inom de centrala delarna av Linderödsåsen, samt inom mindre områden i de sydöstliga delarna.

Kvartsit och glimmerkvartsit

Kvartsit och glimmerkvartsit förekommer som mindre inlagringar i de centrala delarna av Linderödsåsen. Uppskattad ålder för dessa bergarter är cirka 1 700 miljoner år.

Basalt

På västra delen av Linderödsåsen påträffas svart, tät basalt. Basalten på Linderödsåsen utgör en del av den vulkanism som pågick centralt i Skåne under jura-tid. De skånska basalterna har daterats till 170 miljoner och 110 miljoner år.

Hyperitdiabas

Svart till mörkt violetta hyperitdiabaser är inom analysområdet på Linderödsåsen enbart påträffade vid två brunnsborrningar.

Diabas

De tidigare beskrivna nordvästdiabaserna förekommer även på Linderödsåsen. Diabaserna är mörkt grågröna med fin kornstorlek.

Övriga sedimentära bergarter

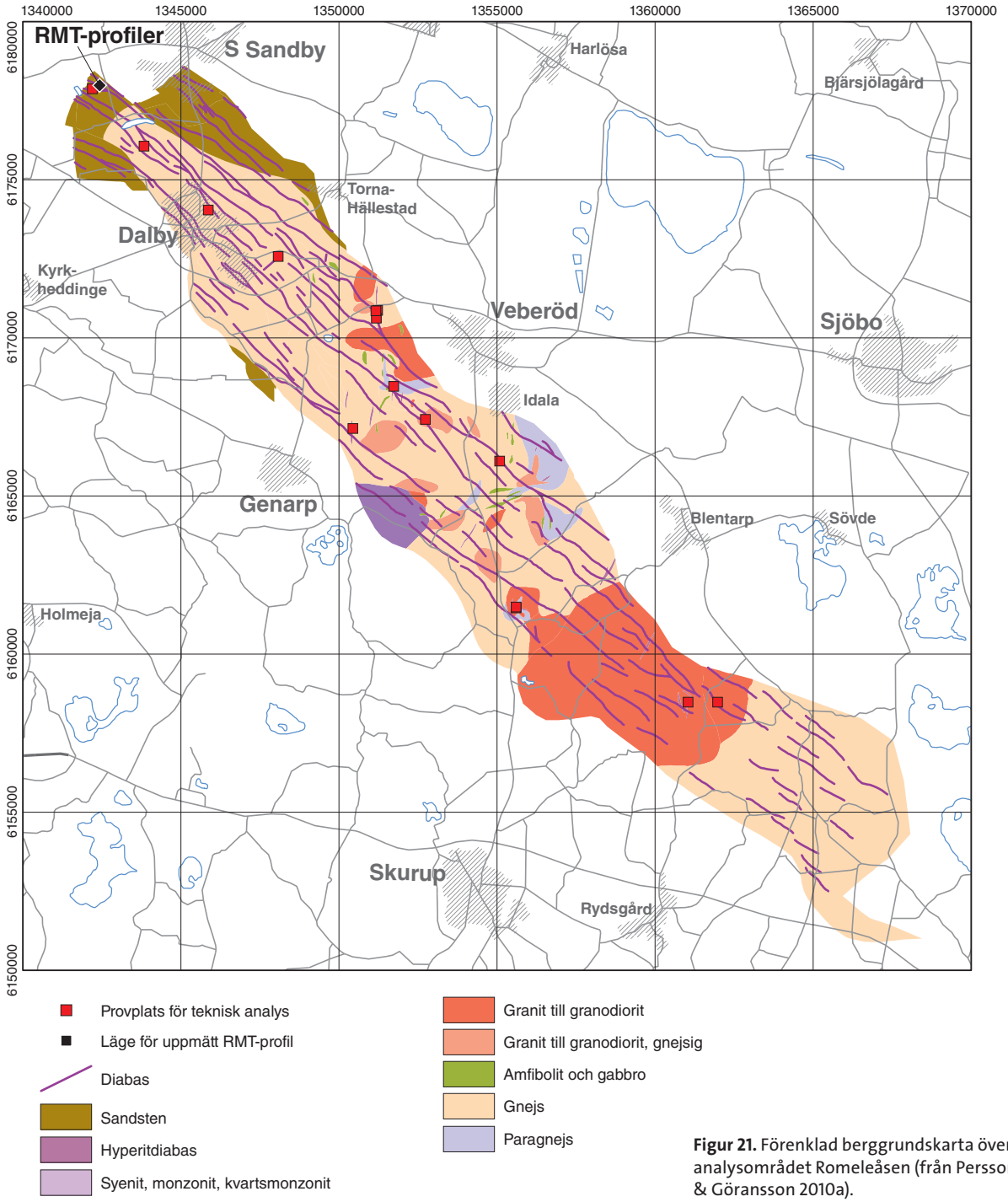
Kretaceisk kritkalksten och kritsandsten förekommer inom mindre områden på Linderödsåsen. Bergarternas utbredning är endast kända från äldre täktverksamhet och brunnsborrningar.



Figur 20. Alunskiffer från alunskifferbrottet i Andrarum. Foto: Mattias Göransson.

Berggrunden på Romeleåsen

Romeleåsen finns i anslutning till den fennoskandiska gränszonen i ett tektoniskt aktivt område vilket speglas i en stor variation av bergarter. Romeleåsen är lokaliserad inom Sorgenfrei-Tornquistzonen utmed den sydöstra gränszonen som utgörs av Romeleåsens förkastningszon. Merparten av Romeleåsens bergarter utgörs av gnejser som avgränsas i nordväst av kambrisk sandsten. Ett större parti med granit till granodiorit förekommer sydöst om de centrala delarna av åsen. Protoginzonen har påverkat de centralt östliga delarna av Romeleåsen och i anslutning till denna påträffas syenit och monzonit samt paragnejs och gångar av hyperitdiabas. Även områden dominerade av gnejsig granit och granodiorit förekommer inom de centrala delarna av Romeleåsen. Mindre inneslutningar av amfibolit och gabbro påträffas i de centrala delarna samt i nordvästra delen, se figur 21.



Figur 21. Förenklad berggrundskarta över analysområdet Romeleåsen (från Persson & Göransson 2010a).

Den del av Romeleåsen som utgörs av kristallint urberg kan förenklat delas in i en västra och en östra del, dock utan någon specifik gränsdragning. Den västra delen av urberget är yngre än den östra och präglas av en högre grad av omkristallisering och omvandling. Berggrunden inom den västra delen domineras av en starkt gnejsig berggrund med varierande ådring. På den östra delen av Romeleåsen förekommer det gnejser som bildats både ur djupbergarter (ortognejser) och ytbergarter (paragnejser). Den naturliga gammastrålningen är något förhöjd för den jordtäckta berggrunden i den östra delen av Romeleåsen. Utöver den beskrivna berggrunden förekommer det även svärmar av nordvästdiabasen frekvent över hela Romeleåsen.

Nedan följer en kort generaliserad beskrivning av bergartsgrupper som förekommer inom Romeleåsen. För en mer noggrann beskrivning hänvisas till SGUs berggrundsbeskrivningar (Sivhed m.fl. 1999, Erlström m.fl. 2004).

Ortognejs

Merparten av gnejserna på Romeleåsen har ett förmodat ursprung i magmatiska djupbergarter. Den vanligaste bergartssammansättningen är granitisk men även mer granodioritiska och tonalitiska varianter kan förekomma. Ortognejserna är vanligen grå med fin till medel kornstorlek, men även grövre varianter förekommer. Vanligt förekommande strukturer är ådring, ofta med heterogent uppträdande och inneslutningar av amfibolit. Ortognejser är mycket vanligt förekommande på Romeleåsen.

Granit till granodiorit

Bergartsgruppen granit till granodiorit uppträder mer eller mindre gnejsigt på Romeleåsen, och är homogena och massformiga i varierande utsträckning, se figur 22. Bergarterna inom de centrala delarna antas vara en förlängning av det stråk med gnejsiga graniter som förekommer inom Protoginzonen i Kristianstadsområdet. Bergarterna är vanligen grå till rödaktiga med en fin till medel kornstorlek. I de östra delarna av Romeleåsen påträffas ett större område med grå, medelkornig granodiorit, se figur 23. Inom granodioriterna uppträder ofta en kraftig grusvittring.

Amfibolit och gabbro

Amfibolit förekommer ofta som slir-, lins- eller lagerinneslutningar i gnejserna, men uppträder även som större bergartskroppar. Dess färg är i allmänhet mörkt grå till svart och bergarten är ofta finkornig och förskiffrad. Amfiboliterna är på flera ställen kraftigt omvandlade till kloritskiffrar och mineralet granat förekommer frekvent. De grövre gabbroiderna inom området är vanligen kraftigt omvandlade, ibland med höga halter av granat. Amfibolit och gabbro påträffas i de centrala delarna samt i nordvästra delen av Romeleåsen.



Figur 22. Porfyrisk, gråröd Romelegranit från Veberöd bergtäkt. Vyn är cirka 12 × 15 cm. Foto: Mattias Göransson.



Figur 23. Medelkornig, grå granodiorit från Bellinga makadamfabrik i sydöstra delen av Romeleåsen. Vyn är cirka 23 × 30 cm. Foto: Mattias Göransson.

Paragnejs

Paragnejsen är en kraftigt omvandlad ytbergart, vanligen grå med en fin till medel kornstorlek. Vanligt förekommande strukturer i bergarten är ådring och bandning, och den är ofta mycket glimmerrik (mer än 20 %). Primära strukturer har på grund av kraftig omvandling inte bevarats. Mineralen granat, sillimanit och cordierit förekommer lokalt. Paragnejs är relativt ovanlig på Romeleåsen men förekommer inom de centrala delarna av horsten söder om Veberöd.

Syenit till monzonit

Syenitoida, kvartsfattiga bergarter förekommer i området för Protoginzonen. Syenitoiderna är medelkorniga med en grönaktig- till rödgrå färg, oftast massformiga. På Romeleåsen finns en syenitkropp i den centrala delen.

Hyperitdiabas

Hyperitdiabaser är svarta till mörkt violetta med en fin till medel kornstorlek. De förekommer som nordnordöst–sydsydvästligt orienterade gångbergarter i anslutning till Protoginzonen i den centrala delen av Romeleåsen. Gångarna är uppemot 50 m breda och vanligen massformiga, kan lokalt vara kraftigt amfibolitomvandlade eller vittrade.

Diabas

De permiska nordvästdiabaserna förekommer frekvent i stora svärmar över hela Romeleåsen. Diabaserna är mörkt gröna till svarta och finkorniga och har en bredd uppemot 50 m.

Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen)

Sandsten från kambrisk tid bildades för cirka 570 miljoner år sedan och utgörs av grå, kvartsrik sandsten med varierande lerinnehåll och kan lokalt övergå i siltstensfacies. Korsskiktning och spårfossil är vanligt förekommande i sandstenen, se figur 24. Vissa av de kambriska sandstenarna har med tiden omvandlats vid högt tryck till kvartsit, som i vissa fall kan vara rika på glimmer. Kambrisk sandsten påträffas i nordväst och markerar där avgränsning till Romeleåsen samt i ett mindre område på södra sidan i nordvästra delen av horsten.



Figur 24. Kambrisk korsskiktad sandsten från Hardeberga bergtäkt strax öster om Lund (från Persson & Göransson 2010a). Bergarten har bra tekniska egenskaper. Vyn är cirka 14 × 19 cm. Foto: Mattias Göransson.

