

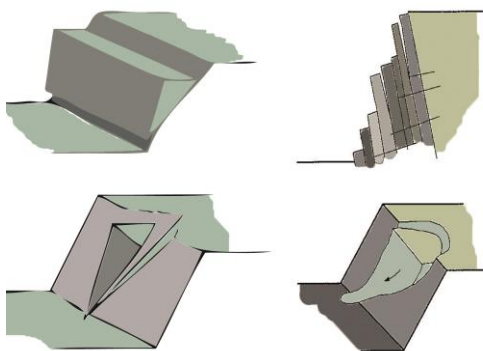
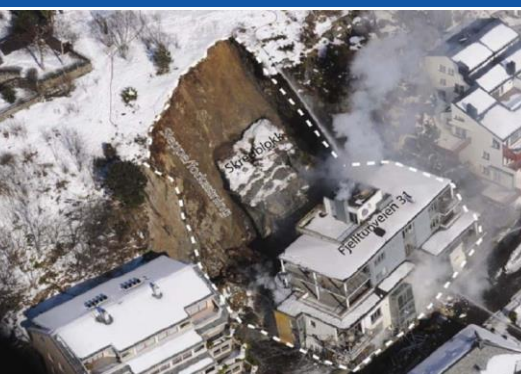


Statens geotekniska institut

Slänter i berg

Inventering av kunskapsläge och behov

Magnus Eriksson, Ramona Kiilsgaard, Rebecca Bertilsson



SGI Publikation 22

Linköping 2015

SGI Publikation 22

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:
Eriksson, M, Kiilsgaard, R, Bertilsson, R (2015).
Slänter i berg. Inventering av kunskapsläge och
behov. Statens geotekniska institut, SGI Publikation
22, Linköping.

Diarienummer: 1.1-1402-0097

Uppdragsnummer: 15253

Beställning:

Statens geotekniska institut
Informationstjänsten
581 93 Linköping
Tel: 013-20 18 04
E-post: info@swedgeo.se

Ladda ner publikationen som PDF
www.swedgeo.se



Statens geotekniska institut

Slänter i berg

Inventering av kunskapsläge och behov

Magnus Eriksson
Ramona Kiilsgaard
Rebecca Bertilsson

SGI Publikation 22

Linköping 2015

Förord

Samhället behöver anpassas till den pågående klimatförändringen. Det finns en stor mängd befintlig bebyggelse och infrastruktur som behöver anpassas för att klara förändringen i bland annat temperatur, nederbörd och vattenflöden samt stigande havsnivåer. Dessutom behöver samhället ta hänsyn till klimatförändringen och dess konsekvenser vid planering av ny bebyggelse och infrastruktur.

Anpassningsarbetet är komplext eftersom det inbegriper flera olika ämnesområden, osäkerheter över långa tidsperspektiv och för att det bygger på kunskap som ständigt uppdateras, i och med att klimatforskningen utvecklas i snabb takt. För effektiv klimatanpassning krävs inte bara planeringsunderlag och beslutsstöd som är flexibla, ämnesövergripande och tar hänsyn till lokala variationer, utan som också gör det möjligt att samordna olika åtgärder på regional nivå.

Statens geotekniska institut (SGI) ska bidra till en hållbar samhällsutveckling inom det geotekniska området och bidra till att miljö kvalitetsmålen nås genom att minska riskerna för ras, skred och stranderosion samt effektivisera plan- och byggprocessen. SGI ska ta fram ny kunskap, samla och sprida befintlig kunskap i samhället samt stödja myndigheter och kommuner med expertrådgivning.

Den här studien utgör en inledande inventering av kunskapsläge och behov när det gäller slänter i berg. Baserat på en litteraturstudie och en enkätundersökning presenteras slutsatser och rekommendationer för fortsatt arbete. Uppdraget har letts av Magnus Eriksson och i uppdragsgruppen har Ramona Kiilsgaard och Rebecca Bertilsson deltagit. Rapporten har interngranskats av Gunnel Göransson.

Undertecknad har beslutat att ge ut publikationen.

Linköping i oktober 2015

Charlotte Cederbom

Avdelningschef, avdelningen för geoplanering och klimatanpassning

Innehållsförteckning

Sammanfattning	8
Summary.....	9
1 Inledning.....	10
2 Bakgrund	10
3 Dagens situation	12
3.1 Allmänt.....	12
3.2 Dimensionering och byggteknik	13
3.3 Risker och underhåll.....	15
3.4 Kartläggning och inventering av inträffande ras	17
4 Hållbart byggande.....	18
4.1 Förändrat klimat.....	19
4.2 Klimatets påverkan på berg.....	20
5 Enkätundersökning	21
5.1 Genomförande.....	21
5.2 Sammanfattning av resultat från undersökningen.....	23
6 Slutsatser och rekommendationer	27
6.1 Slutsatser.....	27
6.2 Rekommendationer	28
Referenser.....	29

Bilagor

1. Kortfattad beskrivning av bergmekaniska brottfall i bergslänter
2. Resultat av enkät

Sammanfattning

Följande rapport är en inventering av kunskapsläge och behov inom området bergslänter i Sverige. Syftet med rapporten är att identifiera eventuella behov som finns för att öka säkerheten hos bergslänter i dag och i ett framtida klimat samt identifiera hinder för effektivt byggande.

Rapporten behandlar översiktligt utifrån en litteraturstudie och en enkätundersökning området bergslänter i ett brett perspektiv: projektering, dimensionering och byggmetoder idag samt hur planfrågor innehållande bergslänter hanteras i fysisk planering. Vidare behandlar rapporten översiktligt hur klimatet kan komma att förändras fram till 2100 och hur bergslänter kan komma att påverkas av den förändringen.

Bergas inträffar då och då i samhället och flera fall av ras har inträffat i bebyggd miljö med direkt fara för allmänheten. I och med att dessa fall finns noterade kan inte problemet negligeras utan det behöver undersökas vilka risker som föreligger och hur ett förändrat klimat kan påverka riskbilden.

Resultaten av rapporten visar att det finns kunskapsluckor och utbildningsbehov. Bland annat saknas kunskap om och en samlad bild av vilka ras som inträffar i bergslänter. Utöver detta saknas ofta kunskap om lagstiftning och tekniska risker vid fysisk planering samt en klar bild över hur klimatförändringar kommer att påverka bergslänters stabilitet. Ansvaret för inspektioner och underhåll är inte är tydligt i alla situationer och projektering och byggande av bergslänter utförs inte på ett bevisat effektivt och hållbart sätt. Utbildningsinsatser och vägledningar inom specifika områden skulle underlätta för branschen att lösa flera av de brister som noteras.

Givet dessa kunskapsluckor och behov bedöms som slutsats av arbetet att ett antal vidare steg bör tas avseende området bergslänter. Dessa vidare steg har på olika sätt bäring på områdena riskinventering, risk med ett förändrat klimat och effektivt byggande. Ett första steg föreslås vara att arbeta för att alla bergas i bebyggd miljö och längs infrastrukturstråken inkluderas i SGI:s ras- och skred-databas samt att en övergripande sökning på redan inträffade ras görs så att dessa blir dokumenterade.

Summary

This study is an inventory of knowledge and needs in the area of rock slopes with emphasis on Swedish conditions. The purpose of the report is to identify needs to increase the safety in rock slopes today and in a future climate and to identify hindrances for efficient construction of rock slopes.

The report presents the overall picture of rock slopes based on a literature review and a questionnaire, and gives a wide perspective on the areas design, construction and how rock slopes are addressed in spatial planning. Furthermore the report includes an oversight how the climate potentially changes up till 2100 and how rock slopes may be affected by this change.

Rock slope failure and breakouts have occurred occasionally in built environment with a potential threat to the public. As a result, the problem cannot be neglected but needs to be addressed. It is important to investigate what risks are present today and how a changing climate may affect the stability of rock slopes.

The result of the study shows that there are knowledge gaps and need of further education. As an example there is a lack of knowledge and a complete picture of how frequent slope failures occur. Furthermore there is a lack in knowledge concerning regulations in law and technical risk within spatial planning and how a changed climate may affect the stability of rock slopes. Responsibility for inspections and maintenance is not clear and design and construction of slopes is not done in a proved effective and sustainable way. Actions in the field of training and educational interventions would be beneficiary for the sector to solve several of the noticed lacks.

Given these knowledge gaps and needs, it is concluded in the report to recommend some important further steps of action. These concerns the areas risk inventory, risks associated with a changing climate and efficient construction. A first step is recommended to be assessment of all occurring rock falls in built environment and along transport infrastructure to be recorded in the already existing database at SGI for dilapidation and landslide.

1. Inledning

Bergslänter är vanliga i Sverige och kan vara både byggda och naturliga. De är i de allra flesta fall stabila men i vissa fall sker ras eller blockutfall och ibland med risk att skada människor eller egendom.

Naturliga bergslänter är en fråga då detaljplaner utreds och i samband med infrastruktur i arbets- eller järnvägsplanen. I dessa fall behöver man utreda och beskriva vilka insatser som krävs för få säkra förhållanden i planläggningen. Byggda bergslänter erhålls då man tar bort en del av ett befintligt bergparti för att skapa utrymme för det man anlägger, hus eller infrastruktur som exempel, och insatser kan krävas för att få en säker slänt. Dessa kan exempelvis vara att skrota löst berg eller ta bort block samt säkra slänten med bult eller nät för att se till att inte några nedfall kan ske.

Tre frågor utreds översiktligt i denna rapport:

- Hur kan man garantera att byggda eller naturliga slänter i berg är säkra i förhållande till människor och egendom?
- Finns det risker med byggda eller naturliga slänter i berg i förhållande till ett förändrat klimat?
- Byggs slänter i berg på ett effektivt sätt med avseende på ett hållbart samhälle och ett förändrat klimat?

Syftet med studien är inventera kunskapsläge och behov inom området bergslänter med målet att kunna initiera mer riktade utredningar och insatser till de behov som visas finnas. Ett syfte är också att skapa ett engagemang för att rapportera bergras och kunskapsbehov till SGI.

Metoderna som tillämpas i studien är dels en litteraturstudie, dels en enkätundersökning. Litteraturen på bergmekanik i allmänhet och med avseende på bergslänter i synnerhet är omfattande. Det är dock begränsat med litteratur som beskriver processer, exempelvis projektering, och fysisk planering av bergslänter samt litteratur som beskriver riskklassning eller säkerhetsbedömning av bergslänter. Av denna anledning tillämpas också en enkätundersökning till personer som på olika sätt arbetar med bergslänter för att få en bredare bild av hur olika frågor beaktas i praktiken.

2. Bakgrund

Statens geotekniska institut är förvaltningsmyndighet för geotekniska och miljögeotekniska frågor. Myndigheten ska vara pådrivande i frågor som syftar till en säker, ekonomisk och miljöanpassad samhällsutveckling inom det geotekniska området. Ras och skred är frågor som utreds och handläggs av SGI och i den rollen görs en översyn av bergslänter i denna rapport.

Bergras i olika former inträffar emellanåt i Sverige. I SGI:s skreddatabas (<http://gis.swedgeo.se/skred/>) är 58 objekt av ca 1200 kopplade till berg. Denna databas är företrädesvis inriktad mot skred i lösa jordar och den innehåller inte alla inträffade bergras, men de större rasen finns förmodligen dokumenterade.

Som exempel på ras kan tre nämnas varav ett i nuläget återfinns i databasen:

- I januari 1990 inträffade ett ras vid Taberg i Jönköping kommun. Drygt 100 m³ berg rasade ned på det angränsande järnvägsspåret. Som skäl för raset angavs upprepade frysning och tining. Källa: Skreddatabasen.
- I maj 2010 rasade "ett gigantiskt stenblock" ner på en lekplats i Partille kommun. Ingen uppgift finns om hur stort blocket var, men att döma av bilderna i GP var blocket ca 10 m³. Ras hade förekommit ca 4 år tidigare och efter det hade området säkrats. Trots detta skedde ytterligare ett ras. Källa: Göteborgs-Posten 7/5 2010.
- Den 14:e november 2013 rasade berg ner på gångbanan vid Göteborgsvägen i Uddevalla. På kommunens webbplats beskrivs raset som "ett stort bergblock", men det framgår av bilderna att det rör sig om några kubikmeter av större och mindre bergblock. Källa: Uddevalla kommuns webbplats <http://www.uddevalla.se/>

En komplett bild av vilka incidenter som skett i bergslänter finns inte men ovanstående exempel visar att det förekommer bergras som är en fara för allmänheten. I Norge inträffade 2008 ett bergras i Ålesund där 3000 m³ berg rasade ner i ett bebyggt område (Befring et al, 2008), se Figur 1. Problemet kan därmed inte negligeras.



Figur 1 Bergras i Ålesund i Norge där 5 personer omkom. Foto: Politiets helikoptereneste.

3. Dagens situation

3.1 Allmänt

Bergslänter förekommer både som naturliga slänter och som byggda slänter i samhället. Naturliga slänter finns huvudsakligen i obebyggd miljö och kan generellt sägas inte utgöra någon fara för allmänheten, även om vissa situationer är tänkbara. Större bergpartier som lossnar i anslutning till floder eller vikar skulle potentiellt kunna leda till sekundära risker men någon egentligen kännedom om sådana situationer i Sverige finns i dagsläget inte. I Norge finns flera. Ett sådant riskfall är Åknes i närheten av Ålesund. En del av bergsidan utmed en fjord är instabil och ett block med en uppskattad volym av 100,000 m³ bevakas kontinuerligt med mätutrustning med syfte att kunna varna för den tsunamivåg som ett bergsläpp skulle kunna orsaka (Gröneng & Nilsen, 2010). I alregionen är släntstabilitet en stor fråga och exempelvis sker i Schweiz årligen flera ras och ibland med dödlig utgång (Delaloye et al, 2013).

Byggda slänter återfinns alltid i anslutning till bebyggd miljö och innebär på så sätt alltid en fara för allmänheten om de inte är säkrade.

Bergslänter förekommer både längs de statliga järnvägarna och vägarna i landet. Runt 5500 skärningar i berg förekommer längs järnvägarna (Lund, 2014) och uppskattningsvis 1-5 % av de statliga vägarna (10 000 -50 000 km) går genom bergskärningar (Åkesson, 2014), varav över 6000 skärningar finns bara i Storstockholm (Lund, 2014). Den troligen högsta bergskärningen inom samhällsbyggnad i landet ligger vid Angeredsbron i Göteborg och är 82 m hög (Åkesson, 2014). Uppskattningsvis är över 90 % av skärningarna lägre än 10 m. En handfull ras per år inträffar i skärningar för både väg och järnväg (Lund, 2014).

Slänter längs järnvägar sprängs vanligen med lutningen 10:1 (~85 °) (Lund, 2014) och längs vägar med en lutning på 5:1 (~80 °). Det är sällan de geologiska förutsättningar styr utformningen utan huvudsakligen är det tillgänglig plats och ekonomiska förhållanden, exempelvis massbalansen vid ett vägbygge (Åkesson, 2014).

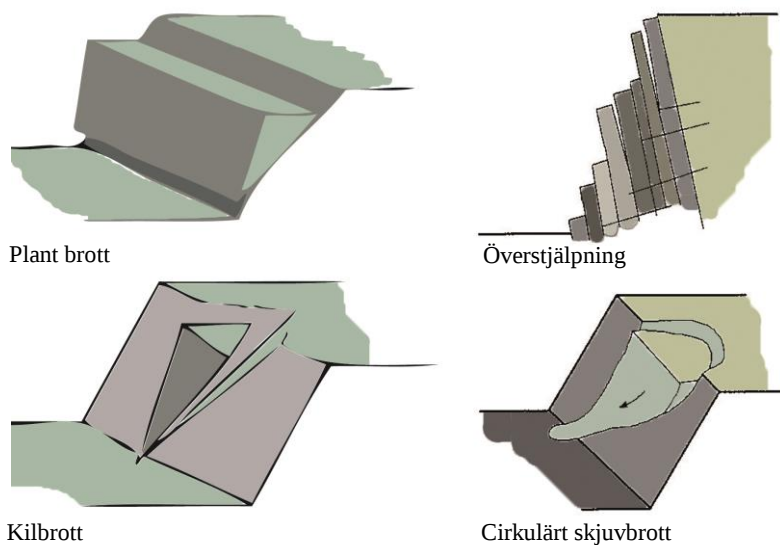
Det är svårt att erhålla en sammanhållen överblick över skärningarna längs järnväg och väg då någon nationellt samlad kartläggning inte finns tillgänglig. Arbete med att bygga upp databaser pågår från Trafikverkets sida där uppgifter om geologi, sprickriktning, blockstorlek, höjd, längd m.m. för skärningarna kommer att finnas tillgängligt (Lund, 2014; Åkesson, 2014).

Ännu svårare är det att få en samlad bild av omfattningen av bergslänter i den kommunala miljön, runt bostadsområden och gator, men gissningsvis är omfattningen totalt av samma storleksordning som mängden bergslänter runt vägar och järnvägar. Trafikkontoret i Stockholms stad anger att man kontinuerligt besiktat och underhåller 35 slänter (Hellberg, 2014).

Den totalt sett högsta byggda bergslänten i Sverige torde vara dagbrottet i Aitik som är ca 400 m hög. Gruvindustrin har också en stor kunskap inom området bergslänter eftersom det finns så stora ekonomiska incitament att bygga branta slänter då man minimerar masshanteringen samtidigt som man kan nyttja så stor del av malmkroppen som möjligt.

3.2 Dimensionering och byggteknik

Det finns olika typer av brottmekanismer i bergslänter och nedfall av lösa block är förmodligen det vanligast förekommande. Andra brottformer är exempelvis plant brott, kilbrott, överstjälpning, cirkulärt skjuvbrott och trappstegsbrott. Dessa är namngivna för att visualisera hur brottet sker, se Figur 2. Bergslänters stabilitet är en del av bergmekaniken. De teorier som används går tillbaka till Jaeger (1971) som beskrev grundläggande mekanik hos bergytor i kontakt, sprickmekanik. Till övervägande del är det strukturstyrda brott som förekommer även om brott genom intakt berg också kan förekomma. Om berget har låg hållfasthet eller om det är mycket hög bergslänt kan stor-skaliga brott genom intakt berg förekomma men i de flesta fallen är det strukturstyrda brott, se t.ex. Sjöberg (1999).



Figur 2 Illustration av några typer av brottmekanismer i bergslänter. För en mer komplett redovisning hänvisas till Bilaga 1 (modifierad efter Hoek och Bray, 1981; Sjöberg, 1999, Nordlund, Rådborg & Sjöberg, 1998).

Området bergslänter är ett stort område sett över allt bergmekanisk och bergteknisk tillämpning eftersom bergskärningar är så vanliga. En stor tillämpning är bergskärningar i dagbrott inom gruvindustrin där mycket höga slänter och stor ekonomisk potential gör att man driver tillämpning till det ytterst möjliga. Bergmekaniskt så skiljer sig bergskärningar från exempelvis tunnlar. Den stora skillnaden ligger i att i en tunnel utnyttjas bergets förmåga att bära last genom att skapa ett tryckt valv som låser block och bär ovanliggande laster. I en slänt är berget till stora delar avlastat vilket gör att block och sten lättare lossnar.

En komplikation inom bergbyggnad är att bergets egenskaper, exempelvis sprickförhållanden och sprickornas egenskaper är svåra att mäta eller uppskatta varför både relativt noggranna undersökningar krävs och analyser alltid blir behäftade med en viss osäkerhet. Detta kan naturligtvis kompenseras med en kraftig överförstärkning men då till en hög ekonomisk kostnad. Även om en viss mängd överförstärkning utförs så är en metod för att hantera osäkerheten att regelbundet inspektera och vid behov utföra underhållsarbetet såsom extra förstärkning. Ett exempel på analys av en bergslänts stabilitet redovisas i Bagheri et al (2013). Författarnas slutsats är bland andra att både empiriska och numeriska modeller är behäftade med osäkerheter och att observationer behövs vid dimensioneringen.

Enligt en artikel av konsultföretaget WSP och Trafikverket (Sandström et al, 2013) finns ofta knapphändig information om geologiska förhållanden i upphandlingsskedet och det är först i byggskedet som bergets egenskaper blir kända. Resultatet blir enligt artikeln att ”bergschaktningsarbetena utförs utan möjlighet till nödvändiga anpassningar” och i slutänden blir det instabila slänter som kräver underhåll i framtiden. Man rekommenderar därför att vägområdet görs tillräckligt stort så att det finns möjligheter att anpassa släntlutningen i byggskedet och att projektör och byggtreprenör tillsammans ska arbeta fram en lösning som är anpassad efter den lokala geologin. I Trafikverkets handbok för ovanjordssprängning, Trafikverket (2014), beskrivs geologins betydelse för utformningen av slänten. Författarna trycker på behovet av tidiga berggrundsgeologiska undersökningar för att kunna ta rätt beslut i projektet. Man visar också på exempel på mer lyckade och mindre lyckade skärningar.

Projektering och byggande av bergslänter omfattas av Eurocodes regelverk. I Eurocode 1997 (Eurocode, 1997) beskrivs vad som ska beaktas vid design och dimensionering av bergslänter. I och med att Eurocode ska tillämpas krävs ganska långtgående undersökningar och beräkningar på stabiliteten som i sig kan bedömas garantera en stabilitet. Det som Eurocode inte anger, vilket kan vara en begränsning, är när olika undersökningar och dimensionering ska göras. Som tidigare nämnt, om analysen över exempelvis lämplig släntvinkel görs för sent kan begränsningar finnas i tillgänglig marklösen som gör att en tekniskt sett olämplig vinkel behöver tillämpas. Ingen litteratur i Sverige har hittats som angett att projektering eller dimensionering enligt Eurocode har tillämpats.

Utöver nämnda referenser finns ingen tydlig sammanställning av hur projektering och dimensionering av bergslänter inför byggande går till och på vilka premisser en bergslänt anses säker. Nedan beskrivs hypotetiskt en arbetsgång baserat på litteraturen och på branschkommentarer för att illustrera hur problem kan uppstå i processen:

Bergslänter uppstår där en anläggning av något slag behöver placeras intill sluttande terräng eller där berg behöver avlägsnas för att plana ut marken och skaffa mer yta. Inledningsvis gör man en bedömning på planbeskrivningen var en skärning behövs. Det är troligtvis mycket sällan som det finns något geologiskt underlag avseende sprickor i ett första skede utan denna blir en första skiss. Vissa vägledning om lutning hos en slänt används förmodligen, exempelvis en grov inriktning mot att inte ha en alltför brant slänt samt att man anvisar ett visst säkerhetsavstånd för eventuellt nedfallande block eller stenar.

I nästa steg utförs någon form av bygghandling där bergschakten beskrivs mer i detalj. I detta skede utförs förmodligen en bergteknisk beskrivning som beskriver huvudsakliga sprickriktningar och utifrån dessa en ingenjörsgelogisk bedömning på omfattning av förstärkning och bergschakt. Troligtvis eller vanligast är förmodligen fallet att endast ytkartering utförts och relativt enkel sådana då mer omfattande undersökningar kräver utrustning och borrhning vilket ökar kostnaderna för undersökningen betydligt. Det är troligen också fallet att mängden bergschakt påverkas av massbalansen, dvs. hur mycket bergmaterial som behövs för grundläggningen. Med hänsyn till de knappa undersökningar som gjorts lämnas förmodligen också rätt mycket av detaljprojekteringen av slänten till byggskedet då en bättre kunskap om förhållanden kommer fram. En allmän text om att slänten ska förstärkas med olika metoder samt en uppskattad mängd förstärkning i mängdförteckningen är därmed det huvudsakliga underlaget för byggskedet.

I byggskedet är det relativt komplicerat att göra förändringar mot underlaget som upphandlingen är utförd på. Förändringar kan medföra att kostnadsbilden och tidplanen ändras. Vissa ändringar skulle även kunna strida mot bygglovet. Även om man i detta fall därför har ett bättre underlag att göra förändringar på, exempelvis att ändra lutningen på slänten, så är det inte säkert det görs. Förmodligen är massbalansen mycket styrande och även om det finns skäl att ändra exempelvis lutningen på slänten så görs kanske inte detta utan istället ökas mängden förstärkning för att åstadkomma säkra förhållanden. I detta läge är det också troligast att en regelrätt dimensionering

av en förstärkning genomförs. Exempelvis kan det vara partier där man ser block med otillräcklig stabilitet som behöver förankras med bult.

