

Handläggare  
Irene Geuken  
Tel  
072 238 30 99

Datum  
2022-04-11  
Projekt ID  
205 351

E-post  
Irene.Geuken@afry.com

Mottagare  
Haninge Kommun

## PM Bergteknik

Sulfidutredning Norrby 2021/2022



AFRY 2022-04-11  
Irene Geuken

Granskare  
Eva Svensson (AFRY)/Eva Johansson  
(Envix), Kristin Stadling (Envix)

## Innehållsförteckning

1	Bakgrund .....	4
2	Sulfidutredning bakgrund .....	5
2.1	Bildning av surt lakvatten.....	5
2.2	Acid Rock Drainage (ARD) och berganvändning.....	5
3	Sulfidutredning metodik .....	6
3.1	Totalsvavel.....	6
3.2	Acid-Base Accounting .....	6
3.3	Analys NAGpH .....	7
3.4	AMIRA ARD Test Handbok .....	7
3.5	Analys av metaller och grundämnen .....	8
3.6	Statistik .....	9
3.6.1	Medelvärde och median .....	9
3.6.2	Provpopulation.....	9
4	Platsbesök och provtagning .....	10
4.1	Berggrundskartering.....	10
4.2	Mineralogi och mikroskopering.....	11
4.2.1	Handstuffer .....	11
4.2.2	Kaxprov .....	11
5	Resultat .....	16
5.1	Analysresultat totalsvavel.....	19
5.2	Analysresultat ABA .....	19
5.3	Analysresultat NAGpH.....	19
5.4	Analysresultat metaller/halvmetaller.....	20
6	Sulfidutredning bedömning .....	22
6.1	Bedömning från AFRYs undersökning.....	22
6.2	Bedömning Bjerking's undersökning .....	23
6.3	Sammanfattande bedömning .....	23
6.4	Andra bedömningsparametrar.....	23
6.5	Utlakning av metaller och halvmetaller .....	24
6.5.1	Metallhalter jämför med referensvärden Mindre än Ringa Risk, KM och MKM.....	24
6.6	Bedömning risken utlakning av metaller/halvmetaller .....	24
7	Vidare utredning och rekommendationer .....	25
7.1	Generella rekommendationer, hanteringsplan och kontrollprogram.....	25
7.1.1	Hanteringsplan bergschakt .....	25
7.1.2	Hanteringsplan bergslänter.....	26
7.1.3	Kontrollprogram.....	26
7.2	Massor som planeras att loss hållas inom projektet .....	27

7.2.1	Deponi.....	28
7.2.2	Användning av obehandlade massor.....	28
7.2.3	Användning av behandlade massor .....	29
8	Referenser.....	30



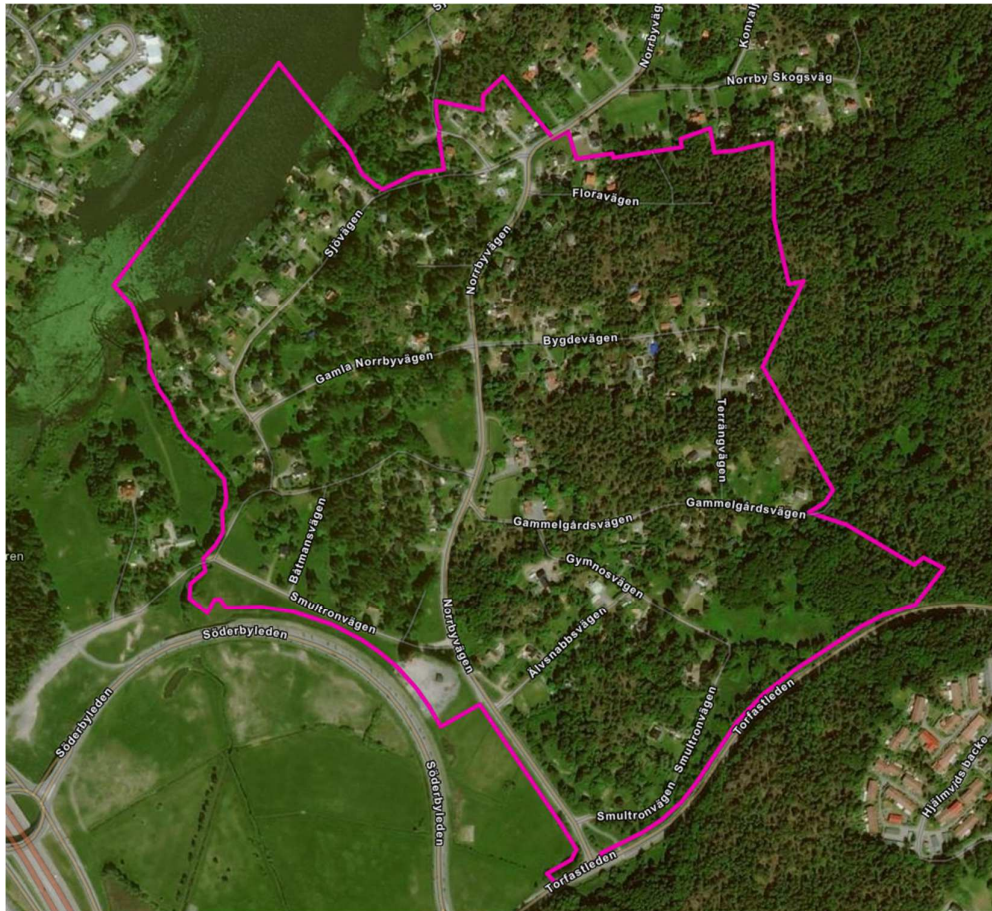
# 1 Bakgrund

På uppdrag av Haninge Kommun har AFRY utfört bergtekniska undersökningar i området Norrby (Figur 1) där Haninge kommun avser att upprätta en ny detaljplan för utbyggnad av kommunalt vatten och avlopp, förbättrad vägstandard samt möjliggöra ytterligare permanentboende. Syftet med de bergtekniska utredningarna har varit att utreda om de bergmassor som kommer att loss hållas inom projektet är sulfidförande och syrabildande och om de kan återanvändas inom projektet.



Figur 1. Översiktskarta med undersökningsområdet ungefärliga placering markerat.

Norrby består mest av småhusbebyggelse och området gränsar till Drevviken i nordväst, vägarna Smultronvägen och Norrbyvägen i sydväst, Torfastleden i söder samt naturlig skogsmark i sydost (Figur 2).



Figur 2. Undersökningsområdet markerat med lila.

## 2 Sulfidutredning bakgrund

### 2.1 Bildning av surt lakvatten

Vid bergarbete som schaktning, krossning och sprängning exponeras bergmaterial för en oxiderande miljö (syre och vatten). Om sulfidmineral förekommer (exempelvis pyrit ( $\text{FeS}_2$ ), kopparkis ( $\text{CuFeS}_2$ ) m.fl.) i tillräckligt hög koncentration kan surt lakvatten bildas då vittringen av dessa mineral innebär bildandet av svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Surt lakvatten ökar även lösningsförmågan för grundämnen med ursprung från bergmaterialet vilket riskerar att förorena omgivningen. Den omgivande miljön kan då påverkas negativt av surt lakvatten. Förekommande karbonatmineralogi (och till viss del annan mineralogi) i bergmaterialet kan buffra den försurande reaktionen och därför minska den negativa effekten av eventuellt högt sulfidinnehåll (GARD guide, 2021).

### 2.2 Acid Rock Drainage (ARD) och berganvändning

Acid Rock Drainage eller ARD (GARD Guide, 2021) är processen där sulfidhaltiga bergmassor oxiderar och bildar surt lakvatten.

I oxideringsprocessen bryts bindningen mellan svavel och järn och ämnena kan gå i vattenlösning. Reaktionen frigör vätejoner vilket sänker pH och gör vattnet surt. Lägre pH-nivåer gör att vittringen av andra mineral går snabbare. Denna process är naturlig



och pågår hela tiden i naturen men genom att spränga ut berg i samband med byggnation av tex. tunnlar eller bergschakt och krossa ned materialet till finare kornstorleksfraktioner så ökar den specifika ytan som kan utsättas för oxidation vilket gör att vittringsprocesserna accelererar (GARD Guide, 2021).

Utöver kornstorleksfraktionen på det uttagna berget har även mängden material betydelse samt hur det förvaras/ används. Detta då mer material innebär större andel sulfidmineral vid förekomst (främst pyrit), likaså dimensionerna (höjd och skrymdensitet) på objektet (ex. upplag, konstruktionsfyllnad) vilket resulterar i den totala mängden material tillgängligt per ytenhet (Naturvårdsverket, 2010).

ARD är en av de viktigaste källorna till förorening vid gruvdrift, men problematiken med ARD är inte begränsat till gruvindustrier utan förekommer också vid konstruktionsarbeten då berg sprängs och/eller schaktas och krossas.

### 3 Sulfidutredning metodik

Kapitlet avser att beskriva analysmetoder, referensvärden och bedömningsgrunder vilka utgör grund för tolkning och bedömning av resultat. Som vägledning för sulfidbedömning i denna utredning har olika referensverk använts.

