

PM - Övergripande höjdsättning och massbalansering

A9, Harberget, Kristinehamn
Fortifikationsverket



Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Övergripande massbalansering, höjdsättning och principer för utformning av mark och utemiljö Harberget, Kristinehamn
Uppdragsnummer	30055694-500
Kund	Fortifikationsverket
Upprättad av	Jessica Roos
Kontrollerad av	Lisa Torpel
Godkänd av	Anders Öreberg
Datum	2023-08-29
Ver	1.0
Dokumentreferens	PM - Övergripande massbalansering och höjdsättning - A9 Harberget Kristinehamn.docx

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Omfattning	5
1.2	Organisation	5
1.3	Underlag	5
1.4	Koordinatsystem	6
2	Befintliga förutsättningar	7
2.1	Områdesbeskrivning	7
2.2	Geotekniska förutsättningar och grundvatten	7
2.3	Naturvärden	9
2.4	Landskapskaraktär	9
2.5	Topografi och vatten	9
3	Framtida förutsättningar	10
3.1	Planerad markanvändning	10
4	Övergripande höjdsättning	12
4.1	Anpassning mot befintliga höjder	12
4.2	Dagvattenflöden	12
4.3	Koppling till skyfallshantering	13
5	Övergripande massbalans	15
5.1	Volymberäkning	15
6	Slutsatser	20
7	Kommande arbete	21
8	Källhänvisning	22

Sammanfattning

Försvarsmakten ska inrätta ett antal nya regementen, vilka Fortifikationsverket har till uppgift att planera för och anlägga. Ett av de nya regementena är Bergslagens artilleriregemente A 9 i Kristinehamn. Fortifikationsverket har med stöd av Sweco 2022-2023 genomfört en fördjupad inplaceringsstudie, vilket utgör grund för en ny detaljplan. Detta PM, avseende övergripande höjdsättning och massbalansering, utgör ett av underlagen till detaljplanen.

Regementet kommer att etableras i det som idag är ett kuperat skogsområde samt vandringsområde. Området karaktäriseras av en höjdrygg, Harberget, i områdets västra del och i övrigt måttligt kuperad terräng. Till förmån för regementets etablering behöver skog avverkas samt omfattande sprängning- och krossningsarbete utföras innan stora delar kan hårdgöras. Etableringen innebär även att såväl landskapskaraktär som markanvändning kommer att förändras markant. En större del av området kommer inte längre kunna förlita sig på naturlig infiltration utan kommer innebära mer yttlig dagvattenavrinning än vad det är idag. Med tanke på planområdets komplexitet föreslås dagvattenhanteringen bestå av fördröjningsmagasin, avledningsdiken längs med vägar, regnbäddar och dagvattendammar.

Omfattande sprängnings- och schaktarbeten kommer att behöva genomföras till förmån för att skapa tillräckligt plana ytor för att anlägga såväl typbyggnader som tillgängliga körytor. En massbalansanalys baserat på ny höjdsättning har indikerat på hur mycket schaktmassor som kan komma att behöva hanteras vid etableringen. Den översiktliga volymberäkningen mellan befintlig- och projekterad marknivå resulterade i ett överskott av massor på drygt 300 000 m³.

Redovisad volymberäkning tar ej hänsyn till olika markslag, därför går det ej att fastställa hur stor del av dessa massor som är byggbara.

Genomförd geoteknisk undersökning bedömer totalstabiliteten i området som tillfredställande. Bergkvaliteten bedöms också vara av sådan kvalitet att den kan krossas och användas som förstärkningslager. Det krävs dock vidare en mer omfattande geoteknisk undersökning för att fastställa djupet ner till fast berg över hela området, för att få fram ett mer precist förhållande mellan projekterad marknivå och befintlig berggrund.

På grund av områdets storlek påverkas utfallet av massbalansen av mindre justeringar i höjdsättningen, därmed kan fortsatt höjdsättningsarbete komma att resultera i ansenligt större eller mindre behov av byggbara massor.

1 Inledning

Försvarsmakten är under tillväxt. Enligt regeringsbeslut 17 december 2020 ska Försvarsmakten inrätta ett antal nya regementen, vilka Fortifikationsverket har till uppgift att planera för och anlägga. Ett av de nya regementena är Bergslagens artilleriregemente A 9 i Kristinehamn. Den beslutade placeringen av regementet är på Harberget i sydöstra Kristinehamn. Fortifikationsverket har med stöd av Sweco 2022-2023 genomfört en fördjupad inplaceringsstudie, vilket utgör grund för en ny detaljplan.

Sweco har på uppdrag av Fortifikationsverket genomfört en övergripande höjdsättning och massbalansräkning inför upprättandet av en ny detaljplan vid Harberget, Kristinehamn.

1.1 Omfattning

Detta PM syftar till att beskriva och analysera områdets förutsättningar för kommande projektering, etablering och byggnation ur ett höjdsättnings- och massbalansperspektiv, med stöd från *Dagvattenutredning A 9 Harberget Kristinehamn* (Sweco, juni 2023) samt *PM Geoteknik* (Sweco, juni 2023).

En massbalansanalys har tagits fram utifrån den övergripande höjdsättningen som gjorts, med syfte att ge en indikation på om etableringen medför ett överskott eller underskott av jord- och bergmassor, samt hur stor del av dessa massor som är byggbara. Flera alternativa utformningar och nivåer har utretts och beräknats. I detta PM hanteras endast gällande nivåer samt situationsplan version 2.

Detta PM syftar vidare till att vara ett underlag för fortsatt arbete med höjdsättning, byggnadslokalisering och utformning av planen.

1.2 Organisation

Beställare:	Fortifikationsverket
Uppdragsledare:	Anders Öreberg
Teknikansvarig / Granskare:	Lisa Torpel
Handläggare/medverkande:	Jessica Roos, Ann-Sofie Johansson Emil Berggren

1.3 Underlag

Det underlag som har använts under arbetet är följande:

Underlag för höjdsättning:

- Markhöjdmodell, befintlig mark (Lantmäteriet, 2017)
- Situationsplan version 2 (Sweco, aug 2023).