Byggmetoden är en annan faktor att beakta. Vanligtvis utförs bergslänter med borrhning och sprängning och mindre vanligt är wiresågning. Borrhning och sprängning är en billigare metod och det är en traditionellt använd metod. I ett examensarbete från 2007 (Larsen, 2007) beskrivs äldre sprängningsmetoder med handhållna bormaskiner som resulterat i stabila slänter. Dessa jämfördes med senare metoder på 90-talet som handlar om att man ”tänkte mest på att spränga ut så mycket kubikmeter berg som möjligt, och inte på att få en bra kontur”. Det beskrivs att man då använde grova dimensioner på borrhål, stora hålavstånd och mycket sprängmedel som troligtvis blev orsaken till instabila slänter (Larsen, 2007).

Utöver sprängning och wiresågning nämns i Trafikverket (2014) även tätsöm och slitsning samt hydraulisk spräckning. Gemensamt för de metoder som inte innefattar sprängning är att de inte har de nackdelar som sprängning enligt rapporten innebär, t.ex. vibrationer. Alternativa metoder är dock som regel mer tidskrävande och blir dyrare.

Figur 3 visar två olika byggmetoder, sprängd respektive sågad slänt. Bilderna är från Aschebergsgatan i Göteborg där en breddning av vägen utförs. Enligt Trafikkontoret (Törnros, 2014) i Göteborg valdes sågning primärt för att minska vibrationerna.

3.3 Risker och underhåll

Ett önskat scenario avseende bergslänter är att block eller bergpartier släpper och rasar ner. I de flesta fall är släntens lutning och säkerhetsavstånd till människor och trafik sådan att detta inte innebär någon direkt fara och relativt ofta kan man notera mindre bergblock i diken runt bergslänter som visar att ras har skett. Osäkerheterna som finns vid projektering och byggande kan leda till att man får bergslänter som kräver regelbunden inspektion och underhåll.

Det är svårt att helt förutse rörelsen hos nedfallande bergblock och det är därför viktigt att minimera sannolikheten att detta sker. För att minimera risken för nedfallande block och bergpartier behöver därför regelbunden inspektion och underhåll utföras. Hur inspektion och underhåll ska utföras är inte klarlagt i någon etablerad standard eller skrift och det förefaller inte finnas någon praxis om hur ofta en bergslänt behöver inspekteras och eventuellt underhållas. I förfrågningsunderlag och liknande anges ofta att inspektion ska göras av bergsakkunnig eller person med geologisk kompetens men utifrån vilka faktorer eller parametrar förefaller inte anges.

Vissa slänter är känt svåra och där sker regelbunden inspektion och genomförande av åtgärder. I andra fall görs även utan direkt kända problem regelbundna inspektioner för att garantera säkra förhållanden. Detta är förmodligen orsakat av de osäkerheter som finns rörande vad som är att betrakta som säkert när det gäller slänter. I vissa fall, exempelvis i Trafikverkets skärningar längs vägar och järnvägar, finns som regel ett kontinuerligt system för inspektion. Hur inspektion utförs i den kommunala verksamheten är säkert mycket varierande och beroende av hur topografin ser ut, dvs. hur mycket slänter som finns, kommunens storlek m.m.



Figur 3 Exempel på byggteknik. Bilden ovan visar en bergslänt längs Aschebergsgatan i Göteborg där slänten är sprängd och helt inklädd med nät. Under 2014 har vägen breddats och man har valt att såga bergslänten vilket den nedre bilden visar. (Bilden överst är en skärmdump från Google Maps™. Bilden nederst är tagen av Magnus Eriksson.)

Norge, som har betydligt fler bergslänter och svårare geotekniska förhållanden ur denna aspekt, har avseende vägar och järnvägar anvisningar för inspektion och underhåll av bland annat bergskärningar, se Statens Vegvesen (2011). Rapporten ger relativt detaljerad information runt geologisk kartläggning, stabilitetsanalyser och säkringsmetoder och ska ligga till grund för kommande vägledningar i Norge.

Bergab och Geosigma (Åhlén & Belinder, 2010) har utvecklat ett riskbaserat system för underhåll av bergskärningar på uppdrag av tidigare Vägverket och Banverket. Systemet kallas riskranknings-systemet RRRS och bygger bland annat på internationella erfarenheter. Systemet baseras på tre steg; inventering, grovklassning och detaljklassning. Inventering avser att fotografera och dokumentera skärnings måttenheter och denna utförs från en bil med monterad mätutrustning. I grovklassningen avgörs om slänten behöver åtgärdas direkt eller senare och i detaljklassningen avgörs vilka åtgärder som ska göras. Systemet som utvecklades förefaller dock inte ha etablerats och används tydligen inte i dagsläget av oklar anledning.

I en amerikansk rapport från 2008 (U.S. Department of Transportation, 2008) finns erfarenheter samlade gällande bergslänter och hur dessa på bästa sätt ska hanteras för att undvika ras. Man började med att dela in åtgärdsbehoven i antingen underhåll eller minskning av ras. I underhållet behövs övervakning, varningssystem och fältkontroll. När det gäller valet att minska rasrisken finns det angivet tre strategier: stabilisera, skydda eller undvika. Stabilisering innebär att minska möjligheten för att ett ras ska ske (exempelvis bultar). Skydda innebär att ras sker, men att man sätter upp skydd mot dem (exempelvis hårda eller flexibla barriärer). Undvika innebär att man flyttar aktiviteten bort från slänten och därmed låter ras ske utan att utsätta sig för dem (exempelvis tunnel) (makronivåplanering). Till varje strategi finns specifika åtgärder beskrivna (U.S. Department of Transportation, 2008).

I bla Schweiz utvecklas teknik för att övervaka slänter och metoder är exempelvis LiDAR och InSAR (Bühler & Graf, 2013). LiDAR baseras på lasermätning och InSAR på satellitmätning av rörelser. I Delaloye (2013) påvisas också hur de stora mätprogrammen kan nyttjas för att bygga upp kunskapen om vilka mekanismer som styr bergrasen.

3.4 Kartläggning och inventering av inträffande ras

SGI tillhandahåller en skreddatabas som visar var olika slags jordrörelser har skett i Sverige. Det är i huvudsak skred, ras samt erosion och övriga jordrörelser som man kan välja att få utmarkerat på kartan. Bergras ingår i ras, erosion och under övriga jordrörelser. Det går tyvärr inte att söka på ”bergras” för att enbart få fram de incidenter som har den beteckningen.

Det initiala syftet med *Skreddatabasen* var att få en översikt av jordrörelser och samla relevant information kring dessa. Informationen kan ge kunskap om samband mellan olika påverkansfaktorer och även öka möjligheten att se trender. Insamling av uppgifter påbörjades år 2001 och gjordes genom ett efterhand mer intensivt efterforskningsarbete där rapporter, tidsskrifter, böcker och annan relevant litteratur av gicks igenom (Viberg et. al, 2001). Även personliga kontakter och de översiktliga stabilitetskarteringar som Myndigheten för Samhällskydd och Beredskap (MSB) ansvarar för var underlag i inventeringsarbetet. I dataunderlaget är det främst x- och y-koordinater, typ av jord-rörelse, kommun samt källa som anges.

Det fortsatta arbetet med att samla in uppgifter om nya jordrörelser kommer ske främst en gång per år genom SGI:s bevakning av media, de rapporter som skrivs av myndighetsfunktionen då räddningstjänsten kopplats in, samt baserat på de översiktliga stabilitetskarteringar som konsulter utför för MSB. Även via sporadisk personlig kommunikation kommer uppgifter in om händelser. Det finns inget rapporteringskrav från andra myndigheter, eller ett frivilligt nationellt system för inrap-

portering av händelser. För tillfället har SGI få resurser till förfogande för *Skreddatabasen*. Databasen i sig är även mycket enkelt konstruerad jämfört med exempelvis databaser hos SGU och SMHI.

I databasen kan man översiktligt se var jordrörelser skett geografiskt och vilken typ av jordrörelse som inträffat. Arbetet med att samla informationen skulle effektiviseras om myndigheter, kommuner eller länsstyrelser rapporterar in om inträffade jord-rörelser. Genom att uppdatera *Skreddatabasen* så att man kan söka på typ av jordrörelse (ex berggras) och även se antal inträffade incidenter per år skulle nyttan med databasen troligtvis öka. Då kan man mer effektivt identifiera de mest utsatta områdena för olika typer av jordrörelse och även se om det blir bättre eller sämre med tiden. Om man, som nästa steg, till denna databas anger uppgifter om utförda åtgärder och underhåll kan man med tiden utvärdera insatser kontra utfall.

MSB (Myndigheten för samhällskydd och beredskap) har en Naturolycksdatabas där ett flertal andra naturolyckor än jordrörelser är samlade. SGI ger MSB information om inträffade jordrörelser. Samordning av myndigheters databaser skulle effektivisera datainsamlingen nationellt sett, öka förmågan att se samband och synergieffekter och underlätta samarbete.

4. Hållbart byggande

Finns det en strategi som generellt sett är bäst i ett hållbarhetsperspektiv eller ska man analysera varje enskild slänt för att hitta bästa strategi för hållbarhet? Att kunna besvara denna fråga, att ha passande analysverktyg, att ha ett holistiskt samarbete, att kunna beakta flexibilitet och att tänka långsiktigt med genomtänkt avvägning mellan olika faktorer ökar möjligheterna att ta med hållbarhet.

Hållbarhet handlar om att inte påverka vår omgivning negativt. Det gäller de tre dimensionerna miljö, ekonomi och socialt (Brundtlandrapporten, 1987). Gör man något under beaktande av hållbarhet ökar man möjligheten för framtida generationer att leva ett bra liv. För att uppnå det bör man beakta påverkan på dessa tre dimensioner både i dagens samhälle och i ett framtida och tänka både på makro- och mikronivå.

Makronivån kommer in i ett tidigt planeringsskede och innebär att man studerar en större bild av samhället och ställer sig frågan om exempelvis en bergslänt behövs eller om andra alternativ finns. När man har valt att anlägga bergslänt går man ned på mikronivå och planerar detaljerna för utförande och utseende. Det är här transportavstånd, arbetsmaskiner, massbalans, sprängteknik med mera kommer in. I det steget bör man tänka på det direkta utförandet i konstruktionsfasen lika väl som vad det direkta utförandet ger för indirekta konsekvenser i framtiden. Det vill säga metodval och design påverkar livslängden och om konstruktionen är dåligt utförd kan ras ske och underhåll behövas, vilket inte är hållbart. Hållbarhet för exemplet bergslänt handlar alltså både om den storskaliga bilden gällande behovet av bergslänten, samt om hur man utför slänten så att både den direkta påverkan idag och den framtida situationen beaktas.

Men hur ska man på makronivå kunna planera något för en framtid som man inte vet hur den ser ut? För att maximera våra chanser att hitta de hållbara alternativen bör därför flexibilitet beaktas (Xu & Zhang, 2013). Med flexibilitet menas att något kan förändras och anpassas efter nya omständigheter, dvs. en viktig aspekt för att nå ett framtida okänt men hållbart samhälle.

Trafikverket som är en stor aktör i branschen tar med hållbarhet i ett inledande planeringssteg genom utförande av MKB och tillhandahåller en handbok med metodik för detta. I övrigt tolkas det att hållbarhet bara i vissa fall inkluderas (mest på forskningsnivå). Eventuellt kan hållbarhetsdimensionerna beaktas för direkta byggfasen, men kanske inte lika ofta på makronivå och i ett framtida perspektiv.

En artikel från 2013 beskriver hur man får med hållbarhet i ett tunnelprojekt (Duarte et al., 2013). I artikeln är det fokus på CO₂ och att minska klimatpåverkan. Representation av holistiskt samarbete mellan klient, designer och entreprenör anses vara en viktig faktor. Artikeln ger ett exempel på en design som utvecklades i ett tunnelprojekt för att få med hållbarhet, där bland annat möjligheten att maximera användningen av material som finns på plats beaktas. Det anges i denna artikel, så som i många andra dokument, att ”retro-fitting” är svårt och dyrt och ska inte beaktas för nya projekt. För att underlätta planeringen finns det olika verktyg framtagna för att beakta bland annat CO₂-utsläpp: exempel CEEQUAL, Life CYCLE, Cap IT och INDUS (Duarte et al., 2013).

Trafikverket har en handbok för sprängningsarbeten (Trafikverket, 2014) i vilken miljö- och kvalitetsaspekter finns angivna, dock utan utpekade hållbarhetsperspektiv. Hållbarhet kommer å andra sidan med i ett inledande planeringssteg som beskrivs i Trafikverkets handbok gällande Miljökonsekvensbeskrivning för vägar och järnvägar (Trafikverket, 2011). Där beskrivs bland annat beaktande av funktionsmål, hänsynsmål, de olika planeringsfaserna och upplägget med en samlad konsekvensbedömning, i syftet att trafiksystemet ska fungera för olika behov i samhället och i ett långsiktigt hållbart perspektiv.

Ett annat exempel belyses i ett examensarbete där bland annat krav i kontraktsformen för drift- och underhåll gällande bergslänter beskrivs och en av de utpekade nackdelarna med kontraktsformen visar sig vara bristande kunskap om hållbarhet/levnadstid (Larsen, 2007).

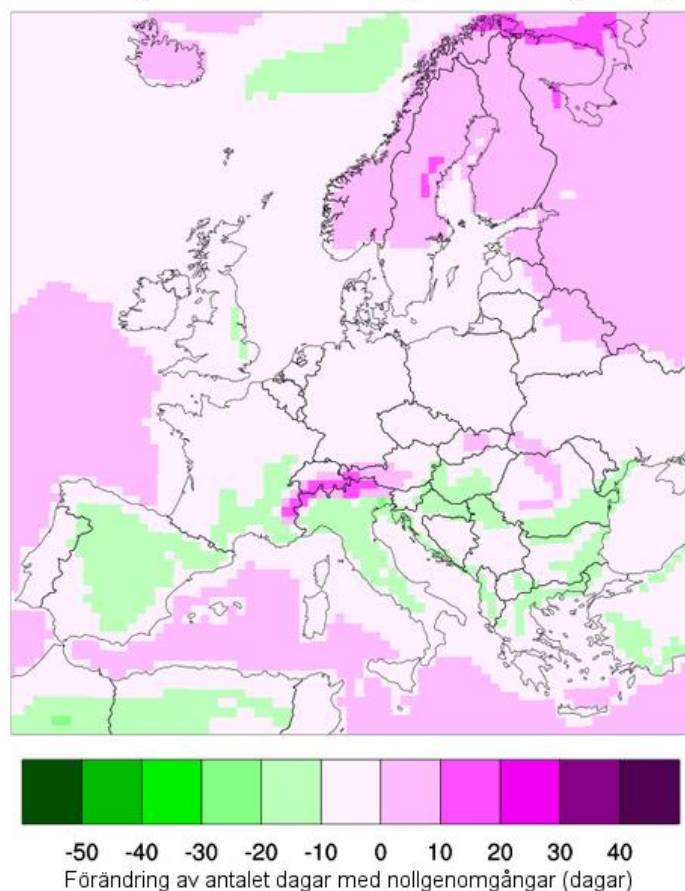
4.1 Förändrat klimat

Klimatet har en inverkan på bergs stabilitet och i och med att klimatet förändras bör denna klimatpåverkan beaktas både för dagens situation och för den framtida. Tidigare har en översiktlig bedömning av klimatförändringens inverkan på jordrörelser gjorts i Fallsvik et al (2007). Studien gjordes på uppdrag av Klimat och sårbarhetsutredningen men avgränsades till att inte omfatta berggras. Man beskriver dock att klimatpåverkan som exempelvis frostsprängning på grund av upprepade frysning/tining samt kemisk påverkan, vittring och urspolning av material förorsakar att bergets hållfasthet successivt försämras. Vidare anges att vittring och erosion på västsidan av Öland och Gotland leder till underminering och ras.

SMHI har gjort klimatprognoser för hela Sverige (SMHI, 2014). Generellt visar de samma trend, men har vissa skillnader mellan norra och södra Sverige. Beroende på var i landet beräknas årsnederbörden öka med 15-20 % mellan år 1961-2100 i klimatscenario RCP 4.5. Årsmedeltemperaturen beräknas öka med 4°C. Med den generellt höjda temperaturen blir perioden med snötäcke och minusgrader kortare. Vinterhalvårets sista frost beräknas inträffa 20-60 dagar tidigare vid år 2100 (SMHI, 2014). Av detta dras slutsatsen att med höjd temperatur finns det större sannolikhet att temperaturen mer ofta kommer fluktuera kring noll grader vintertid (nollgenomgångar).

Att klimatet kommer att ändras är idag relativt klarlagt och de olika klimatmodeller som analyserats ger en entydig bild även om förändringarnas storlek kan ändras. På SMHI:s webbplats finns en simuleringsmöjlighet där olika klimatscenarier illustreras avseende exempelvis mängd nederbörd, växtperiodens längd, antal nollgenomgångar etc. Figur 4 illustrerar en sådan simulering där antalet nollgenomgångar i Europa vintertid simuleras för klimatscenario RCP 4.5.

Förändring av vinterns antal dagar med nollgenomgångar i Europa, scenario RCP 4.5



Figur 3 Ett scenario på förändring av antalet dagar med nollgenomgångar i Europa enligt klimatscenario RCP 4.5. Antalet dagar i den norra delen av Sverige får vintertid ett ökat antal nollgenomgångar. Källa: SMHI /Klimatscenarior.

4.2 Klimatets påverkan på berg

Ökad frekvens av nollgenomgångar (frysning-tining fluktuationer) och mer regn påverkar berg. Regnet tar sig in i porer och sprickor så att risken för ras ökar. Upprepad frysning och tining påverkar stabiliteten i berg genom att successivt flytta eller ändra lastförhållanden i berget. Fluktuation mellan plus- och minusgrader bidrar till minskad stabilitet (CEDR, 2012).

Larsen beskriver även svallis som orsak till instabila slänter, vilka man bland annat åtgärdat med nät (Larsen, 2007). Svallis är vatten som rinner fram ur marken och sedan fryser utmed slänter och mark.

I en italiensk studie där olika riskklassningssystem för berg jämfördes utvärderades bland annat klimatets inverkan på stabiliteten (Budetta och Nappi, 2013). Det var faktorerna regn samt frysning-tining fluktuationer som utreddes som klimatfaktorer. I den ena av de tre systemen inkluderas fler påverkanskategorier och resultat från den visar att dikesupptag, årlig nederbörd och PDSD ger högst påverkan på den samlade risken vid bergras på väg. PDSD är ett procentuellt mått av skillnaden mellan siktavståndet från bil till ras samt avståndet en förare behöver för att fatta ett beslut (reaktions-avstånd). Liten påverkan på rasrisken kommer från bland annat frysning-tining fluktuationer i den italienska studien (Budetta och Nappi, 2012). I nordiska förhållanden kan dock frys-tö fluktuationer ha större betydelse, eventuellt behövs mer forskning kring denna klimatfaktor.

5. Enkätundersökning

En enkätundersökning har utförts på personer som i olika roller arbetar med bergslänter. Syftet med enkäten har huvudsakligen varit att få svar på frågorna som ställs i inledningen av rapporten och utröna vilken bild branschens olika företrädare har av bergslänter avseende risker, effektivitet i byggandet och underhållsfrågor och på så sätt erhålla en bredare bild än vad som framkommer av publicerat material. Yrkeskategorierna som deltagit är:

- Planhandläggare
- Konsulter och entreprenörer
- Beställare och projektledare

De frågor som de olika grupperna fick besvara återfinns i Bilaga 2. Utifrån vilken yrkeskategori de ansåg sig tillhöra fick de olika frågor. De flesta frågorna var upplagda på så sätt att personerna fick svara på en fråga genom att ange ett svar på en skala, exempelvis stora problem, vissa problem och inga problem. Det var även ja/nej-frågor.

5.1 Genomförande

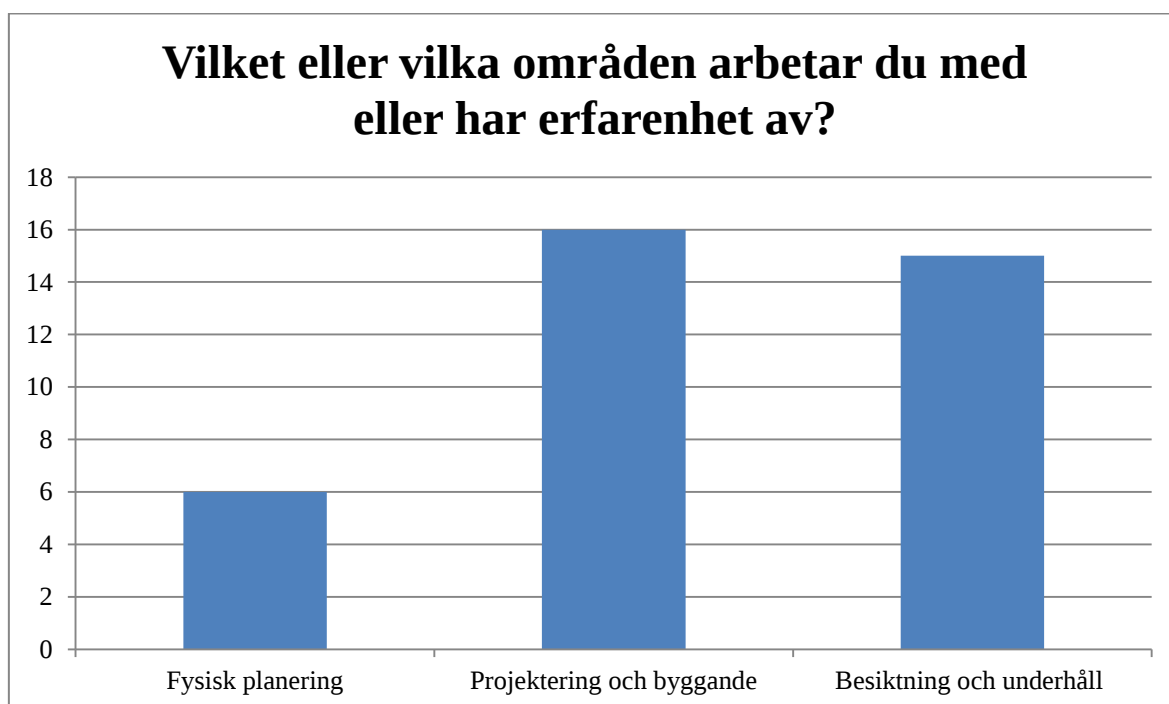
Enkätundersökningen genomfördes i en web-applikation som heter Limesurvey. Målsättningen var att få 30 personer att delta, med erfarenhet från olika moment rörande bergslänter, fördelat på ca 10 personer med erfarenhet av fysisk planering, 10 personer med erfarenhet av projektering och byggande och 10 personer med erfarenhet av besiktning och underhåll. Att så få personer som 30 personer valdes var med strategin att alla skulle kontaktas innan och med hjälp av detta skulle en hög svarfrekvens uppnås.

Personer valdes med hänsyn till olika kriterier. En del var kända av författarna att arbeta inom området och andra har publicerat resultat inom området. Därutöver gjordes en sökning på internet och rundringning till exempelvis kommuner för att nå personer med erfarenhet.

Totalt uppnåddes inte riktigt målen. Totalt deltog 21 personer med en yrkesfördelning enligt **Figur 4**. Det framgår att endast 3 personer arbetar som plan- och bygglovshandläggare. Enligt **Figur 5** är det dock 6 personer som har erfarenhet av fysisk planering vilket ökade representationen i denna grupp. Totalt sett erhöles en bättre representation inom områdena projektering och byggande och besiktning och underhåll än inom fysisk planering.



Figur 4 Redovisning av deltagande yrkeskategorier i enkätundersökningen.



Figur 5 Redovisning av erfarenheten hos de personer som deltog i enkätundersökningen.

5.2 Sammanfattning av resultat från undersökningen

Det kom in 21 kompletta svarsformulär. Flest svar kom från personer med erfarenhet som konsult/entreprenör/forskare samt som projektledare/beställare/fastighetsägare och ett fåtal som planbygglovshandläggare.