#### 3.1 Totalsvavel

För bedömning av hur mycket svavel ett bergmaterial ska innehålla för att anses som potentiellt syrabildande brukar 0,1% totalsvavelhalt anges som riktvärde. Riktvärdet anges i Stockholm stads Vägledning - Provtagning och klassificering av sulfidförande berg (2021). Andra regelverk som t.ex. Trafikverkets handbok för sulfidförande berg (2015, under revidering) anger samma gräns, 0,1% som förhöjd halt svavel, dock är deras handbok tillbakadragen och riktvärden kan komma att ändras.

Även i 6 § i Förordning om utvinningsavfall (SFS 2013:319) anges att utvinningsavfall bedöms som inert om totalsvavelhalt är <0,1% men att halten får vara upp till 1% om neutraliseringspotentialen är tre gånger så stor som syrabildningspotentialen (se kapitel 3.2).

#### 3.2 Acid-Base Accounting

Acid Base Accounting (ABA) är en analysmetod som syftar till att geokemiskt karaktärisera bergavfall och bergmassor. ABA-analysen mäter mängden totalsvavel/sulfider i förhållande till mängden buffrande mineral i bergmaterialet, med andra ord, ABA-analysen kvantifierar syrabildningspotentialen, Acid Potential (AP) och neutraliseringspotentialen, Neutralization Potential (NP). Därefter kan man karaktärisera resultatet med neutraliseringspotentialförhållandet, Neutralization Potential Ratio, (NPR), kvoten mellan NP/AP.

$$NPR = \frac{NP}{AP}$$

Det är viktigt att känna till att i ABA-analysen får man främst fram den neutraliseringspotential som utgörs av karbonatnehålllet i provmaterialet. Eventuellt övriga förekommande mineral vilka skulle kunna buffra men som reagerar långsammare än karbonater (vilka i princip reagerar omedelbart) hinner oftast inte reagera under det korta förlopp som analysen tar (totalt ca ett dygn). Detta kan bidra till att ABA kan underskatta neutraliseringspotentialen beroende på mineralogi.

Tabell 1 redovisar klassificeringstabell för kvoten mellan den neutraliserande potentialen (NP) och den syrabildande potentialen (AP), Net Potential Ratio (NPR) enligt GARD Guide (2021). Prov med  $\text{NPR} < 1$  bedöms vara potentiellt syrabildande, prov med  $1 < \text{NPR} < 3$  bedöms som osäkra och prov med  $\text{NPR} > 3$  bedöms som ej syrabildande. Även Naturvårdsverket (2010) anger att den neutraliserande kapaciteten bör vara tre gånger så stor som den syrabildande kapaciteten för att undvika försurning.

Acid Base Accounting utförs enligt Svensk Standard SS-EN 15875 från 2011.

Tabell 1. Klassificeringstabell av NPR-värden enligt GARD Guide (2021).

NPR	Bedömning
$>3$	Ej syrabildande
1-3	Osäkerhetszon
$<1$	Potentiellt syrabildande

### 3.3 Analys NAGpH

Syftet med analysprogrammet är att undersöka nettoförsurningspotentialen. Provet oxideras med väteperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) som snabbt oxiderar alla eventuella sulfider. Den genererade syran kommer att reagera med eventuella buffrande (neutraliserande) mineral i provet. Resulterande pH mäts. Därefter titreras provet för att ta reda på hur mycket syra som producerades.

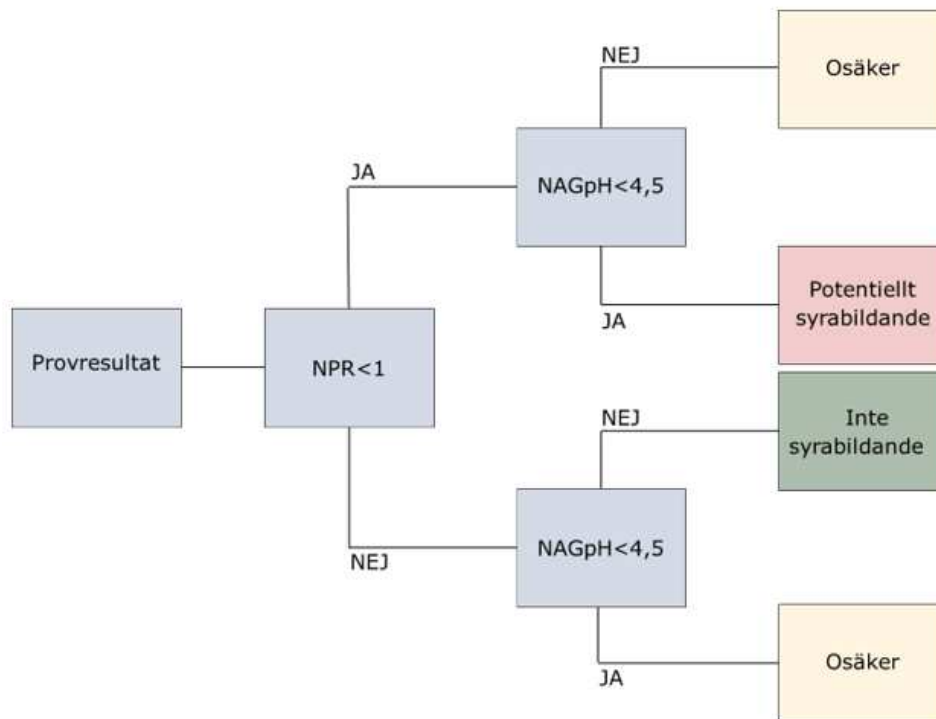
Det är viktigt att påpeka att detta inte är detsamma som ett vanligt laktest och det pH som rapporteras inte är detsamma som det pH som fås i naturligt lakvatten så som regn som silar genom materialet skulle få. NAG-testet är ett accelererat laktest under extrema förhållanden där det resulterande pH värdet även är påverkat av väteperoxiden.

Det resulterade värdet från NAGpH analysen ska vara  $>4,5$  för att bedömas som icke syrabildande (AMIRA, 2002 och GARD guide, 2021).

### 3.4 AMIRA ARD Test Handbok

AMIRA (Australian Mineral Industry Research Association) är en oberoende, numera global organisation med inriktning på gruvdrift och hållbarhet. De hanterar frågor kring ARD och har gett ut en handbok för bedömning av sur avrinning, (Protocol Booklet for Assessment of the Acid Forming Potential of Mine Waste Materials (2002), eller kortare ARD Test Handbook).

Handboken tillhandahåller ett flödesschema (för bedömning av huruvida ett bergprov utgör risk för surt lakvatten baserat på de standardiserade testerna ABA och NAG), se Figur 3.



Figur 3. AMIRA flödesschema som visar screeningtester som används för att uppskatta försurning från bergmaterial (ARD), beslutsnoder och olika kategorier av försurande bergmaterial. Bearbetat från AMIRA (2002).

### 3.5 Analys av metaller och grundämnen

Som referensvärden i denna PM används gränsvärden från Naturvårdverkets handbok (2010). Dock är denna handbok under revidering och kan komma att ändras. Naturvårdsverket (2010) beskriver halter från avfall som återvinns för anläggningsändamål som utgör en risk som är mindre än ringa (Tabell 2). Halter som överstiger referensvärden anser Naturvårdsverket vara antingen anmälningspliktiga eller tillståndspliktiga.

Enligt Naturvårdsverket (2010) krävs kunskap om både halt och utlakning för att kunna bedöma väsentliga risker enligt modellen för beräkning av nivåer. Att utgå enbart från halten i bergmaterialet medför att föroreningsrisken för yt- och grundvatten inte bedöms.

Referensvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket, 2016) har tagits med eftersom de flesta entreprenörer som tar emot bergmassor använder dessa riktvärden som krav.



Tabell 2. Naturvårdverkets referensvärden för nivåer för mindre än ringa risk (Naturvårdsverket, 2010) samt Naturvårdsverkets gränsvärden för KM och MKM (Naturvårdsverket, 2016). Samtliga värden i ppm.

Ämne	Nivåer för mindre än ringa risk	KM	MKM
As (Arsenik)	10	10	25
Ba (Barium)	-	200	300
Cd (Kadmium)	0,2	0,8	12
Co (Kobolt)	-	15	35
Cr (Krom)	40	80	150
Cu (Koppar)	40	80	200
Hg (Kvicksilver)	0,1	0,25	2,5
Mo (Molybden)	-	40	100
Ni (Nickel)	35	40	120
Pb (Bly)	20	50	400
Sb (Antimon)	-	12	30
V (Vanadin)	-	100	200
Zn(Zink)	120	250	500

## 3.6 Statistik

### 3.6.1 Medelvärde och median

För att bedöma materialets försurningskapacitet och halten metaller/halvmetaller kan medelvärden eller andra statistiska metoder användas enligt Naturvårdsverket vägledning "Beskrivande statistik och presentation" (2021). För geokemisk analys av metaller/halvmetaller beräknas ett medel- och medianvärde för att ge en bild av den losstagna bergmassan som helhet.

### 3.6.2 Provpopulation

En bedömning kan göras för att bedöma om de tagna proven tillhör en eller flera provpopulationer, tex. om det finns en eller flera bergarter i området. Varje bergart kan behandlas som en enskild provpopulation. Om det finns tydliga områden med distinkt annorlunda analysresultat kan proverna delas upp i olika populationer och varje population behandlas statistiskt var för sig. I dessa fall kan det bli aktuellt att hålla isär bergmassorna när de lossas och hanteras.