- *Skyfallsutredning Regemente A9, Kristinehamn. Underlagsrapport Fördjupad inplacering A9, Kristinehamn (Sweco, uppdaterad 2023).*
- SGU:s jordartskarta, grundvattenkarta, genomsläpplighetskarta.
- *Naturvärdesinventering (NVI) Vid Kristinehamn, Kristinehamn kommun, inför planerat regementsområde, 2022 (Calluna 2022).*

Underlag för volymberäkning

- Markhöjdmodell, befintlig mark (Lantmäteriet, 2017)
- Gällande höjdsättning (Sweco, juni 2023).
- Geoteknisk undersökning (Sweco, juni 2023).

1.4 Koordinatsystem

SWEREF 99 13 30
RH 2000

2 Befintliga förutsättningar

2.1 Områdesbeskrivning

Det nya regementet A9 skall ligga vid Harberget, öster om centrala Kristinehamn. Området ramas in av E18 i norr och väg 26 i väst. Området genomkorsas av några mindre vägar av enklare standard och en hel del smalare gångstigar. Planområdet omfattar ca 210 ha och är idag ett kuperat skogsområde som främst används som rekreationsområde av boende i närområdet. Söder om planområdet utbreder sig ett vandringsområde som sträcker sig ner mot Värmlandsbanan (Järnvägssträcka mellan Laxå och den norska gränsen vid Charlottenberg). Även denna mark utgörs av ett kuperat skogslandskap, vilket även återfinns öster om planområdet. Centralt i området återfinns ett fyllnadsområde, en tidigare deponi, som består av både byggavfall och organisk jord.

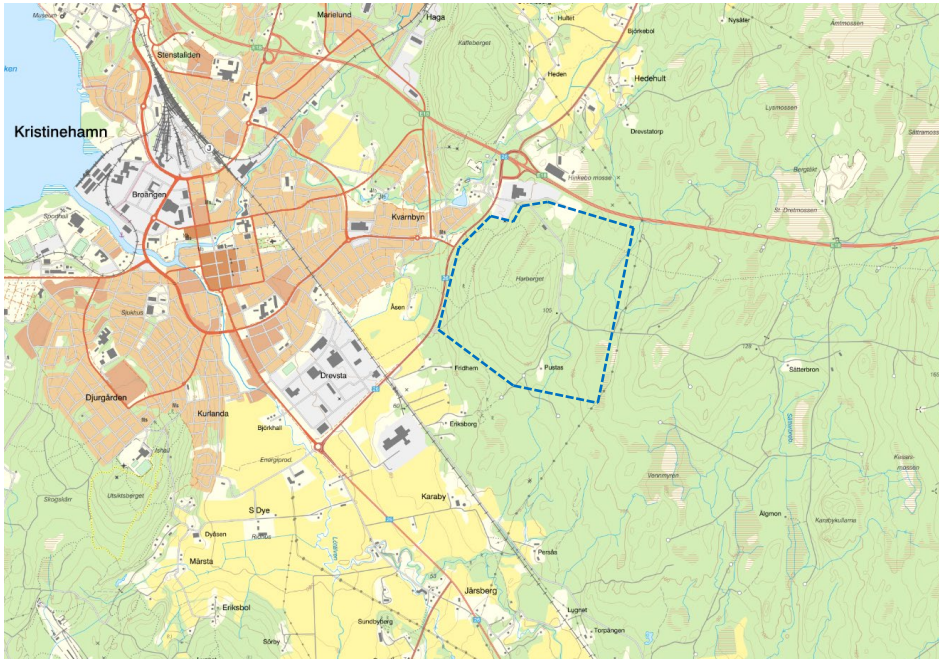
2.2 Geotekniska förutsättningar och grundvatten

Sweco har genomfört en geoteknisk undersökning för att få en tydligare bild av jordlager, jorddjup och markens byggbarhet. Enligt *PM Geoteknik* (Sweco, juni 2023) utgörs den västra delen av området av i huvudsak berg i dagen och/eller ett tunt jordtäckte av sandig morän på berg. I svackor i denna del återfinns mindre lokala torvbildningar. Torven bedöms underlagras av ett tunt skikt silt och sandig morän på berg. I östra delen av området, som är mer låglänt än västra delen, återfinns några mindre höjdparter omgivna av torvområden och delar med mer finkornig sedimentjord. Under torven återfinns sand och silt som underlagras av lera. Finkornig sedimentjord av sand och silt på lera återfinns även i områden mellan höjdparterna och torvområdena. Inom de mindre höjdparterna återfinns ett tunt jordtäckte av silt, sand och torrskorpora på sandig morän på berg (Sweco, juni 2023).