BERGARTERNAS KVALITET I SKÅNE LÄN – BESKRIVNING TILL KARTINFORMATIONEN

Nedan ges översiktliga beskrivningar till kartinformationen för kartskikten *järnväg* och *betong* inom de fyra analysområdena. Kartinformationen ses i SGUs *Kartvisare Ballast* (apps.sgu.se/kartvisare). Beskrivning till kartskiktet *väg* finns redovisad i tidigare publikationer (Persson & Göransson 2010 a, b, c och 2011). Beskrivningarna nedan omfattar generella trender samt mer specifika egenskaper för de bergarter som påträffas inom de fyra analysområdena i Skåne. De tre åsarna som beskrivs tillhör alla gruppen av urbergshorstar som finns inom eller i anslutning till Sorgenfrei-Tornquistzonen. Den södra delen av det kartlagda Kristianstadsområdet finns inom området för Nävlingeåsen, som också är en urbergshorst, men ligger inte i anslutning till Sorgenfrei-Tornquistzonen. Bergarterna beskrivs utifrån de analyser och observationer som finns tillgängliga, i både generella och mer specifika termer. Modaldata, till exempel andelen opaka mineral eller glimmerhalt, är angivna som volymprocent. Beskrivningarna baseras delvis på SGU-rapporterna K299, K300, K301 och K381 (Persson & Göransson 2010 a, b, c och 2011) som alla är tidigare publicerade beskrivningar till bergkvalitetskartorna för väg i Skåne. Vid framställning av bergkvalitetskartorna användes SGUs berggrundsgeologiska kartdata med beskrivningar, samt klassningsprinciperna bestämda inom projektet, se tabell 1–3. Fysikaliska mätningar är inte utförda på alla bergarter och variationer av dessa, och därför gjordes det en generalisering för klassningen, beroende på typ av bergart. Den här klassningen för bergkvalitet måste därför ses som en modell av de data som finns tillgängliga för närvarande. Modellen är därför inte statisk utan kan komma att förändras med kompletterande data.

Bergkvalitet för järnvägsändamål

Bergkvalitet för järnväg har värderats i en fyrgradig skala enligt tabell 2. Indelningen har gjorts mot bakgrund av bergartstyp och tekniska analysresultat. I de fall där det inte föreligger tekniska analyser har egenskaper från närliggande likartade bergarter använts. För ett bergmaterial som ska användas som järnvägsmakadam är bland annat glimmerhalten väsentlig eftersom bergarter med höga glimmerhalter oftast genererar ballastkorn med dålig kornform. Glimmermineral absorberar även betydligt mer vatten än andra mineral vilket gör bergarter med höga glimmerhalter känsliga vintertid om vattnet fryser till is. Andra viktiga egenskaper för järnvägsmakadam är god motståndskraft mot fragmentering (lågt LA-värde) samt en hög grad av stabilitet och motstånd mot skavande nötning (lågt M_{DE}-värde).

Generell klassningsmetodik för järnvägsändamål i Skåne

Beroende på bergartstyp eller generella egenskaper har det gjorts generella klassningar för följande bergarter i skiktet järnväg gällande för samtliga fyra analysområden (lokala avvikelser kan förekomma):

- **Klass 1. Järnvägsändamål.**
  Diabas och hyperitdiabas, samt basalt och gabbro har alla placerats i klass 1 för järnväg på grund av materialens höga hållfasthet. Dessa bergarter har dessutom vanligen en låg glimmerhalt.

- **Klass 2. Järnvägsändamål.**
  Amfiboliter blev överlag grupperade i klass 2. Dessa bergarter har generellt sett en god hållfasthet.

- **Klass 3. Järnvägsändamål.**
  Kvartsit och kalkrika sedimentära bergarter blev överlag grupperade i klass 3. De kalkrika sedimentära bergarterna placerades i klass 3 eftersom de generellt är mer porösa och har en sämre hållfasthet. Glimmerkvartsit och glimmerrika sedimentära bergarter placerades i klass 3 på grund av höga glimmerhalter. Kvartsiter måste hanteras med försiktighet på grund av hälsorisken i samband med kvartsdamm.

- **Klass 4. Järnvägsändamål.**
  Alunskiffer blev överlag grupperade i klass 4 på grund av hög glimmerhalt och en dålig hållfasthet. Inom analysområdena finns alunskiffern på Linderödsåsen. Leriga och skiffriga bergarter blev överlag grupperade i klass 4 för järnväg, främst på grund av att de anses vara frostkänsliga på grund av hög vattenabsorption.

Nedan följer en kort beskrivning till rådande trender i bergkvaliteten för järnvägsändamål inom de fyra analysområdena samt mer specifika beskrivningar för bergarter eller platser där särskilda egenskaper råder. Generellt är bergarterna inom det östra segmentet mer spröda än bergarterna inom det västra segmentet, vilket delvis beror på högre grad av omvandling med rekristalliserade kornfogar som följd vilket påverkar bergartens sprödhet på ett negativt sätt.

Söderåsen

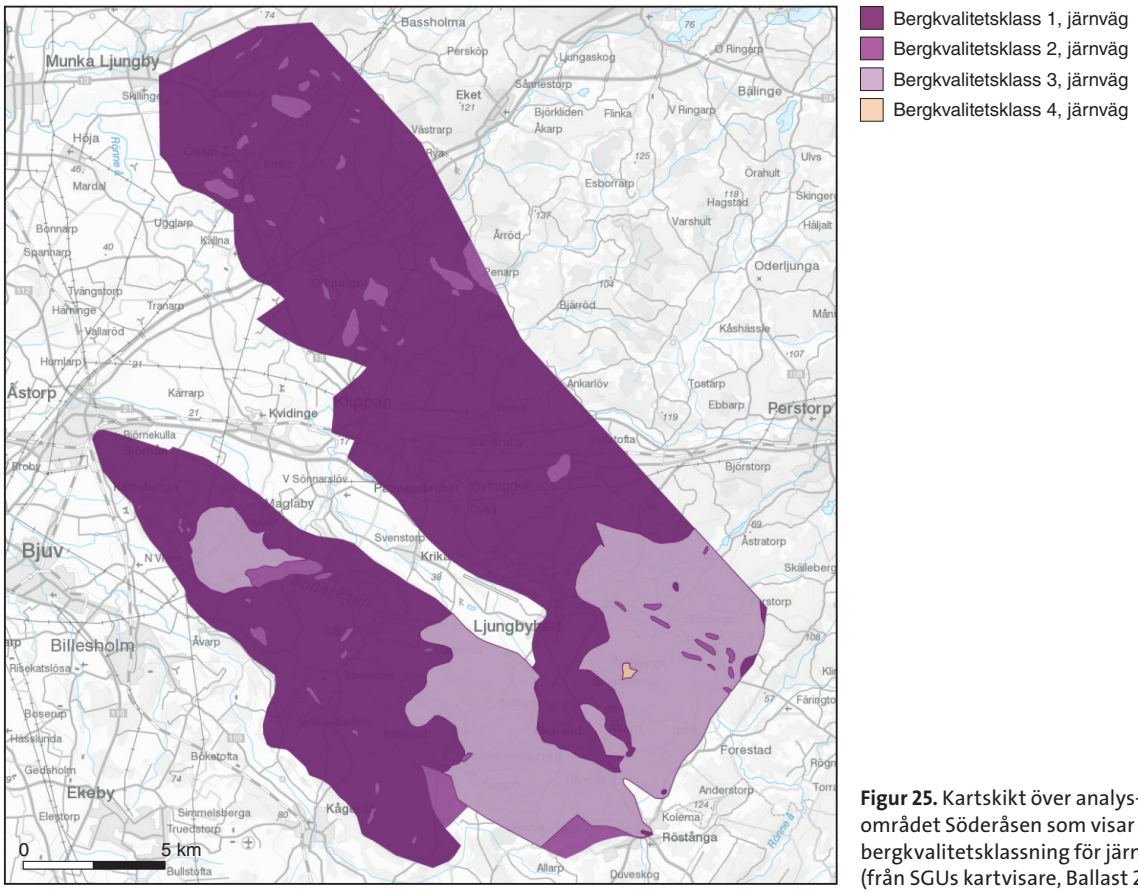
Analysområdet Söderåsen utgörs av två diagonala delar, en nordlig och en sydlig. De två delarna av analysområdet är orienterade nordväst–sydöst och sammanfogade i sydöst. Berggrunden inom analysområdet domineras av gnejs samt gnejsig granit till granodiorit med en generellt god hållfasthet vilket speglas i de överlag låga värdena för M_{DE} samt låga värdena för LA på merparten av åsen. I de sydöstra delarna av analysområdet sjunker hållfastheten däremot på grund av att dessa bergarter är mer omvandlade med rekristalliserade kornfogar. Söderåsen präglas även av stora svärmar av nordvästdiabaser som genomskär berggrunden över hela analysområdet. Även glimmerhalterna är övervägande låga, enstaka punkter med högre värden är från mätningar utförda på diabas. Bergkvalitetsklassning för järnvägsändamål på Söderåsen ses i figur 25 och nedan beskrivs de olika klassningarna mer i detalj.

Klass 1. Järnvägsändamål.
Merparten av den norra delen av Söderåsen har klassats som klass 1. Bergartstyperna som ingår i denna klassning domineras av granodioritisk-granitisk gnejs med bergartskroppar av granit och tonalit-granodiorit med LA-värden mindre än 25 %, M_{DE}-värden mindre än 10 % och glimmerhalter under 10 %. Även den södra delen av Söderåsen domineras av klass 1-bergmaterial som utgörs av granit och granitisk gnejs med samma låga tekniska analysvärden.

Klass 2. Järnvägsändamål.
Bergartstyperna inom klass 2 på Söderåsen utgörs alla av antingen gabbroida bergartskroppar, här i form av amfiboliter, eller kambrisk sandsten lokaliserad i den sydöstra delen. Det finns inte många tekniska analyser på amfiboliterna. Glimmerhalterna för dessa bergarter är vanligen låga (mindre än 10 %). En enskild amfibolit i den norra delen ger ett högt M_{DE}-värde, antagligen på grund av en kraftig omvandling.

Klass 3. Järnvägsändamål.
Bergartstyperna tillhörande klass 3 på Söderåsen påminner om granitoiderna i klass 1 med den skillnaden att de har mycket sämre tekniska analysvärden (LA mer än 30 %). Glimmerhalterna för dessa bergarter är generellt sett låga. Bergarter som är placerade i klass 3 är vanligen mer omvandlade.

Klass 4. Järnvägsändamål.
Enbart en mindre bergartskropp i sydöst mitt emellan norra och södra delen har klassats som klass 4. Bergarten utgörs av ospecificerad sedimentär berggrund av jurassisk ålder och därmed finns det en stor sannolikhet att den är rik på lera med risk för hög vattenabsorption och därav följande frostkänslighet.