## 4 Platsbesök och provtagning

Platsbesök genomfördes av AFRY 2021-09-10 av Niclas Larsson (geolog, AFRY) och Gustav Dahl (geolog, AFRY). Vid platsbesöket har berggrunden karterats översiktligt och handstuffer har samlats in. Syftet med platsbesöket var även att fastställa borrhypor för den planerade kaxprovtagningen (jb-sondering).

Berggrunden inom projekteringsområdet där sprängning och/eller schakt planeras har provtagits av AFRY under september - oktober 2021 med Jb-sondering då borrhypor togs upp. Totalt togs 31 prover (Tabell 4). En översikt av provpunkternas placering i området återfinns i Figur 8. Jb-sondering (kaxprover) utfördes av Richard Sundström (fältgeotekniker, AFRY), Josef Palo (fältgeotekniker, AFRY), och Mikael Jaako (fältgeotekniker, AFRY) med borrhypor av typen GM75 och GM8.

### 4.1 Berggrundskartering

Enligt SGUs berggrundskarta (Figur 4) dominerar berggrunden inom området av sedimentgnejs (ljusblå i Figur 4) och metabasit, en omvandlad/metamorf mörk bergart, (grön i Figur 4).

Vid platsbesöket samlades information om bergart vid 18 observationspunkter som redovisas i Tabell 3, A – R. Utöver bergart anges för varje punkt koordinater samt miljö.

Vid den översiktliga karteringen som gjordes vid platsbesöket bedömdes bergarten med mest utbredning vara en granatförande sedimentgnejs (metamorf) med tydlig bandning och inslag av glimmer. Rost noterades på sprickytor. Exempel på sedimentgnejsen redovisas i Figur 5, A-D, i Figur 6, A, C och D samt i Figur 7, A-E.

Vid två områden karterades berggrunden som en metabasit (vid K/Prov 2 samt vid R), möjligtvis av vulkaniskt ursprung. Bergarten består bl.a. av ljusa korn av fältspat samt mörkare korn av pyroxen. Skrapprov från bergarten var något magnetisk. Ingen tydlig rost noterades. Exempel på metabasiten redovisas i Figur 5, E-F samt i Figur 6, B.

Fyra prover (handstuffer) samlades in som referensprov. Tre stufvprover togs från gnejsen och ett stufvprov togs från metabasiten. Foton på proverna visas i Figur 6. Vid provtagning togs proverna, i den mån det gick, över en större yta för att få ett så representativt prov som möjligt. Punkter för provtagning syns i Figur 4 och redovisas även i Tabell 3 tillsammans med koordinater.

Tabell 3. Lista över observationspunkter (PlatsID) samt prov (handstuffer) tagna under platsbesöket. För varje prov har koordinater tagits, bergart och miljö har noterats.

PlatsID	Koordinater		Bergart	Miljö
A	59.194682	18.159191	Sedimentgnejs	Skog
B	59.194624	18.159905	Sedimentgnejs	Skog
C	59.194604	18.16043	Sedimentgnejs	Skog
D	59.194936	18.161199	Sedimentgnejs	Skog
E	59.194369	18.160579	Sedimentgnejs	Skog
F	59.19432	18.156802	Sedimentgnejs	Väg
G	59.193937	18.156264	Sedimentgnejs	Väg
H	59.193426	18.156518	Sedimentgnejs	Väg
I	59.19338	18.158598	Sedimentgnejs	Väg
J	59.192033	18.161304	Sedimentgnejs	Väg
K	59.191581	18,164766	Metabasit	Skog
L	59.191695	18.16055	Sedimentgnejs	Väg
M	59.191751	18.159429	Sedimentgnejs	Väg
N	59.191311	18.158259	Sedimentgnejs	Väg
O	59.191064	18.158403	Sedimentgnejs	Väg
P	59.191395	18.157026	Sedimentgnejs	Väg
Q	59.192111	18.154822	Sedimentgnejs	Väg
R	59.191817	18.153849	Metabasit	Väg
Prov 1	59.194712	18.159955	Sedimentgnejs	Skog
Prov 2	59.191592	18.164599	Metabasit	Skog
Prov 3	59.191681	18.159986	Sedimentgnejs	Väg
Prov 4	59.192056	18.154098	Sedimentgnejs	Väg

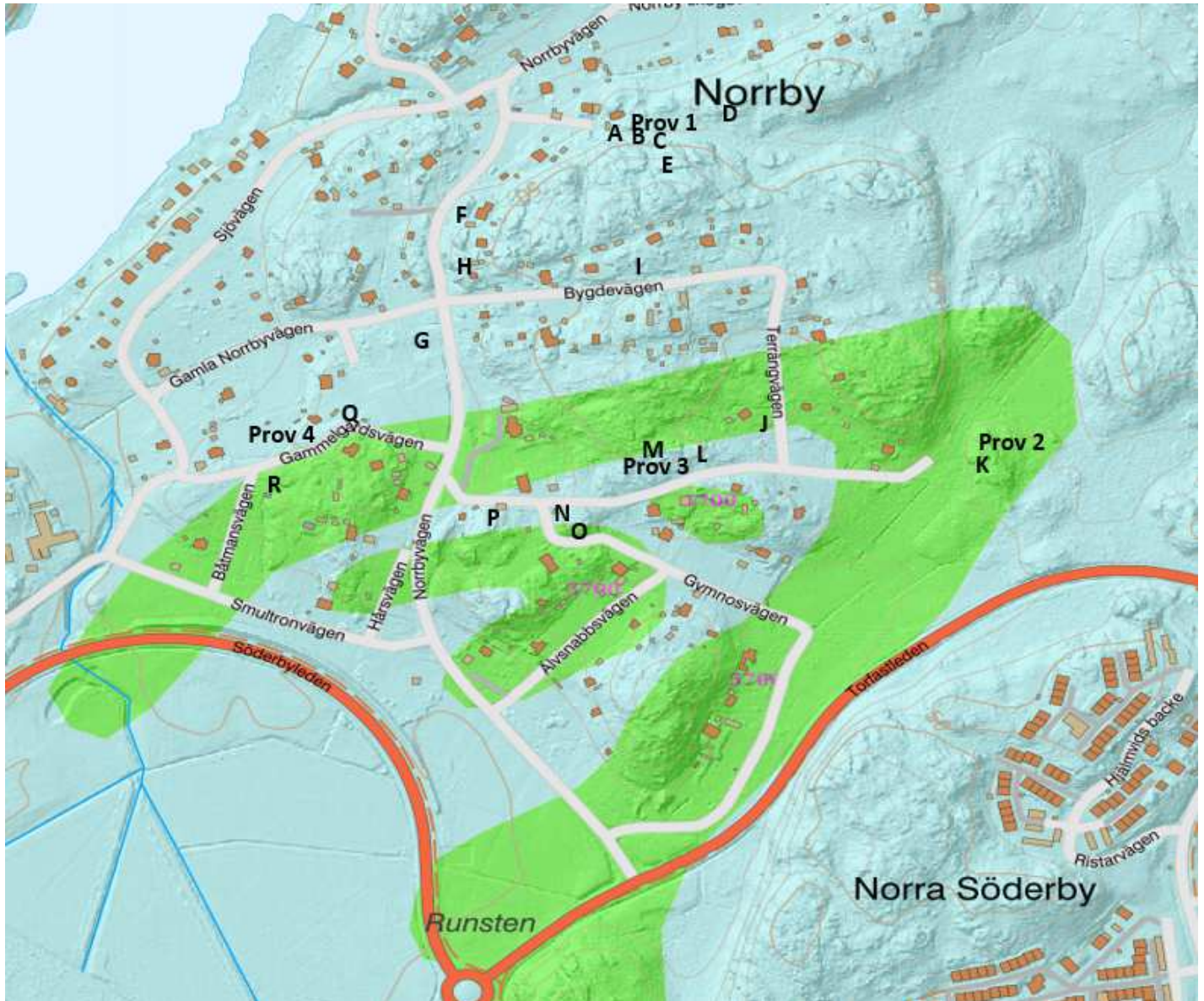
## 4.2 Mineralogi och mikroskopering

### 4.2.1 Handstuffer

De prover (handstuffer) som togs har studerats avseende mineralogi, främst för att identifiera eventuella sulfidmineral. Proverna har studerats med lupp. De tre proverna som togs från sedimentgnejsen domineras av mineralerna kvarts, glimmer och fältspat (se Figur 5, A-D). Provet som togs från metabasiten domineras av kvarts, biotit och amfibol/pyroxen (se Figur 5, B). Inga synliga sulfidmineral noterades i handstufferna.

### 4.2.2 Kaxprov

Några av kaxproverna (21AF021, 21AF023, 21AF028, 21AF042 och 21AF047) har studerats med lupp samt med digitalt mikroskop (Dino Lite Edge). Proverna, som samtliga bedömts vara sedimentgnejs, domineras av mineralerna kvarts, biotit, fältspat med inslag av granater. Proverna uppvisar spår av rost men inga synliga sulfider har kunnat identifierats i kaxproven (Figur 7).