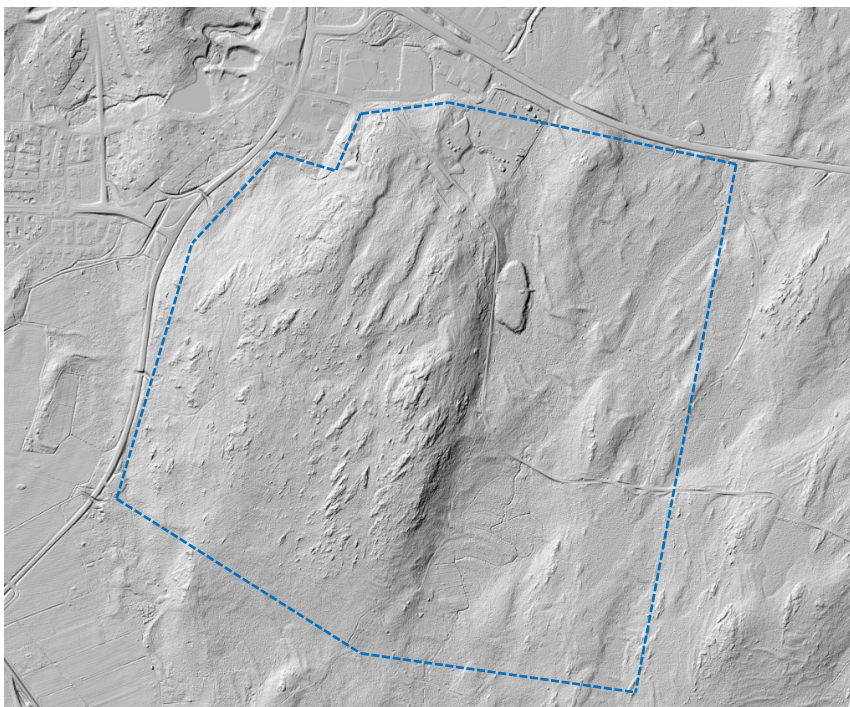
Området utgörs i huvudsak av berg och fast mark samt i stort sett plan skogsmark med torv- och sedimentjord med begränsad mäktighet på morän. Totalstabiliteten i området bedöms som tillfredställande (Sweco, juni 2023). Byggnader i området med fast friktionsjord och/eller berg bedöms kunna grundläggas ytligt. I områden med finkornig sedimentjord kan djupgrundläggning med pålar erfordras. Alternativt kan ytlig grundläggning vara möjlig om tex. utskiftning av lös jord utförs. I områden med torv ska utskiftning i sin helhet ske av all organisk jord under blivande byggnader- och anläggningsdelar (Sweco, juni 2023). Ingen provtagning av bergmaterialet har utförts, men bergkvaliteten bedöms vara av sådan kvalitet att det kan krossas och användas som förstärkningslager, vid uppfyllning (Sweco, juni 2023).

Markens jordarter påverkas av de hydrogeologiska förhållandena, det vill säga hur hög grundvattennivån är och hur vattnet rör sig i marken. I samband med den geotekniska undersökningen har mätning av grundvattennivåer därför utförts vid undersökningstillfället. Uppmätta nivåer i provhål visar på en grundvattenyta som varierar från 0 till c:a 0,7 m under markytan (Sweco, juni 2023). Området ligger i 3 olika genomsläpplighetszoner enligt

Dagvattenutredningen (Sweco, juni 2023). Majoriteten av planområdet ligger i en zon med medelhög genomsläpplighet, vilket innebär att området efter exploatering inte ämnar sig för dagvattenhantering som enbart förlitar sig på infiltration.



Figur 1. Topografisk karta från Lantmäteriet som visar ungefärlig plangräns med blå streckad linje. Bild hämtad från *PM Geoteknik* (Sweco, juni 2023).



Figur 2. Terrängskuggningskarta från Lantmäteriet som visar ungefärlig plangräns med blå streckad linje. Bild hämtad från *PM Geoteknik* (Sweco, juni 2023).

2.3 Naturvärden

Under 2022 gjordes en naturvärdesinventering (NVI) för Harberget på uppdrag av Fortifikationsverket för den del av området där regementet planeras. Vid inventeringen avgränsades totalt fyra områden med klassning som naturvärdesobjekt. Av dessa var endast ett område klassat med *visst* naturvärde (naturvärdesklass 4), d.v.s. den lägsta nivån av fyra grader. De högsta naturvärdena i inventeringsområdet består av ett område med äldre barrblandskog samt ett område med äldre tallskog. Inom dessa områden förekommer naturvärdesobjekt och nyckelbiotoper som har så höga naturvärden att de skulle kunna ingå i naturreservat med syfte att bevara biologisk mångfald (Calluna, 2022). Områdena är därför av högre prioritet att ta hänsyn till vid exploatering.

2.4 Landskapskaraktär

Området karaktäriseras av en talldominerande barrskog i ett kuperat skogsområde och vandringsområde. Utöver barrskogen finns även en äldre barrblandskog som har ett högre naturvärde. I området återfinns även en del myrmarker och kalhyggen samt sumpskog. Öster om genomfartsvägen finns en öppen yta som tidigare varit en avfallsdeponi.

2.5 Topografi och vatten

Området karaktäriseras av kuperad skog och är placerad på en höjdrygg i områdets västra del, Harberget, och i övrigt lätt till måttligt kuperad terräng. Harbergets terräng är mer flack mot väst och mer brant mot öst. Uppe på Harberget återfinns risbeklädd småblockig skogsmark med partier av berg i dagen. Området består generellt av en låglänt "korridor" genom området i nord-sydlig riktning där terrängens förutsättningar bidrar till våtare markförhållanden. Centralt i öst återfinns flertalet bergshöjder som mäter cirka +145 meter över havet.

Området ligger relativt högt i terrängen och har ett finmaskigt bäcksystem orienterat i nordöstlig-sydvästlig riktning. Kristinehamn-Bergsjön, Övrekvarnsälven, Vismen, Varnan uppströms Övrekvarnsälven och Vänerne-Varnumsviken är vattendrag som ligger intill området och har miljö kvalitetsnormer för vatten. Det innebär att vattnet inte får försämrats och att vattnet ska ha uppnått en viss kvalitet inom en viss tid. Vattnet från det utredda området rinner åt olika riktningar beroende var på området det uppstår. Dock har de alla samma recipient i slutändan, nämligen vattendraget Varnan och slutligen Vänerne (Sweco, juni 2023). Enligt Dagvattenutredningen avvattnas området generellt i två riktningar, söder ut mot Värmlandsbanan och norr ut mot E18 med en höjdrygg i öst-västlig riktning samt en höjdrygg i nord-sydlig riktning.

3 Framtida förutsättningar

3.1 Planerad markanvändning

Nedan visas situationsplan på Bergslagens artilleriregemente A9 i Kristinehamn. Då utvecklingen av regementet pågått parallellt med diverse utredningar och höjdsättningsarbete kommer detta PM redogöra för utformning och markanvändning som visas i situationsplan version 2.