Frågorna var uppdelade i olika kategorier:

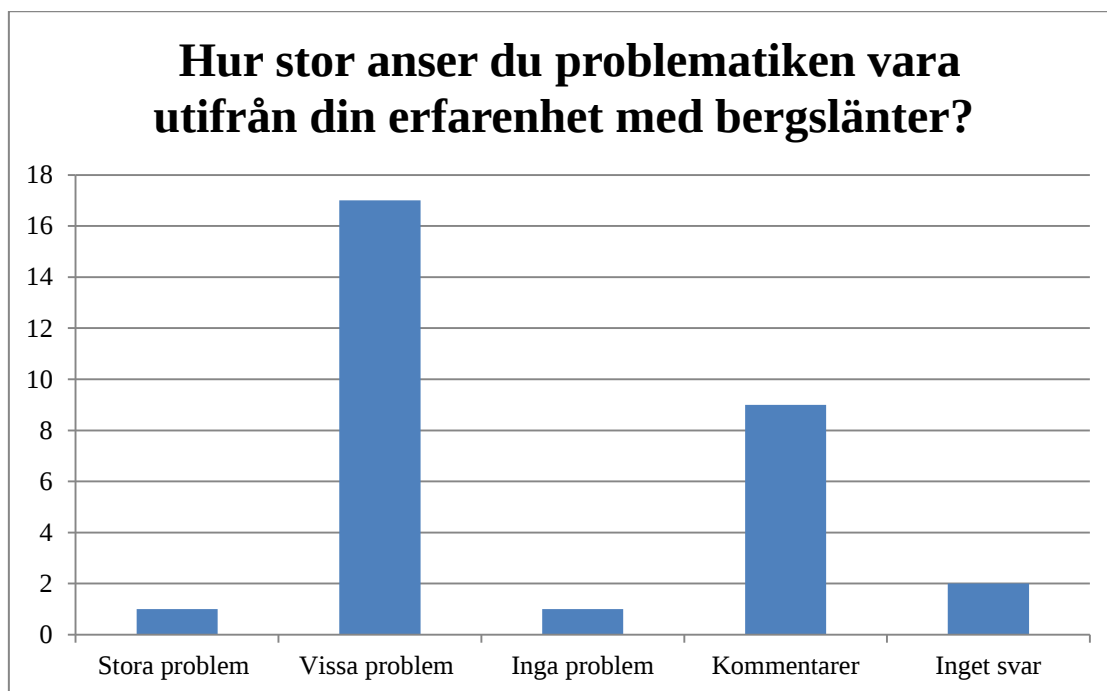
A – Allmänna frågor som besvarades av alla

P – Planfrågor

D – Design (projektering och byggande)

U – Underhåll

Utifrån de svarandes erfarenhet anses det finnas vissa problem gällande bergslänter. Problemen anses dock inte vara stora. Det som lyfts fram initialt i enkätsvaren är problem med avsaknad av tydliga regelverk, behov av bättre underhållssystem, att berg är lågprioriterat och svårigheter med att knyta ihop planer med praktiskt utförande (Se Figur 7 eller Bilaga 2, fråga A4).

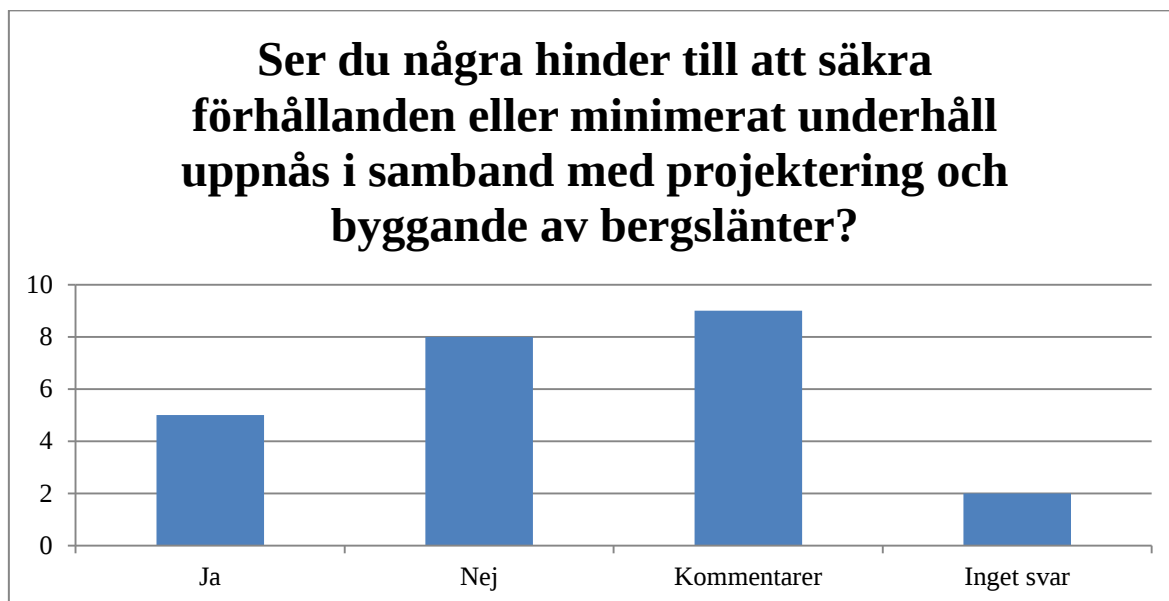


Figur 6 Fråga A4 från enkätundersökningen. Nio kommentarer gavs i samband med svaren.

För att fördjupa analysen ställdes specifika frågor om olika delar av bergbyggnadsprocessen. Inom samtliga processteg är det blandade åsikter gällande tillräcklig kompetens i branschen. För underhåll, besiktning och lagstiftning/regler tycker några fler att det saknas tillräcklig kompetens jämfört med de som säger att kompetensen räcker (Bilaga 2, fråga A5). I linje med det tycker några fler att det behövs mer vägledning för underhåll, besiktning och lagstiftning/regler, men även för projektering/dimensionering (Bilaga 2, fråga A6). Endast för byggande anser några fler att det finns tillräcklig vägledning. Det anses behövas mer utbildning inom samtliga områden, dvs. inom projektering, dimensionering, sprängteknik, skrotning/förstärkning, dräneringslösningar och injektering (Bilaga 2, fråga D6).

Det var endast 5 personer som svarade på frågor inom planering. Av de få som svarade var det några fler som tyckte att det finns svårigheter med att hantera bergslänter planmässigt och att det då saknas kunskap om risker förknippade med bergslänter. Alla med planeringserfarenhet tyckte det behövs mer utbildning i hur bergslänter bör planeras (Bilaga 2, fråga P3).

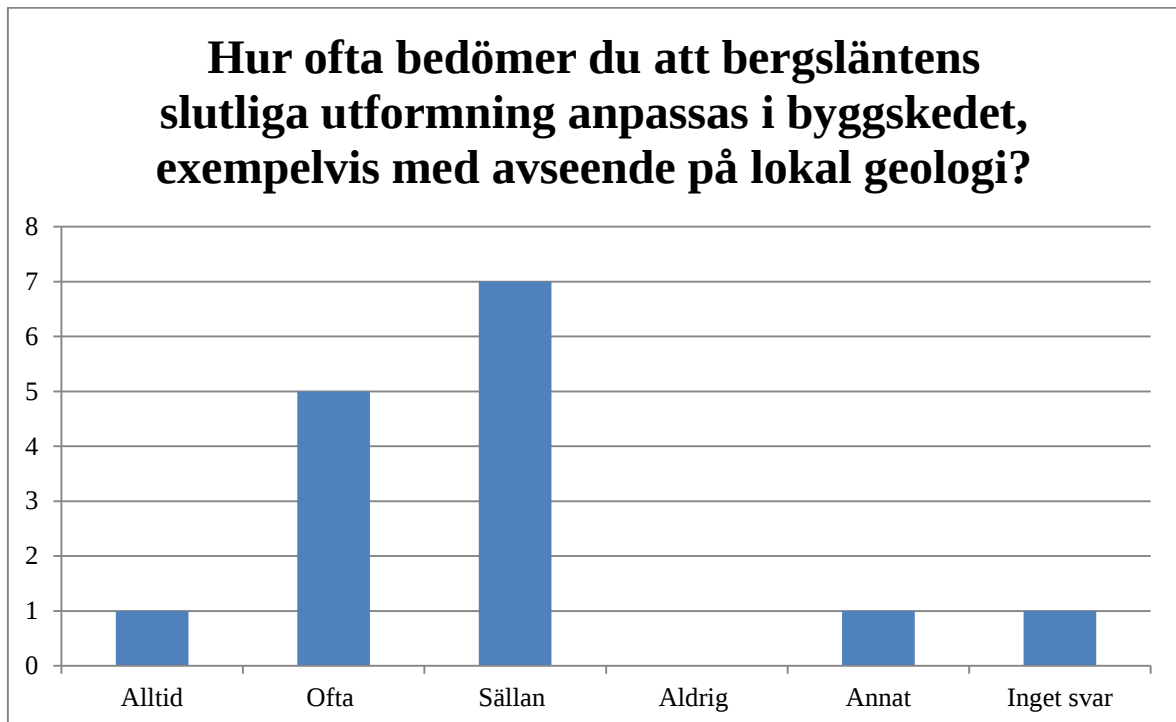
När slänter projekteras och byggs bör man ta hänsyn till att göra slänten säker och försöka minimera underhållsbehovet. På frågan om det finns hinder för att göra detta svarade 5 *ja* och 8 *nej* (se Figur 8 eller Bilaga 2, fråga D1).



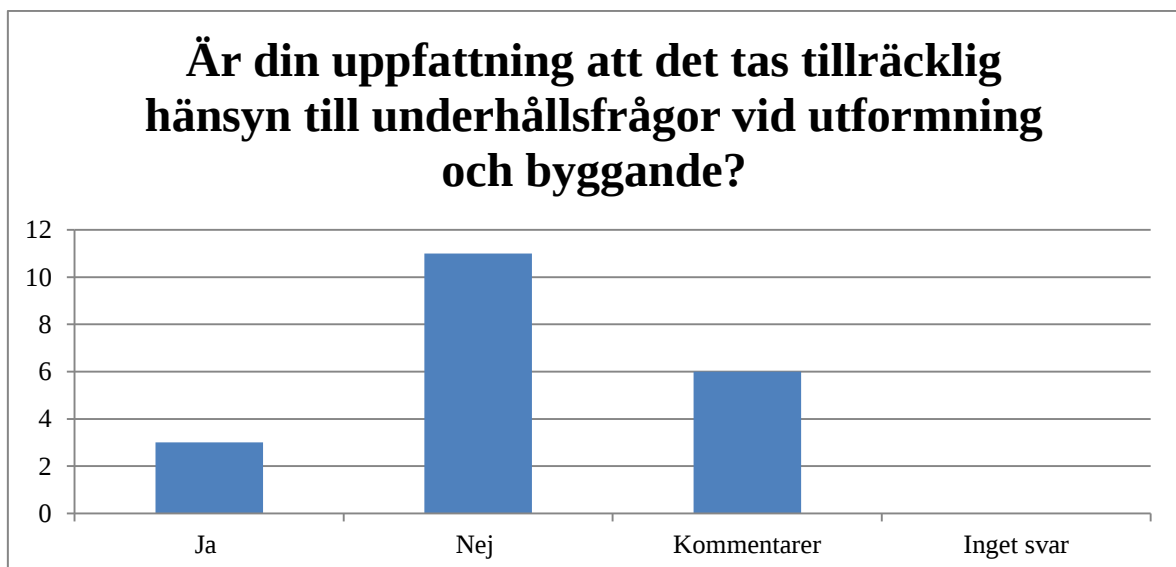
Figur 7 Fråga D1 från enkätundersökningen. Nio kommentarer gavs i samband med svaren.

Det gavs flera kommentarer till denna fråga där det bland annat nämns att lutning och losstagning kan påverka underhållsbehovet. Gällande problemet med lutning så anger en kommentar att väglagen säger att så lite mark som möjligt ska tas i anspråk vid byggande av väg och järnväg. Detta kan då komma i konflikt med säkerhets- och underhållsfrågor för berg. Platsbristen nämns som ett hinder i ännu en kommentar, liksom ekonomin. Det anges att beställare kan ha olika krav, ekonomi och ambitioner vilket påverkar utfallet. Ännu ett hinder kan vara att man i projekteringsskedet sällan anpassar släntutseendet till de geologiska förhållandena. Även om man gör det anger en kommentar att genomtänkta, tekniska beskrivningar i projekteringen ofta inte följs praktiskt i byggskedet. Det anges samtidigt att det bör finnas större möjligheter att anpassa slänten i byggskedet (Bilaga 2, fråga D1). Det är dock blandade svar på frågan om den slutliga utformningen anpassas i byggskedet. Det anges 6 svar för *ofta*, 1 svar för *alltid* och 8 svar för *sällan* (se Figur 9 eller Bilaga 2, fråga D2).

Många anser att det inte tas hänsyn till underhållsfrågorna vid både utformningen och vid byggandet. Kommentarer till frågan visar att underhållet sällan diskuteras i dessa faser och att underhållsfrågan skjuts på framtiden eller glöms bort. En anledning som anges till att underhållsfrågan inte beaktas i byggskedet är liten tillgång till mark, som har begränsats redan i projekteringssteget. Markanvändningen anges som ett hinder i flera kommentarer och även ekonomin är en faktor som minskar hänsynen till underhållsfrågorna (se Figur 10 eller Bilaga 2, fråga U1). De flesta anser att behovet av besiktning och underhåll kan minska med ett bättre anpassat byggande av bergslänter. Bland annat nämns skonsammare sprängning och anpassning efter den lokala geologin (Bilaga 2, fråga U5).



Figur 8 Fråga D2 från enkätundersökningen.



Figur 9 Fråga U1 från enkätundersökningen. Sex kommentarer gavs i samband med svaren.

Svaret på frågan om bergslänter *inspekteras* tillräckligt ofta är både ja och nej. I kommentarerna anges att det är varierande beroende på skärningens storlek. En brist i inspektionen är att ansvarsfrågan kan vara otydlig och att ekonomin hos den ansvarige eventuellt kan vara otillräcklig (Bilaga 2, fråga U3). Nästan alla svarande anser att klimatiförändringens påverkan på nederbörd och frysning/tjällossning kommer öka risken för ras i bergslänter (Bilaga 2, fråga U4 och U6).

6. Slutsatser och rekommendationer

Nedan rapporteras slutsatser och rekommendationer för vidare arbete utgående från rapporten.

6.1 Slutsatser

Arbetet visar att det saknas en samlad bild av vilka ras som inträffar i bergslänter. Vissa fall av ras har rapporterats i media men vissa ras som skett finns inte dokumenterade någonstans.

Det finns dokumenterade fall där stenpartier rasat ner i byggd miljö vilket visar att helt säkra förhållanden inte är uppnådda men omfattningen på riskerna är inte kända.

Branschen uppvisar i enkätundersökningen en bild av att en samlad kunskap och praxis inte tillämpas sammantaget i arbeten med bergslänter. Enkätundersökningen pekar på att det behövs (kommentarer från enkätundersökningen inom parantes):

- Vägledningar (tydliga regelverk)
- Mer utbildning om lagstiftning och tekniska risker för fysisk planering
- Mer kunskap om bergslänter i planeringsfasen (berg är lågprioriterat)

Enkätundersökningen indikerar också att projektering och byggande av bergslänter inte utförs på ett bevisat effektivt och hållbart sätt:

- Det verkar vara dålig övergång mellan projekteringsfasen och byggfasen (svårigheter med att knyta ihop planer med praktiskt utförande)
- Marktillgången begränsas i projekteringen (det begränsar anpassningsmöjligheterna i byggfasen och ökar riskerna och underhållsbehovet)
- Underhållsfrågorna är lågprioriterade (glöms bort, någon annans ansvar, riskbaserat underhållssystem behövs för prioriteringar)

Vidare indikerar enkätundersökningen att ansvaret för inspektioner och underhåll inte är tydligt. Det verkar ibland finnas ett glapp mellan de som planerar och projekterar jämfört med de som bygger och de som underhåller. Som exempel kan det i vissa fall vara svårt att anpassa slänten i byggfasen på grund av planerna i projekteringen. Ett annat exempel är besiktning och underhåll som kan vara lågt prioriterade i de första faserna och därmed utförs med sämre kvalitet. Att tydligare sammanlänka utförande i en fas med effekter för nästa fas kan effektivisera och öka kvalitén. Vägledningar med checklistor och processträd som anger hur olika faser hänger ihop och påverkar varandra kan vara ett steg för att öka kvalitén och säkerheten. Det har uttryckts önskemål om vägledning för:

- Lagstiftning/regler
- Projektering/dimensionering
- Byggande
- Besiktning
- Underhåll

Genomgången litteratur och enkätundersökningen visar att vi inte har en klar bild över hur klimatförändringar kommer att påverka bergslänters stabilitet. Svaren i enkätundersökningen visar att branschens bedömning är att ett förändrat klimat påverkar slänters stabilitet negativt.

Det är möjligt att det saknas generell grundläggande förståelse för vad det innebär med ett samhälle med och utan hållbarhet, även avsaknad av engagemang och incitament för att ta tag i saken inom enskilda projekt.

6.2 Rekommendationer

Utgående från slutsatserna ges här rekommendationer för vidare arbete.

- För att få en bättre bild av vilka incidenter som sker och vilka risker dessa kan medföra i samhället bör inträffade ras eller incidenter i bergslänter dokumenteras. Ett sätt är att dessa inrapporteras i skreddatabasen. Arbetet behöver samordnas mellan ansvariga myndigheter och organisationer, till exempel Trafikverket, MSB, länsstyrelser och kommuner.
- Eurocode tillämpas inte regelmässigt vid projektering och byggande i berg i Sverige. Det bör utredas hur Eurocode kan tillämpas i dessa fall.
- Branschgemensamma vägledningar för projektering och underhåll av bergslänter bör tas fram. Dessa vägledningar kan förenkla arbetet, göra det mer naturligt att inkludera berg i olika faser, standardisera så att kvalitén i arbetet blir säkrad och lika för olika utförare.
- Ta fram en enkel men ändamålsenlig modell för klassificering av bergslänter med avseende på risk eller underhållsbehov. Syftet med modellen är att stödja inventering av bergslänter i exempelvis kommuners underhållsplanering. Modellen kan utgå från exempelvis höjd, byggmetod, inspektion eller dylikt.
- Mer forskning och utredning om hur hållbarhetsaspekter konkret kan beaktas i bergprojekt bör utföras. Hållbarhet kan troligtvis inkluderas i samtliga faser i processen med bergslänter. En vägledning för hur hållbarhet på olika sätt kan inkluderas i de olika faserna för byggande av bergslänter skulle troligtvis underlätta för branschen.
- För att öka förståelsen för klimatets påverkan föreslås att
 - Klimatets påverkan på berg i Sverige, i dagens och framtidens klimat utreds (forskning).
 - Kunskap och engagemang kring klimatets påverkan på berg ökas genom information.
 - En sammanställning av effektiv utformning och åtgärder för att minska negativ påverkan från klimatet tas fram (forskning, information, vägledning).

Referenser

Bagheri, M., Bergkvist, L., Maersk Hansen, L., Wichmann, C., Hermansson, J. (2013). Empirisk och numerisk analys av bergslänt vid ulvsunda. Bidrag till Bergmekanikdagen 2013. Stockholm 2013, BeFo. ISSN 0281-4714. Pp 43-55.

Befring, O., Heggstad, M., Larsen, G.P., Andersen, F.M, Blikra, L.H. (2008). Skredulykka i Ålesund. Rapport frå utvalet som har gjennomgått skredulykka i Ålesund 26. Mars 2008. https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/krd/vedlegg/boby/rapporter/skredulykka_i_alesund.pdf

Bruntlandrapporten (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. FN Annex till dokument A/42/427.

Bühler, Y., Graf, C. (2013). Sediment transfer mapping in a high-alpine catchment using airborne LiDAR. Publikation zur Jahrestagung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft 29. Juni – 1. Juli 2011, St. Niklaus. Red: Christoph Graf. I Herausgeber Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 2013. ISBN 978-3-905621-53-2. Pp 113-124.

Budetta P., Nappi M. (2012) Comparison between qualitative rockfall risk rating systems for a road affected by high traffic intensity. Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Naples, Italy. Nat. Hazards Earth Syst. Discuss, published 22 June 2013.

CEDR (2012) Adaptation to climate change. Conference of European Directors of Roads, January 2012.

Delaloye, R, Morard, S., Barboux, C., Abbet, D., Gruber, V., Riedo, M., Gachet, S. (2013). Rapidly moving rock glaciers in Mattertal. Publikation zur Jahrestagung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft 29. Juni – 1. Juli 2011, St. Niklaus. Red: Christoph Graf. I Herausgeber Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 2013. ISBN 978-3-905621-53-2. Pp 21-31.

Duarte P., Cooke M., Thomas A. (2013). Sustainability and the tunneling industry. UNDER CITY Colloquium on Using Underground Space in Urban Areas in South-East Europe, April 12-14, 2012, Dubrovnik, Croatia

Eurocode (1997). European standard EN 1997-1. Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules. Svensk standard SS-EN 1997-1:2005. SIS förlag AB.

Fallsvik, J., Hågerud, A-C, Lind, B., Alexandersson, H., Desgård, S., Löfving, P., Nordlander, H., Thunholm, B. (2007). Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat. SGI Varia 571.

Gröneng, G., Nilsen, B. (2010). Shear strength estimation for Åknes sliding area in Norway. Bidrag till Bergmekanikk i Norden 2010, Kongsberg, Norway 2010. ISBN: 978-82-8208-017-0. Pp 114-122.

- Hellberg, H. (2014) Trafikkontoret Stockholm stad. Personlig kommunikation.
- Hoek, E., Bray, J.D. (1981). Rock Slope Engineering: Third edition. 368 sidor.
- Jaeger, J.C. (1971). Friction of rocks and stability of rock slopes. The 11th Rankine Lecture. *Géotechnique*
- Larsen, L-S. (2007). Tillståndsbedömningar av bergslänter. Examensarbete 2007:139 CIV, Luleå tekniska universitet. ISSN 1402-1617 / ISRN: LTU-EX--07/139--SE.
- Lund Peter (2014). Nationell samordnare tunnel och berg, Trafikverket. Personlig kommunikation, telefonsamtal 2014-03-28.
- Nordlund, E., Rådborg, G. Sjöberg, J. (1998). Bergmekanikens grunder – upplaga 1.5, 1998. Kursmaterial LTU.
- Sandström B., Öhr Hellman J., Åkeson U. (2013) Sammandrag från Bergsprängningskommitténs diskussionsmöte gällande ”Optimering av bergguttar i bergslänter för att minimera kostnaderna för förstärkning och underhåll”. WSP och Trafikverket.
- Sjöberg, J. (1999). Analysis of large scale rock slopes. Doctoral thesis 1999:01, Luleå University of Technology. ISSN 1402-1544 / ISRN LTU-DT--99/01--SE / NR 1999:01.
- SMHI (2014) SMHI:s webbplats. Sökväg: SMHI/Klimatdata/Klimatscenarier/Framtidens klimat/Sverige.
- Statens vegvesen (2011) Sikring av veger mot steinskred – Grunnlag for veiledning. VD rapport nr. 32, Vegdirektoriatet. 75 p.
- Trafikverket (2011) Miljökonsekvensbeskrivning för vägar och järnvägar, Handbok Metodik. Trafikverket, publikation 2011:090.
- Trafikverket (2014). Trafikverkets handbok för ovanjordssprängning - Spränghandboken. Rapport 2014:044, Trafikverket ISBN: 978-91-7467-566-5. Version 1.1. Författare: Mats Olsson, EDZ-Consulting AB, Urban Åkesson, Trafikverket, Karl-Johan Lorentz.
- Törnros, L. (2014). Projektledare, Trafikkontoret Göteborgs stad. Personlig kommunikation, telefonsamtal 2014-10-29.
- U.S. Department of Transportation (2008) Highway Slope Maintenance and Slide Restoration, Reference Manual. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, NHI, IACET. Publication no. FHWA/NHI 08-098.
- Viberg L., Hågeryd A-C, Jonsson H. (2001) Skreddatabas – ett förslag. Rapport över utvecklingsarbete. Statens Geotekniska Institut, Varia 512, Linköping 2001.
- Xu Z., Zhang Y. (2013) Exploring Flexibility in Urban Planning Formulation of China. Wuhan Land Use and Urban Spatial Planning Research Center och Wuhan University. Architecture and Urban Planning Vol. 7 2013.

Åhlén, B., Bellinder, M. (2010). Riskbaserat system för underhåll av bergskärningar. Bidrag till Bergmekanikdagen 2010, Stockholm, Sverige. ISSN: 0281-4714. Pp 49- 59.

Åkesson U. (2014). Bergtekniker, Trafikverket Investering. Personlig kommunikation, telefonsamtal 2014-03-26; 2014-03-28.

Bilagor 1-2

Bilaga 1: Kortfattad beskrivning av bergmekaniska
brottfall i bergslänter

Bilaga 2: Resultat av enkät

Bilaga 1.

Kortfattad beskrivning av bergmekaniska brottfall i bergslänter

När en bergslänt rasar sker det antingen genom att en brottyta bildas längs ett befintligt svaghetsplan (exempelvis sprickor, skjuvzoner, förkastningar), genom att en brottyta bildas genom intakt berg eller som ett brott där brottytan går både längs befintliga svaghetsplan och genom intakt berg.