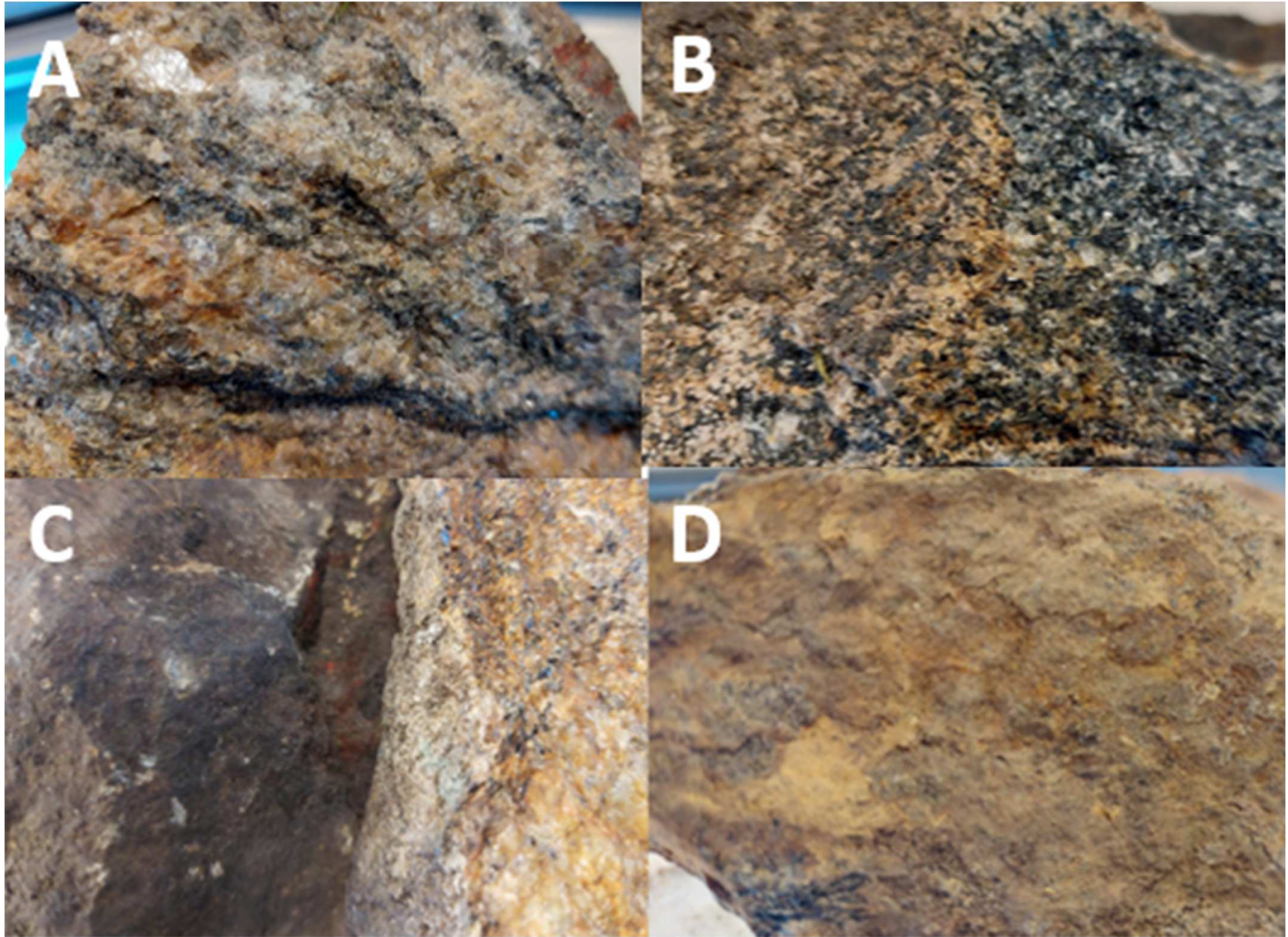
Figur 4. Utdrag ur SGU's kartvisare. Ljusblå färg i kartan representerar sedimentgnejs och grön färg representerar metabasit. Observationspunkter (A-r) samt provtagningspunkter (handstuffer, Prov 1-4) inom området.





Figur 5. A-D exempel på sedimentgnejs. E-F exempel på metabasit. **A.** Observationspunkt E, bandad sedimentgnejs. **B.** Observationspunkt F, sedimentgnejs. **C.** Observationspunkt P, sedimentgnejs med tydlig bandning och synlig granat. **D.** Observationspunkt M, sedimentgnejs med tydlig bandning och granater. **E.** Observationspunkt K, metabasit och trolig gångbergart (svart) i mitten av bilden. **F.** Observationspunkt R, metabasit.





Figur 6. Bilder av handstuffer, prov 1-4. **A.** Prov 1. Sedimentgnejs, tydlig folierad eller bandad med omväxlande ljusa och mörka lager av kvarts/ fältspat och mörka glimmermineral (biotit), tunn vittringshud med rostiga inslag. **B.** Prov 2. Metabasit, massformig till någon foliation, mycket vittrad, rostig, mineraler inkluderar kvarts, biotit, amfibol och/eller pyroxen, mindre andel fältspat. **C.** Prov 3. Sedimentgnejs, otydligt folierad, extremt rostig och vittrad stuff. Biotitrik, med mycket kvarts och lite fältspat. **D.** Prov 4. Sedimentgnejs, otydlig foliation, gulbrunaktig, extremt rostig med tjock vittringshud, biotitrik, kvartsrik, även en del grövre kvartskristaller.



Figur 7. Exempel på mikroskoperade bilder av kaxprover. Digitalt mikroskop Dine Lite Edge. 65x förstoring. **A.** Prov 21AF021. Tydliga kvartskorn, biotitkorn, plagioklas, granatkorn, inga synliga sulfider, viss rostighet. Sedimentgnejs. **B.** Prov 21AF023. Tydliga kvartskorn, biotitkorn, även korn av plagioklas. Inga synliga sulfider. Sedimentgnejs. **C.** Prov 21AF028. Tydliga kvartskorn, biotitkorn, även korn av plagioklas och granat, inga synliga sulfider. Sedimentgnejs. **D.** Prov 21AF042. Mycket kvartskorn, biotitkorn, fältspatskorn, antagligen ett korn av granat överst i mitten. Inga synliga sulfider. Sedimentgnejs. **E.** Prov 21AF047. Mycket kvartskorn, mycket små biotitflagor/korn, fältspatskorn, granatkorn, inga direkt synliga sulfider. Sedimentgnejs.

## 5 Resultat

Totalt har 31 prov analyserats med avseende på totalsvavelhalt, 14 prov har genomgått NAGpH analys och 5 prov genomgått ABA-analys. Resultat av utförda analyser redovisas i sin helhet i Bilaga 1 och en sammanställning av resultaten presenteras i Tabell 4 tillsammans med bedömning utifrån GARD Guide (2022) och AMIRA (2002). Figur 8 nedan visar ungefärliga positioner av provtagningsplatserna och totalsvavelhalter samt bedömning av syrabildande potential. Samtliga analyser har utförts av Envix Nord AB i Umeå.

Tabell 4. Sammanställning analysresultat totalsvavel-, ABA-analyser samt NAGpH-analyser. Bedömning är gjord utifrån (GARD guide (2021) och AMIRA (2002)). \*bedömning som förklaras i text nedan.