Det föreslagna regementsområdet inom perimeterskyddet är 64,3 ha. Utöver detta föreslås en 25 ha stor hårdjord körplan söder om regementsområdet. Det nya regementets yta uppgår till ca 107 ha och utgör en radikal förändring av markanvändningen efter exploatering då en stor andel hårdjord yta, med tillhörande byggnader, ersätter skogsmarken. Utformning av regementets nya mark har anpassats till en viss grad utifrån naturvärdena i området.

Planerade trafikflöden har i hög utsträckning fått styra utformningen av regementets hårdjord ytor och byggnadsdisposition. Omfattande schaktarbeten av både jord- och bergsvolymer kommer därmed behöva genomföras till förmån för att skapa tillräckligt plana ytor för att anlägga såväl typbyggnader som tillgängliga körytor för olika fordon med dess dimensioneringsbehov. Anpassat höjdsättningsarbete följt av massbalansanalyser kommer indikera på hur stora massor som kommer behöva hanteras i området. Arbetet med massbalans och höjdsättning är tätt kopplat till de geotekniska förhållandena, vilket ger vidare väsentlig information om markens byggarhet.



Figur 3. Situationsplan (version 1) (Sweco, aug 2023).

4 Övergripande höjdsättning

4.1 Anpassning mot befintliga marknivåer

Höjdsättningen av området utgår från den befintliga topografin och har i möjligaste mån anpassats mot befintliga marknivåer. Detta görs främst för att skapa förutsättningar för att avvattnings ska ske i liknande riktningar efter exploatering som innan. Höjdsättningen är vidare baserad på planerad markanvändning. Exploateringen kommer att bidra till en stor förändring av markanvändningen till följd av att en hög omfattning av hårdgjorda ytor, och ett stort antal byggnader, tillkommer.

Höjdsättningen har till stor del anpassats utifrån situationsplanen med dess planerade trafikflöde i fokus. Omfattande ändringar i marknivå kommer behöva genomföras till förmån för att skapa tillräckligt plana ytor för att anlägga tillgängliga körytor för fordon av olika storlek och med olika dimensioneringsbehov.

Följaktligen har höjdsättningen kommit att behöva hantera omfattande topografiska förändringar, främst i norr och söder, till förmån för etableringen av planerat trafiksystem, men även för byggnadsdispositionen. För att tillräckligt plana ytor ska kunna genereras kommer en påtaglig sänkning av befintlig marknivå att behöva genomföras på ett antal ställen. En massbalansanalys baserat på höjdsättningen har vidare tagits fram för att ge en indikation på hur mycket schaktmassor som kan komma att behöva hanteras vid etableringen.

4.2 Dagvattenflöden

Höjdsättningsarbetet är vidare sammankopplat med planeringen för skyfalls- och dagvattenhanteringen inom och runt området. Efter exploatering, och därmed omfattande ökning av hårdgjorda ytor, kommer vattenflödet synnerligen att öka. Höjdsättningen är gjord för att skapa förutsättningar för avvattnings i liknande riktningar som innan exploatering. Höjdsättningen tar hänsyn till ytlig dagvattenavledning och recipienter inom området.

Efter exploatering krävs en stor magasineringsvolym för att hålla ner utflödet och uppnå det nya fördröjningsbehovet (Sweco, juni 2023). Höjdsättningen är anpassad för att skapa förutsättningar för att dagvattenhanteringen i området ska kunna hantera rätt fördröjningsvolym. Flertalet dagvattenlösningar kommer att krävas med tanke på områdets omfattning och komplexitet.

Dagvattensystemet föreslås därmed att bestå av diken längs med vägarna, regnbäddar samt dagvattendammar.

Dikena placeras intill områdets vägar, för att avleda ytvatten från vägen ner till diken. Beroende på om vägen anläggs med tvärfall eller enkelsidigt fall krävs dike på ena eller båda sidor av vägen (Sweco, juni 2023). Dikena kommer att ha en avledande funktion till ett flertal dagvattendammar utplacerade i lågpunkter inom området.

Exakta dikesbredder som krävs behöver säkerställas under vidare projektering och kommer främst påverkas av var diket befinner sig i förhållande till

respektive dagvattendamm och intilliggande trädalléer. De tilltänkta dikena inkluderas därmed inte i gällande situationsplan.