Figur 25. Kartskikt över analysområdet Söderåsen som visar bergkvalitetsklassning för järnväg (från SGUs kartvisare, Ballast 2017)

Kristianstadsområdet

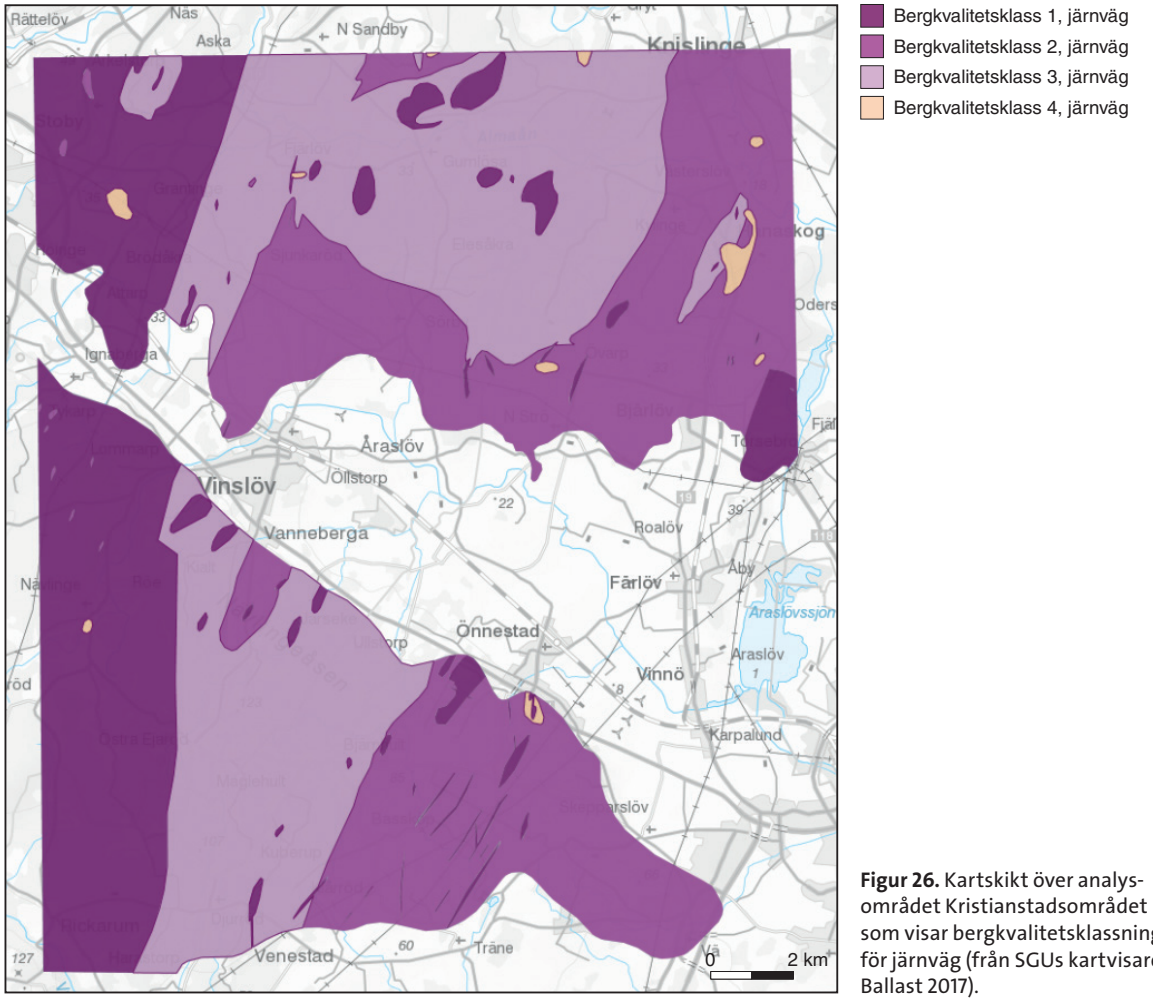
Berggrunden inom analysområdet som utgör delar av området nord och nordväst om Kristianstad utgörs i huvudsak av två bergartstyper, gnejsig granit-granodiorit i den östra delen och ortognejs i väster. Berggrunden i öster som domineras av gnejsig granit-granodiorit sammanfaller mer eller mindre med Protoginzonen (fig. 6). Stråket med kretaceiska sedimentära bergarter, som delar analysområdet i en nordlig och en sydlig del, har på grund av dess förmodade dåliga hållfasthet inte klassificerats inom denna analys. Diabassvärmar med nordvästlig orientering förekommer frekvent inom analysområdet, särskilt inom den södra delen. Även hyperitdiabaserna påträffas i ett stort antal inom analysområdet, detta i relation till Protoginzonen. Den analyserade berggrunden inom hela analysområdet har generellt sett låga glimmerhalter och låga M_{DE}-värden. LA-värdena varierar inom området. Bergkvalitetsklassning för järnvägsändamål i Kristianstadsområdet ses i figur 26 och nedan beskrivs de olika klassningarna mer i detalj.

Klass 1. Järnvägsändamål.
Det genomgående stråket i väster, som utgörs av ortognejs, har huvudsakligen klassificerats som klass 1. Ortognejsen har en granitisk-granodioritisk sammansättning och trots brist på tekniska analyser anses huvudparten av dessa bergarter ha en god hållfasthet och en låg glimmerhalt. Övrig berggrund som placerades i klass 1 är de spridda förekommande kropparna av syenitoider samt ett område längst mot sydöst i norra analysområdet bestående av monzodiorit-granodiorit. Där tekniska analyser finns är glimmerhalter, LA-värden och M_{DE}-värden vanligen låga.

Klass 2. Järnvägsändamål.
Merparten av berggrunden som tillhör klass 2 för järnvägsändamål utgörs av granit. Graniten utgör den östra delen av stråket med gnejsig granit-granodiorit och har överlag låga glimmerhalter samt LA-värden mindre än 30 %. Området bestående av ortognejs längst mot öst i norra delen av analysområdet har tillsammans med ortognejs centralt i södra delen placerats i klass 2 på grund av lite högre LA-värden (25–30 %).

Klass 3. Järnvägsändamål.
Berggrunden tillhörande klass 3 för järnvägsändamål ligger i ett centralt stråk genom norra och södra delen av analysområdet och utgörs huvudsakligen av bergartstypen gnejsig granit-granodiorit i den östliga delen av området men även till en del av den västliga ortognejsen inom norra delen av analysområdet. Gemensamt för bergarterna inom stråket är att de har låga glimmerhalter men relativt höga LA-värden (mer än 30 %). Detta hänger ihop med att dessa bergarter tillhör det östra segmentet vars bergarter generellt sett är mer spröda än de i väster. Detta beror delvis på berggrundens högre omvandlingsgrad och därmed rekristalliserade kornfogar vilket påverkar bergartens sprödhet på ett negativt sätt.

Klass 4. Järnvägsändamål.
De bergarter som har placerats i klass 4 för järnvägsändamål utgörs alla förutom en av kretaceiska sedimentära bergarter. Det finns inga tekniska analyser på de kretaceiska sedimentära bergarterna men dessa anses ha en dålig hållfasthet och är därför olämpliga som bergmaterial för järnvägsmakadam. Den enda bergarten som inte utgörs av sedimentär berggrund är en kvarts-fältspatdominerad granit med ett LA-värde så högt som 64 %.



Figur 26. Kartskikt över analysområdet Kristianstadsområdet som visar bergkvalitetsklassning för järnväg (från SGUs kartvisare, Ballast 2017).

Linderödsåsen

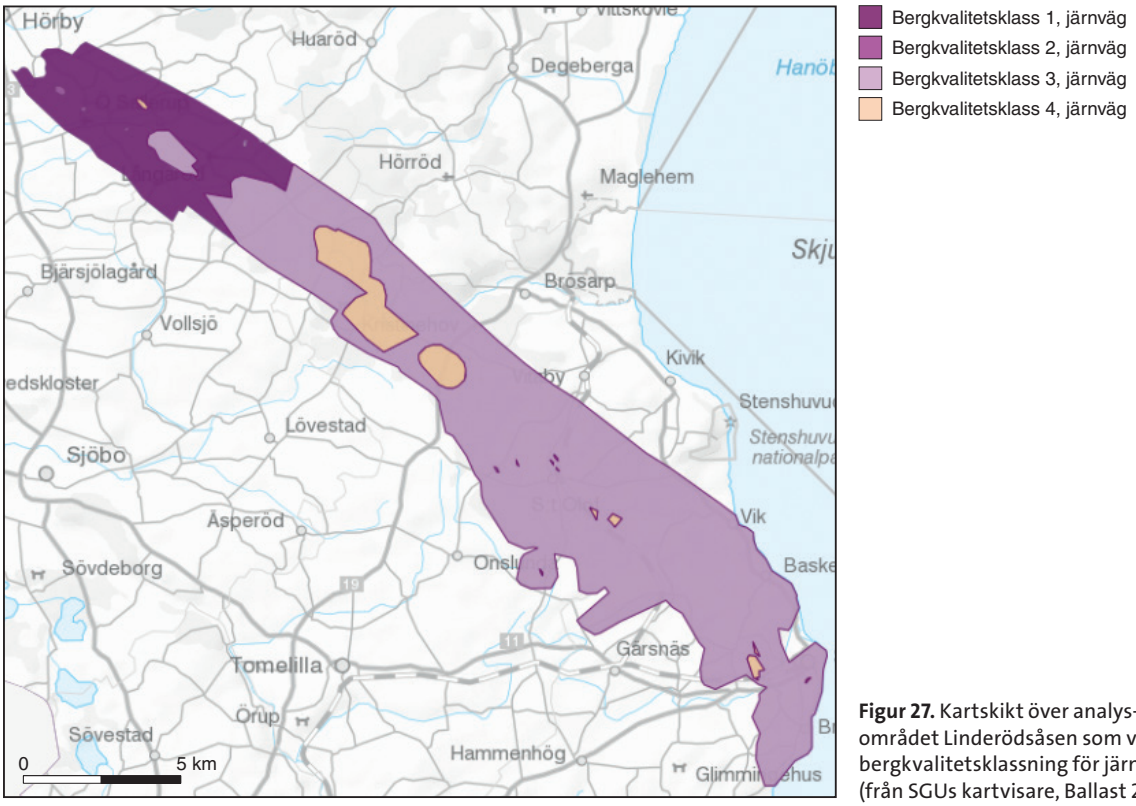
Berggrunden på Linderödsåsen består huvudsakligen av kambrisk sandsten på den sydöstra delen och ortognejs tillsammans med mer eller mindre gnejsig granit till granodiorit på den nordvästra delen. Centralt på åsen påträffas ett större område som utgörs av alunskiffer. Generellt sett har berggrunden på Linderödsåsen låga glimmerhalter och låga M_{DE}-värden. LA-värdena däremot ligger ofta mellan 30 och 50 % vilket indikerar en spröd berggrund. Bergkvalitetsklassning av berggrunden för järnvägsändamål inom analysområdet Linderödsåsen ses i figur 27. Nedan beskrivs de olika klassningarna mer i detalj.

Klass 1. Järnvägsändamål.
Ortognejs tillsammans med granit på den norra delen av Linderödsåsen har placerats i klass 1 baserat på antaganden av låga glimmerhalter och LA-värden. Ortognejsen har en granitisk-granodioritisk sammansättning och bedöms därför ha en god hållfasthet.

Klass 2. Järnvägsändamål.
Enstaka bergartskroppar av gabbro och jurassisk sandsten har placerats i klass 2 för järnvägsändamål.

Klass 3. Järnvägsändamål.
Merparten av analysområdet utgörs av berggrund tillhörande klass 3 och består av kambrisk sandsten, ortognejs och granit. Orsaken till att kambrisk sandsten tillsammans med de centrala delarna av ortognejsen och graniten har placerats i klass 3 beror på högre LA-värden, mellan 30 och 50 %, samt glimmerhalter på mer än 10 %.

Klass 4. Järnvägsändamål.
Den bergartstyp på Linderödsåsen som tillhör klass 4 för järnvägsändamål är alunskiffern vilken dels har hög glimmerhalt och dels i dess egenskap av skiffer har hög vattenabsorption och därmed är känslig för frysning vid låga temperaturer. En mindre bergartskropp på norra delen av åsen består av slamsten och lersten och placeras också i klass 4.



Figur 27. Kartskikt över analysområdet Linderödsåsen som visar bergkvalitetsklassning för järnväg (från SGUs kartvisare, Ballast 2017).