För lägre slänthöjder är det vanligt att brottet styrs av de befintliga svaghetsplanen medan brottmekanismen i högre slänter ofta är mer komplicerad. För en lägre slänt är sannolikheten högre att det förekommer ett svaghetsplan som skär genom hela slänten, medan det är troligare för en hög slänt att brottformen är en kombination av brott längs flera svaghetsplan och brott genom intakt berg.

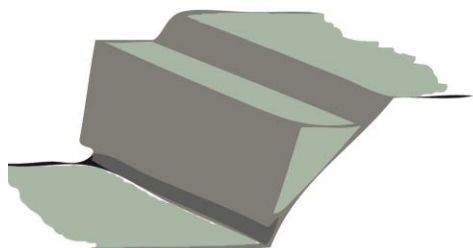
Brottytans form kan se ut på många sätt och de vanligaste brottformerna som förekommer är plant brott, kilbrott, överstjälpning, cirkulärt skjuvbrott och trappstegsbrott, vilka illustreras i Figur B.1.

6.3 Plant brott

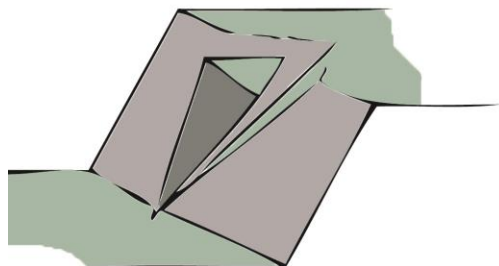
Plant brott är möjligt i berggrund med sprickplan som stryker ungefär parallellt med slänten och skär slänten i eller ovanför släntfoten, se Figur B.1 a). Brott kan ske då sprickplanet stupar brantare än sprickplanets friktionsvinkel. Renodlade plana brott förekommer relativt sällan men är enkla att analysera ur stabilitetssynpunkt.

6.4 Kilbrott

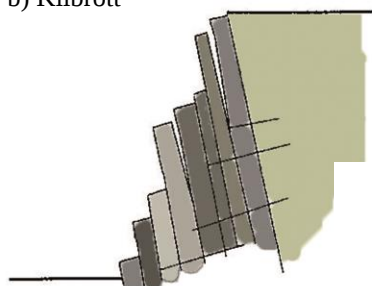
Kilbrott är möjligt när två eller fler sprickplan skär varandra och deras skärningslinje mynnar i eller ovanför släntfoten, se Figur B.1 b). Kilen som bildas kan glida längs ett eller flera av sprickplanen. Brott kan ske då sprickplanets skärningslinje stupar brantare än sprickplanets friktionsvinkel. Kilbrott är vanligare förekommande än plana brott, men är svårare att analysera ur stabilitetssynpunkt på grund av den tredimensionella geometrin.



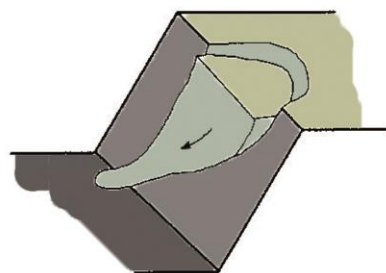
a) Plant brott



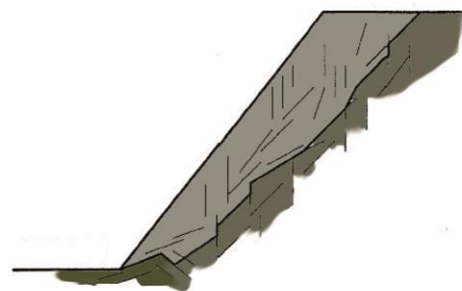
b) Kilbrott



c) Överstjälpling



d) Cirkulärt skjuvbrott



e) Trappstegsbrott

Figur B.1 Vanliga brottformer (modifierat efter Hoek och Bray, 1981; Sjöberg, 1999, Nordlund, Rådberg & Sjöberg, 1998).

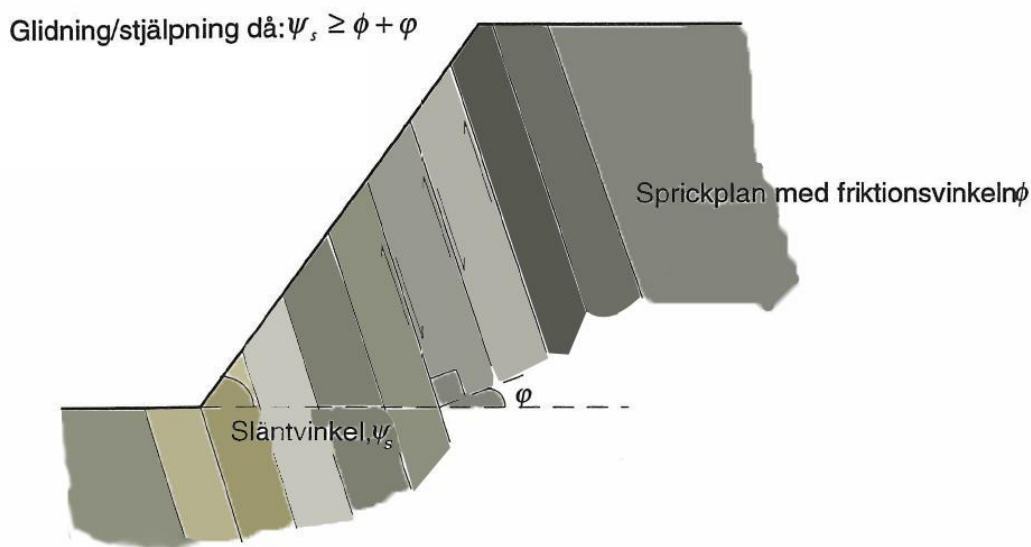
6.5 Överstjälpling

Överstjälpling är möjlig då sprickor som stupar in i slänten förekommer, se Figur B.1 c). Överstjälpling kan ske om villkoret för glidning mellan bergblock beskrivet i ekvation 1 uppfylls (se Nordlund, Rådberg & Sjöberg, 1998).

$$\psi_s \geq \phi + \varphi, \text{ se Figur B.2,} \quad \text{Ekv. 1}$$

där

- ψ_s = släntvinkel
- ϕ = sprickplanets friktionsvinkel
- φ = 90° - sprickans stupning.



Figur B.2 Kinematiskt villkor för glidning mellan bergblock vid överstjälpling (efter Nordlund, Rådberg & Sjöberg, 1998).

6.6 Cirkulärt skjuvbrott

Cirkulärt skjuvbrott förekommer främst i jordmaterial men är möjligt i berg med låg hållfasthet, väldigt vittrat eller uppsprucket, se Figur B.1 d). Enskilda strukturer i berget är av underordnad betydelse och brott sker genom intakt berg. Brott sker då den mobiliserade skjuvspänningen överstiger bergmassans skjuvhållfasthet.

6.7 Trappstegsbrott

Med trappstegsbrott menas antingen en brottyta som går längs flera samverkande sprickplan eller en brottyta som är sammansatt av brott längs sprickplan och brott i intakt berg, se Figur B.1 e).

Bilaga 2. Resultat av enkät

A1: Vilken av nedanstående yrkeskategorier stämmer bäst på dig?

Svar	Antal	Procent
Plan- och bygglovshandläggare	3	14
Konsult/entreprenör/forskare	9	43
Projektledare/beställare/fastighetsägare	9	43
Inget svar	0	0

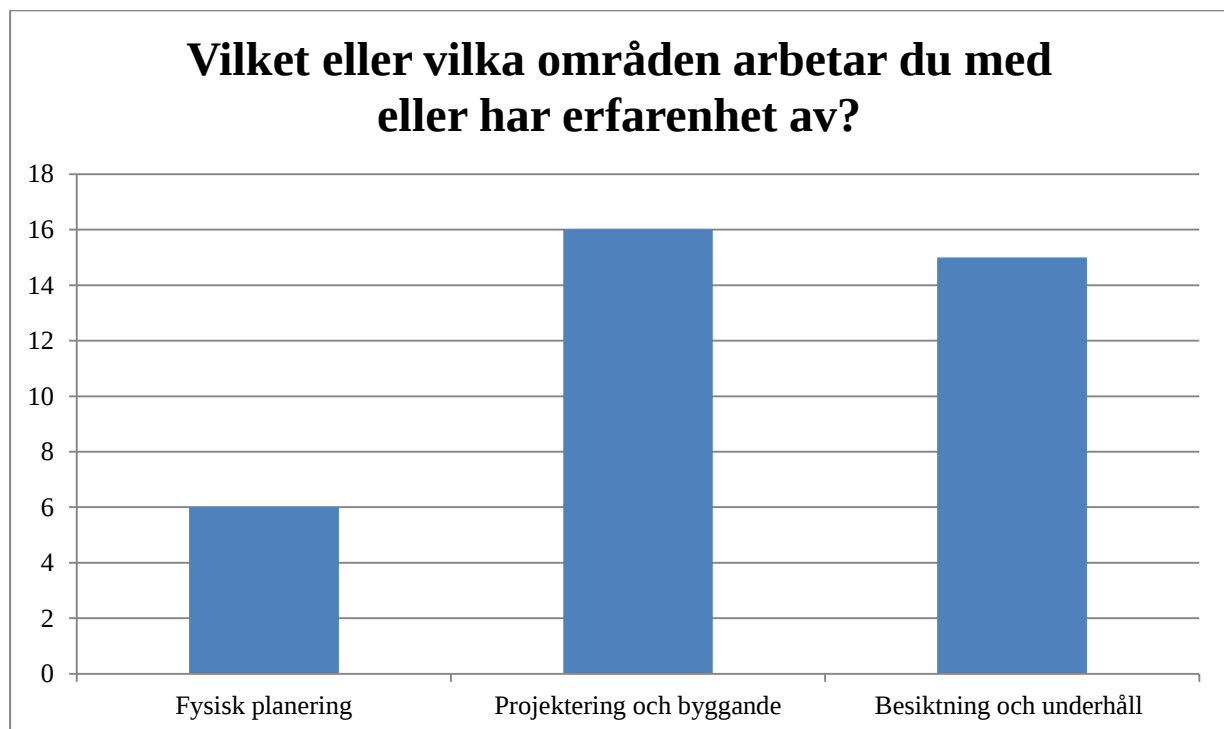


A2: Hur många år har du varit yrkesverksam i branschen?

Beräkning	Resultat
Antal	21
Summa	470
Standardavvikelse	10,18
Genomsnitt	22,38
Minimum	4
Första kvartil (Q1)	14,5
Andra kvartil (median)	22
Tredje kvartil (Q3)	29
Maximum	45

A3: Vilket eller vilka områden arbetar du med eller har erfarenhet av?

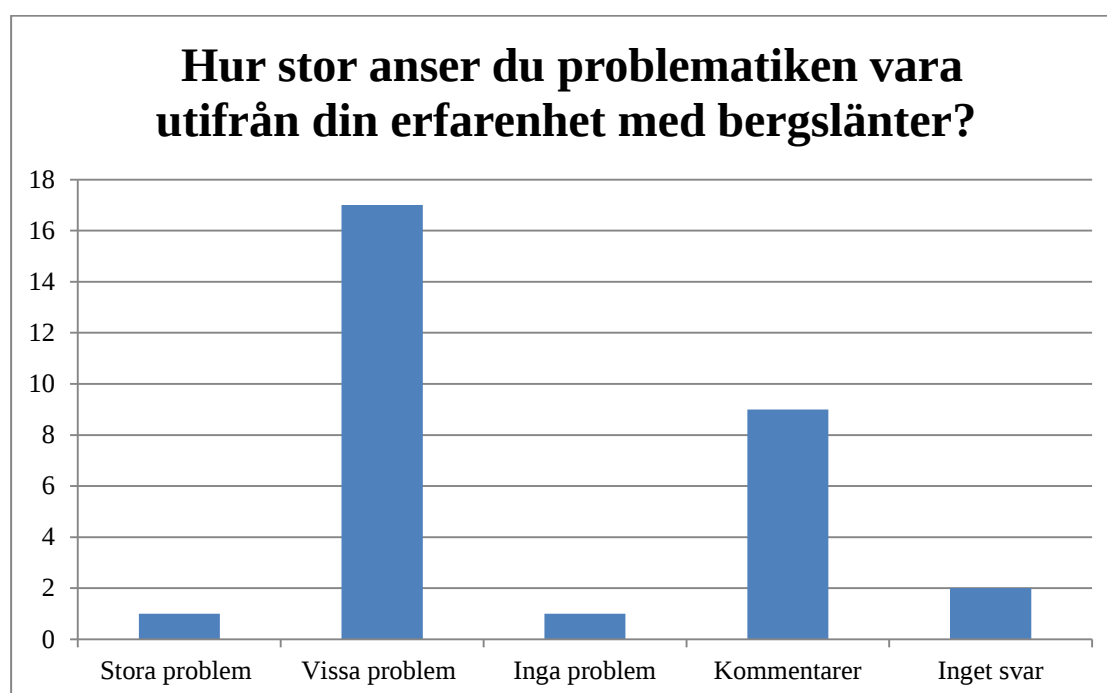
Svar	Antal	Procent
Fysisk planering	6	16
Projektering och byggande	16	43
Besiktning och underhåll	15	41



A4: På olika sätt kan det finnas problem förknippade med bergslänter, exempelvis rörande kompetens, regelverk eller teknik.

Hur stor anser du problematiken vara utifrån din erfarenhet med bergslänter?

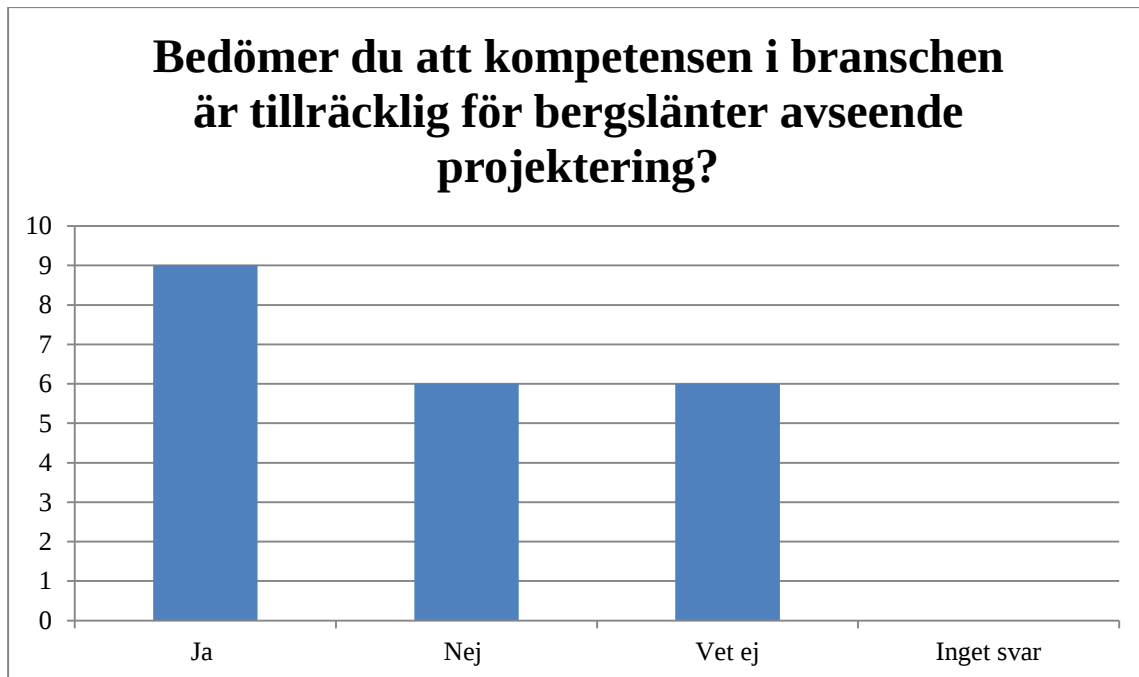
Svar	Antal	Procent
Stora problem	1	4,7
Vissa problem	17	81
Inga problem	1	4,7
Inget svar	2	9,5
Kommentarer	9	



1. Stor variation av kompetensbehov vid "dimensionering av slänter". Inga tydliga regelverk
2. Bergfrågor behandlas ofta sekundärt i alla skeden och något som får lösas i slutet av projekten. T.ex. gestaltning framför släntstabilitet i projektering eller forcerad sprängning utan att tänka på att följa med med förstärkningen i utförandeskedet.
3. Inventering krävs samt riskbaserat underhållssystem så att rätt prioriteringar görs
4. SGI "kräver" expertisutlåtande också där det är uppenbart att det t ex inte finns risk för blocknedfall (i detaljplaner).
5. Inga systematiska underhållsplaner. Ibland för stort glapp mellan teori och praktik (verklighet) dvs att teorier kan vara svåra att översätta i verkligheten vilket ger utrymme för olika tolkningar.
6. Konsulthjälp
7. Saknar stöd i plan & bygglagen att reglera risk för blocknedfall.
8. Regelverk gällande avstånd till byggnader saknas eller är för otydliga.
9. Bristande kompetens hos vissa entreprenörer och byggledare

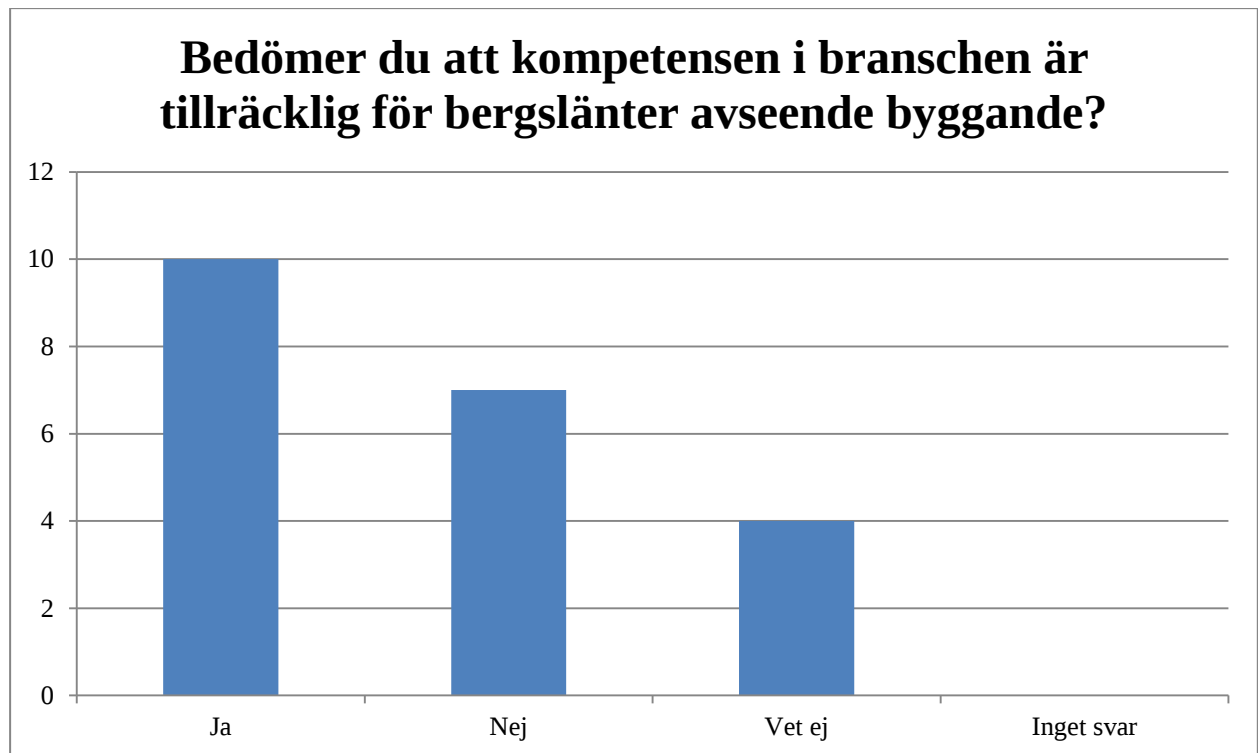
A5 projektering: Bedömer du att kompetensen i branschen är tillräcklig för bergslänter avseende projektering?

Svar	Antal	Procent
Ja	9	43
Nej	6	28,5
Vet ej	6	28,5
Inget svar	0	0



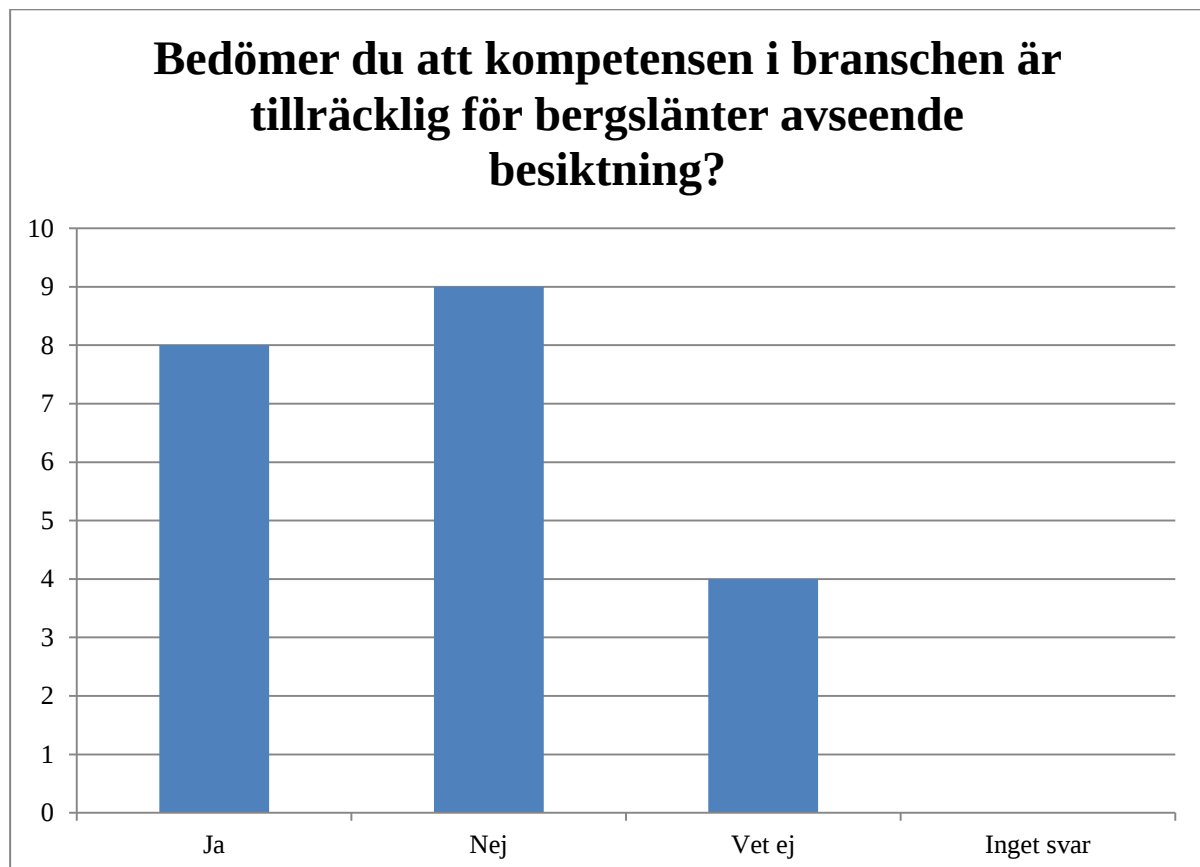
A5 byggande: Bedömer du att kompetensen i branschen är tillräcklig för bergslänter avseende byggande?