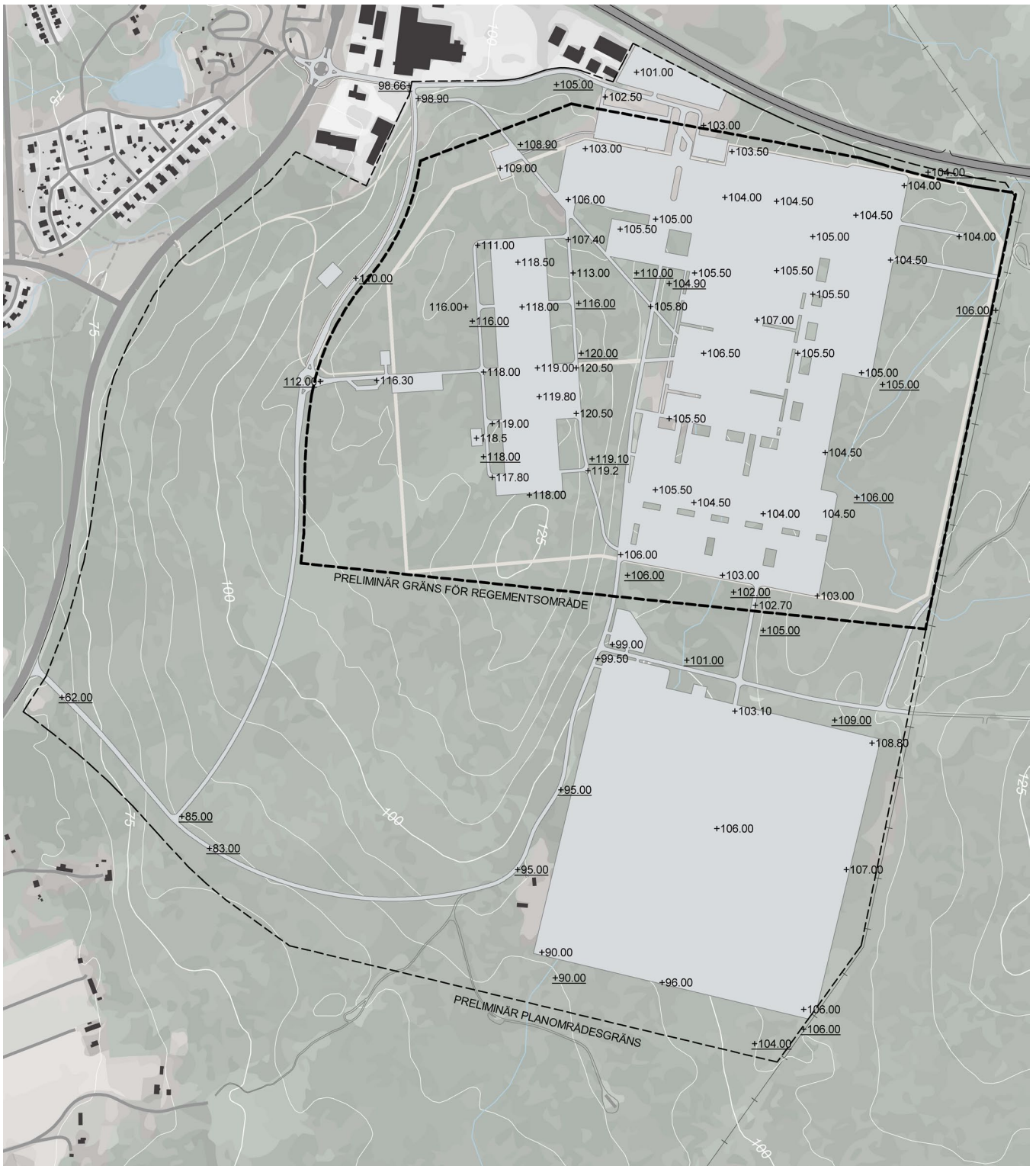
Motorområdet, som är den del av regementet som kräver störst hårdgjorda och plana ytor, föreslås landa på en nivå som möter befintliga nivåer i väst, d.v.s. botten på den höjdrygg som är klädd med bevarandevärd skog. Då motorområdets placering generellt är lägre än omkringliggande nivåer österut kommer det befintliga finmaskiga bäcksystemet att behöva hanteras och ledas om.

Höjdsättningen är även viktig för att undvika vattenskador på bebyggelsen inom och omkring området. Höjdsättningen har därmed också tagit hänsyn till att minimera instängda områden, lågpunkter eller barriärer. Vid vidare markprojektering bör dock en mer detaljerad höjdsättning tas fram för att säkerställa att inget vatten blir stående intill huskropp. Marken runt byggnad bör därmed höjdsättas så att markytvatten eller markfukt inte skadar byggnaden. Detta kan uppnås genom att tillämpa en marklutning från fasad som överensstämmer med de krav som föreskrivs i BBR. Vidare ska marken runt viktiga entréer få flackare lutning för att tillgängliggöras för människor med funktionsnedsättning. Framför entréer kan därmed andra avvattningslösningar behöva tillämpas.

4.3 Koppling till skyfallshantering

Sweco har även utfört en skyfallsutredning (Sweco, 2023) för Harberget. I skyfallsutredningen analyseras översvämningsrisker kopplat till skyfall inom och i anslutning till planområdet som konsekvens av den planerade exploateringen. Höjdsättningsarbetet har tagit skyfallsutredningen i beaktning då den gett förslag på höjdsättning och lokalisering av dagvattenanläggningar.

Enligt skyfallsutredningen kommer de föreslagna dagvattenlösningarna kunna hantera uppkomna skyfallsvolymer vid ett 100-årsregn inom hela planområdet, förutom inom det mest centrala delområdet. Denna del utformas därför med en högre fördröjningskapacitet. Detta magasineringsbehov har vidare inkluderats i ytanspråket för den södra dammen (Sweco, juni 2023).



Figur 4. Övergripande höjdsättningsförslag, med ett urval av nivåer inlagda på situationsplan version 1.

5 Övergripande massbalans

Exploateringen inom planområdet innebär en stor förändring av markanvändningen. Markanvändningen ändras från att nästan enbart bestå av skog till att bestå av en stor andel hårdgjorda ytor med tillhörande byggnader.