Romeleåsen

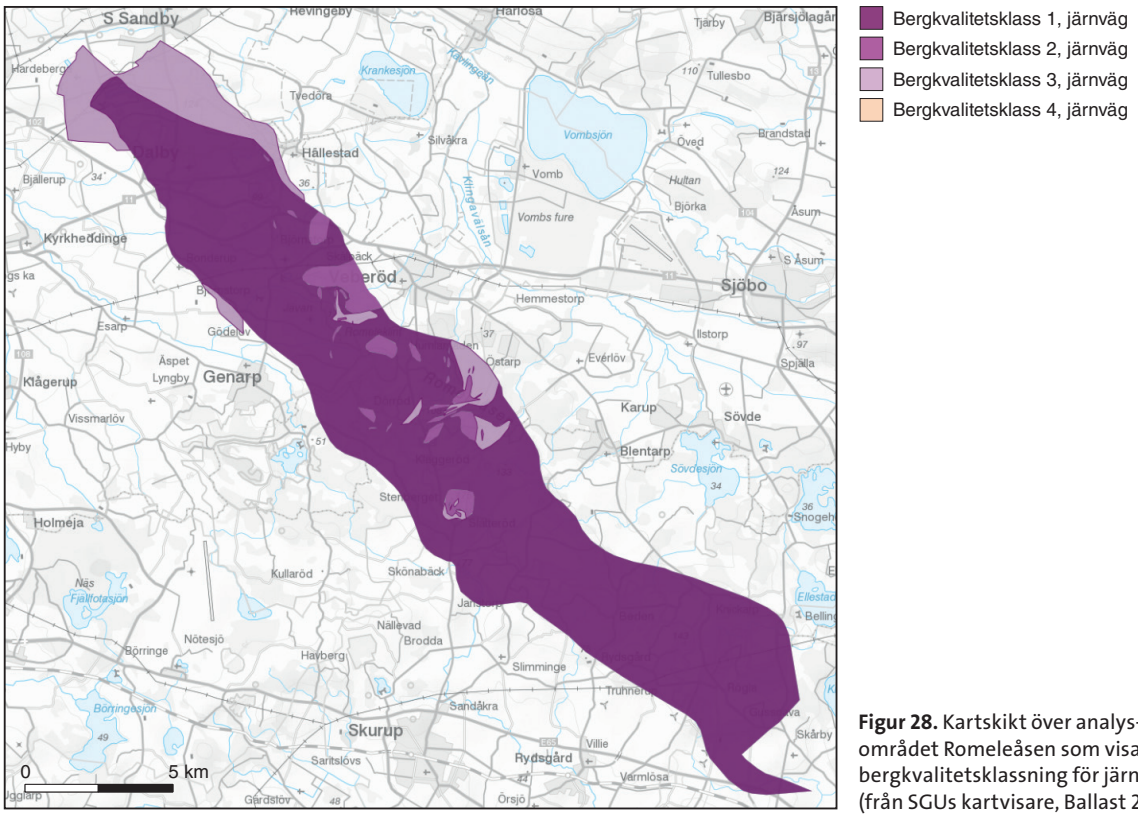
Romeleåsens berggrund domineras av ortognejs med inslag av mer eller mindre gnejsig granit till granodiorit. På de centrala delarna av åsen påträffas områden med paragnejs och i ett sammanhängande område på den södra delen påträffas en syenitoid. Norra delen av Romeleåsen kantas av kambrisk sandsten till kvartsit (Hardebergaformationen) och överallt genomskärs berggrunden av diabasgångar med nordvästlig riktning. Generellt sett har bergarterna på Romeleåsen låga M_{DE}-värden och låga glimmerhalter. Enstaka höga glimmerhalter har uppmätts på paragnejser och några amfiboliter. Större variation ses i LA-värdena. Bergkvalitetsklassning för järnvägsändamål på Romeleåsen ses i figur 28 och nedan beskrivs de olika klassningarna mer i detalj.

Klass 1. Järnvägsändamål.
Större delen av Romeleåsen har klassats som klass 1 för järnvägsändamål. Bergartstyper som tillhör denna kategori är i första hand ortognejs. Syenitoid i den centrala delen samt ett större område med granit till granodiorit mot sydöst ingår också i klass 1. Generellt sett är glimmerhalterna låga, enstaka mätningar med höga glimmervärden kommer från amfibolitblock. På vissa ställen är LA-värdena strax över 25 % men i analysresultat från täkterna är LA-värdena ofta mindre än 25 %. Bergmaterial från täkter i området används i flera fall som asfaltballast där kravet för fragmentering är LA-värde mindre än 25 %. Av detta skäl har sådana bergarter placerats i klass 1.

Klass 2. Järnvägsändamål.
Inom de centrala delarna av Romeleåsen finns ett antal mindre bergartskroppar som utgörs av mer eller mindre gnejsiga graniter. Gemensamt för dessa är glimmerhalter som generellt sett ligger över 10 % och LA-värden strax över 25 % vilket gör att de placerats inom klass 2 för järnvägsändamål. Även mindre gabbroider i de centrala delarna hamnar i denna klass för järnvägsändamål.

Klass 3. Järnvägsändamål.
De bergartstyper som har placerats i klass 3 för järnvägsändamål på Romeleåsen utgörs av kambrisk sandsten (Hardebergaformationen) i norr och paragnejs inom de centrala delarna. Paragnejs har mycket höga glimmerhalter och ofta en lägre hållfasthet.

Klass 4. Järnvägsändamål.
På Romeleåsen har inget bergmaterial klassats som klass 4.



Figur 28. Kartskikt över analysområdet Romeleåsen som visar bergkvalitetsklassning för järnväg (från SGUs kartvisare, Ballast 2017).

Bergkvalitet för betong har värderats i en fyrgradig skala enligt tabell 3. Indelningen har gjorts mot bakgrund av bergartstyp och tekniska analyser. I de fall det inte funnits tekniska analyser har analysresultat från närliggande likartade bergarter använts. För att ett bergmaterial ska kunna användas för betongändamål måste det uppfylla en rad kriterier. Det ställs bland annat höga krav på ballastens glimmerhalt och beständighet. Glimmermineral försämrar brukets och betongmassans rörlighet. Glimmermineral har dessutom en hög vattenabsorption. Högstrålande bergmaterial (aktivitetsindex större än 1) är problematiska för användning som ballast för husbetong. Alkalisilikareaktiva (ASR) bergmaterial kan förorsaka problem för särskilt fuktutsatta betongkonstruktioner, till exempel brofundament.

Generell klassningsmetodik för betongändamål i Skåne

Beroende på bergartstyp eller generella egenskaper gjordes det generella klassningar för följande bergarter i kartskiktet betong inom samtliga fyra analysområden (lokala avvikelser kan förekomma):

- **Klass 1. Betongändamål.**
  Inom analysområdena har det mot bakgrund av bergartstyp inte gjorts några generella klassningar för klass 1.
- **Klass 2. Betongändamål.**
  Sandsten och kvartsit (samt ”odefinierad sedimentär bergart”) bedömdes överlag tillhöra klass 2, främst på grund av förhöjda ASR-värden (2–3). Dessa bergarters låga glimmerhalter och aktivitetsindex innebär att de bedöms tillhöra klass 2. Bergarter som diabas och hyperitdiabas har båda genomgående placerats i klass 2. Bergarterna kan dock vara sulfidförande och eftersom diabasgångar generellt har höga halter av opaka mineral bör man använda dessa material försiktigt.
- **Klass 3. Betongändamål.**
  Glimmerkvartsit och lera (till arkosisk arenit/silt) påträffas enbart på Linderödsåsen och placeras i klass 3 på grund av deras höga glimmerhalter. Kretaceiska sedimentära bergarter har placerats i klass 3 eftersom dessa generellt sett är relativt porösa bergarter.
- **Klass 4. Betongändamål.**
  Alunskiffer blev bestämd att tillhöra klass 4 på grund av att denna bergart har en hög glimmerhalt och en hög strålning (aktivitetsindex). Inom analysområdena påträffas alunskiffern enbart på Linderödsåsen.

Nedan följer en kort beskrivning till de rådande trenderna i bergkvaliteten för betongändamål inom de fyra analysområdena. Här ges även en något mer ingående beskrivning för de bergarter eller de områden där särskilda egenskaper föreligger.

Söderåsen

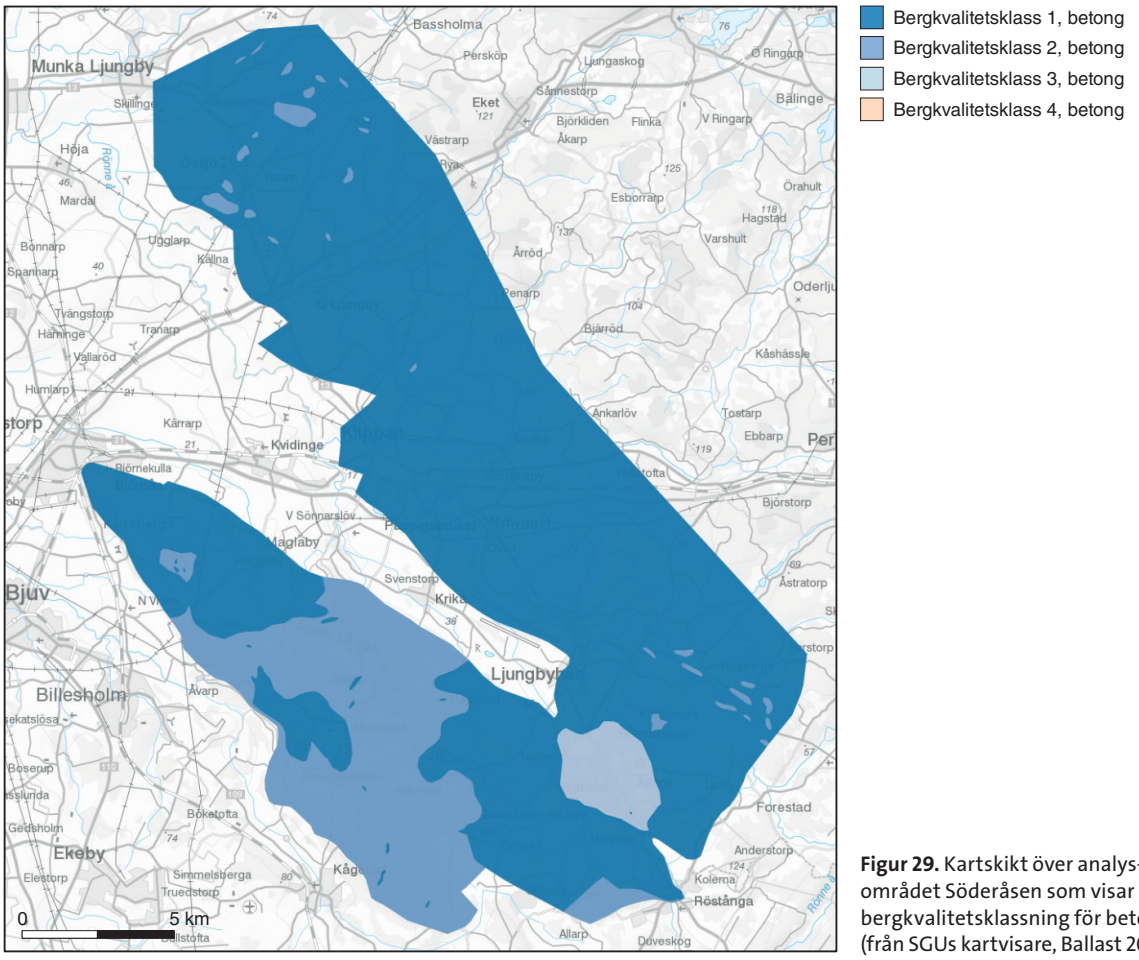
Förutom ett mindre område med sandsten på den sydvästra sidan av Söderåsen är berggrunden inom analysområdet generellt sett inte alkalisilikareaktiv. Även berggrundens glimmerhalt är relativt låg. Där enstaka högre glimmerhalter förekommer har mätningarna utförts på diabaser. Inom ett område i sydöst, där den norra och den södra delen av analysområdet Söderåsen möts, påträffas ett område med förhöjd gammastrålning (aktivitetsindex större än 1) som utgörs av en ögonförande, gnejsig granit. Bergkvalitetsklassning för betongändamål på analysområdet Söderåsen ses i figur 29 och nedan beskrivs de olika klassningarna mer i detalj.

Klass 1. Betongändamål.
Merparten av bergarterna på Söderåsen har placerats i klass 1 för betongändamål på grund av deras glimmerhalter, låga halter av opaka mineral (sulfider), låg alkalisilikareaktivitet (ASR) och låg gammastrålning. Dessa bergarter utgörs av olika varianter av granit till granodiorit, ortognejs samt en del amfiboliter och gabbroider.