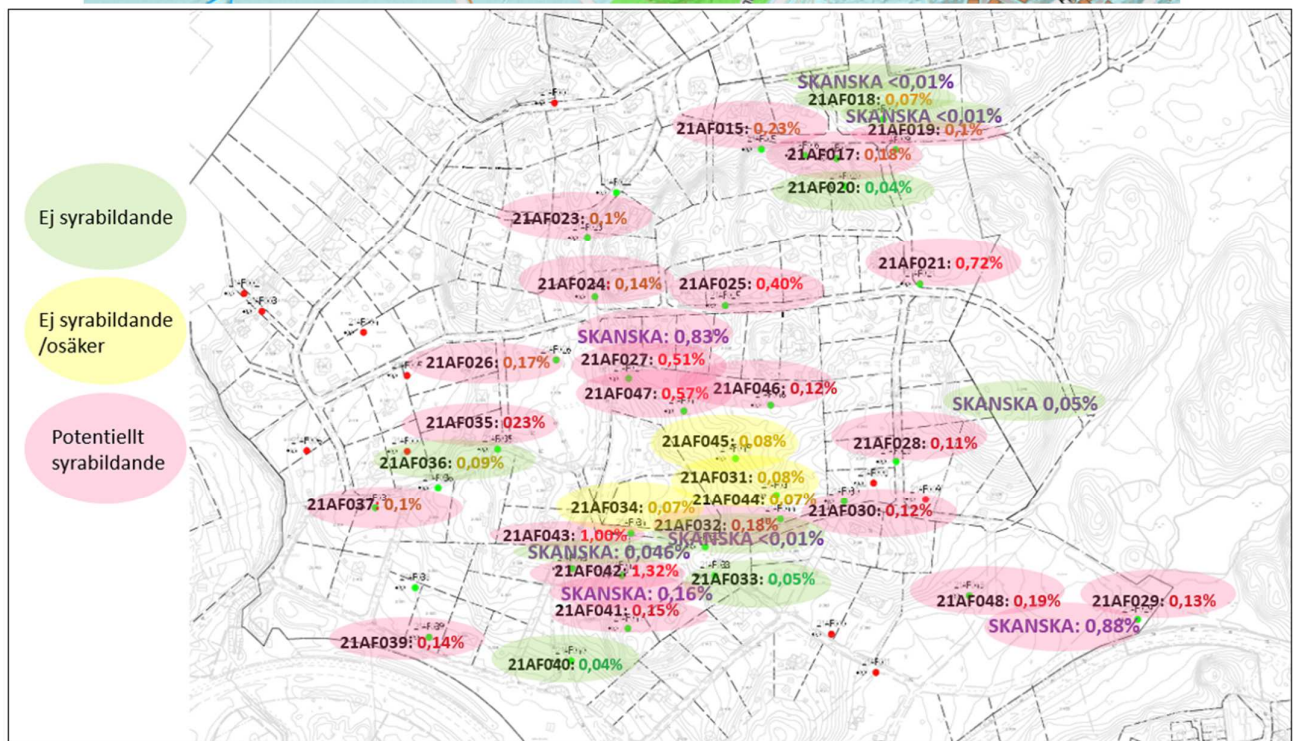
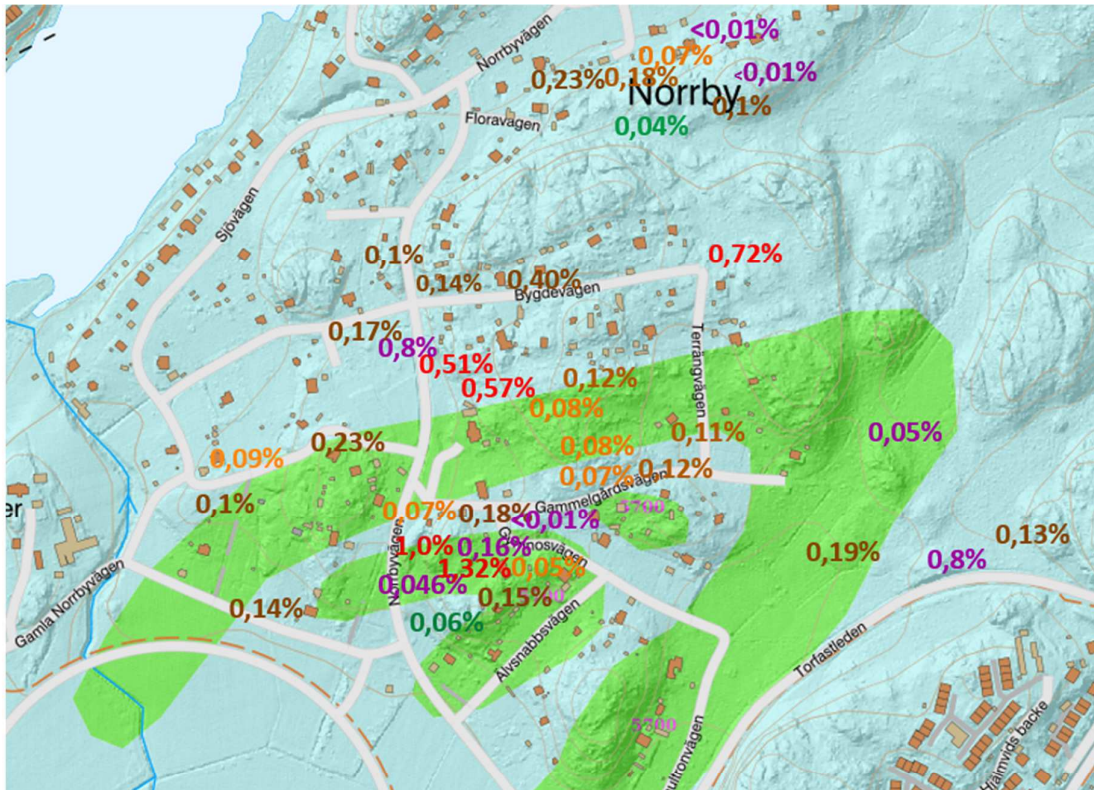
ProvID	Totalsvavel %	ABA Analys			NAGpH	Bedömning
		NP	AP	NPR		
21AF015	0,23	-	-	-	3,0	Potentiellt syrabildande
21AF017	0,18	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF018	0,07	6,00	1,40	4,29	-	Ej syrabildande
21AF019	0,10	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF020	0,04	8,00	0,90	8,89	3,16	Ej syrabildande*
21AF021	0,72	-	-	-	2,76	Potentiellt syrabildande
21AF023	0,10	-	-	-	3,61	Potentiellt syrabildande
21AF024	0,14	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF025	0,40	-	-	-	2,85	Potentiellt syrabildande
21AF026	0,17	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF027	0,51	-	-	-	2,86	Potentiellt syrabildande
21AF028	0,11	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF029	0,13	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF030	0,12	-	-	-	3,87	Potentiellt syrabildande
21AF031	0,08	-	-	-	-	Ej syrabildande/osäker
21AF032	0,18	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF033	0,05	-	-	-	4,53	Ej syrabildande
21AF034	0,07	-	-	-	-	Ej syrabildande/osäker
21AF035	0,23	5,00	9,40	0,53	4,74	Potentiellt syrabildande*
21AF036	0,09	5,00	1,30	3,85	3,84	Ej syrabildande*
21AF037	0,10	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF039	0,17	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF040	0,04	-	-	-	4,11	Ej syrabildande/osäker*
21AF041	0,15	-	-	-	3,12	Potentiellt syrabildande
21AF042	1,32	4,00	42,80	0,09	2,42	Potentiellt syrabildande
21AF043	1,00	-	-	-	2,28	Potentiellt syrabildande
21AF044	0,07	-	-	-	-	Ej syrabildande/osäker
21AF045	0,08	-	-	-	-	Ej syrabildande/osäker
21AF046	0,12	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande
21AF047	0,57	-	-	-	2,67	Potentiellt syrabildande
21AF048	0,19	-	-	-	-	Potentiellt syrabildande



För jämförelse redovisas här även resultat från undersökning utförd av Bjerking (2021). Bjerking har utfört provtagningar på uppdrag av Skanska Nya Hem AB. Analyser har gjorts på totalsvavel som redovisas i Tabell 5.

*Tabell 5. Resultat totalsvavel från provtagning utförd av Bjerking på uppdrag av Skanska Nya Hem AB.*

<b>Provid</b>	<b>Totalsvavel %</b>
21B05	0,83
21B13	0,16
Norrby C	0,046
Norrby D	<0,01
21B25	0,88
Norrby H	0,05
Norrby M-1	<0,01
Norrby M-2	<0,01



Figur 8. Övre: översiktlig karta med ungefärlig placering av provpunkter och totalsvavelhalter. Lila siffror = resultat från Bjerkings undersökning på uppdrag av Skanska Nya Hem AB. Nedre: Översiktlig karta med ungefärlig placering av provpunkter och totalsvavelhalter samt färgmarkeringar med bedömning av proverna (utifrån samlad bedömning av svavelhalts-, ABA- och NAGHPH-analyser). Grön text = svavelhalt <0,05%, guldig text = svavelhalt 0,05 -0,1%,

*brun text = svavelhalt 0,1-0,5%, röd text = svavelhalt >0,5%. Lila text = resultat från Skanskas undersökning.*

## 5.1 Analysresultat totalsvavel

Av de totalt 31 proverna har 22 prov från AFRYs provtagning har en totalsvavelhalt som överstiger 0,1% vilket är gränsen för att anses som potentiellt syrabildande med avseende på svavelhalt (Stockholms stad 2021, SFS 2013:319). 5 prov av dessa har relativt höga totalsvavelhalter (över 0,5%) varav två prov har mycket höga totalsvavelhalter på 1.0% respektive 1.32%. Av resterande 9 prov med lägre totalsvavelhalter har 7 prov låga halter på mellan 0,05 och 0,1 % och 2 prover har mycket låga totalsvavelhalt under 0,05%.

3 av 8 prov utförda av Bjerking för Skanskas räkning har en totalsvavelhalt som överstiger 0,1% och anses som potentiellt syrabildande (Stockholms stad 2021, SFS 2013:319). 2 av dessa prov har mycket höga halter på 0,83% respektive 0,88%. Av de övriga 5 proverna har 2 halter på 0,05% respektive 0,046% vilket är låga halter och 3 prover har halter under 0,01% vilket räknas som mycket låga halter. Samtliga dessa 5 prover bedöms som inte syrabildande (Tabell 5).

## 5.2 Analysresultat ABA

Analysresultat redovisas i sin helhet i Bilaga 1 och en sammanställning av resultaten presenteras i Tabell 4.

5 prov har genomgått ABA-analys och 3 av dessa har en neutraliseringspotentialkvot (NPR) som överstiger 3, dvs dessa prov har mer än tre gånger så mycket neutraliseringspotential (NP) än syrabildande potential (AP) vilket också innebär att de räknas som inte syrabildande. De övriga 2 proverna har en neutraliseringspotentialkvot som är under 1 vilket betyder att den syrabildande potentialen (AP) är mindre än den neutraliserande potentialen (NP), dvs de kategoriseras som potentiellt syrabildande.

## 5.3 Analysresultat NAGpH

Analysresultat redovisas i sin helhet i Bilaga 1 och en sammanställning av resultaten presenteras i Tabell 4 tillsammans med jämförelsevärden (GARD Guide, 2022 och AMIRA, 2002).

NAGpH-analyser har utförts på 15 av de 31 proverna. Två prover har ett NAGpH större än 4,5 vilket innebär att de ej skulle vara syrabildande.