Svar	Antal	Procent
Ja	10	48
Nej	7	33
Vet ej	4	19
Inget svar	0	0



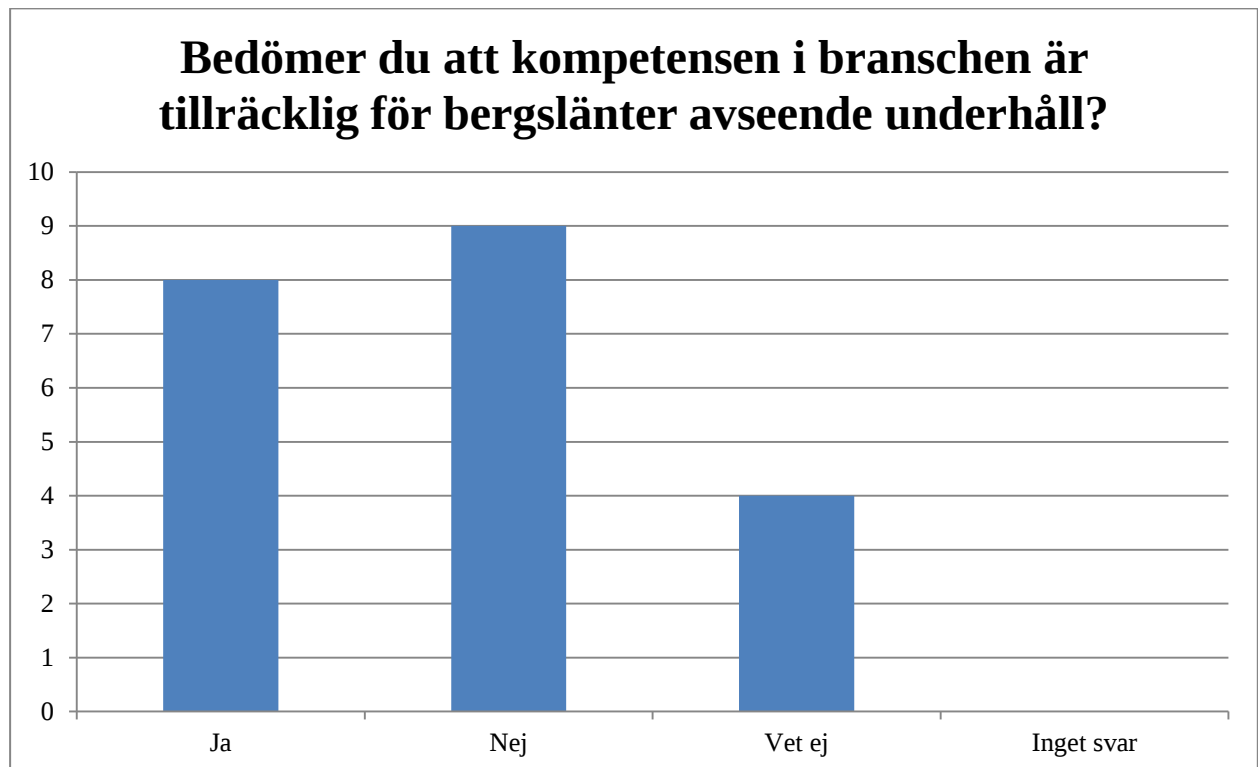
A5 besiktning: Bedömer du att kompetensen i branschen är tillräcklig för bergslänter avseende besiktning?

Svar	Antal	Procent
Ja	8	38
Nej	9	43
Vet ej	4	19
Inget svar	0	0



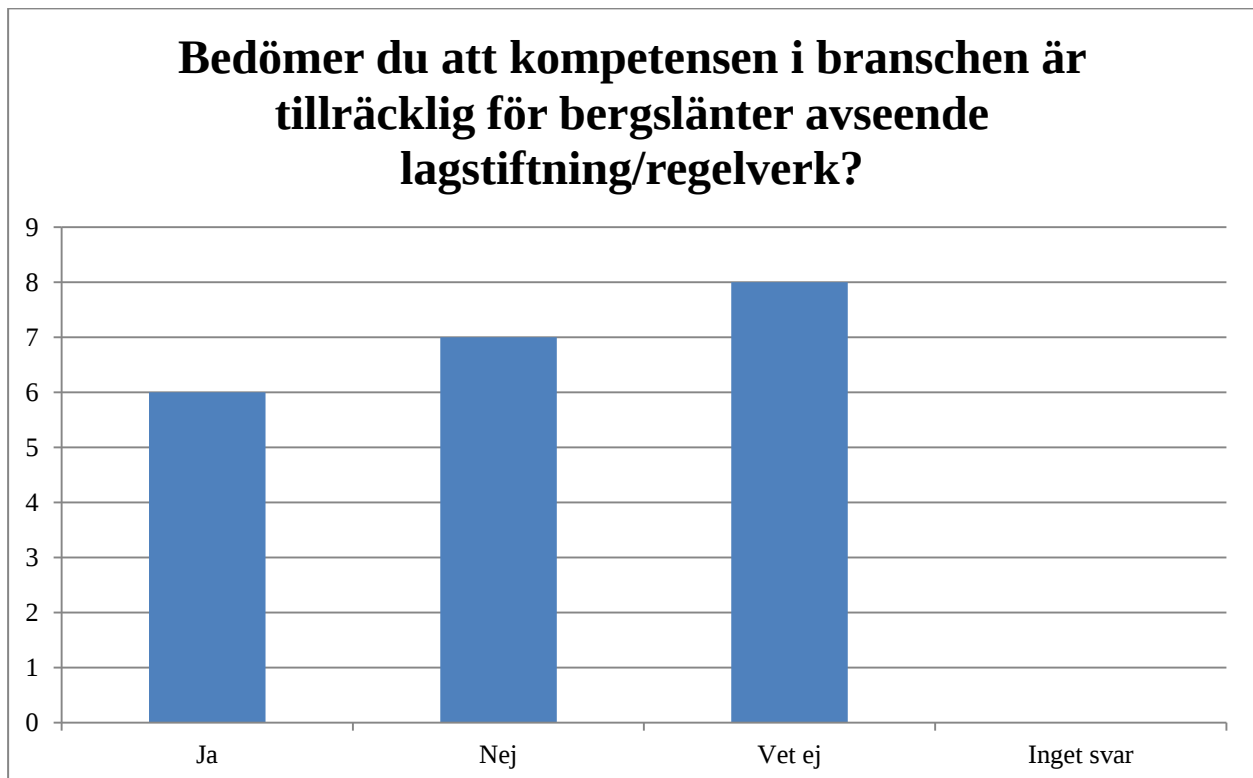
A5 underhåll: Bedömer du att kompetensen i branschen är tillräcklig för bergslanter avseende underhåll?

Svar	Antal	Procent
Ja	8	38
Nej	9	43
Vet ej	4	19
Inget svar	0	0



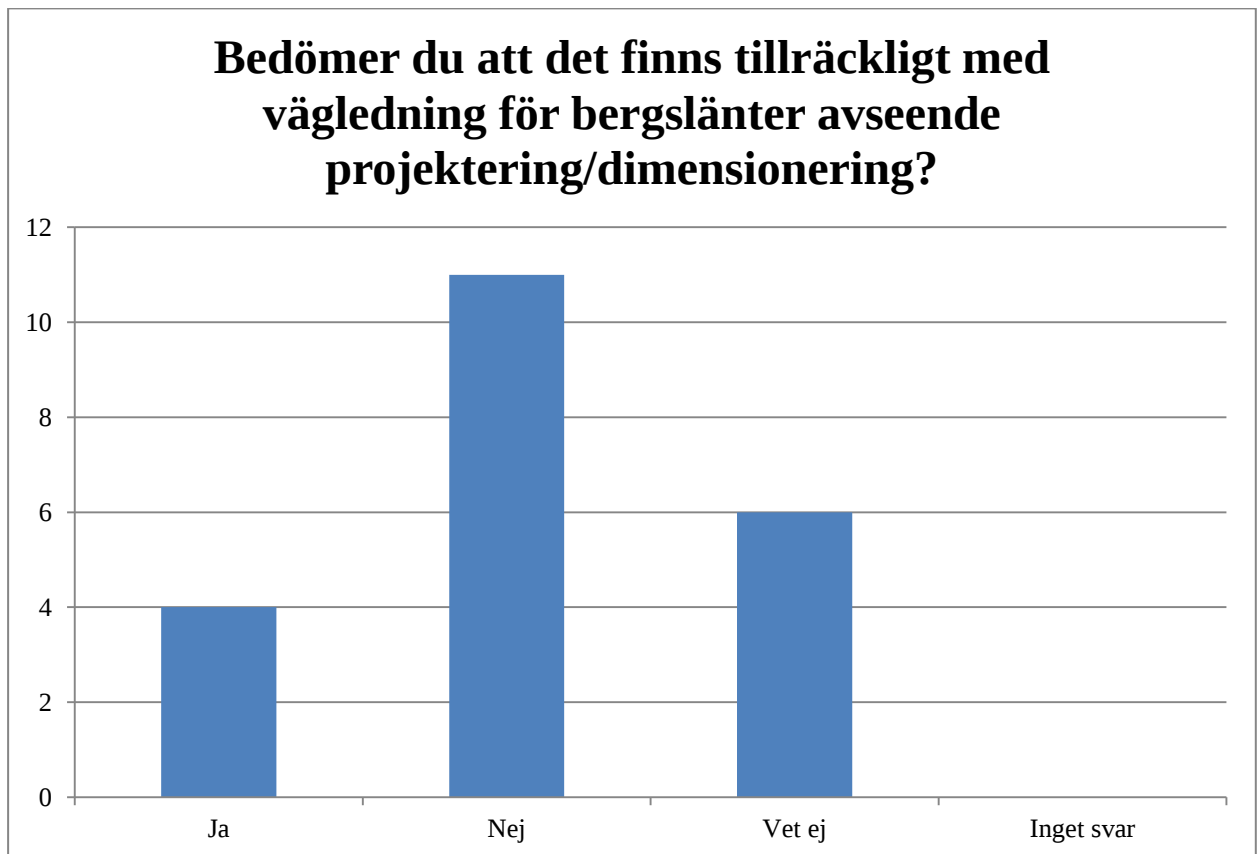
A5 regelverk: Bedömer du att kompetensen i branschen är tillräcklig för bergslänter avseende lagstiftning/regelverk?

Svar	Antal	Procent
Ja	6	29
Nej	7	33
Vet ej	8	38
Inget svar	0	0



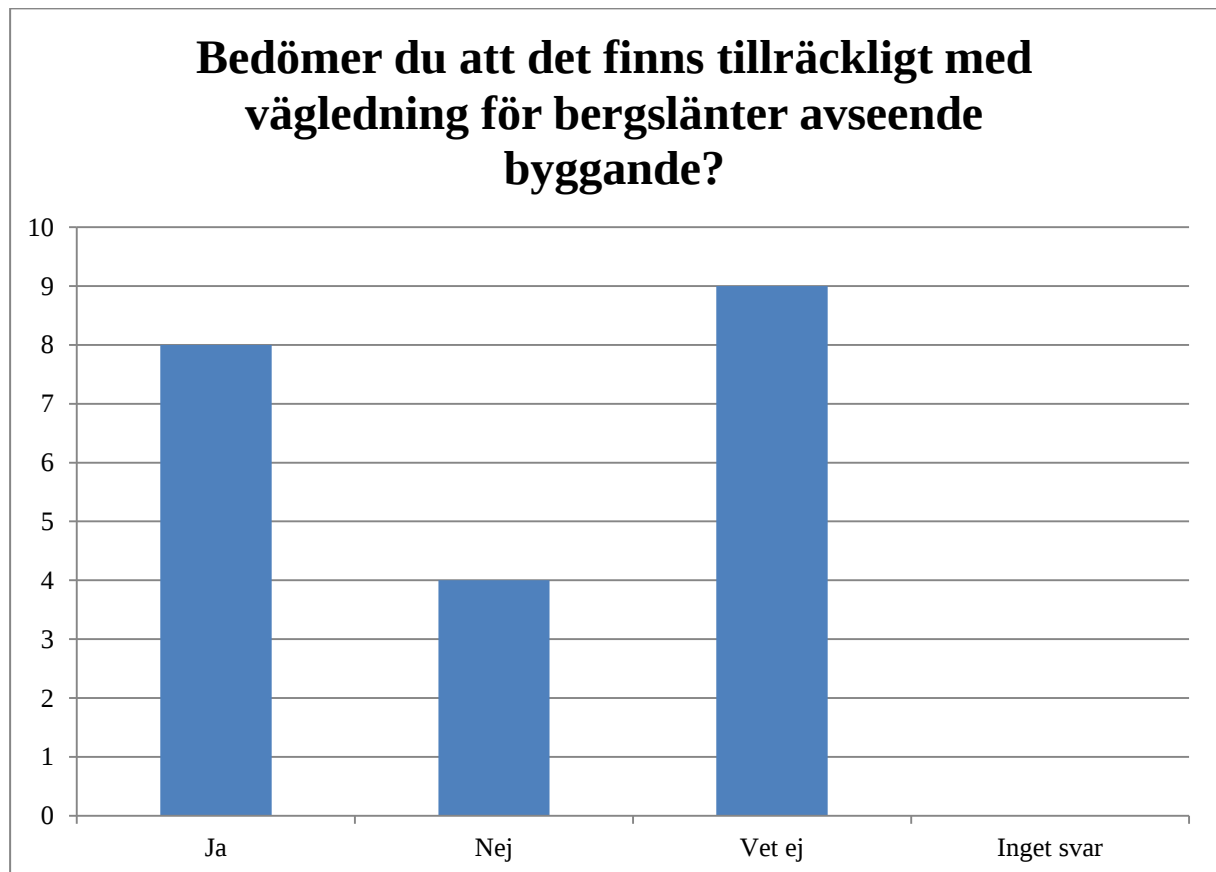
A6 projektering: Bedömer du att det finns tillräckligt med vägledning för bergslanter avseende projektering/dimensionering?

Svar	Antal	Procent
Ja	4	19
Nej	11	52
Vet ej	6	29
Inget svar	0	0



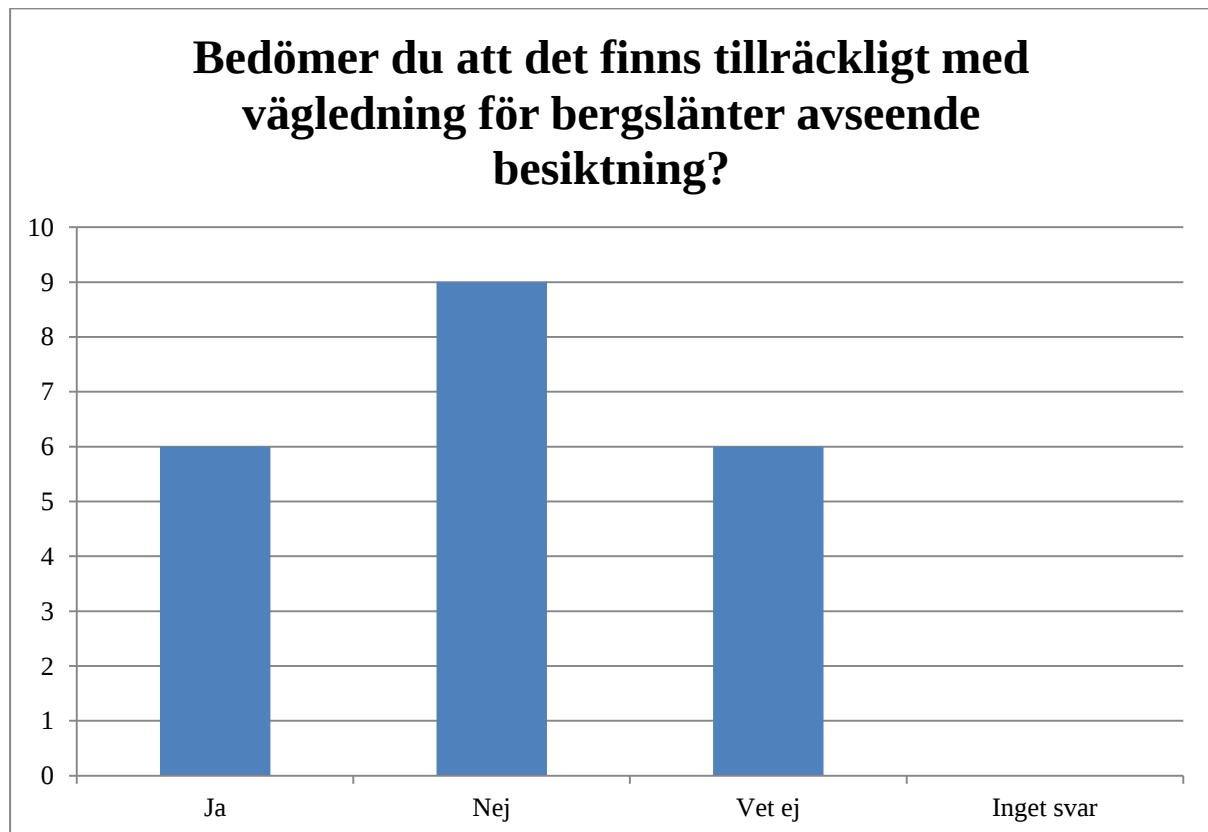
A6 byggande: Bedömer du att det finns tillräckligt med vägledning för bergslänter avseende byggande?

Svar	Antal	Procent
Ja	8	38
Nej	4	19
Vet ej	9	43
Inget svar	0	0



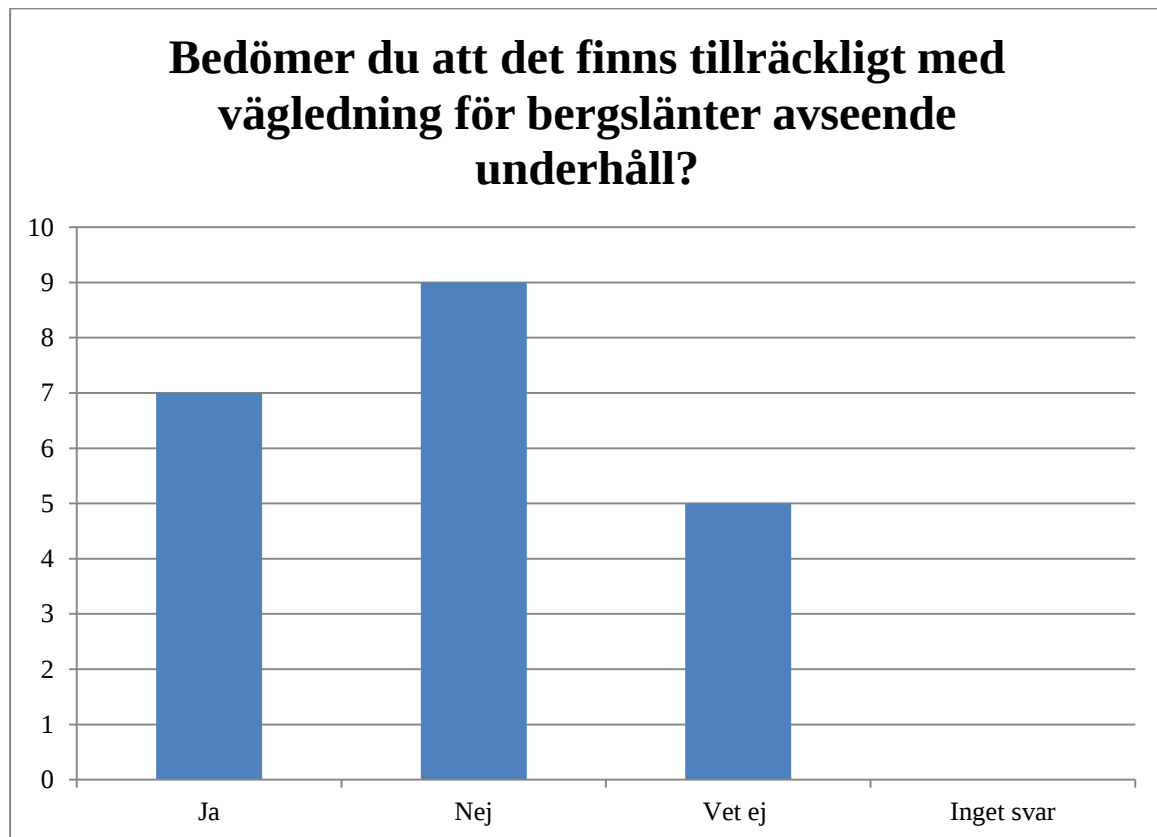
A6 besiktning: Bedömer du att det finns tillräckligt med vägledning för bergslänter avseende besiktning?

Svar	Antal	Procent
Ja	6	28,5
Nej	9	43
Vet ej	6	28,5
Inget svar	0	0



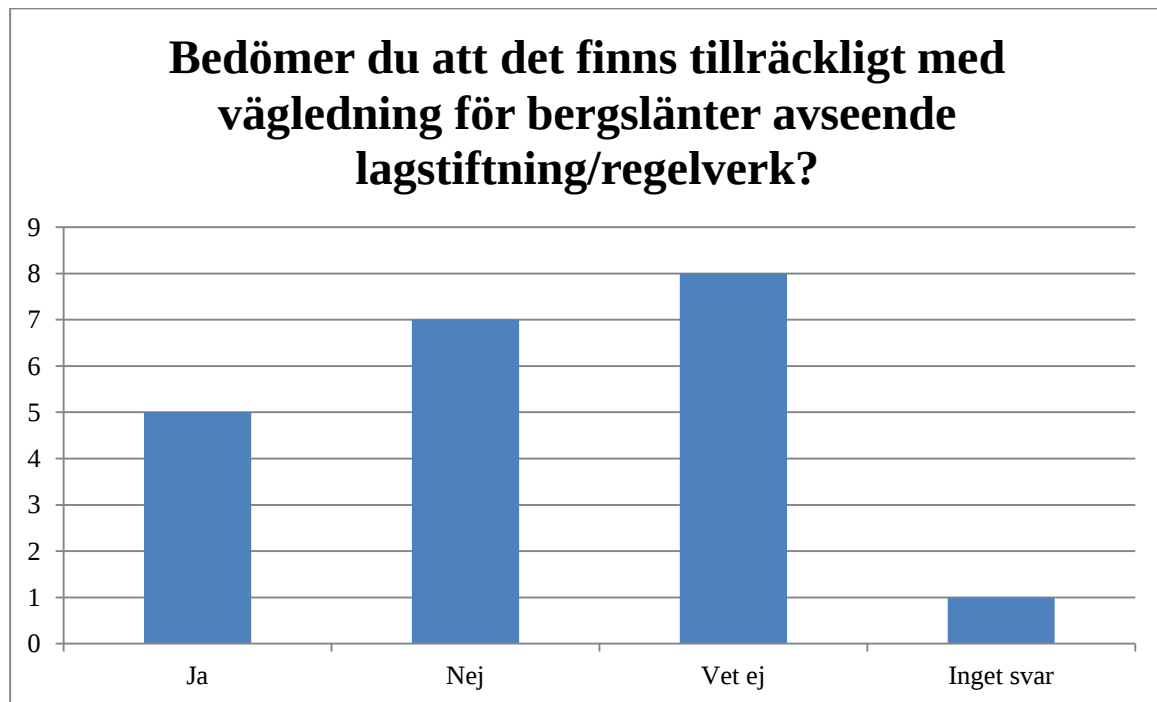
A6 underhåll: Bedömer du att det finns tillräckligt med vägledning för bergslanter avseende underhåll?

Svar	Antal	Procent
Ja	7	33
Nej	9	43
Vet ej	5	24
Inget svar	0	0



A6 regelverk: Bedömer du att det finns tillräckligt med vägledning för bergslanter avseende lagstiftning/regelverk?

Svar	Antal	Procent
Ja	5	24
Nej	7	33
Vet ej	8	38
Inget svar	1	5

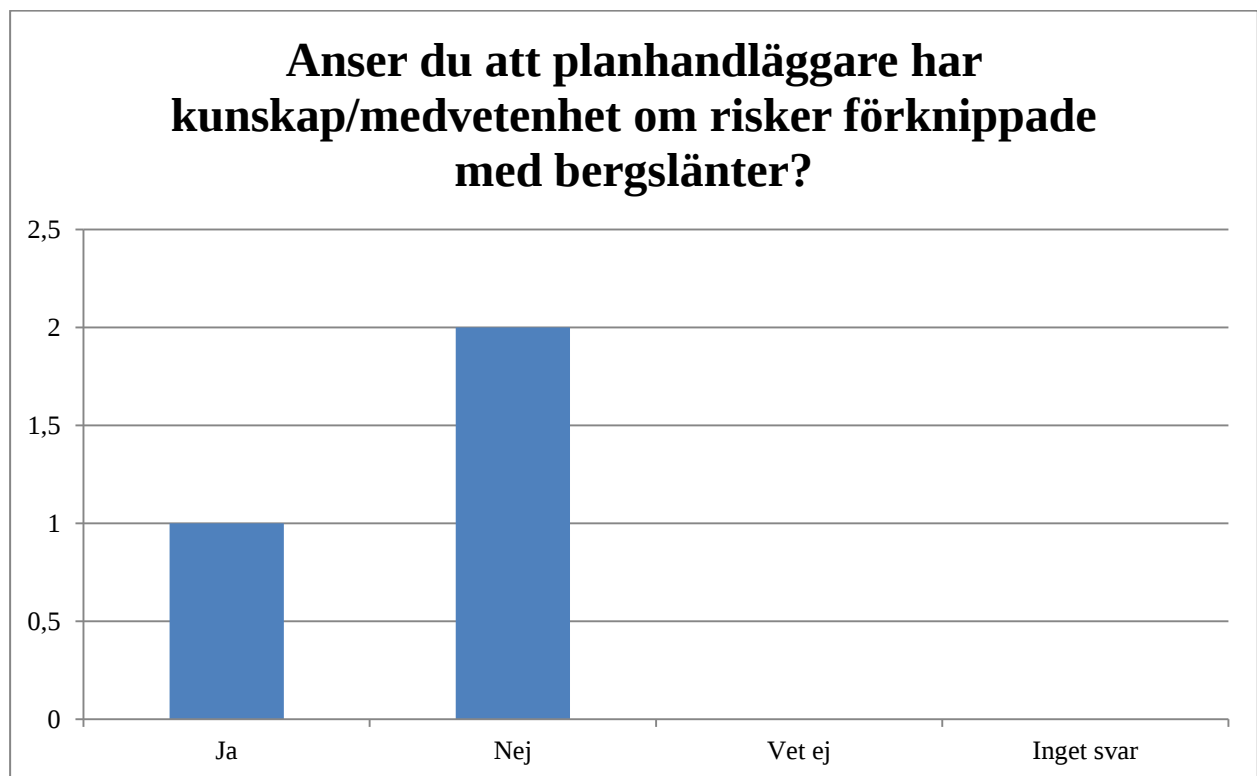


6.8 Frågor angående fysik planering

P1 kunskap: Plan- och bygglagen Kap 2 4 § anger: "Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag får mark tas i anspråk för att bebyggas endast om marken från allmän synpunkt är lämplig för ändamålet."