Klass 2. Betongändamål.
Som tidigare nämnts placerades sandsten överlag i klass 2 på grund av förhöjd alkalisilikareaktivitet (ASR-värde på 2 eller mer). På Söderåsen gäller detta för kambrisk sandsten på den södra delen samt för ospecificerad sedimentär bergart av jurassisk ålder i sydöst på den norra delen av analysområdet. Detsamma gäller för diabaserna, som på Söderåsen utgörs av nordvästdiabaserna. Merparten av amfiboliterna på Söderåsen har bedömts som klass 2 för betongändamål på grund av deras högre andel av opaka mineral (2–7 %). Andelen sulfider är dock inte känd här. På södra delen av Söderåsen har de centrala delarna av berggrunden, tonalit-granodiorit och granitisk gnejs, placerats i klass 2 på grund av deras förhöjda gammastrålning (AI: 1,3–1,7).

Klass 3. Betongändamål.
Ögonförande, gnejsig granit inom det sydöstra området där den norra och den södra delen av analysområdet Söderåsen möts uppvisar en förhöjd gammastrålning, AI: 1,3–2,4, och detta område har därför placerats i klass 3 för betongändamål.

Klass 4. Betongändamål.
Ingen berggrund på Söderåsen har klassats som klass 4 för betongändamål.



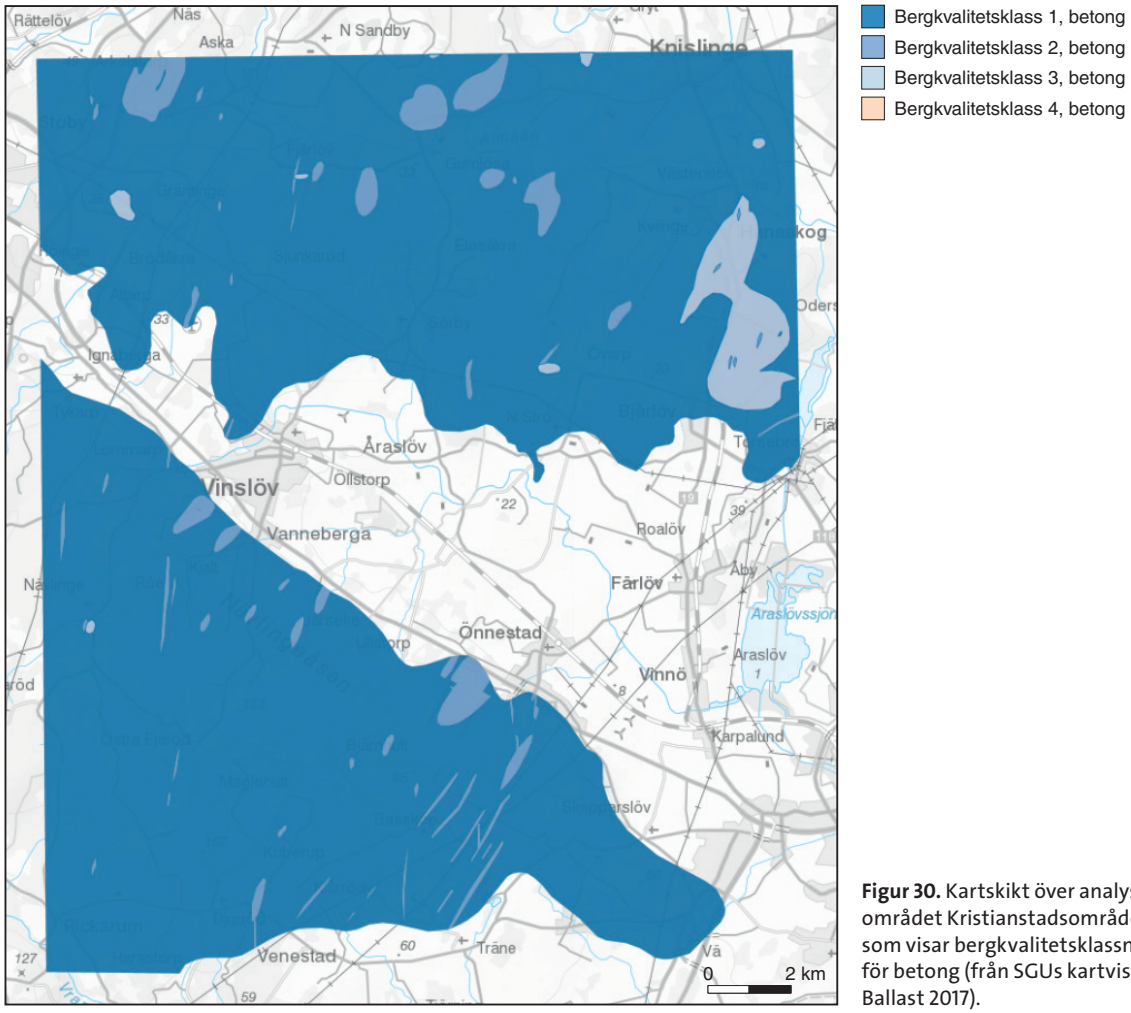
Figur 29. Kartskikt över analysområdet Söderåsen som visar bergkvalitetsklassning för betong (från SGUs kartvisare, Ballast 2017).

Kristianstadsområdet

Inom Kristianstadsområdet uppvisar berggrunden generellt sett låga glimmerhalter, låga ASR-värden och lågt gammaindex. Högre ASR-värden har uppmätts på syenitoida bergarter. Högre opaka halter, med risk för höga halter av sulfider, har uppmätts på diabaser. Bergkvalitetsklassning för betongändamål i delar av Kristianstadsområdet ses i figur 30 och nedan beskrivs de olika klassningarna mer ingående.

Klass 1. Betongändamål.
Merparten av de bergarter som dominerar inom analysområdet, det vill säga gnejsig granit-granodiorit i öst och ortognejs i väst, har klassats som klass 1 för betongändamål. Detta har baserats på dessa bergarters generellt sett låga glimmerhalter, låga aktivitetsindex och låga alkalisilikareaktivitet. Ortognejser som inte är alltför glimmerrika kan utgöra en bra råvara för produktion av ersättningsmaterial till naturgrus. Dessa bergarter har på flera ställen relativt okomplicerade mineralkornfogar vilket resulterar i att materialet efter krossning är mindre skarpkantat.

Klass 2. Betongändamål.
I den generaliserade bergkvalitetsklassningen för betongändamål har diabas och hyperitdiabas överlag placerats i klass 2. Utöver dessa bergartstyper hamnar även syenitoida bergarter i klass 2 på grund av deras något förhöjda glimmerhalter (uppemot 14 %) och förhöjd alkalisilikareaktivitet (ASR på 3), samt förekomsten av en högre andel opaka mineral, uppemot 5 %, och därmed risk för förhöjda sulfidhalter.



Figur 30. Kartskikt över analysområdet Kristianstadsområdet som visar bergkvalitetsklassning för betong (från SGUs kartvisare, Ballast 2017).

Klass 3. Betongändamål.
Mindre bergartskroppar som utgörs av odefinierad sedimentär bergart av kretaceisk ålder placerades i klass 3 då dessa antas vara porösa och mindre hållfasta. Ett större område längst mot öst inom den norra delen av analysområdet utgörs av kretaceisk sedimentär bergart tillsammans med granit och monzodiorit-granodiorit. Berggrunden här uppvisar förhöjd gammastrålning (AI: 2–2,4) samt en något förhöjd glimmerhalt och placerades därför i klass 3 för betongändamål.

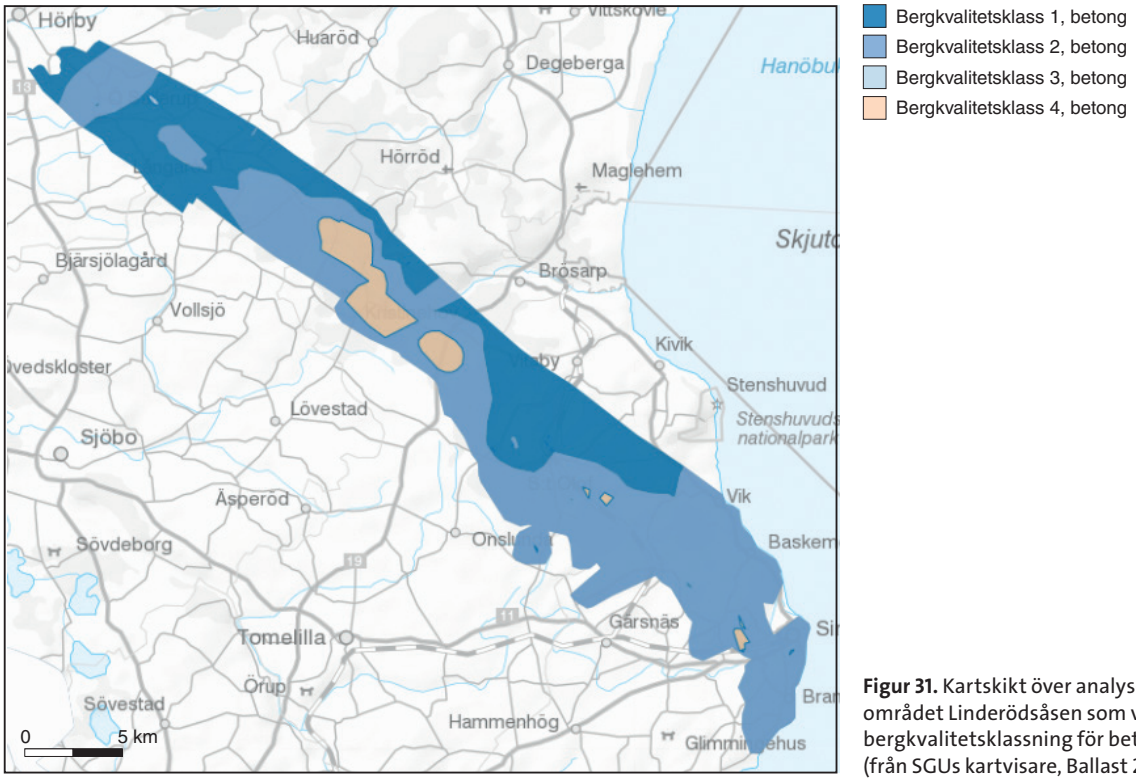
Klass 4. Betongändamål.
Ingen berggrund inom Kristianstadområdet har klassats som klass 4 för betongändamål.

Linderödsåsen

Bergarterna på Linderödsåsen är vanligen inte alkalisilikareaktiva (ASR: 1–2) och även deras glimmerhalter är relativt låga. Andelen opaka mineral är vanligen relativt låg, fast det är oklart om dessa utgörs av oxider eller sulfider. Bergkvalitetsklassning för betongändamål på delar av Linderödsåsen ses i figur 31 och nedan beskrivs de olika klassningarna mer i detalj.

Klass 1. Betongändamål.
Inom de centrala och nordvästra delarna av Linderödsåsen påträffas gnejser med granitisk-granodioritisk sammansättning som överlag placeras i klass 1 på grund av deras låga glimmerhalter och ASR-värden.

Klass 2. Betongändamål.
Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen) med utbredningsområde över de sydöstra och centrala delarna av Linderödsåsen placerades i klass 2 på grund av en högre alkalisilikareaktivitet (ASR: 2–3). Granit på norra sidan av den centrala delen av åsen uppvisar glimmerhalter uppemot 15 % vilket placerar ett sådant material i klass 2. Ett nordöstligt–sydvästligt orienterat berggrundsstråk av syenitoid-granit i den nordvästra delen av åsen bedömdes tillhöra klass 2.



Figur 31. Kartskikt över analysområdet Linderödsåsen som visar bergkvalitetsklassning för betong (från SGUs kartvisare, Ballast 2017).