12 prov har ett NAGpH som understiger 4,5 vilket innebär att de, enbart baserat på NAGpH, räknas som potentiellt syrabildande.

Det finns diskrepanser för några av proverna mellan totalsvavel och NAGpH. Proverna 21AF020 och 21AF040 har en totalsvavelhalt på 0,04%, en låg halt som indikerar att proven ej skulle vara syrabildande men ett NAGpH på 3,16 respektive 4,16 vilket indikerar att proven är potentiellt syrabildande. Prov 21AF035 har en totalsvavelhalt på 0,23% vilket indikerar att det är potentiellt syrabildande medan NAGpH är 4,53 vilket indikerar att provet inte är syrabildande. Prov 21AF036 har en totalsvavelhalt på 0,09% vilket innebär en låg syrabildande potential och ett NAGpH på 3,84 som innebär att provet skulle vara potentiellt syrabildande.

Det finns också diskrepanser för några av proverna mellan ABA och NAGpH (i Tabell 4 markerade med en asterisk\*). Prov 21AF020 har ett NAGpH på 3,16 vilket indikerar

att provet är potentiellt syrabildande, men ett NPR på 8,89 vilket innebär att provet inte är syrabildande. Prov 21AF035 har ett NAGpH på 4,74 vilket betyder att provet inte är syrabildande men NPR är 0,53 som innebär att provet är potentiellt syrabildande. Prov 21AF036 har ett NAGpH på 3,86 vilket indikerar att det är potentiellt syrabildande men NPR är 3,85 som innebär att provet kategoriseras som inte syrabildande.

I avsnitt 6.1 nedan diskuteras hur dessa diskrepanser har hanterats och bedömts.

## 5.4 Analysresultat metaller/halvmetaller

Samtliga 31 prov har även analyserats avseende halter av metaller/halvmetaller. Analyserna har utförts av Envix Nord AB. Analyserna har utförts med ett handhållet XRF instrument, Bruker S1 TITAN. Analysresultat redovisas i sin helhet i Bilaga 1 och sammanställning av resultaten presenteras i Tabell 6.

I botten av Tabell 6 finns jämförelsevärden för nivåer för mindre än ringa risk från Naturvårdsverket (2010), referensvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM), (Naturvårdsverket, 2016) samt ett medel- och medianvärde för varje metall/halvmetall.

Enstaka prov överstiger jämförelsevärdena för mindre än ringa risk för kadmium, koppar, nickel och bly. Enstaka prov överstiger jämförelsevärdena för KM eller MKM för kadmium, kobolt och nickel. 15 av 31 vanadinvärden överstiger KM/MKM. Samtliga bariumvärden överstiger jämförelsevärdena för KM och MKM. Samtliga kromvärden utom ett överstiger både mindre än ringa risk och KM/MKM.



Tabell 6. Sammanställning av totalhalter metaller och halvmetaller med referensvärden för mindre än ringa risk (Naturvårdsverket, 2010) samt referensvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM), (Naturvårdsverket, 2016 Totalsvavelhalter har tagits med för jämförelse. Samtliga värden anges i ppm förutom totalsvavel som anges i %. LOD indikerar att halten är för låg för att kunna detekteras.

ID	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	V	Zn
21AF015	<LOD	756	<LOD	<LOD	148	27	<LOD	31	23	<LOD	<LOD	71
21AF017	<LOD	544	<LOD	<LOD	138	9	<LOD	21	19	<LOD	<LOD	63
21AF018	<LOD	700	<LOD	<LOD	161	10	<LOD	23	19	<LOD	<LOD	66
21AF019	<LOD	775	<LOD	<LOD	166	14	<LOD	21	17	<LOD	<LOD	70
21AF020	<LOD	579	<LOD	<LOD	144	<LOD	<LOD	23	15	<LOD	<LOD	53
21AF021	<LOD	617	<LOD	<LOD	125	14	<LOD	20	16	<LOD	<LOD	70
21AF023	<LOD	718	<LOD	<LOD	138	14	<LOD	34	18	<LOD	234	59
21AF024	0,3	732	3	11	157	8	<LOD	23	11	15	52	53
21AF025	<LOD	645	<LOD	<LOD	107	10	<LOD	<LOD	19	<LOD	158	73
21AF026	<LOD	583	<LOD	<LOD	153	13	<LOD	26	14	<LOD	190	88
21AF027	<LOD	587	<LOD	66	162	19	<LOD	31	19	<LOD	169	84
21AF028	<LOD	1190	<LOD	<LOD	81	<LOD	<LOD	<LOD	20	<LOD	<LOD	114
21AF029	<LOD	698	<LOD	86	167	14	<LOD	<LOD	15	42	167	66
21AF030	<LOD	834	<LOD	<LOD	184	<LOD	<LOD	23	18	<LOD	157	66
21AF031	<LOD	669	<LOD	<LOD	202	9	<LOD	29	18	<LOD	<LOD	66
21AF032	<LOD	1024	<LOD	<LOD	179	17	<LOD	31	17	<LOD	274	80
21AF033	<LOD	652	<LOD	<LOD	191	25	<LOD	23	19	<LOD	<LOD	62
21AF034	<LOD	667	<LOD	<LOD	174	9	<LOD	30	16	<LOD	<LOD	72
21AF035	<LOD	432	<LOD	<LOD	155	20	<LOD	27	20	<LOD	<LOD	62
21AF036	<LOD	664	<LOD	<LOD	117	18	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	329	74
21AF037	<LOD	498	<LOD	<LOD	96	18	<LOD	25	<LOD	<LOD	439	99
21AF039	<LOD	1029	<LOD	<LOD	93	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	355	114
21AF040	<LOD	731	<LOD	<LOD	128	23	<LOD	23	<LOD	<LOD	<LOD	67
21AF041	<LOD	584	<LOD	<LOD	90	20	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	649	109
21AF042	8	668	<LOD	<LOD	113	40	<LOD	23	28	<LOD	234	52
21AF043	<LOD	742	<LOD	<LOD	142	10	<LOD	29	14	<LOD	<LOD	45
21AF044	<LOD	593	<LOD	<LOD	340	17	<LOD	57	15	<LOD	<LOD	76
21AF045	<LOD	595	<LOD	<LOD	<LOD	13	<LOD	<LOD	19	<LOD	628	97
21AF046	<LOD	685	<LOD	<LOD	90	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	596	94
21AF047	11	545	<LOD	<LOD	195	13	<LOD	23	20	<LOD	<LOD	70
21AF048	<LOD	551	<LOD	<LOD	108	14	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	404	99
<b>Median</b>	-	667	-	66	146	14	-	24	18	29	254	70
<b>Medel</b>	-	687	-	54	148	16	-	27	18	29	315	75
<b>Mindre än ringa risk</b>	10	-	0,2	-	40	40	-	35	20	-	-	120
<b>KM</b>	10	200	0,5	15	80	80	40	40	50	12	100	250
<b>MKM</b>	25	300	0,15	35	150	200	100	120	400	30	200	500

## 6 Sulfidutredning bedömning

### 6.1 Bedömning från AFRYs undersökning

Utifrån utförd bergkartering och SGU:s berggrundskarta domineras berggrunden i området av sedimentgnejs. Sedimentgnejs är den typ av bergart vilken sedan tidigare är känd för att vara sulfidförande och ofta med förhöjda totalsvavelhalter, framför allt i södra Stockholmsområdet. Metabasit förekommer i mindre utsträckning.

Av resultaten från AFRYs undersökning kan man se att 4 av proverna med totalsvavelhalter över 0,5% är något samlade i de centrala delarna av undersökningsområdet, längs Norrbyvägen eller strax öster om den, med halter mellan 0,51% och 1,32%. De två proverna med högst halter, 1,0% respektive 1,32% ligger relativt nära varandra centralt i södra delen av området längs Norrbyvägen. Prov 21AF021 som ligger i den nordöstra delen av området har också en hög halt på 0,72%. Övriga prover är mer utspridda över hela området. Detta visar på heterogeniteten av sulfidförekomster inom samma område/berggrunden.

Om man räknar på ett medelvärde för området så hamnar totalsvavelhalten på 0,24%, vilket fortfarande är förhöjt.

Bedömningen för de 31 proverna från AFRYs undersökning som redovisas i Tabell 4 ovan är att 22 av proverna bedöms som potentiellt syrabildande, 4 prov bedöms som ej syrabildande/osäkra och 5 prov som ej syrabildande.

Bedömningarna för de prov med diskrepanser i resultat som redovisats ovan (se 5.3) har gjorts genom en samtolkning av resultaten (totalsvavelhalter, NPR och NAGpH (Tabell 7):

- För prov 21AF020 och 21AF040 har de låga totalsvavelhalterna (0,04%) setts som en god indikator på att proverna inte är syrabildande. Prov 21AF020 har ett NPR på 8,89 vilket stärker analysen att provet inte är syrabildande. NAGpH för dessa prov har inte bedömts som representativt.
- För prov 21AF035 har bedömningen främst baserats på den förhöjda totalsvavelhalten (0,23%) i kombination med ett lågt NPR på 0,53. Att NAGpH är över 4,5 ses inte heller som representativt för detta prov.
- Prov 21AF036 har bedömts som ej syrabildande baserat på att totalsvavelhalten är under 0,1% och att NPR är över 3. NAGpH har inte bedömts som representativt för detta prov.