Anser du att planhandläggare har kunskap/medvetenhet om risker förknippade med bergslanter?

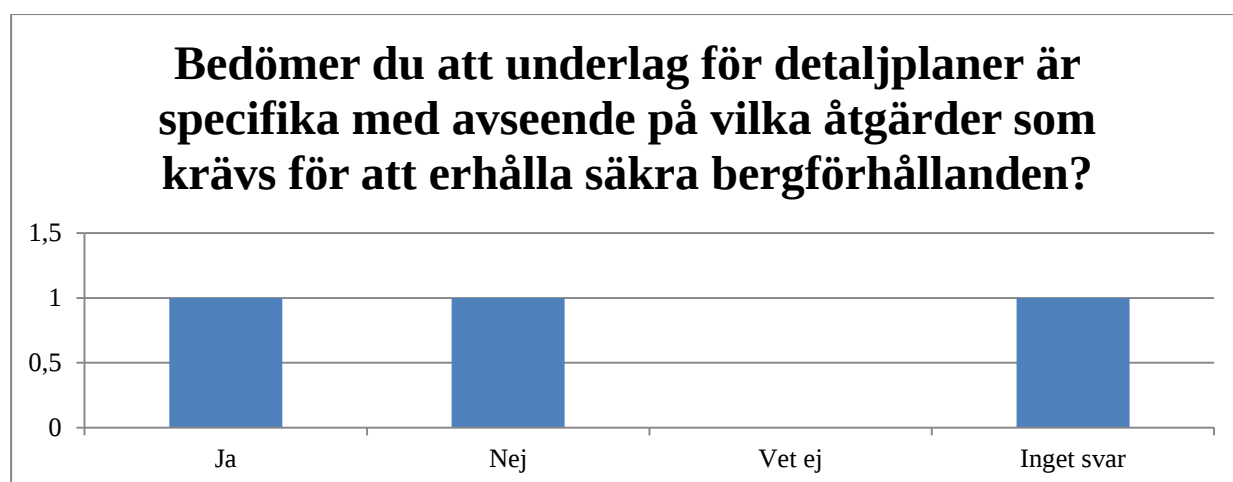
Svar	Antal	Procent
Ja	1	33,3
Nej	2	66,6
Vet ej	0	0
Inget svar	0	0



P1 underlag: Plan- och bygglagen Kap 2 4 § anger: "Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag får mark tas i anspråk för att bebyggas endast om marken från allmän synpunkt är lämplig för ändamålet."

Bedömer du att underlag för detaljplaner är specifika med avseende på vilka åtgärder som krävs för att erhålla säkra bergförhållanden?

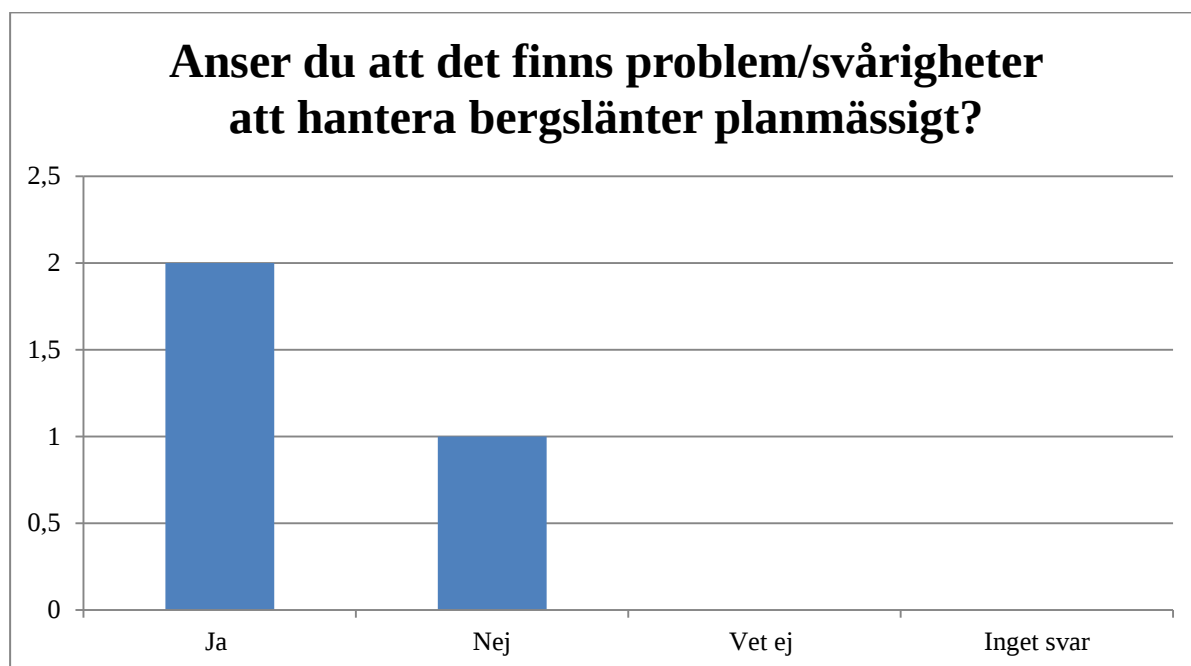
Svar	Antal	Procent
Ja	1	33,3
Nej	1	33,3
Vet ej	0	0
Inget svar	1	33,3



P1 problem: Plan- och bygglagen Kap 2 4 § anger: "Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag får mark tas i anspråk för att bebyggas endast om marken från allmän synpunkt är lämplig för ändamålet."

Anser du att det finns problem/svårigheter att hantera bergslänter planmässigt?

Svar	Antal	Procent
Ja	2	66,6
Nej	1	33,3
Vet ej	0	0
Inget svar	0	0



Kan du exemplifiera svårigheter med att hantera bergslänter planmässigt?

1. Kan kompliceras om bergslänten ligger utanför det tänkta planområdet.
2. Idag löser vi risk för blocknedfall/bergras med genomförandeavtal men detta är inte ett helt korrekt sätt enligt PBL. Vi kan ju inte villkora bygglov i detaljplanen avseende blocknedfall, villkorat lov kan endast ske på tomtmark.

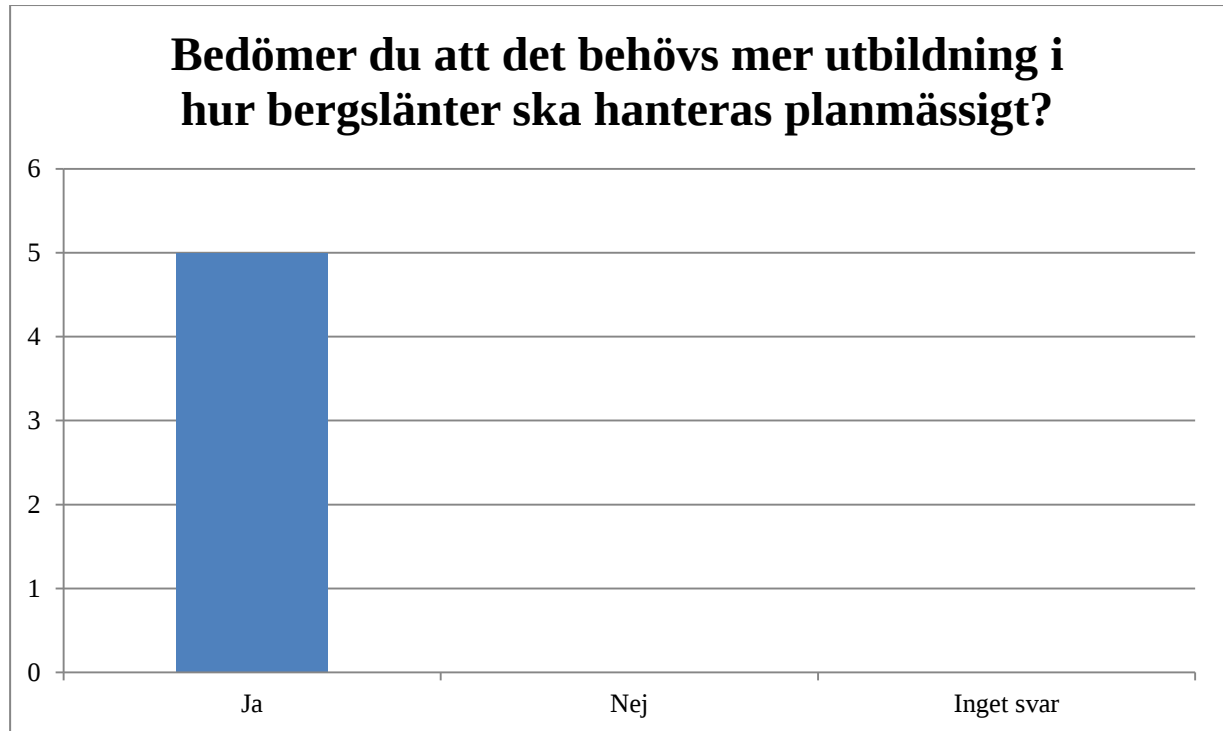
P2: Anser du att underlag avseende bergslänter i bygglovsansökningar är väl utredda?

Svar	Antal	Procent
Alltid bra och tillräckliga	0	0
Oftast bra och tillräckliga	0	0
Sällan bra och tillräckliga	3	60
Aldrig bra och tillräckliga	0	0
Inget svar	2	40



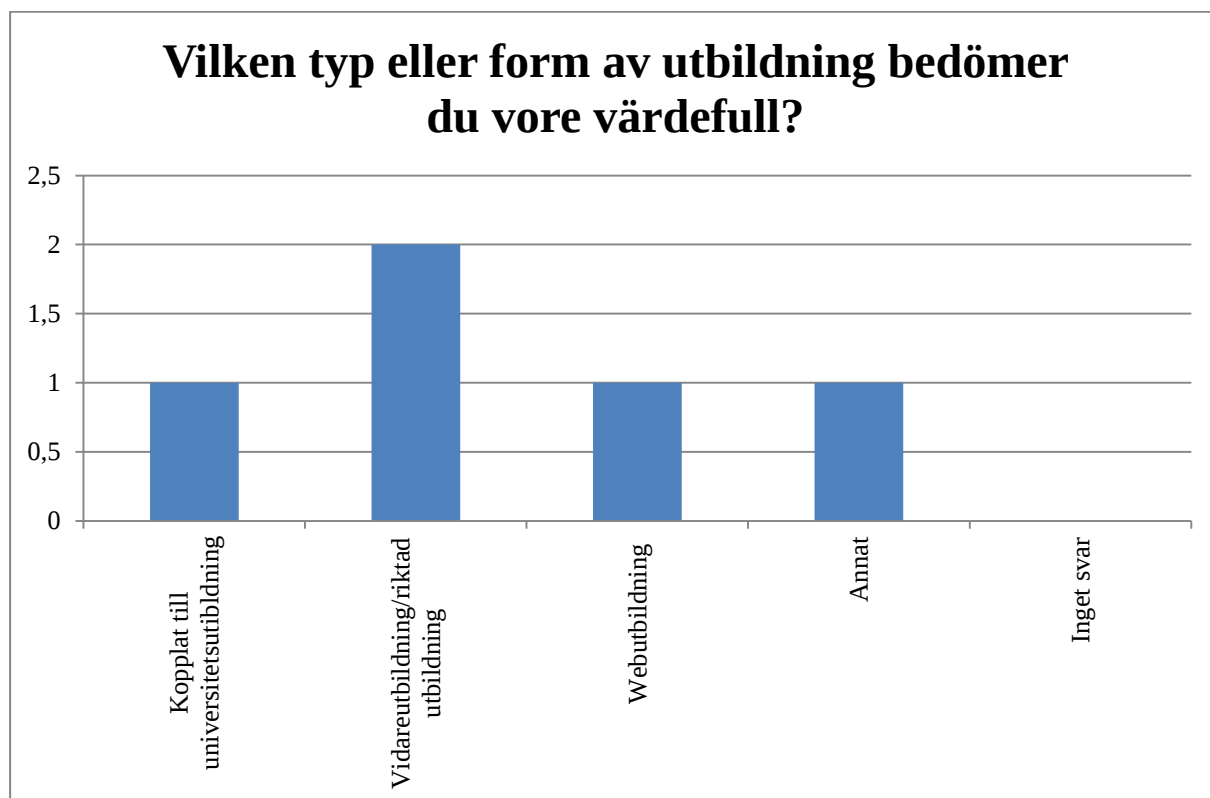
P3: Bedömer du att det behövs mer utbildning i hur bergslänter ska hanteras planmässigt?

Svar	Antal	Procent
Ja	5	100
Nej	0	0
Inget svar	0	0



P4: Vilken typ eller form av utbildning bedömer du vore värdefull?

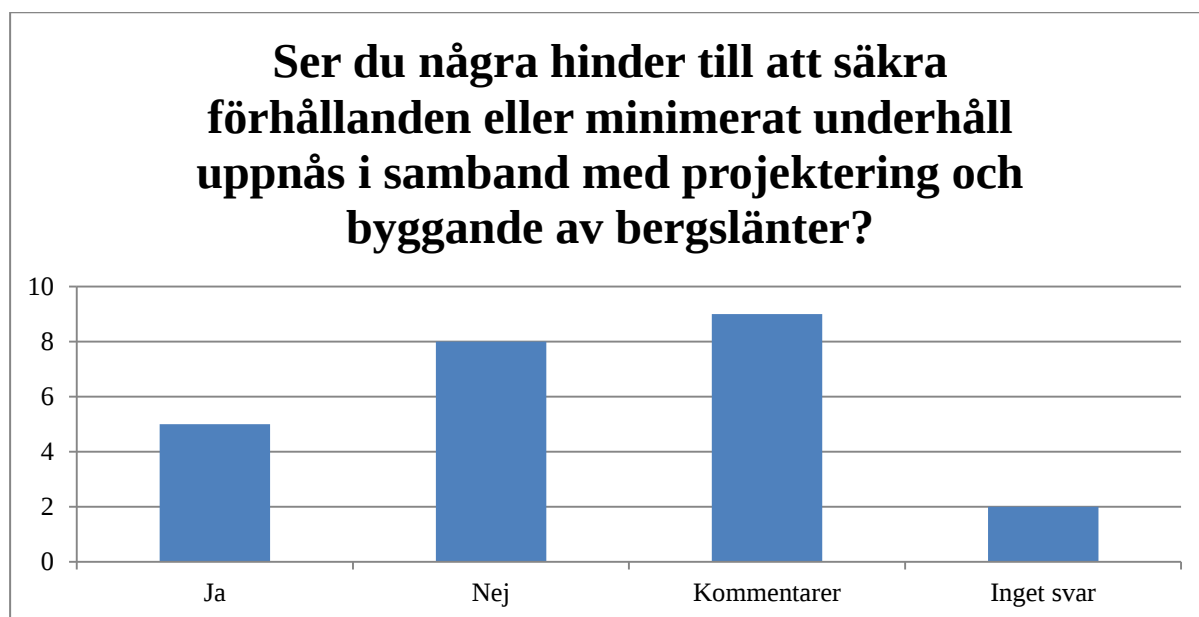
Svar	Antal	Procent
Kopplat till universitetsutbildning	1	20
Vidareutbildning/riktad utbildning	2	40
Webutbildning	1	20
Annat	1	20
Inget svar	0	20



6.9 Frågor om projektering och byggande

D1: Ser du några hinder till att säkra förhållanden eller minimerat underhåll uppnås i samband med projektering och byggande av bergslänter? Vänligen motivera ditt svar.

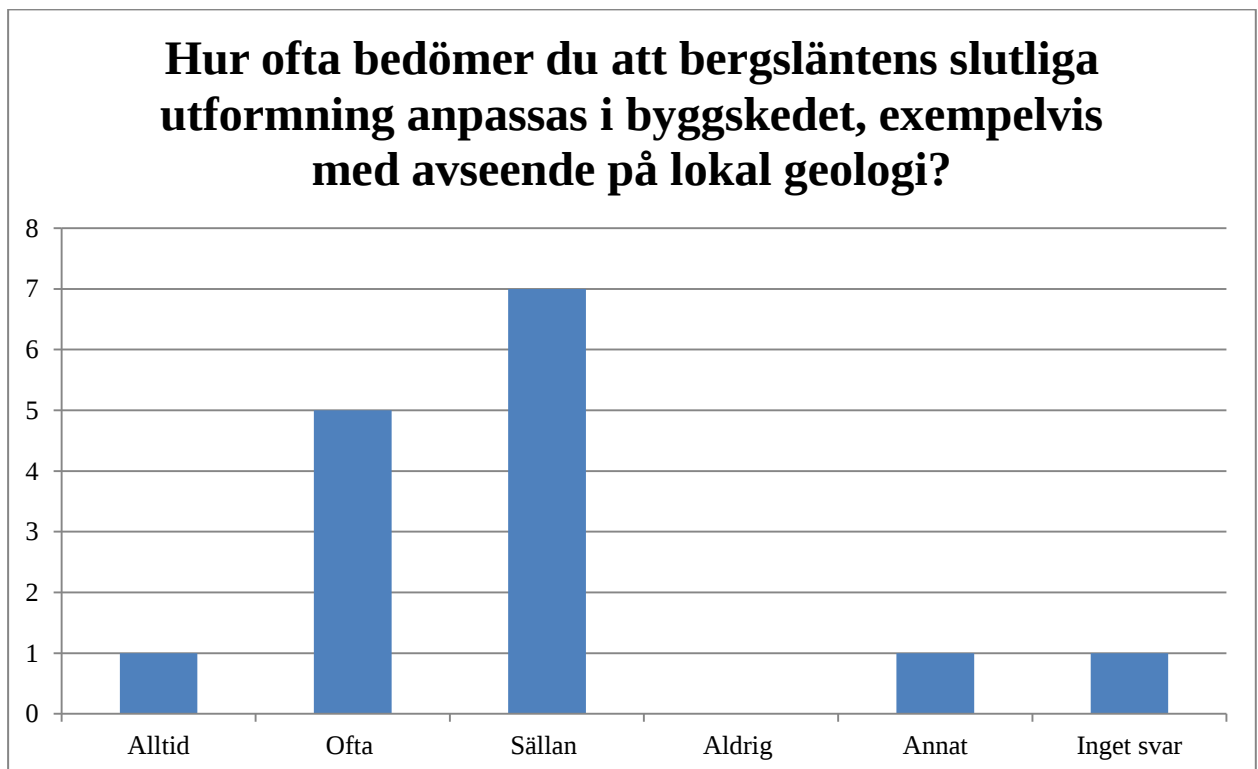
Svar	Antal	Procent
Ja	5	33,3
Nej	8	53,3
Inget svar	2	13,3
Kommentarer	9	



1. Val av lutningar etc i förhållande till bergförhållanden samt hur losstagning skall ske kan mkt väl minska eller öka behovet till underhåll/påverka förhållandena.
2. Gestaltning framför släntstabilitet i projektering eller forcerad sprängning utan att tänka på att följa med med förstärkningen i utförandeskedet.
3. Problemet är dock olika beställare med olika krav (och pengar) samt olika ambitioner i olika skeden (proj, utförande etc)
4. Eftersom att väglagen säger att vi ska ta så lite mark anspråk som möjligt när vi bygger väg o järnväg. kan det uppstå en konflikt om berget är problematiskt
5. Projektering och tekniska beskrivningar är oftast bra och genomtänkta men följs inte i praktiken/i bygget
6. LCC tänk används inte. Kompetensbrist hos projekterande konsulter
7. dock kan andra aspekter som ekonomi och platsbrist spela roll.
8. det är sällan släntutseende anpassas till geologiska förhållanden under projekteringsskedet, utan det är nästan alltid andra faktorer som påverkar geometri och läge. Under byggnation har nästan alltid entreprenören mentaliteten att "skuta först och fråga sen", d.v.s. man tar inte hänsyn till problem förrän de uppstår även om de omnämnda innan. Sakkunniga saknas oftast i samtliga led.
9. det måste finnas möjlighet till anpassningar/optimeringar i byggskedet.

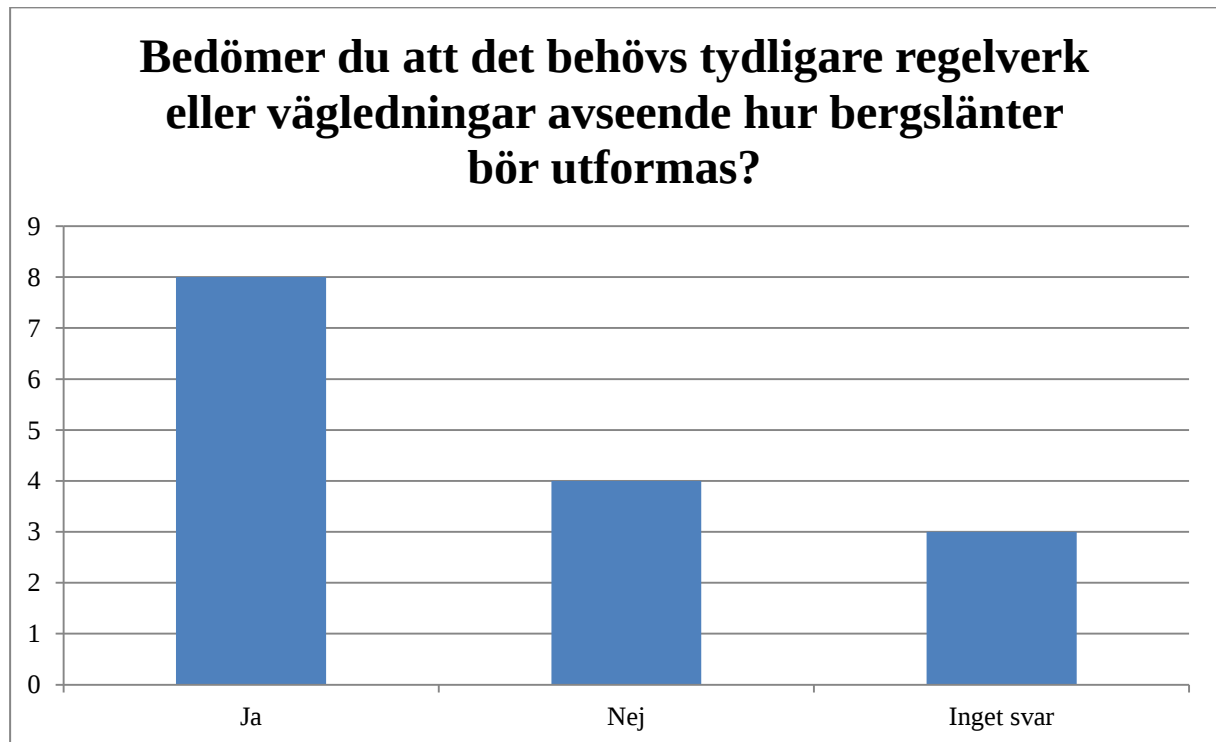
D2: Hur ofta bedömer du att bergsläntens slutliga utformning anpassas i byggskedet, exempelvis med avseende på lokal geologi?