Klass 3. Betongändamål.
I de södra centrala delarna av Linderödsåsen påträffas fem mindre bergartskroppar som utgörs av amfibolit. Modalanalys visar att de har glimmerhalt på 20 %, och andelen opaka mineral är 6 % vilket placerar dem i klass 3. Jurassisk sedimentär bergart av typen slamsten-lersten i nordväst placerades även den i klass 3 på grund av att ett sådant material sannolikt har en hög glimmerhalt.

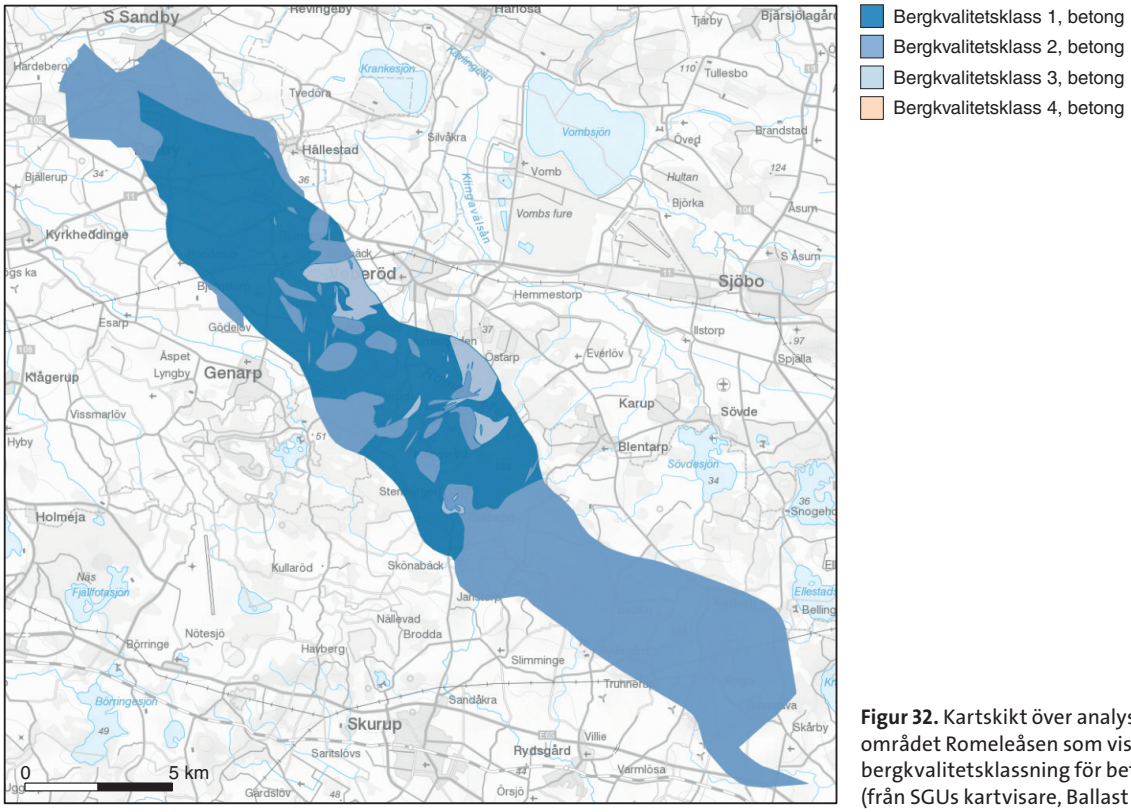
Klass 4. Betongändamål.
Till klass 4 för betongändamål på Linderödsåsen hör endast alunskiffern. Bergarten påträffas inom två större områden i de centrala delarna av analysområdet och i sex mindre områden inom utbredningsområdet för den kambriska sandstenen inom den sydöstra delen av analysområdet.

Romeleåsen

Tekniska analyser på berggrunden på Romeleåsen visar generellt sett på låga ASR-värden och låga glimmerhalter. Hög gammastrålning ses inom täktområdet nordväst om Veberöd på norra kanten av åsen väst om centrala delarna. Bergkvalitetsklassning för betongändamål på Romeleåsen ses i figur 32 och nedan beskrivs de olika klassningarna mer i detalj.

Klass 1. Betongändamål.
De centrala till norra delarna av Romeleåsen domineras av ortognejs och har placerats i klass 1 för betongändamål på grund av att dessa bergarter har låga ASR-värden och låga glimmerhalter. Enstaka prover har gett höga glimmerhalter beroende på förekomst av glimmerrika inneslutningar i gnejsen vilka anses för orepresentativa.

Klass 2. Betongändamål.
Kambrisk sandsten (Hardebergaformationen) i nordväst har bedömts tillhöra klass 2 för betongändamål. På de centrala delarna av åsen har gnejsig granit till granodiorit samt bergartskroppar bestående av syenitoid klassats som klass 2. På södra delen av åsen kan berggrunden grovt delas in i två delar, ortognejs längst i söder och granit till granodiorit mot de centrala delarna. Båda dessa områden har bedömts tillhöra klass 2 för betongändamål på grund av att materialen har en något förhöjd gammastrålning (AI: 1–2) samt högre glimmerhalter upp mot 20 %. Även merparten av amfiboliterna på Romeleåsen placerades i klass 2.



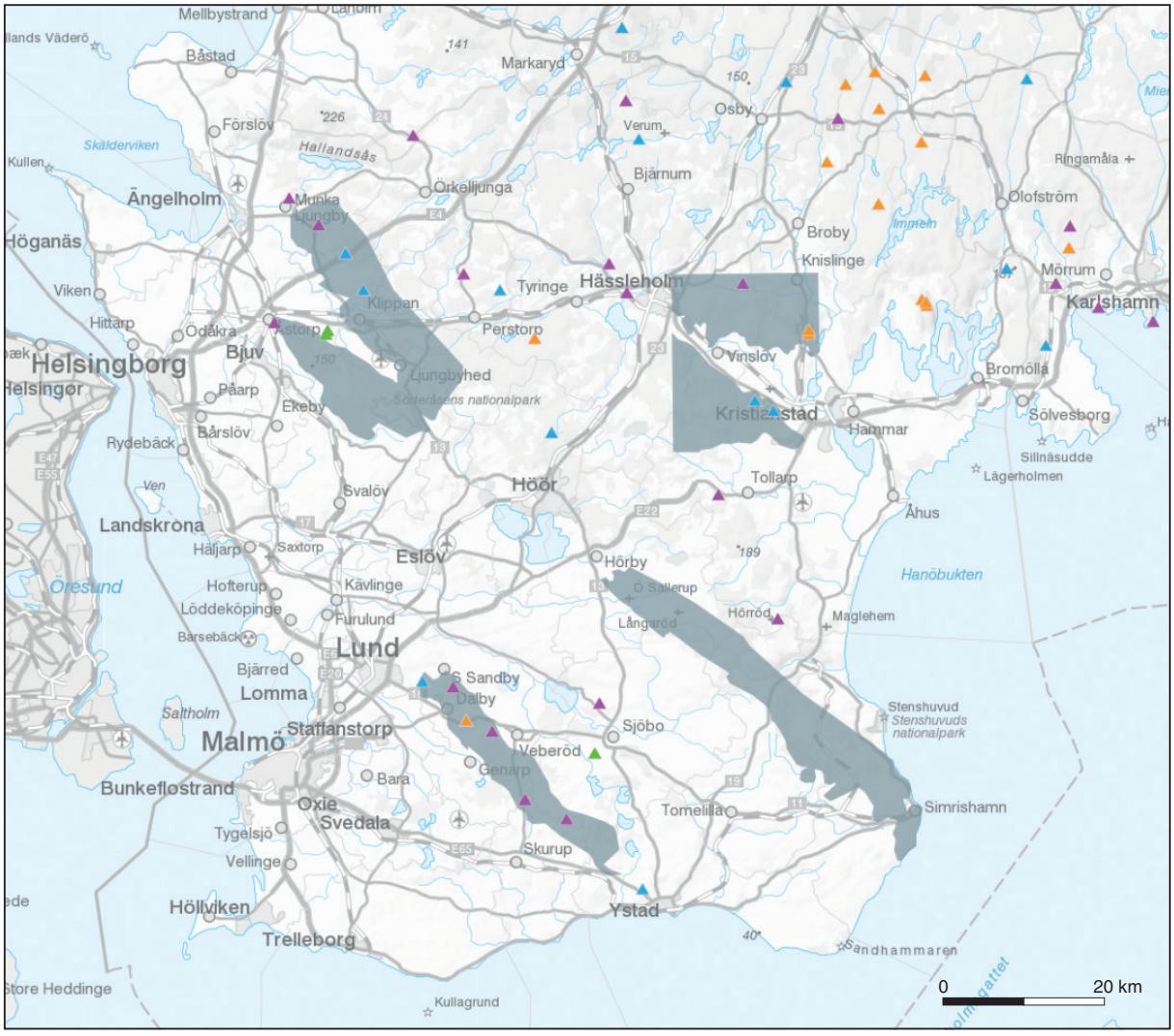
Figur 32. Kartskikt över analysområdet Romeleåsen som visar bergkvalitetsklassning för betong (från SGUs kartvisare, Ballast 2017).

Klass 3. Betongändamål.
Paragnejser inom de centrala delarna av åsen placerades i klass 3 för betongändamål på grund av att dessa innehåller höga glimmerhalter, vilka på vissa ställen kan uppgå till 37 %. I anslutning till paragnejsen på norra sidan centralt har även ett område som utgörs av granit visat på en hög gammastrålning (AI: 2–3,1) och har därför placerats i klass 3. Inom ett mindre område mot norra sidan centralt påträffas fyra mindre amfiboliter som på grund av deras höga glimmerhalter, ca 22 %, och en högre andel opaka mineral bedömts tillhöra klass 3.

Klass 4. Betongändamål.
Ingen berggrund inom analysområdet Romeleåsen har klassats som klass 4 för betongändamål.

BERGTÄKTER I SKÅNE LÄN

Bergtäkter för ballastmaterial utgörs av tre huvudgrupper: naturgrus, krossat berg och morän. År 2015 var det registrerat 49 aktiva täkter i Skåne län, se figur 33. Av dessa stod 20 stycken för produktion av naturgrus, 23 stycken för krossat berg, 6 stycken för kombinerat grus, berg och morän samt 1 för enbart morän. En generell trend i Sverige är att antalet täkter minskar men att produktionen inom varje täkt ökar (Sveriges geologiska undersökning 2016). Nedan ges en schematisk förteckning över de aktiva bergtäkterna i Skåne län 2015, se tabell 4.



▲ Naturgrustäkt ▲ Naturstentäkt
▲ Bergtäkt ▲ Industrimineraltäkt
▲ Moräntäkt ■ Bergkvalitet, täckningsområde

Figur 33. Lokalisering av aktiva täkter i Skåne län registerade 2015. Flera råmaterial kan tas ut på samma plats, till exempel morän och krossat berg, vilket dock inte syns genom symboliseringen.

Tabell 4. Förteckning över aktiva bergtäkter i Skåne. År 2015 uppgick antalet täkter i produktion till 10 stycken i Skåne län.