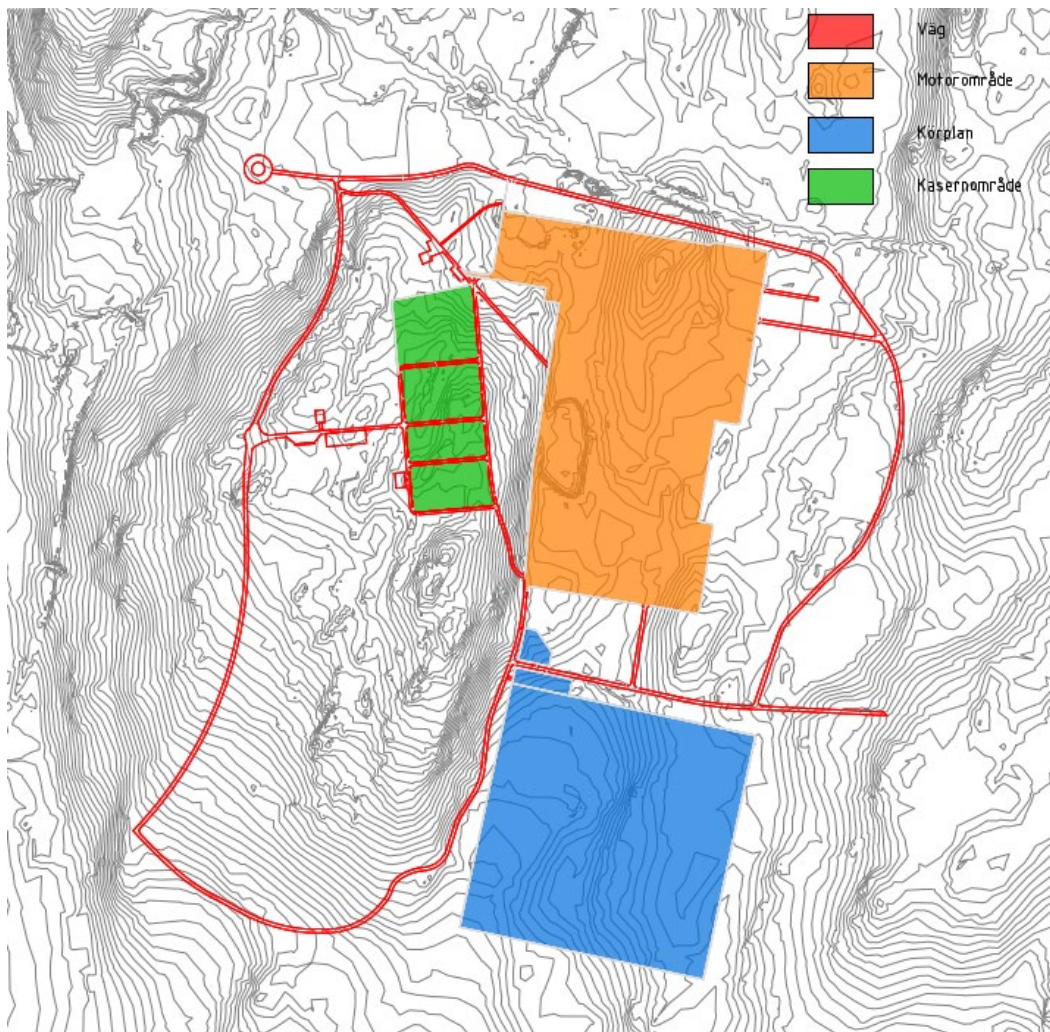
Som följd har höjdsättningen av området kommit att behöva hantera omfattande topografiska förändringar, främst till förmån för etableringen av planerat trafiksystemet och för byggnadsdispositionen. En massbalansanalys baserat på höjdsättningen har därför tagits fram för att ge en indikation på hur mycket schaktmassor som kan komma att behöva hanteras vid etableringen samt om det finns överskottsmassor som är av sådan karaktär att de kan återanvändas som fyllnadsmassor för hårdgjorda ytor.

5.1 Volymberäkning

För att skapa en förståelse över förhållandet mellan schakt och fyll har en övergripande volymberäkning utförts (Sweco, juni 2023). Volymberäkningen har delats upp i tre delar:

- Den första delen fokuserar på förhållandet i volym mellan befintlig- och projekterad marknivå,
- Den andra delen på förhållandet mellan berggrund och projekterad marknivå, och
- Den tredje delen behandlar endast schaktvolym för de olika markslagen som förekommer inom arbetsområdet.

Volymberäkningarna har utförts efter en indelning om fyra delområden; kasernområde, väg, körplan och motorområde. Se figur 5.



Figur 5. Översikt delområden. (Sweco, juni 2023).

Tabell 1. Massbalansförhållande befintlig marknivå – projekterad marknivå (avrundat till jämna tusental).

Volym	Area 2D m ²	Schakt m ³	Fyll m ³	Netto m ³
Vägnät	138 000	1000	1000	0
Kasernområde	70 000	31 000	71 000	-40 857.96
Körplan	254 000	260 000	280 000	-18 218.70
Motorområde	308 000	470 000	101 000	373 812.41
Totalt	770 000	762 000	453 000	+309 000

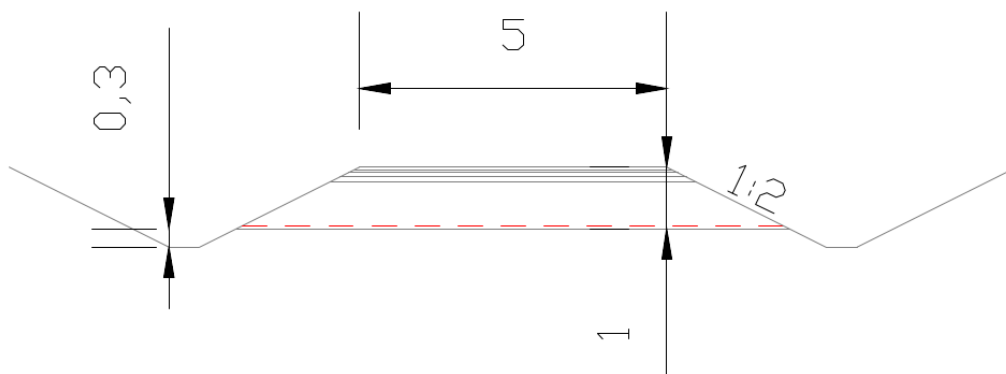
Den översiktliga volymberäkningen mellan befintlig- och projekterad marknivå resulterade i ett överskott av massor på drygt 300 000 m³.

Denna volymbäräkning tar inte hänsyn till olika markslag vilket innebär att det i dagsläget inte kan fastställas hur stor del av dessa massor som klassas som återanvändningsbara.

Beräkningen tar inte heller hänsyn till eventuella dikens utbredning eller djup.

Exempel 1: En väg med överbyggnad på totalt 1 meter, en vägbredd på 5 meter och 1:2-slänter kräver cirka 7 m³ fyllnadsmaterial per löpmeter. Detta innebär att man med detta massöverskott kan anlägga cirka 45 km väg. Se figur 6. Vid en släntlutning på 1:2 krävs vägräcke. (VGU Krav, 2022).

Exempel 2: En väg med total överbyggnad på 0,80 m, en vägbredd på 4 meter och 1:3-slänter kräver cirka 5.7 m³ fyllnadsmaterial per löpmeter. Detta innebär att man med detta massöverskott kan anlägga cirka 55 km väg.



Figur 6. Typsektion väg (Sweco, juni 2023).