Svar	Antal	Procent
Alltid	1	6,6
Ofta	5	33,3
Sällan	7	47
Aldrig	0	0
Annat	1	6,6
Inget svar	1	6,6



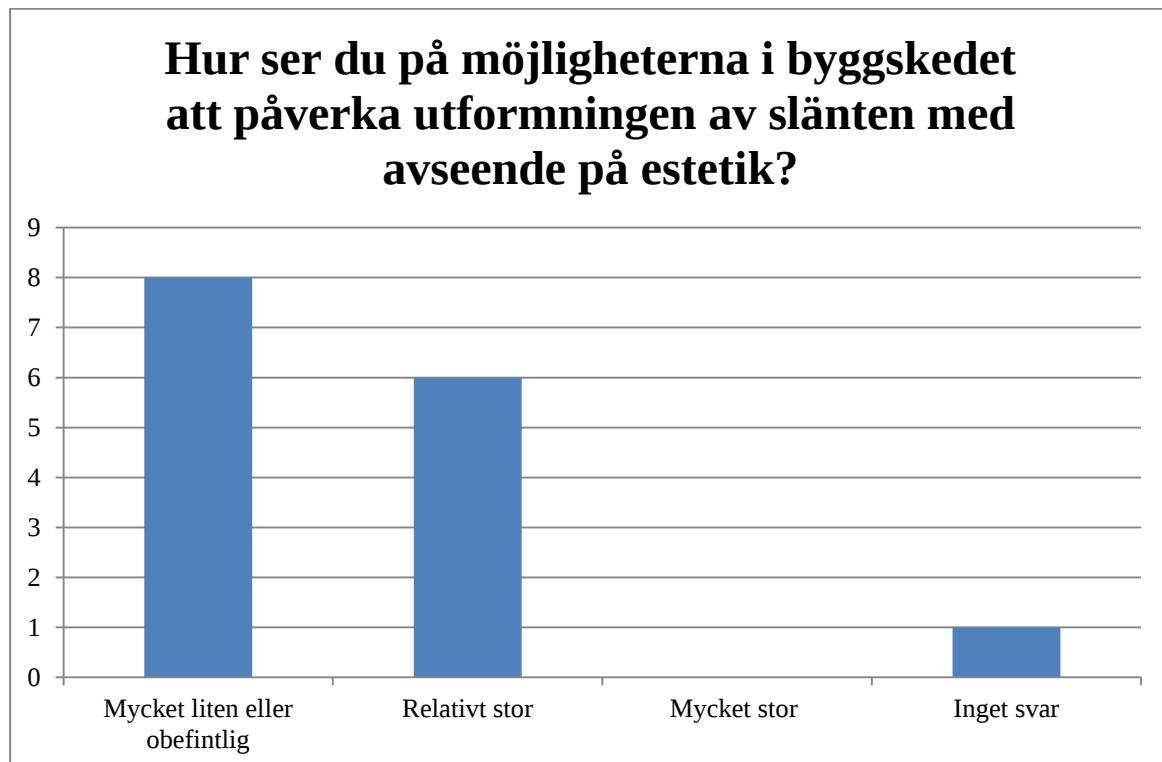
D3: Bedömer du att det behövs tydligare regelverk eller vägledningar avseende hur bergslänter bör utformas?

Svar	Antal	Procent
Ja	8	53
Nej	4	27
Inget svar	3	20



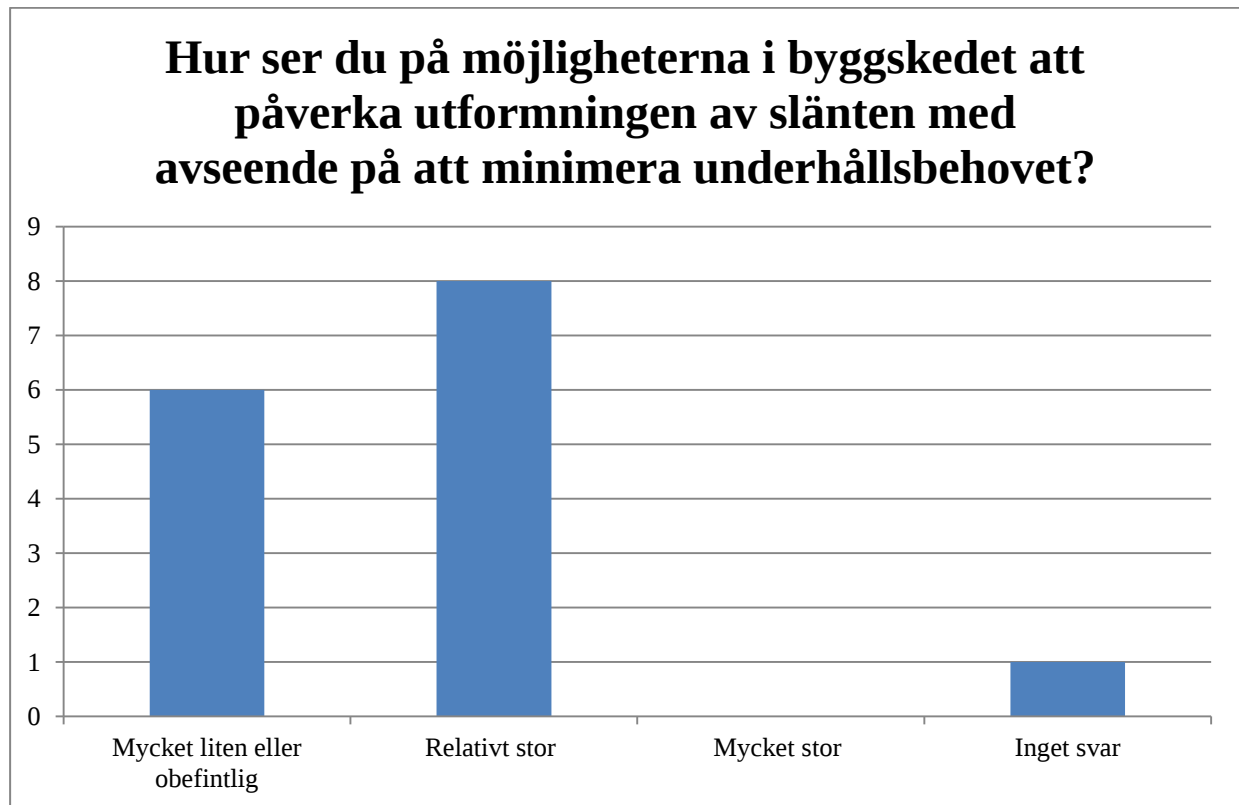
D4 estetik: Hur ser du på möjligheterna i byggskedet att påverka utformningen av slänten med avseende på estetik?

Svar	Antal	Procent
Mycket liten eller obefintlig	8	53
Relativt stor	6	40
Mycket stor	0	0
Inget svar	1	7



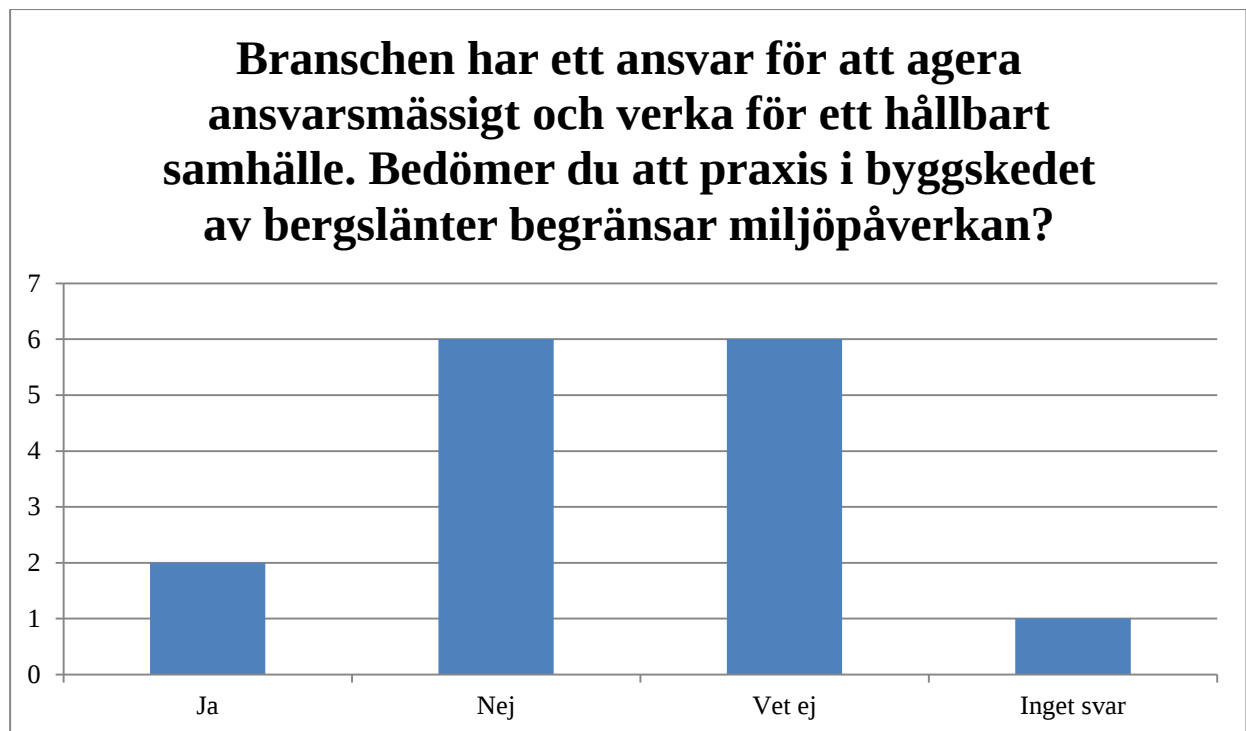
D4 underhåll: Hur ser du på möjligheterna i byggskedet att påverka utformningen av slänten med avseende på att minimera underhållsbehovet?

Svar	Antal	Procent
Mycket liten eller obefintlig	6	40
Relativt stor	8	53
Mycket stor	0	0
Inget svar	1	7



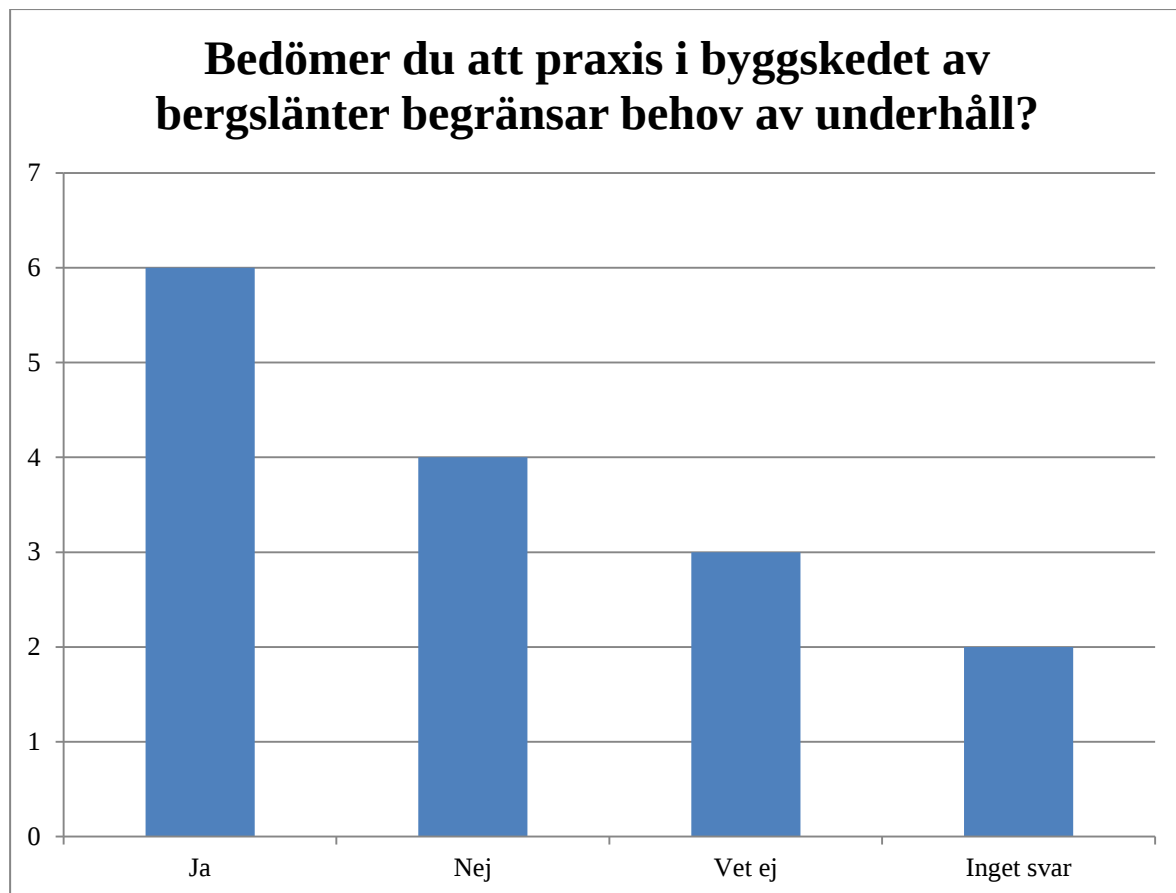
D5 praxis: Branschen har ett ansvar för att agera ansvarsmässigt och verka för ett hållbart samhälle. Bedömer du att praxis i byggskedet av bergslanter begränsar miljöpåverkan?

Svar	Antal	Procent
Ja	2	13,3
Nej	6	40
Vet ej	6	40
Inget svar	1	6,7



D5 underhåll: Branschen har ett ansvar för att agera ansvarsmässigt och verka för ett hållbart samhälle. Bedömer du att praxis i byggskedet av bergslänter begränsar behov av underhåll?

Svar	Antal	Procent
Ja	6	40
Nej	4	26,7
Vet ej	3	20
Inget svar	2	13,3



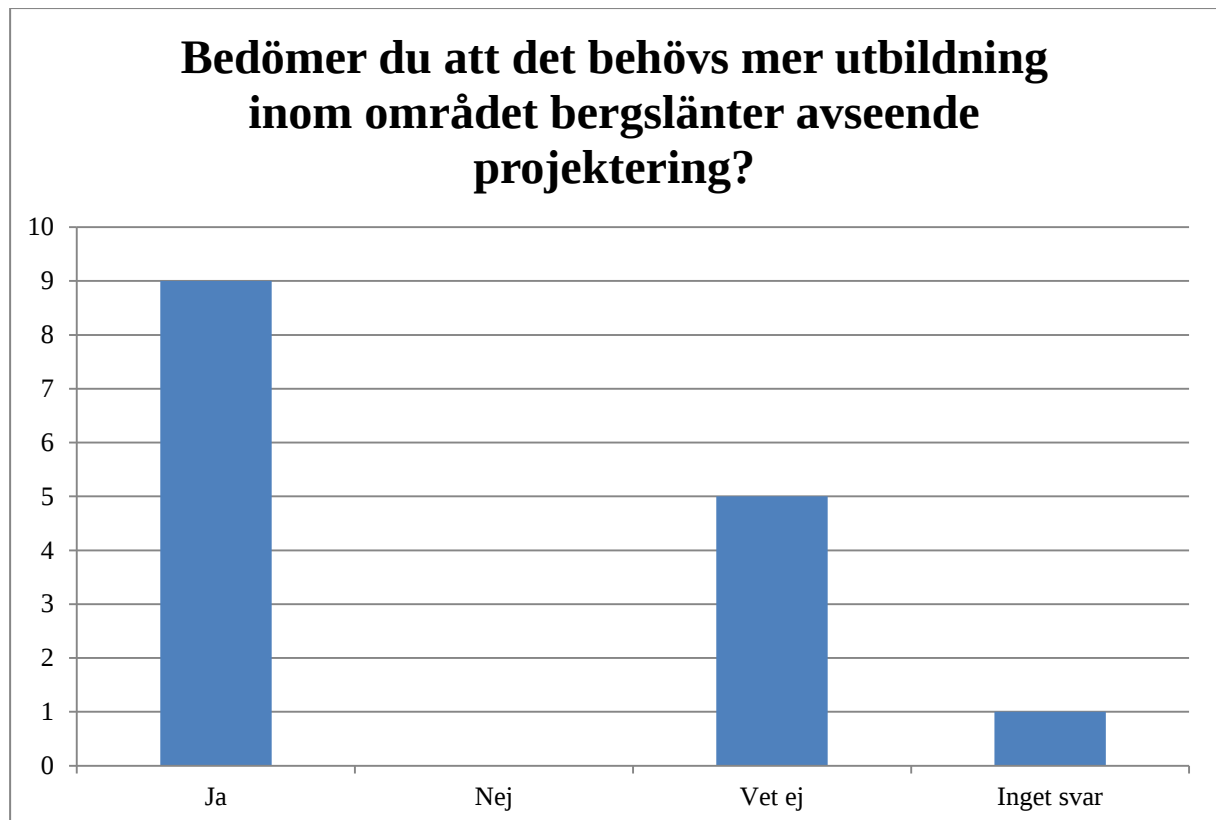
D5 kostnader: Branschen har ett ansvar för att agera ansvarsmässigt och verka för ett hållbart samhälle. Bedömer du att praxis i byggskedet av bergslänter begränsar byggkostnader?

Svar	Antal	Procent
Ja	4	26,7
Nej	5	33,3
Vet ej	5	33,3
Inget svar	1	6,7



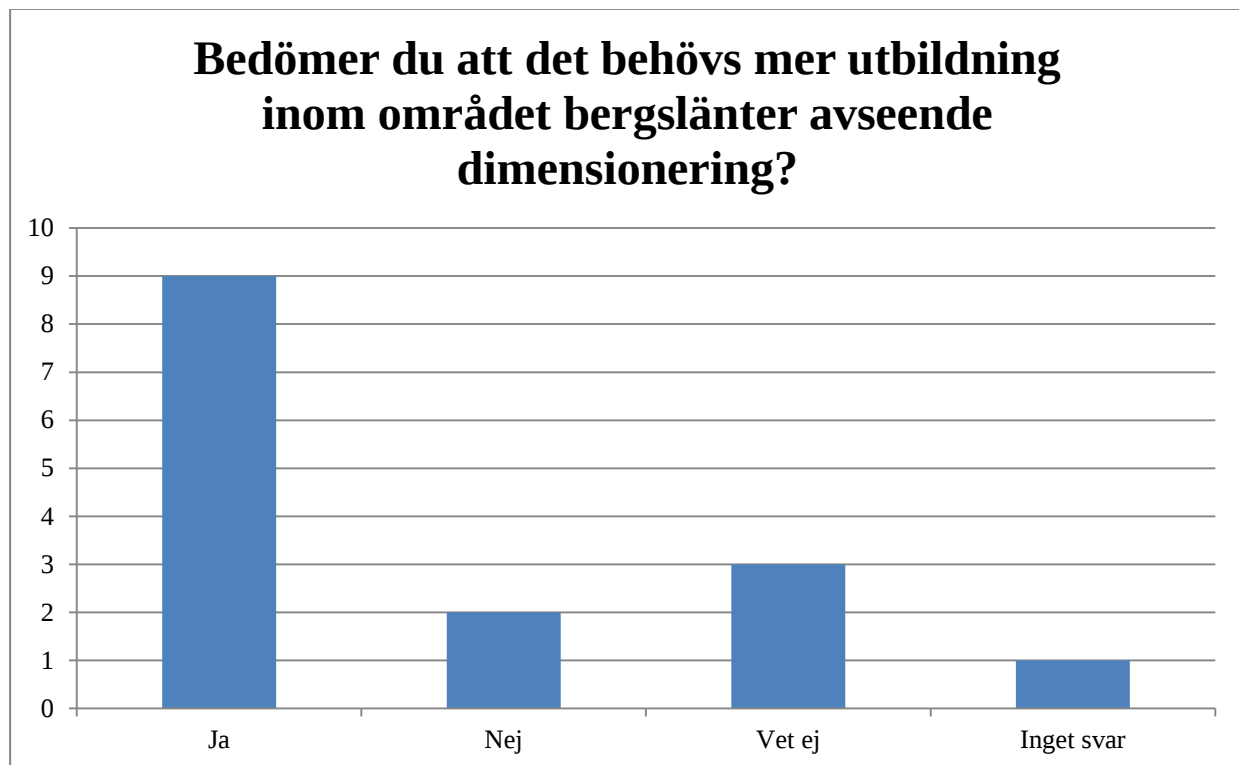
D6 projektering: Bedömer du att det behövs mer utbildning inom området bergslänter avseende projektering?

Svar	Antal	Procent
Ja	9	60
Nej	0	0
Vet ej	5	33,3
6,7	1	6,7



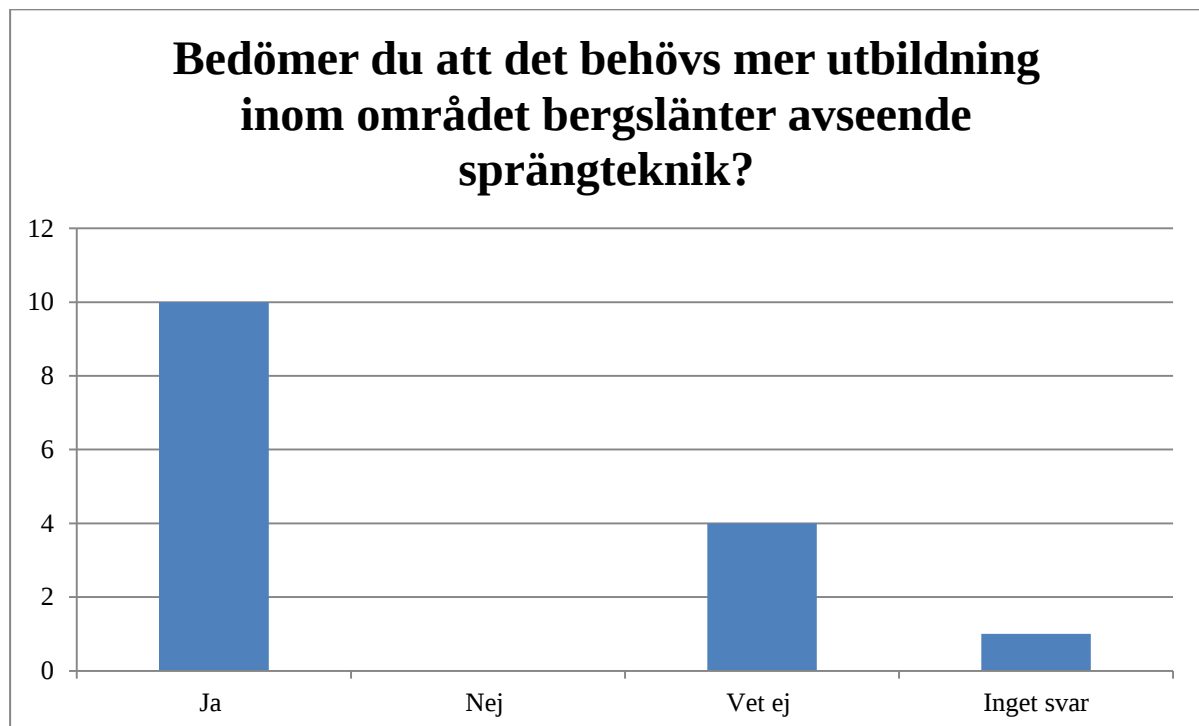
D6 dimensionering: Bedömer du att det behövs mer utbildning inom området bergslänter avseende dimensionering?

Svar	Antal	Procent
Ja	9	60
Nej	2	13,3
Vet ej	3	20
Inget svar	1	6,7



D6 sprängteknik: Bedömer du att det behövs mer utbildning inom området bergslänter avseende sprängteknik?

Svar	Antal	Procent
Ja	10	66,7
Nej	0	0
Vet ej	4	26,7
Inget svar	1	6,7



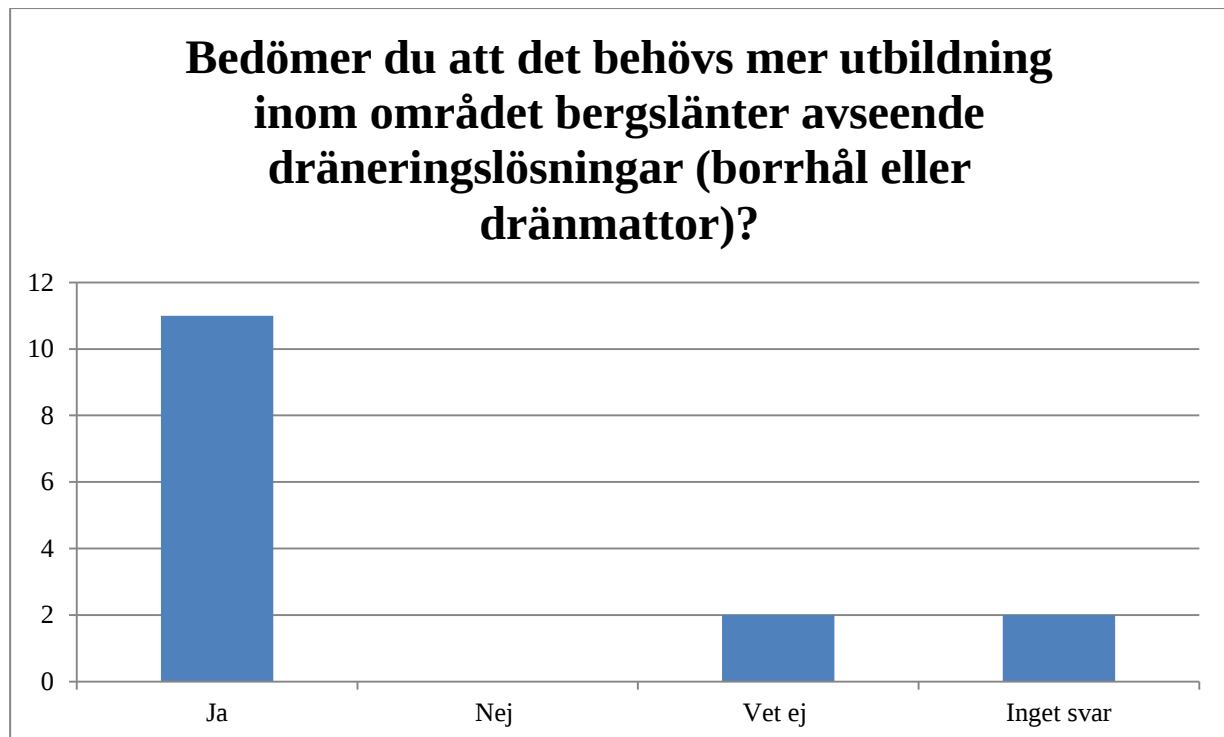
D6 förstärkning: Bedömer du att det behövs mer utbildning inom området bergslänter avseende skrotning/förstärkning?