Kommun	Täktnamn	Operatör	Täkttyp	Bergmaterial	Produktion 2015	Tillståndsgiven mängd per år	N–S	O–V
Sjöbo	Ågerup 2:26, 2:27, 2:29 m.fl.	Swerock AB	Berg	Grå, medelkornig granit til granodiorit/ diabas	> 100 000	700 000	6,155,652	411,966
Kristianstad	Skepparslöv 7:10 m.fl. T92:3	Swerock AB	Berg, Morän	Rödgrå, medelkornig gnejsig granit/ diabas	> 100 000, < 50 000	200 000	6,210,441	439,72
Osby	Södra Duvhult 2:1	Emmaboda Granit AB	Berg	Diabas	< 50 000	100 000	6,255,418	460,053
Lund	Hardeberga 2:32, Sandby 1:13 och 19:9	NCC Roads AB Sverige Sydväst	Berg	Kambrisk sandsten/kvartsit	> 100 000	1 000 000	6,173,367	396,767
Lund	Önneslöv 38:3, 42:1 och 44:1	AB SYDSTEN	Berg	Röd till grå, fin- till medelkornig gnejs	> 100 000	2 000 000	6,168,895	398,524
Kristianstad	Önnestad 107:1 m.fl. T70:3	Skanska Asfalt och Betong AB	Berg	Mörk grön till grå syenit, monzonit/ diabas/mylonit	> 100 000	400 000	6,211,767	437,274
Ängelholm	Hillarp 2:12	Mark, Väg och Bygg, MVB AB	Berg	N/A	> 100 000	200 000	6,238,949	374,771
Klippan	Bjärsgård 3:29	Swerock AB	Berg, Morän	Grå, gnejsig, fint medelkornig granit	> 100 000, < 50 000	200 000	6,226,653	384,726
Hässleholm	Finja-Hörlinge 6:1	AB Bröderna Hall	Berg	N/A	< 50 000	40 000	6,230,140	417,678
Hässleholm	Vankiva 5:12, 5:19 och 3:6	AB Bröderna Hall	Berg	Ljusfärgad röd till gråröd, medelkornig, ådrad granitisk gnejs/diabas	> 100 000	N/A	6,226,288	420,07
Bromölla	Östad 8:46, 9:46 och 6:17	Bröd Björklunds Grus AB	Berg, Natur-grus, Morän	N/A	> 100 000, < 50 000, < 50 000	200 000	6,229,507	470,979
Ängelholm	Össjö 31:13	Skanska Asfalt och Betong AB	Berg	Mörkt rödgrå, medelkornig, gnejsig granit till granodiorit	> 100 000	250 000	6,235,384	378,712
Klippan	Bjärsgård 3:30	Johansson Ballast AB	Berg, Morän	Grå, fint medelkornig, förskiffrad till gnejsig granit/diabas	> 100 000, < 50 000	200 000	6,231,547	382,355
Perstorp	Oderljunga 4:1	Johansson Berg i Heljalt AB	Berg	N/A	> 100 000	300 000	6,228,780	398,186
Lund	Veberöd 19:1	Swerock AB	Berg	Rödgrå, medelkornig, porfyrisk Romele-granit/röd, medelkornig granitisk gnejs	> 100 000	500 000	6,167,431	402,004
Sjöbo	Övedskloster 2:39	AB SYDSTEN	Berg	N/A	> 100 000	1 000 000	6,171,196	416,383
Hässleholm	Gumlösa	Johanssons Berg i Heljalt AB	Berg	N/A	50 000–100 000	N/A	6,227,526	435,628
Skurup	Slätteröd 1:32, Stenberget 1:9	AB SYDSTEN	Berg	Röd, medelkornig granit/grå, fin- till medelkornig paragnejs	> 100 000	400 000	6,158,386	406,437
Kristianstad	Västra Vram 10:23	Grus & Makadam Syd AB	Berg	N/A	< 50 000	25 000	6,199,166	432,347
Östra Göinge	Hanaskog 1:1–12:1 (Naturstens-kompaniet)	Naturstenskompa-niet Sverige AB	Berg	Grå, medelkornig granit	< 50 000	25 000	6,221,278	444,477
Lund	Hardeberga 20:6	AB SYDSTEN	Berg	Kambrisk sandsten/kvartsit	> 100 000	1 000 000	6,174,119	392,66
Hässleholm	Bröna 1:34	Nilssons Gräv Bröna AB	Berg	N/A	< 50 000	75 000	6,252,049	419,937
Osby	Bohult 1:34	Swerock AB	Berg, Morän	N/A	50 000–100 000, < 50 000	75 000	6,254,574	441,419

SAMMANFATTNING

Samhällets inriktning mot att spara på naturgruset innebär att alternativa ersättningsmaterial behöver tas fram. Krossat berg från bergtäkter är ett möjligt ersättningsmaterial för naturgruset. Beroende på vilket användningsområde man behöver ersätta så efterfrågas olika materialegenskaper. Naturgrusets rundningsgrad, dess sortering och dess mineralogiska komposition är vanliga önskvärda egenskaper. Vid användning av krossberg som alternativa ersättningsmaterial är bland annat den använda krosstekniken avgörande för hur sorterat och hur rundat ett material kan bli. Ofta använder industrin sig av flera olika krosstekniker och sofistikerade sorteringsverk för att åstadkomma rätt produktegenskaper. För vissa bergarter är det enklare att modifiera kornformen mot en mer rundad kornyta. Om särskilda mineralogiska egenskaper är önskvärda är det nödvändigt att utgå från rätt råvarukälla. Önskas till exempel ett kvartsrikt material är en möjlighet att utgå från monomineraliska bergarter som kvartsit eller sandsten.

Andra önskvärda egenskaper som att materialet har en god arbetbarhet, pumpbarhet, kan vara avgörande om man ska ersätta naturgruset med krossat berg. Försök med kvartsitisk sandsten har visat att man kan erhålla en god arbetbarhet med detta material då det krossats med särskilda krossar (se figur 34 och bilaga 1). Även andra bergarter som till exempel vissa graniter kan vara lämpliga för produktion av ersättningsmaterial för naturgruset.

Ett användande av alternativa ersättningsmaterial, till exempel krossat berg, kommer med all sannolikhet att förutsätta en större produktion av ballastmaterial. Produktionen från välsorterade grusåsar efterlämnar väldigt lite restmaterial, det mesta går att använda sig av. Alternativa ersättningsmaterial kommer att generera nya restprodukter från den nya produktionslinjen. Sådana restprodukter kommer dock med stor sannolikhet att med tiden kunna tas tillvara för annan produktion.



Figur 34. Kvartsitisk sandsten som bryts på Romeleåsen är en bergart som huvudsakligen består av mineralet kvarts. I flera forsknings- och utvecklingssammanhang har man visat att denna bergart kan förädlas till flera olika ersättningsmaterial för naturgrus. Foto: Mattias Göransson.

Som tidigare nämnts utgörs berggrunden i Skåne av två provinser: de fanerozoiska bergarterna som utgör den sedimentära berggrunden i Skåne och den Sydvästskandinaviska provinsen nordöst om och inom Sorgenfrei-Tornquistzonen. Bortsett från den kambriska sandsten som nämns ovan anses de sedimentära bergarterna i Skåne generellt ha mycket dålig kvalitet för ballastmaterial, dels på grund av dålig hållfasthet och dels på grund av höga glimmerhalter i till exempel skiffer och lersten. Alunskiffer har även en hög gammastrålning. Berggrunden inom den Sydvästskandinaviska provinsen utgör det kristallina urberget i Skåne. Överlag uppvisar berggrunden en stor variation inom de olika parametrarna och det är därför inte rimligt att försöka visa på någon generell trend inom bergkvaliteten.

Modellen som presenteras här bör vara under ständig utveckling i takt med en ökad provtagning och utforskning av berggrunden. Vid prospektering och planering för uttag av berg är det viktigt att bergkvalitetskartorna kompletteras med detaljundersökningar. Prover inom detta projekt är tagna från enskilda bergarter inom ett visst område varierande grad av heterogenitet. Detta betyder att de tekniska egenskaper som undersökts sannolikt varierar i någon grad inom samma område. Samma bergart inom ett visst område har ofta olika mineralsammansättning samt variation av andra parametrar som sprödhets- och sprickzoner, kornstorleksfördelning, kornform, kornfogar, aktivitetsindex och grad av vittring i ett lateralt och vertikalt perspektiv. Detta påverkar i varierande grad de olika tekniska egenskaperna som därför varierar i förhållande till just den bergart som provtogs.

Med en god grundkunskap om råmaterialen – vad de innehåller, om de är reaktiva, om de är högstrålande eller om de är möjliga att modifiera – kan vi arbeta aktivt mot en minskning av användandet av våra naturgrusresurser som ballastmaterial.

REFERENSER

Arbetsmiljöverket, 2015: Kvarts – stendamm i arbetsmiljön (AFS 2015:2). *Arbetsmiljöverkets föreskrifter, AFS 2015:2,* 21 s.

Erlström, E., Sivhed, U., Wikman, H. & Kornfält, K-A., 2004: Beskrivning till berggrundskartorna 2D Tomelilla NV, NO, SV och SO, 2E Simrishamn NV, SV, 1D Ystad NV, NO, 1E Örnahusen NV. *Af 212–214 Sveriges geologiska undersökning,* 141 s.

Europeiska Kommissionen, 1999: Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials. *Radiation protection 112.* European commission, directorate–general environment, nuclear safety and civil protection, 16 s.

Jelinek, C. & Eliasson, T., 2015: Strålning från bergmaterial. *SGU-rapport 2015:34.* Sveriges geologiska undersökning, 26 s.

Johansson, Å., 1990: Age of the Önnestad syenite and some gneissic granites along the southern part of the Protogine Zone, southern Sweden. I C.F. Gower, T. Rivers & B. Ryan (red.): Mid-Proterozoic Laurentia-Baltica. *Special Paper 38.* Geological Association of Canada, 131–148.

Klinspor, I., 1976: Radiometric age determination of basalts, dolerites and related syenites in Skåne, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 98,* 195–216.

Kornfält, K.-A., Bergström, J., Carserud, L., Henkel, H. & Sundquist, B., 1978: Beskrivning till berggrundskarta Kristianstad SO. *Af 121 Sveriges geologiska undersökning,* 120 s.

Lagerblad, B. & Trägårdh, J., 1992: Alkalisilikareaktioner i svensk betong. *CBI-rapport 1992:4.* CBI Betonginstitutet, 74 s.

Lagerblad, B. & Trägårdh, J., 1995: Ballast för betong – egenskaper, karaktärisering, beständighet och provningsmetoder. *CBI-rapport 1995:4.* CBI Betonginstitutet, 78 s.

Lagerblad, B., Westerholm, M. & Fjällberg, L., 2008: Bergkrossmaterial som ballast i betong. *CBI-rapport 2008:1.* CBI Betonginstitutet, 121 s.

Lagerblad, B. & Golubeva, M., 2013: Reologiundersökningar av krossbergsmaterial från Stockholm och Skåne. *Uppdragsrapport 3P00446.* CBI Betonginstitutet AB, 35 s.

Lundqvist, J., Lundqvist, T., Lindström, M., Calner, M. & Sivhed, U., 2011: *Sveriges geologi från urtid till nutid.* Upplaga 3:1. Studentlitteratur AB, Lund, 628 s.

Norling, E. & Wikman, H., 1990: Beskrivning till berggrundskarta Höganäs NO/Helsingborg NV. *Af129 Sveriges geologiska undersökning,* 123 s.

Persson, L. & Göransson, M., 2010a: Beskrivning till bergkvalitetskartan Romeleåsen. *K 299 Sveriges geologiska undersökning,* 28 s.