ProvID	Tot S %	NPR	NAGpH	Grund för bedömning/samtolkning av resultat	Bedömning
21AF020	0,04	8,89	3,16	Låg svavelhalt	Ej syrabildande
21AF040	0,04	-	4,11	Låg svavelhalt	Ej syrabildande
21AF035	0,23	0,53	4,74	Förhöjd svavelhalt och lågt NPR. NAGpH inte representativt.	Syrabildande
21AF036	0,09	3,85	3,84	Svavelhalt under 0,1%, NPR är över 3. NAGpH inte representativt.	Ej syrabildande

Tabell 7. Översikt i tabellform som visar samtolkningen som gjorts av prover med diskrepanser i testresultaten.

Proverna 21AF031 0,08%, 21AF034 0,07%, 21AF044 0,07% och 21AF045 0,08% bedöms som ej syrabildande eller osäkra baserat på att totalsvavelhalterna är under 0,1% men över 0,05%. Inget av dessa prover har genomgått ABA- eller NAG-analys.

Prov 21AF018 har totalsvavel på 0,07% och NPR på 4,29 och 21AF033 har totalsvavel på 0,05% och NAGpH på 4,53, båda prov har bedömts som inte syrabildande.

Att NAGpH för vissa prover inte bedömts som representativa beror på att det kan finnas en osäkerhet i NAG-analysen, bl.a. för att den inte har någon tidsreferens. NAG-testet är ett accelererat laktest under extrema förhållanden och i analysen, som tar ca ett dygn att utföra, drivs oxidationsprocessen tills det slutar oxidera, en process som inte kan jämföras med det som sker naturligt där reaktionerna kan ta mycket längre tid, kanske upp till hundratals eller tusentals år.

## 6.2 Bedömning Bjerking's undersökning

Bedömning av resultat från Bjerking's undersökning kan endast göras utifrån totalsvavelhalt då varken ABA- eller NAGpH-analys utförts för dessa prov. Av de 8 proven har 3 prov totalsvavelhalter över 0,1% varav 2 har höga halter på över 0,8%. Dessa 3 prov bedöms som potentiellt syrabildande. Övriga 5 prover som har låga totalsvavelhalter bedöms som inte syrabildande (Tabell 5).

## 6.3 Sammanfattande bedömning

Sammantaget förekommer halter över 0,1% i hela området (förhöjda/höga svavelhalter) med viss koncentration av högre halter längs Norrbyvägen. Av totalt 39 prover (Bjerking's och AFRY's undersökningar) har majoriteten, 25 stycken, bedömts som potentiellt syrabildande, 10 prover har bedömts som inte syrabildande och 4 prov som ej syrabildande/osäkra (Tabell 4 och Tabell 5). Av Figur 8 framgår det att prover med höga och låga totalsvavelhalter förekommer i relativ närhet till varandra och en urskiljning av områden som skulle kunna bedömas som ej syrabildande kommer att vara svår att utföra.

Utifrån resultaten och de bedömningar som gjorts av proverna görs tolkningen att risken för att bergmaterialet inom området är syrabildande relativt hög, även om det finns prover som inte bedömts som syrabildande/osäkra.

## 6.4 Andra bedömningsparametrar

Utöver utförda analyser avseende bergmaterialets förmåga att bilda surt lakvatten finns även andra parametrar vilka kan vägas in i bedömning av huruvida sur avrinning kan komma att bildas.

Till exempel storlek på bergschakt, där en mindre mängd berg också kommer att ge en mindre total mängd potentiell syra. Detta diskuteras i Trafikverkets handbok (2015, under revidering) där <10 000 ton anses liten mängd, 10 000–500 000 ton anses måttlig, och >500 000 ton anses vara stor mängd berg.

Även storleksfraktionen av materialet kan vägas in då en större fraktion har en mindre relativ yta och därmed är exponeringen av sulfidmineralen betydligt mindre vid större fraktioner jämfört med mindre.

## 6.5 Utlakning av metaller och halvmetaller

Då andra källor inte finns att referera till används i denna PM, som nämnts ovan, gränsvärdena från Naturvårdsverkets handbok för återvinning av avfall i anläggningsarbeten (2010) endast som referensvärden.

Referensvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket, 2016) har, som nämnts ovan, tagits med eftersom de flesta entreprenörer som tar emot bergmassor använder dessa riktvärden som krav.

Analyserna av metaller och halvmetaller är totalhalter, dvs en total upplösning av materialet. Dessa kan inte jämföras med resultat från laktester. Analyserade ämnen kommer alltså att till stor del vara bundna i silikatmineral (eftersom bergmaterial som återanvänds normalt inte löses upp eller används i finfraktioner) och inte i mer lättvittrade sulfidmineral. Dock bidrar sur avrinning till upplösning även av silikatmineral till viss del.

Grundämnena som analyserats är, som påpekats ovan, i berggrunden naturligt förekommande metaller och halvmetaller bundna i olika mineral. T.ex. kan barium förekomma i sedimentära bergarter som är rika på mineralerna kalifältspat och glimmer i vilka det ersätter kalium. Dock är mobiliteten av barium låg då de ofta faller ut som sulfat eller karbonat och då är olösliga i vatten (SGU, 2014). Krom förekommer huvudsakligen i mineralet kromit som är mycket resistent mot vittring (SGU, 2011). Vidare är kadmium vanligt i mineralet zinkblände och koppar förekommer i mineralet kopparkis. Generellt finns inga typvärden för dessa ämnen i svenskt berg av någon bergart, eller för de bergarter som förekommer inom projektområdet, men halterna som redovisas ovan (under Resultat) kan sannolikt ses som en avspeglning av en normal förekomst i bergarterna som förekommer inom området.

### 6.5.1 Metallhalter jämför med referensvärden Mindre än Ringa Risk, KM och MKM

Att vissa provresultat överskrider värdena för mindre än ringa risk, KM och MKM, innebär att det finns en rekommendation från Naturvårdsverket (2010) att anmäla materialet till kommun eller länsstyrelse beroende på om värdena anses *ringa* eller *inte endast ringa* samt beroende på storleken på anläggningen.

Jämfört med referensvärdena från Naturvårdsverket (2010) överskrider flera prov halterna för mindre än ringa risk angivna i Naturvårdsverkets handbok för återvinning av avfall i anläggningsarbeten (2010) (se avsnitt 3.5).

## 6.6 Bedömning risken utlakning av metaller/halvmetaller

Enligt den sammantagna bedömningen att risken för att bergmaterialet inom området ska generera surt lakvatten är relativt hög, bör även risken att metaller skulle kunna mobiliseras och föras ut i lakvatten ses som relativt hög.



## 7 Vidare utredning och rekommendationer

Risken för att bergmassornas som losshålles inom området ska generera surt lakvatten är relativt hög och därmed bör risken för att miljöskadliga ämnen ska urlakas också ses som relativt hög. Att ha kunskap om att bergmassorna inom projektet är sulfidförande (men att det finns vissa osäkerheter) i detta skede är viktigt inför utförandeskedet, för att kunna förbereda och hantera bergmassorna på lämpligast sätt.

### 7.1 Generella rekommendationer, hanteringsplan och kontrollprogram

I detta avsnitt redovisas generella rekommendationer för att hantera potentiellt sulfidförande bergmassor.

Det mest effektiva sättet att förhindra att sulfidförande bergmassor frigörs är att anpassa schaktdjup så att potentiellt sulfidförande berg hålls intakt. Om det ej går, utan bergsprängning behöver utföras, bör hanteringsplan och kontrollprogram upprättas.

Speciella åtgärder kan vidtas för att säkerställa att surt lakvatten inte bildas vid användning av bergmaterialet. Av särskild vikt vid eventuellt användande av bergmaterialet är att i samband med projektering definiera och planera massbehovet för att minimera användning av finfraktion (mindre än ca 5 mm) samt att undvika att lägga upp massor i närheten av känsliga recipienter (dvs recipienter som redan är utsatta för miljöpåverkan och inte karar ytterligare belastning). Alternativt kan finfraktioner behandlas med buffrande material för att inte orsaka negativa miljöeffekter (Tabell 8).

Tabell 8. Exempel på skyddsåtgärder för olika försurningsförhållanden.

Kategori	Behov av skyddsåtgärder
1. Ej försurande	Kan användas utan skyddsåtgärder oavsett miljöns/recipients känslighet.
2. Måttligt försurande	Kan kräva skyddsåtgärder om massor placeras nära känslig miljö/recipienter. Alternativt kan de behandlas med en för ändamålet anpassad alkalisk slurry.
3. Försurande	Kräver skyddsåtgärder. Finfraktioner av massorna förs till deponi alternativt behandlas med kalklösning en för ändamålet anpassad alkalisk slurry.

#### 7.1.1 Hanteringsplan bergschakt

Innan eventuella åtgärder för hantering av bergmassor kan en berggrundskartering för att verifiera förekommande berg och deras koppling till sulfidförande bergarter utföras i samband med avtäckning av berg (då hela bergytan kommer i dagen och kan karteras). Karteringen utförs av en bergsakkunnig.