Tabell 2. Massbalansförhållande uppskattad berggrund – projekterad marknivå (avrundat till jämna tusental).

Volym	Area 2D m ²	Schakt m ³	Fyll m ³	Netto m ³
Väg	138 000	0.00	138 000	-138 000
Kasernområde	70 000	12 000	124 000	-112 000
Körplan	254 000	146 000	418 000	-272 000
Motorområde	308 000	306 000	240 000	+66 000
Totalt	770 000	464 000	919 000	-455 000

Berggrunden har i denna beräkning uppskattats ha ett medeldjup på 1,0 m.

För att få fram ett mer precist förhållande mellan projekterad marknivå och befintlig berggrund krävs en mer omfattande geoteknisk undersökning för att fastställa djupet ner till fast berg över hela området.

Tabell 3. Schaktmängder markslag (avrundat till jämna tusental).

Volym	Area 2D m ²	Schakt m ³	Fyll m ³	Netto m ³
Torv	128 000	172 000	0.00	+172 000
Berg i dagen	119 000	257 000	0.00	+257 000
Jord	1 400 000	13 950 000	0.00	+13 940 000
Deponi	16 000	130 000	0.00	+130 000
Totalt	1 700 000	14 500 000	0.00	+14 500 000

Denna beräkning påvisar endast mängden av olika markslag som finns att tillgå inom området.

Beräkningen påvisar ej hur stor mängd av dessa markslag som behöver schaktas bort för att möjliggöra anläggning av vägar, hus, verkstäder, etc.

Berg och jord antas till största del bestå av återanvändningsbara schaktmassor. Detta innebär att de kan återanvändas för byggnation av vägar, hus, etc.

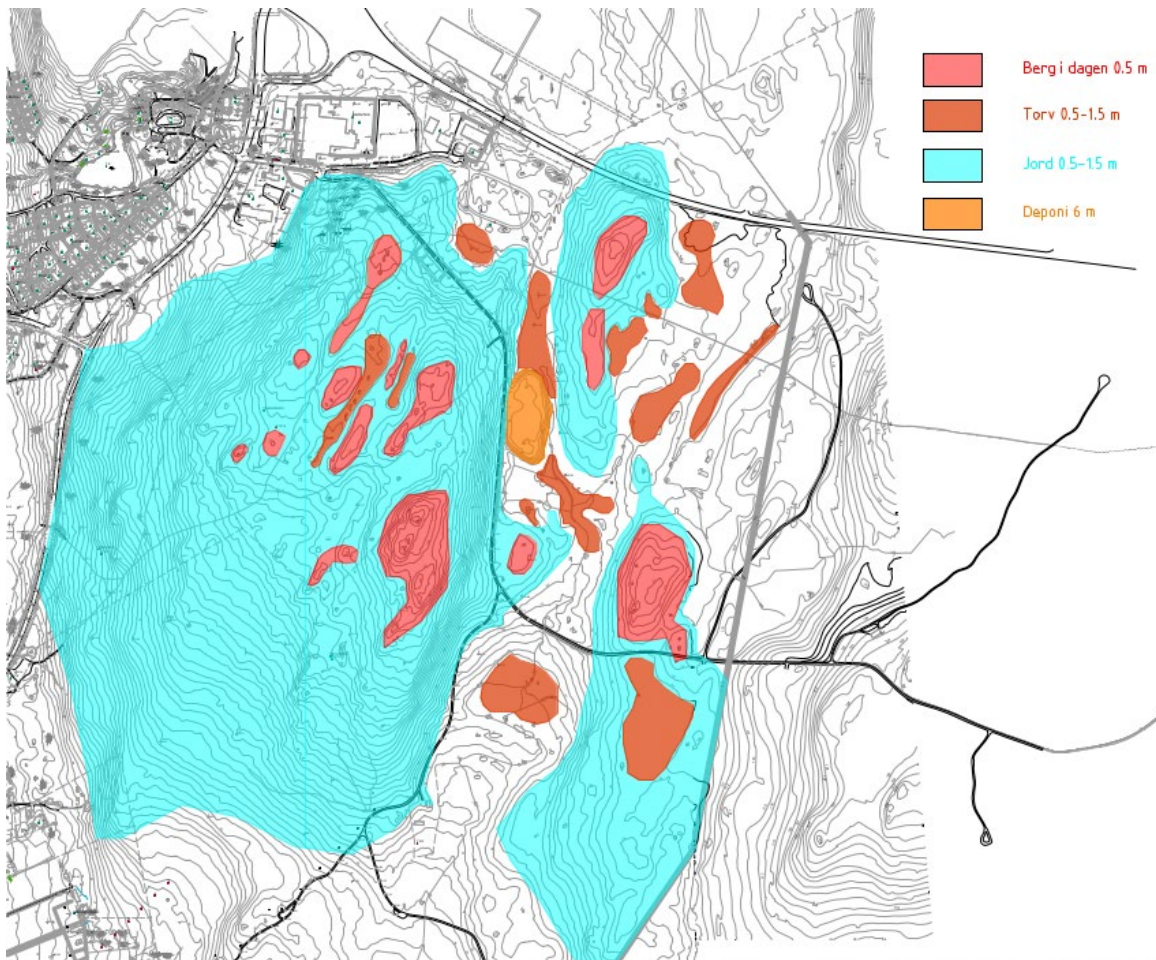
Torv klassas som icke återanvändbara schaktmassor och kan inte användas som till exempel fyllnadsmassor till vägar eller byggnader men kan med fördel brukas till att anlägga bullervallar eller liknande. I områden där torv förekommer ska utskiftning av all organisk jord utföras på platser för blivande byggnader- och anläggningsdelar (Sweco, juni 2023).

Exempel 1: En 5 meter bred väg med en överbyggnad på 1 meter och 1:2 slänter kräver cirka 5,5 m³ förstärkningslager (0-90-material) per löpmeter. Om hälften av allt berg i dagen som finns inom området (cirka 128 600 m³) sprängs, schaktas och krossas för att sedan återbrukas, skulle detta täcka behovet för förstärkningslager för cirka 23 km väg.