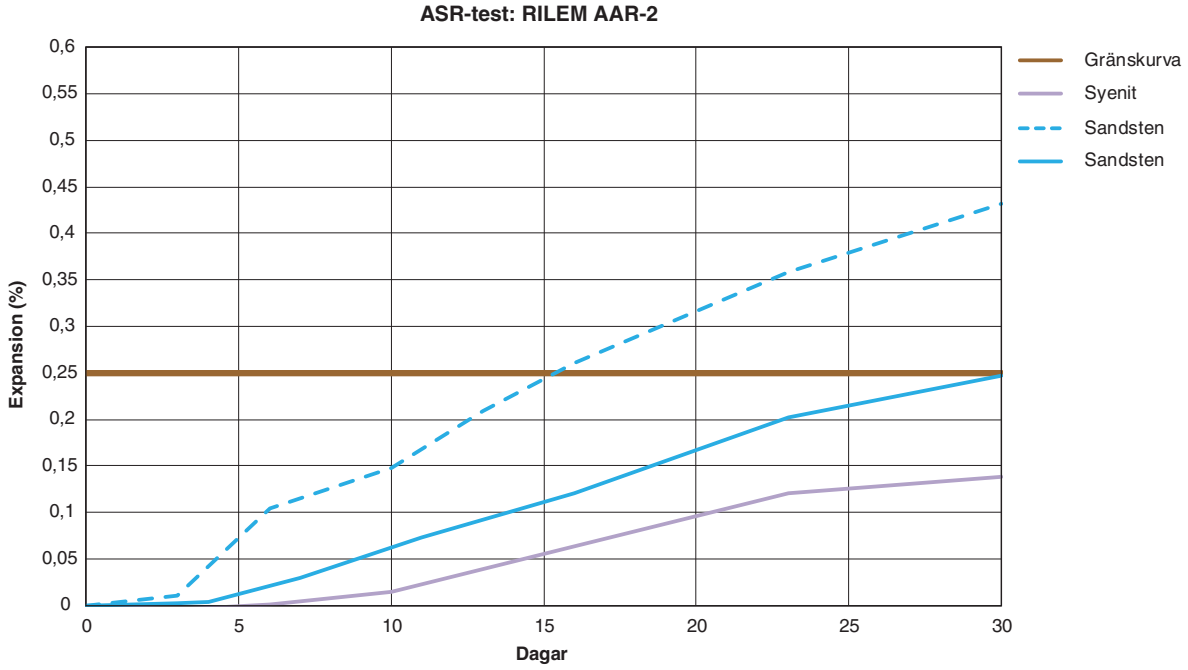
Persson, L. & Göransson, M., 2010b: Beskrivning till bergkvalitetskartan del av Linderödsåsen. *K 300 Sveriges geologiska undersökning,* 26 s.
Persson, L. & Göransson, M., 2010c: Beskrivning till bergkvalitetskartan Söderåsen. *K 301 Sveriges geologiska undersökning,* 28 s.
Persson, L. & Göransson, M., 2011: Beskrivning till bergkvalitetskartan delar av kommunerna Kristianstad, Hässleholm och Östra Göinge. *K 381 Sveriges geologiska undersökning,* 28 s.
RILEM, 2000: A – TC 106-2 – Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – The ultra-accelerated mortar bar test. *Materials and Structures 33,* 283–289.
RILEM, 2003: AAR-1 – Detection of potential alkali-reactivity of aggregates – Petrographic method. *Materials and Structures 36,* 480–496.
Sivhed, U. & Wikman, H., 1986: Beskrivning till bergkvalitetskarta Helsingborg SV. *Af 149 Sveriges geologiska undersökning,* 108 s.
Sivhed, U., Wikman, H. & Erlström, E., 1999: Beskrivning till berggrundskartorna 1C Trelleborg NV och NO samt 2C Malmö SV, SO, NV och NO. *Af 191, 192, 193, 194, 196, 198 Sveriges geologiska undersökning,* 143 s.
Svensk Standard, 2008: SS-EN 12620/A1:2008 – Ballast för betong. Swedish Standards Institute, 64 s.
Svensk Standard, 2010: SS-EN 1097-2:2010 – Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 2: Metoder för bestämning av motstånd mot fragmentering. Swedish Standards Institute, 44 s.
Svensk Standard, 2011: SS-EN 1097-1:2011 – Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 1: Bestämning av nötningsmotstånd (micro-Deval). Swedish Standards Institute, 24 s.
Svensk Standard, 2014: SS-EN 1097-9:2014 – Ballast – Mekaniska och fysikaliska egenskaper – Del 9: Bestämning av motstånd mot nötning av dubbdäck. Swedish Standards Institute, 24 s.
Sveriges geologiska undersökning, 2016: Grus, sand och krossberg 2015. *Periodiska publikationer 2016:3.* Sveriges geologiska undersökning, 40 s.
Trafikverket, 2015a: Krav – Bitumenbundna lager. *TDOK 2013:0529, Version 2.0,* 130 s.
Trafikverket, 2015b: BVS 585.52 – Makadamballast för järnväg. *TDOK 2014:0759, Version 1.0,* 23 s.
Trafikverket, 2015c: Krav – Obundna lager för vägkonstruktioner. *TDOK 2013:0530, Version 2.0,* 80 s.
Trafikverket, 2015d: Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter. *Rapport 2015:057,* 51 s.
Wikman, H., Bergström, J. & Lidmar-Bergström, K., 1983: Beskrivning till bergkvalitetskartan Kristianstad NO. *Af 127 Sveriges geologiska undersökning,* 165 s.
Wikman, H. & Sivhed, U., 1992: Beskrivning till bergkvalitetskarta Helsingborg NO. *Af 148 Sveriges geologiska undersökning,* 31–42.
Wikman, H., Bergström, J. & Sivhed, U., 1993: Beskrivning till bergkvalitetskarta Helsingborg SO. *Af180 Sveriges geologiska undersökning,* 22–28.

BILAGA 1. BETONGTESTER

Alkalisilikareaktivitet, ASR

En tregradig indelning för förenklad okulär bedömning av risken för alkalisilikareaktivitet (ASR) utförd på tunnslip enligt RILEM AAR-1 (RILEM 2003) av CBI lyder: 1) Berget är mycket osannolikt alkalisilikareaktivt, 2) Osäker eller potentiell risk finns, samt 3) Berget är mycket sannolikt alkalisilikareaktivt. I Skåne län har cirka 80 prover utförts enligt denna metod. Av dessa hamnar endast cirka 5 % inom ASR-kategorin 3, mycket sannolikt alkalisilikareaktiv. De bergarter som bedömts vara mycket sannolikt alkalisilikareaktiva är: kambriska sandstenar, syeniter och paragnejs.

För de bergarter som via RILEM AAR-1 bedöms vara reaktiva rekommenderas att man genomför det mer avancerade testet, RILEM AAR-2 (RILEM 2000). SGU har låtit utföra försök enligt RILEM AAR-2 på tre bergarter i Skåne län. Ett urval har gjorts utifrån de bergarter som via modifierad RILEM AAR-1 tidigare bedömts kunna vara alkalisilikareaktiva, ASR = 3. De undersökta bergarterna är kambriska sandstenar och syenit, se figur 35. De kvartsrika, kambriska sandstenarna ger högst värden och överskrider den tillåtna expansionen på 0,25 %. En preliminär bedömning av de resultat som erhållits är att man inte utan vidare undersökningar kan rekommendera sådana bergarter för betongkonstruktioner i fuktig miljö utomhus, alternativt blandar upp ett sådant material med ett icke alkalisilikareaktivt material.

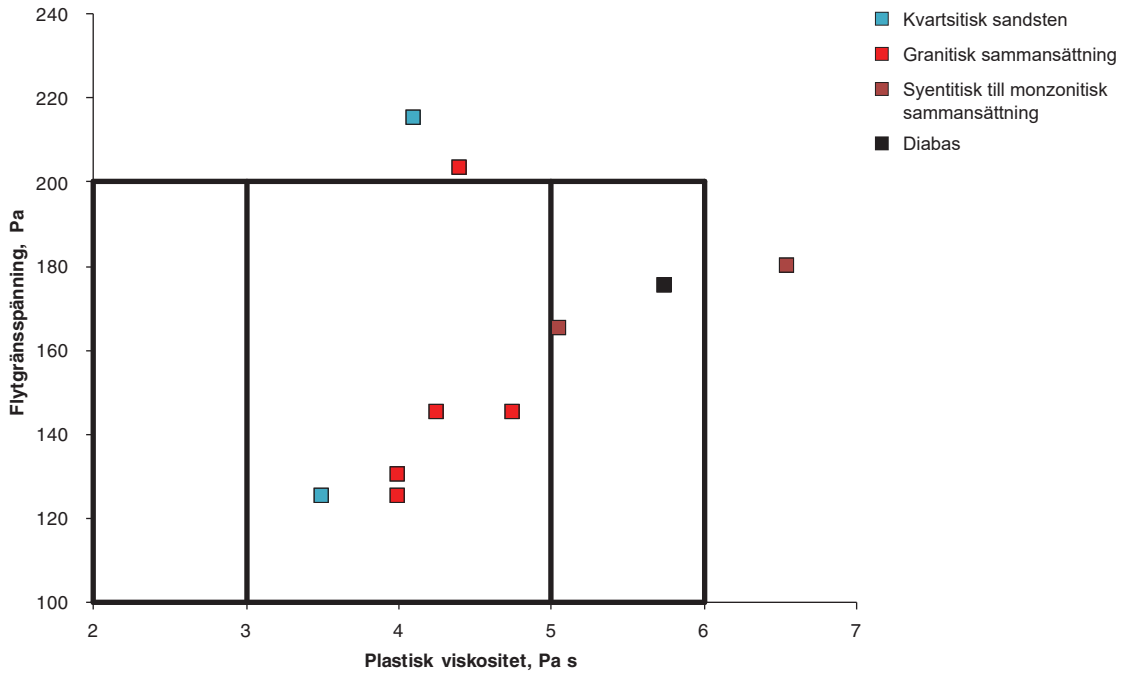


Figur 35. Accelererat bruksexpansionsförsök för bergarter i Skåne län, RILEM AAR-2. Ett av två prov från Hardebergasandstenen passerar gränsen på 0,25 % expansion inom 30 dagar, vilket gör att den bergarten bedöms kunna vara alkalisilikareaktiv. Före eventuellt användande som ballast i fuktig betongmiljö bör sådana material testas vidare med RILEM AAR-3, det vill säga accelererat betongexpansionsförsök.

Plastisk viskositet (bruksreologi)

SGU har i Skåne län låtit undersöka tio olika bergmaterial avseende deras inre friktion (plastisk viskositet) (Lagerblad & Golubeva 2013), se figur 36. I och med att bergmaterialet har laboratoriekrossats kan de slutgiltiga testresultaten skilja sig från en fullskalig krossningsteknik och senare betongframställning. I de senare ingår ofta kornkrossning, som nöter bort vassa kanter på ballastaggregatet, och tillsats av flytmedel vilket förbättrar betongmassans reologiska egenskaper vidare. Urvalskriteriet för dessa bergarter har bland annat varit att de håller en låg till måttlig glimmerhalt (mindre än 15 % i modalanalys) detta i och med att fria glimmerkorn försämrar en betongmassas reologi. Kambrisk sandsten har även studerats då andra forskningsresultat har visat att dessa är lämpliga som alternativ till naturgrus. Av SGUs undersökningar av den plastiska viskositeten för olika bergmaterial i Skåne län hamnar samtliga viktade prover mellan 3,5 och 6,5 Pa s (fig. 36) vilket innebär att ballasten kräver en medelstor till stor vatten- och cementhalt. Dessutom kommer den vid användning som betongballast att ge en betong med något högre viskositet och därmed en något sämre arbetbarhet jämfört med traditionell naturgrusballast. Flera av proverna kan dock utgöra ett alternativ till naturgrus, i synnerhet de bergarter som erhåller de lägsta värdena för plastisk viskositet, SPN130022 (3,55 Pa s), SPN130014 (4,0 Pa s), SPN130019 (4,0 Pa s) och SPN130018 (4,1 Pa s), där samtliga är kambrisk sandsten eller glimmerfattiga metagraniter (0–5 % modalanalys).

Med rätt krossningsteknik, eventuell vindsiktning och med tillsats av flytmedel bör man av dessa helkrossade bergmaterial kunna framställa en betong med god arbetbarhet. Bland övriga undersökta bergarter kan nämnas att diabas, kvartsmonzonit och monzonit ger något sämre värden, plastisk viskositet 5–6,6 Pa s, än flera av graniterna och sandstenarna. Den bedömning som har gjorts är att en betong som innehåller dessa ballastmaterial kommer att erhålla en sämre arbetbarhet än de övriga. Eventuellt kan annan krossteknik eller tvättning av de senare materialen förbättra deras reologiska egenskaper något.



Figur 36. Reologiförsök hos bruk, baserat på 100 % bergmaterial med viktad gradering motsvarande naturgrus. I diagrammet ingår enbart data för laboratoriekrossat bergmaterial.