Svar	Antal	Procent
Ja	12	80
Nej	1	6,7
Vet ej	1	6,7
Inget svar	1	6,7



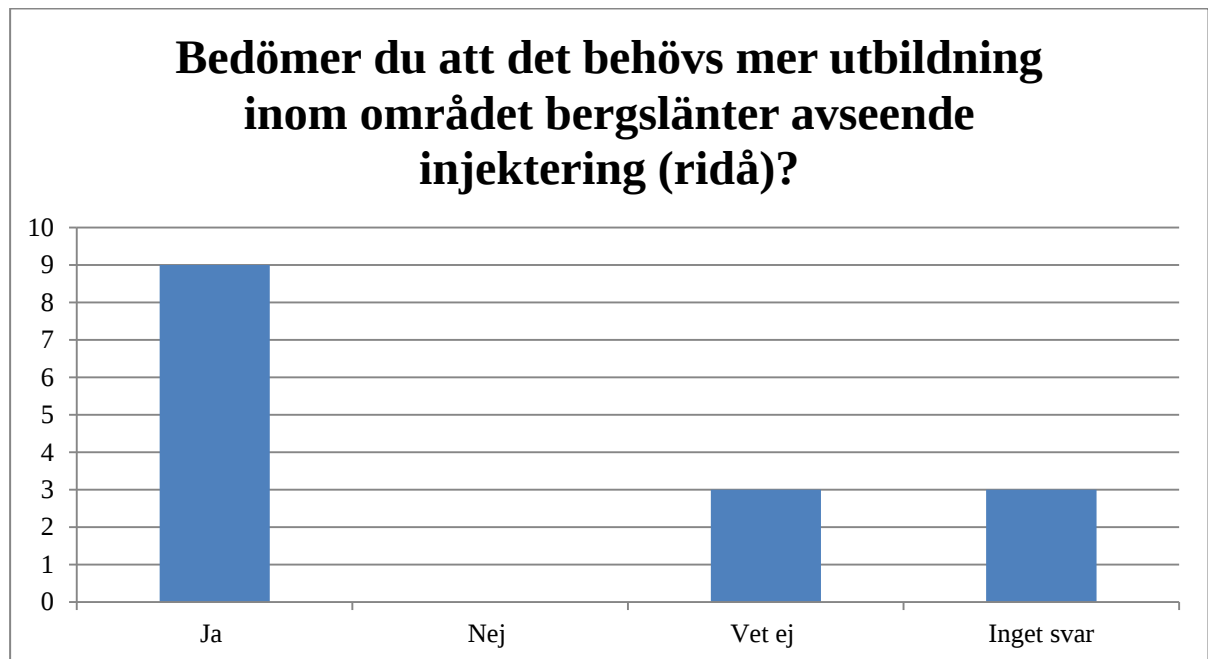
D6 dränering: Bedömer du att det behövs mer utbildning inom området bergslänter avseende dräneringslösningar (borrhål eller dränmattor)?

Svar	Antal	Procent
Ja	11	73,3
Nej	0	0
Vet ej	2	13,3
Inget svar	2	13,3



D6 injektering: Bedömer du att det behövs mer utbildning inom området bergslänter avseende injektering (ridå)?

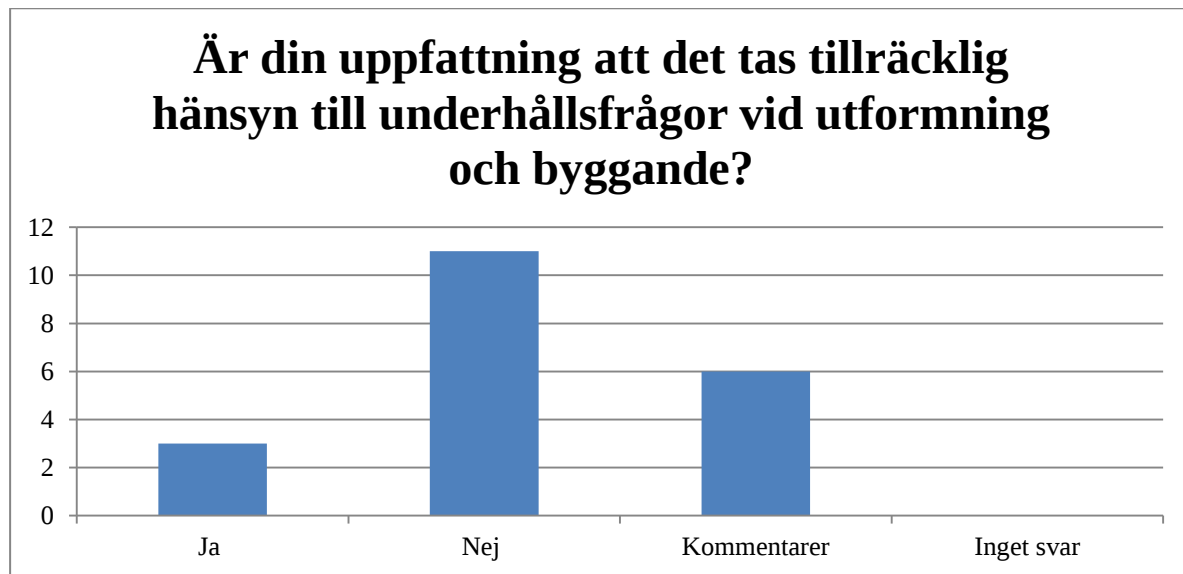
Svar	Antal	Procent
Ja	9	60
Nej	0	0
Vet ej	3	20
Inget svar	3	20



6.10 Frågor angående underhåll

U1: Är din uppfattning att det tas tillräcklig hänsyn till underhållsfrågor vid utformning och byggande? Kommentera gärna ditt svar.

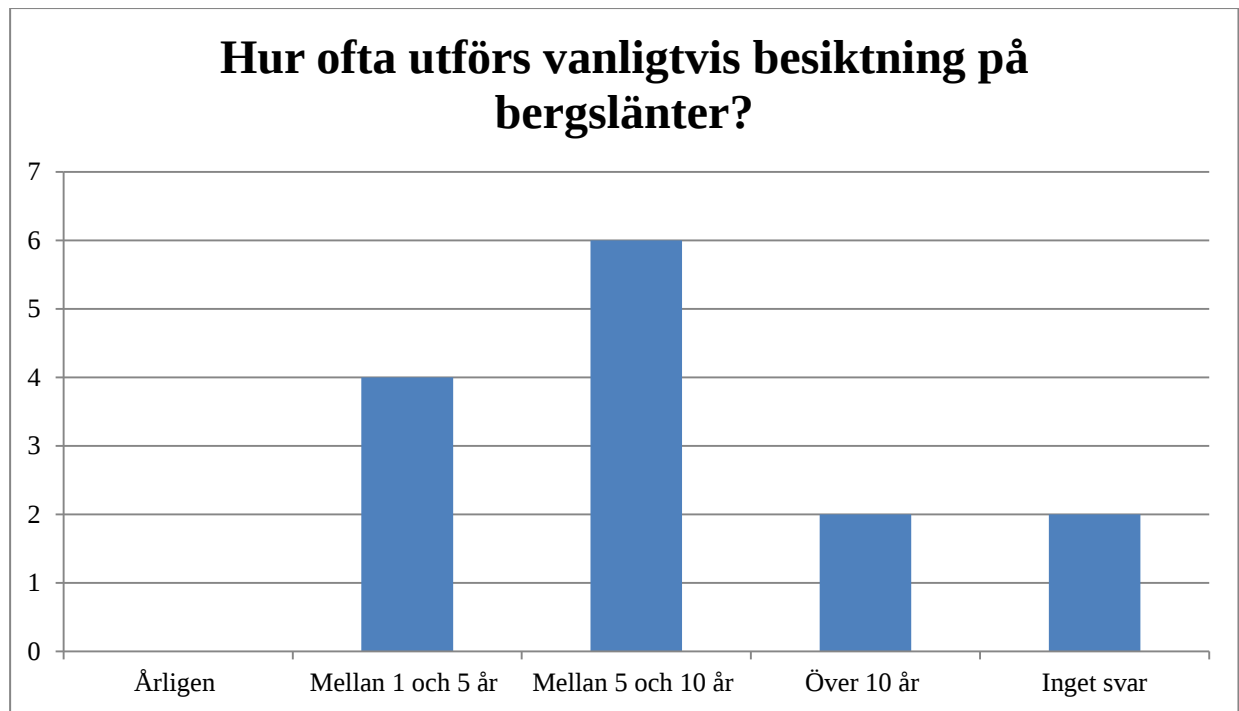
Svar	Antal	Procent
Ja	3	21
Nej	11	79
kommentarer	6	
Inget svar	0	0



1. Underhållsfrågan diskuteras sällan vid utformning och byggandet. Dåligt anpassad skärning i förhållande till geologi=mycket underhåll. Lite av "någon annans problem - vi ska bygga nu, underhållet är inte min fråga"
2. Möjlighet till besiktning och utförande av underhållsåtgärder glöms ofta bort
3. Vid byggande av anläggning i anslutning eller i närhet till bergslänter så uppfattar jag att konstruktörer ej visar hänsyn till dom problem som kan uppstå vid underhåll av bergslänter
4. Ofta begränsas möjlighet i byggskedet att anpassa till underhåll etc pga för liten marktillgång (väg, jvgområde. Begränsas ofta för mycket i utredningar och proj av någon anledning
5. Stor variationer i olika bygglov, även stor variation i ambitionen
6. Nej, eftersom det är andra faktorer, så som ekonomi, markanvändning som har större påverkan på släntens utformning än de som är underhållsmässigt bäst för slänten.

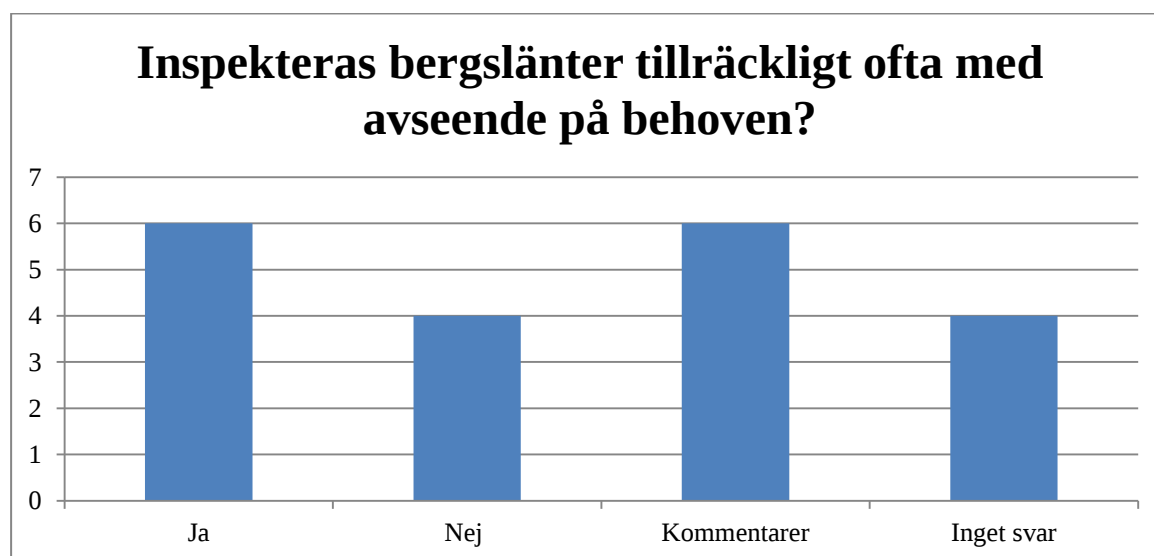
U2: Hur ofta utförs vanligtvis besiktning på bergslänter?

Svar	Antal	Procent
Årligen	0	0
Mellan 1 och 5 år	4	29
Mellan 5 och 10 år	6	43
Över 10 år	2	14
Inget svar	2	14



**U3: Inspekteras bergslänter tillräckligt ofta med avseende på behoven?
Vid nej, ange huvudsakliga brister.**

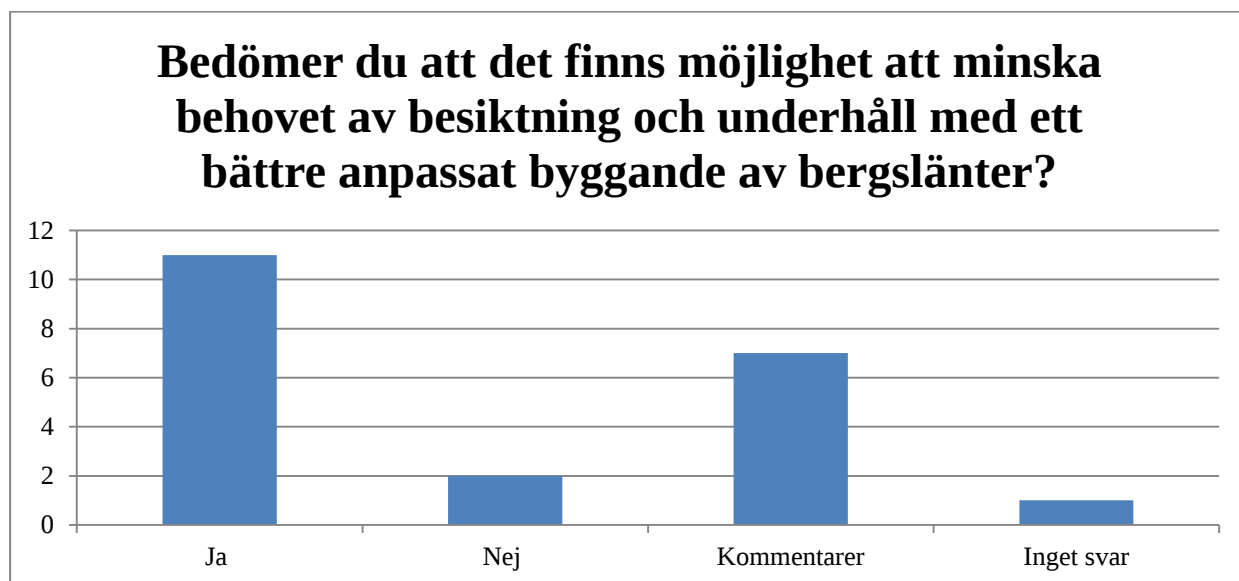
Svar	Antal	Procent
Ja	6	43,0
Nej	4	28,5
Kommentarer	6	
Inget svar	4	28,5



1. Svaren på denna och förra frågan är väldigt varierande. Svår att svara generellt. Det är sådan stor skillnad mellan en liten skärning längs en lokalväg och en stor skärning längs en Europaväg.
2. Ansvarsfrågan vem som äger/förvaltar slänterna är ofta bristfällig/obefintlig
3. Den som äger/ansvarar för slänten brister i sin tillsyn. Påminns ofta då ras skett.
4. Varierar men jag har ingen överblick
5. Underhållet har kommit efter och då inte tillräckligt med pengar finns hos förvaltare så måste prioriteringar göras och man kommer inte ifatt till ett godtagbart underhållsintervall
6. vet ej. ej tydlig vem som har ansvaret att besiktiga

U5: Bedömer du att det finns möjlighet att minska behovet av besiktning och underhåll med ett bättre anpassat byggande av bergslänter?
Kommentera gärna ditt svar.

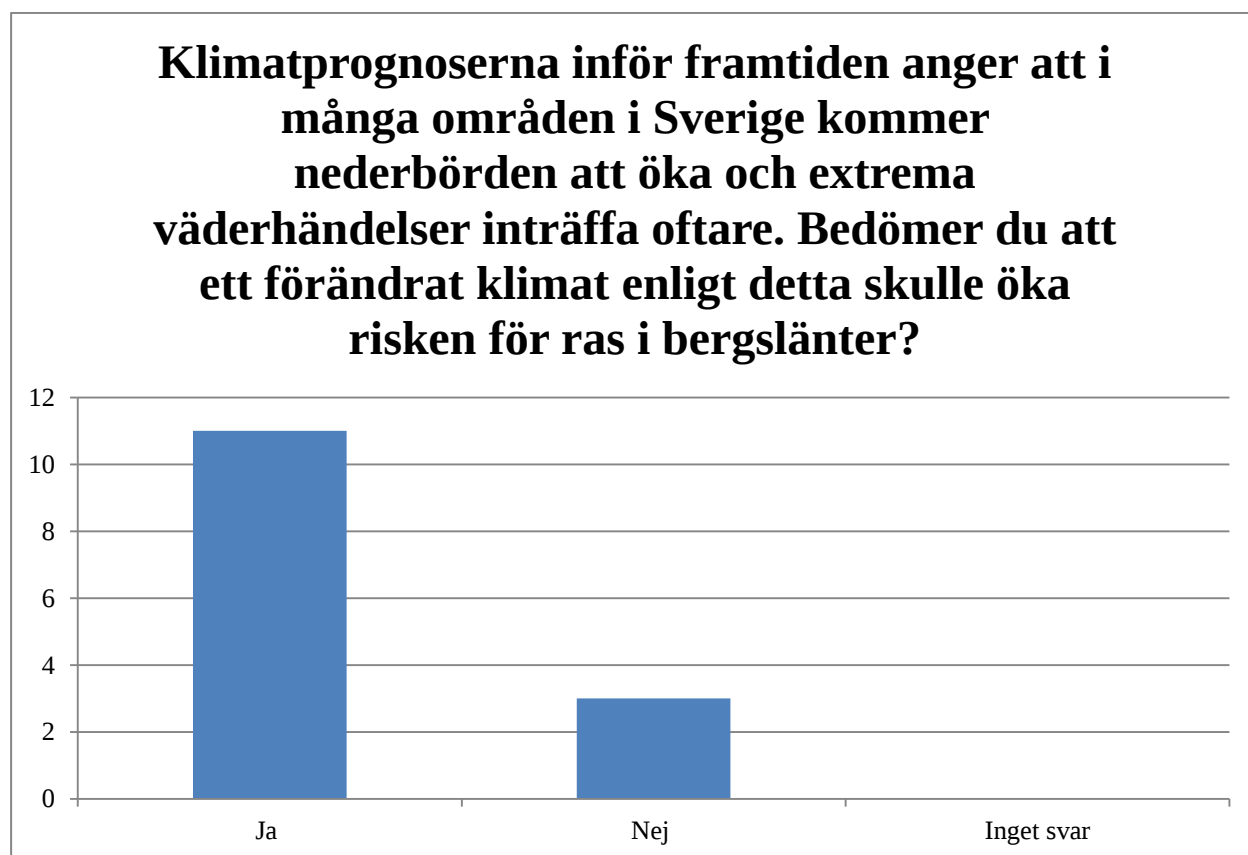
Svar	Antal	Procent
Ja	11	79
Nej	2	14
Kommentarer	7	
Inget svar	1	7



1. Se tidigare svar
2. Släntlutning påverkar förstås, men det kan finnas andra hinder att bygga slänten flackare. Underborrning påverkar bsälntfoten och kan utföras bättre.
3. Man kan utforma slänterna mera praktiskt.
4. Givetvis, lägg alla slänter ner. ingen realistisk eller för en bergsmänniska lockande lösning men besiktningsbehovet försvinner
5. Skonsammare sprängning anpassad släntutformning i byggskedet
6. Anpassningar efter lokal geologi kan skapa en nästintill underhållsfri slänt.
7. Skonsam sprängning

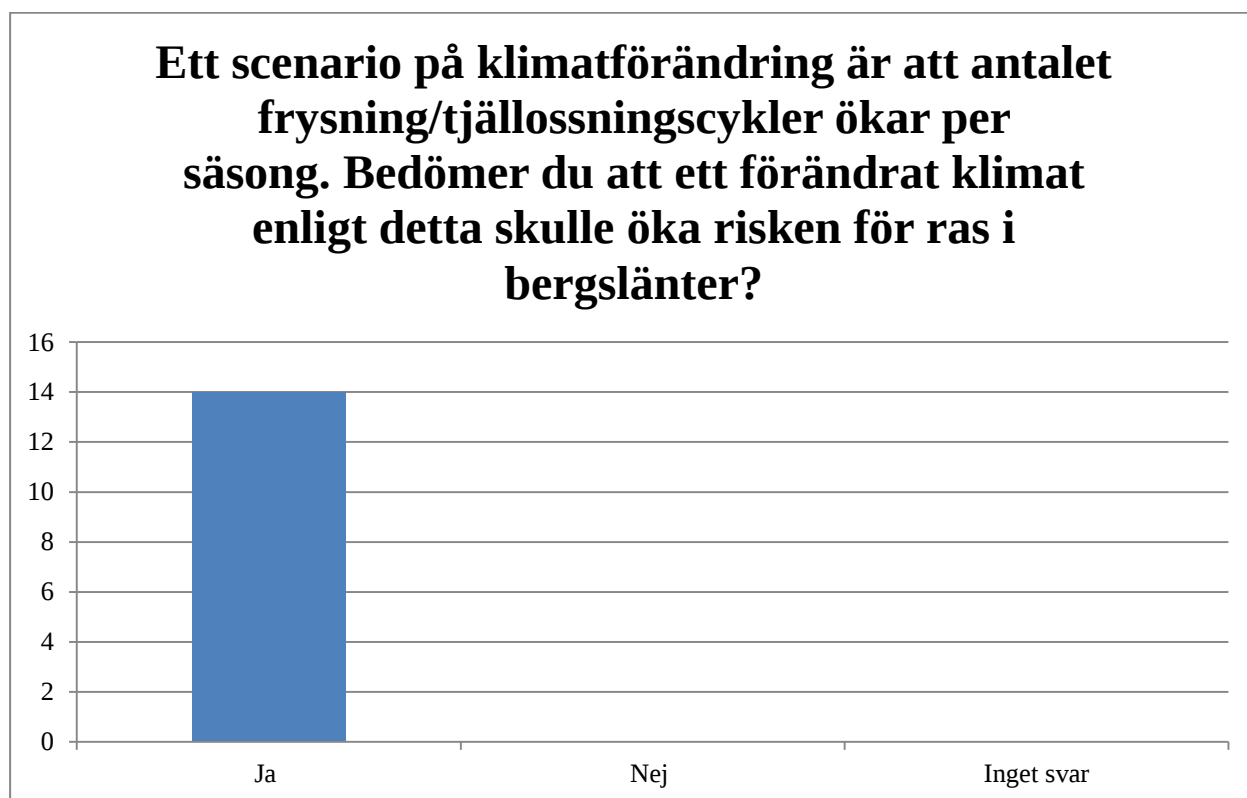
U4: Klimatprognoserna inför framtiden anger att i många områden i Sverige kommer nederbörden att öka och extrema väderhändelser inträffa oftare. Bedömer du att ett förändrat klimat enligt detta skulle öka risken för ras i bergslänter?

Svar	Antal	Procent
Ja	11	79
Nej	3	21
Inget svar	0	0



U6: Ett scenario på klimatförändring är att antalet frysning/tjällossningscykler ökar per säsong. Bedömer du att ett förändrat klimat enligt detta skulle öka risken för ras i bergslänter?

Svar	Antal	Procent
Ja	14	100
Nej	0	0
Inget svar	0	0





Statens geotekniska institut

Postadress: 581 93 Linköping

Tel: 013-20 18 00

E-post: sgi@swedgeo.se

www.swedgeo.se