Exempel 2: Tjockleken på jordlagret för att anlägga en gräsmatta bör vara cirka 0,30 m. Om 10% av jordmaterialet (motsvarande 1 394 057 m³) inom området schaktas ur täcker detta behov av jord motsvarande drygt 200 fotbollsplaner. Dessa massor kan användas för att anlägga gräsytor, slänter, kullar, etc.

(Vid anläggning av gräsyta på berg krävs även ett fukthållande lager av lera under jordlagret. Detta kräver ett större jorddjup.)

Massor från deponin fraktas bort till anvisad mottagning.



Figur 7. Översikt markslag. (Sweco, juni 2023)

Eftersom området är såpass stort, påverkas massbalansen mycket även av mindre justeringar i höjdsättningen.

Exempel: Körplanen som planeras att anläggas i områdets södra delar har en area på cirka 250 000 m². Överbyggnaden för denna körplan antas vara minst 1 meter tjock vilket innebär en volym på minst 250 000 m³.

Skulle körplanens marknivå höjas med 0,50 m över dagens projekterade nivå skulle detta innebära en volymökning med 125 000 m³. Från 250 000 till 375 000 m³.

6 Slutsatser

Förändrad landskapskaraktär

Området idag karaktäriseras av ett kuperat skogslandskap. Det nya regementets, med dess yta omkring ca 107 hektar, innebär en radikal topografisk förändring efter exploatering då en stor andel hårdgjord yta, med tillhörande byggnader, ersätter skogsmarken. Omfattande sprängnings- och schaktarbeten kommer att behöva genomföras till förmån för att skapa tillräckligt plana ytor för att anlägga såväl typbyggnader som tillgängliga körytor för fordon med olika dimensioneringsbehov. Anpassat höjdsättningsarbete följt av massbalansanalyser har bekräftat att stora massor kommer behöva hanteras i området. Höjdsättningen kommer att behöva hantera omfattande topografiska anpassningar till befintlig mark utanför planområdet. Vid fortsatt markprojektering bör vidare en mer detaljerad höjdsättning tas fram för att säkerställa att inget vatten blir stående intill huskropp.

Kompletterande NVI erfordras

Naturvärdesinventeringen har gjorts för den del av området där regementet planerats i den initiala inplaceringsstudien. Inplaceringsstudien byggde i princip helt på standardplanen för ett s.k. *typregemente*, men sedan det togs fram har förutsättningarna förändrats och ett större artilleriregemente har tagit form. En kompletterande naturvärdesinventering bör därför tas fram över de tillkommande områdena, för att kartlägga vad som finns i området och vad som är viktigt att bevara, samt vilka skydd de omfattas av.

Tillfredställande totalstabilitet och bergkvalitet

Genomförd geoteknisk undersökning bedömer totalstabiliteten i områdes som tillfredställande. Bergkvaliteten bedöms också vara av sådan kvalitet att den kan krossas och användas som förstärkningslager.

Överskott av massor

Volymförhållandet mellan befintlig och projekterad marknivå ser i dagsläget gynnsam ut. Med ett förmodat överskott på drygt 300 000 m³ schaktmassor bör en stor del av vägnätets överbyggnadsbehov täckas. Berg och jord antas till största del bestå av byggbara massor, vilka kan återanvändas för byggnation av vägar, hus, etc. Allt organiskt material i form av exempelvis torv bör schaktas ur där byggnader, vägar eller andra anläggningsdelar planeras anläggas. Dessa schaktmassor bör heller ej användas som fyllnadsmaterial för vägar eller byggnader. För att få fram ett mer precist förhållande mellan projekterad marknivå och befintlig berggrund krävs en mer omfattande geoteknisk undersökning.

På grund av områdets storlek påverkas utfallet av massbalansen i hög grad av mindre justeringar i höjdsättning och layout. Om marknivån på ett 250 000 m²stort område höjs med 0,5m skulle detta innebära en volymökning med 125 000 m³. Detta i sin tur skulle innebära att den totala överskottsvolymen nästan halveras. Med andra ord kan fortsatt höjdsättningsarbete komma att resultera i ansenligt större eller mindre behov av byggbara massor. Detta är en parameter som bör tas i beaktning vid framtida detaljprojektering.

7 Kommande arbete

Följande punkter har identifierats som kritiska och behöver utredas närmre i kommande arbete:

- Höjsättningen av området behöver fördjupas och detaljredovisas efter planerad dagvattenavrinning och slutgiltig situationsplan.
- Studera den nya markens anslutning mot befintlig topografi och klargöra hur mötena ska utformas.
- Studera möjliga platser inom eller nära området där det är möjligt att placera/använda icke byggbara massor.
- Säkerställa att funktionen av E18 inte påverkas av schakt- och sprängningsarbete.
- Projektera hur diken ska ansluta mot vägbana och terräng samt utbredning och utformning.
- Uppskatta och beräkna trafikmängder och laster för att möjliggöra dimensionering av överbyggnader. (Antal fordon som brukas inom området, antal transporter till och från området, storlek på transporter, etc.).
- Dimensionera överbyggnader för vägar och andra hårdgjorda ytor med hänsyn till de geotekniska förhållanden som råder.
- I ett senare skede bör en förfinad geoteknisk undersökning utföras där bergnivåer och sämre jordarter såsom t.ex. torv kartläggs än mer noggrant.

8 Källhänvisning

- Nationell Höjdmodell grid 1+ (Lantmäteriet, 2017).
- *Dagvattenutredning A 9 Harberget Kristinehamn* (Sweco, juni 2023).
- *Skyfallsutredning Regemente A9, Kristinehamn. Underlagsrapport Fördjupad inplacering A9, Kristinehamn* (Sweco, uppdaterad 2023).
- *Naturvärdesinventering (NVI) Vid Kristinehamn, Kristinehamn kommun, inför planerat regementsområde, 2022* (Calluna 2022).
- *PM Geoteknik* (Sweco, juni 2023).