En hanteringsplan för bergschakt för att förekomma och undvika att sulfider frigörs skulle kunna omfatta:

- Provtagning av losshållet berg med hjälp av en handhållen XRF-mätare som används för att screena och/eller sortera bergmassorna och därigenom kunna friklassa bergmassor med lägre svavelhalt.

- Finfraktioner av bergmassor som efter screening klassas om sulfidhaltiga bör fraktas bort och läggas på deponi eller behandlas med en för ändamålet anpassad alkalisk slurry som fungerar som buffert när materialet utsätts för lakning. Behandling kan utföras inom projektområde och bör utföras av sakkunniga.
- Lägg inte upp massor i närheten av känsliga recipienter så som ytvattenflöde och/eller i närheten av vattendrag eller vattenskyddsområde.
- Massor med större fraktioner (över 32 mm) kan anläggas på låg nivå i konstruktionen (exempelvis som fyllnadsmaterial under frostisoleringslager) för att minimera massornas kontakt med vatten och syre.

### 7.1.2 Hanteringsplan bergslänter

För bergslänter innehållande sulfidberg som kommer exponeras kan t ex:

- Flacka ut till 1:2 slänt och täck med tätt material som t ex lera eller lerig morän och därigenom förhindra att oxidation eller urlakning av sulfider sker. Dock kräver flackare släntlutning ett större markområde, vilket behöver tas i beaktning vid markanspråk.

### 7.1.3 Kontrollprogram

Ett kontrollprogram behöver omfatta bland annat berg, dagvatten, ytvattenrecipienter och grundvatten.

- Under förvaringstiden på upplagsplatser kan sulfidhaltiga bergmassor oxidera och det kan därför vara nödvändigt att ha ett kontrollprogram. Upplagsplatser kräver hårdgjorda ytor och uppsamling av dagvatten.
- Kontrollprogrammet upprättas i samråd med berörda tillsynsmyndigheter.
- Kontrollprogrammet kan t.ex. innebära att grundvattenprovtagningar, ytvattenprovtagningar och lakvattenprovtagningar utförs ett par gånger per år.
- Proverna bör analyseras med avseende på t.ex. pH, redoxpotential, konduktivitet, alkalinitet, metaller och svavelhalt (Trafikverket 2015, under revidering).
- Vid kraftiga regn/höga vattenflöden bör extra provtagningstillfällen läggas till kontrollprogrammets schema. Kraftiga regn/höga vattenflöden utgör en större ursköljningseffekt av materialet och kan bidra till förhöjda värden.
- Särskilda upplag för bergmassorna ordnas där botten är tät och dagvatten kan samlas upp (en sådant upplag behöver anmälas enligt miljöbalken till berörd kommun).

## 7.2 Massor som planeras att losshållas inom projektet

Inom projektet kommer sprängning av berg att utföras och ge upphov till mängder av bergmassor som kommer att behöva hanteras. I Tabell 9 och Figur 9 redovisas grovt uppskattade mängder av berg per gata/område.

Bergmassornas volym kommer att påverka den mängd syra som produceras från ett bergupplag eller en bergskärning. Den totala mängden berg som uppskattas produceras inom projektet, 12 532 m<sup>3</sup> (**Error! Reference source not found.**), vilket grovt uppskattat motsvarar ca 33 800 ton skulle, enligt Trafikverkets handbok (2015, under revidering) kategoriseras som en måttlig mängd bergschakt. Uppdelat på de olika områdena/gatorna blir mängderna dock mycket mindre och skulle var för sig klassas som en liten mängd bergschakt (se avsnitt 6.4).

Bergmassorna inom området har, utifrån de utförda undersökningarna, visat sig vara generellt syrabildande även om det finns vissa prover som visat på lägre totalsvavelhalter och som bedömts som inte syrabildande (se Figur 8 ovan).

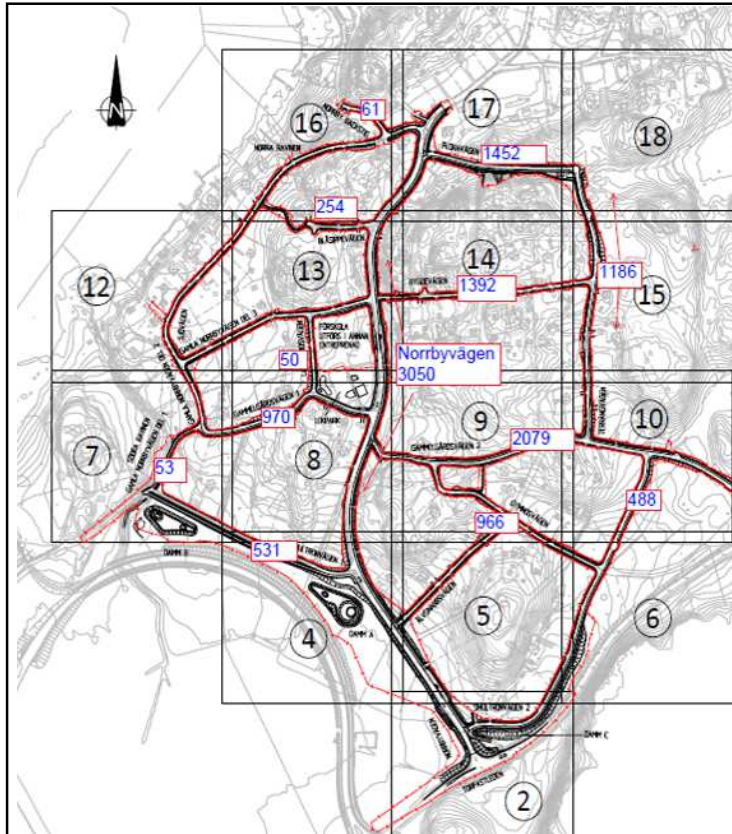
Bergmassorna inom området kommer därför att behöva hanteras på något sätt för att säkerställa att de inte orsakar miljöpåverkan i samband med losshållning och bearbetning. Hanteringsåtgärder kan inkludera att skicka massor på deponi, att använda massor av större fraktion eller att behandla massor med neutraliserande/buffrande material.

I följande avsnitt diskuteras kortfattat de olika möjligheter som finns för hantering.

Tabell 9. Uppskattade bergmängder per gata.

Gata/område	Uppskattade mängder per gata, m <sup>3</sup>
Norrby backstig	61
Floravägen	1452
Blåsippevägen	254
Bygdevägen	1392
Terrängvägen	1186
Ladugårdsvägen	50
Norrbyvägen	3050
Gammelgårdsvägen 1	970
Gammelgårdsvägen 2	2079
Gamla Norrbyvägen del 1	53
Älvsnabbsvägen/Gymnosvägen	966
Smultronvägen 2	488
Smultronvägen 1	531
<b>Summering</b>	<b>12532</b>





Figur 9. Karta med uppskattade bergmängder per gata inom projektområdet.

### 7.2.1 Deponi

Massor som bedöms inte kunna återanvändas inom projektet kan skickas på deponi på lämplig mottagningsanläggning. Sådana massor skulle kunna vara massor i finare fraktioner som bedömts som potentiellt syrabildande och som inte behandlats/inte kan behandlas med neutraliserande/buffrande material.

### 7.2.2 Användning av obehandlade massor

Med obehandlade massor menas losshållet bergmaterial som inte behandlats med neutraliserande/buffrande material.

För obehandlade massor gäller att:

- Fraktioner större än 32 mm kan användas utan behandling och utan restriktioner
- Material finare än 32 mm går inte att använda utan att behandla

Övrigt att tänka på för obehandlade bergmassor:

- Omkrossning efter utläggning får inte ske, då genereras finfraktioner igen

### 7.2.3 Användning av behandlade massor

Behandlade massor innebär att losshållet berg har krossats och behandlats med neutraliserande/buffrande material.

För behandlade massor gäller att:

- Behandling kan t.ex. utföras på sprängd grovterrass (dvs spränga, låta massorna ligga kvar, behandla på plats). Detta tar liten plats och det finns förutsättningar för det i projektområdet.  
(Förutsättningarna för behandling på sprängd grovterrass är att en betongbil kan köra inom området samt plats för en logistikyta för upplag av alkaliskt material. På ytan krävs även tillgång till vatten.)
- Behandlingen måste anpassas till de förutsättningar som finns på plats och till det lokala bergmaterialet och måste utföras enligt specifik procedur med anpassad alkalisk produkt för att få resultat både avseende neutralisering och varaktighet.
- Behandlat material kan användas i olika väglager.

Här kan inte specifika fraktioner och deras användning preciseras närmare men några exempel kan inkludera:

- En fraktion som t.ex. 0/150 fungera bra som utfyllnadsmaterial (t.ex. fylla tomter med)
- Finare fraktioner kan användas i rörgravar.

Övrigt att tänka på för behandlade massor:

- För behandlade massor i anslutning till damm är det viktigt att försäkra sig om att inte få buffrande material i ledningssystemen, i synnerhet i de utgående, då materialet kan slamma igen ledningarna.
- Separat kontrollprogram bör upprättas vid användning av behandlat material, kontroller bör utföras före, under och efter behandling.

Övriga rekommendationer som är bra att beakta i genomförandeskede, ex vid bergssprängning:

- Om man vid bergsprängning råkar på en kraftig vattenförande zon/spricka (dvs en ny akvifer har öppnats) så är detta viktigt att notera då det skulle kunna påverka sulfidförande bergmassor.

## 8 Referenser

AMIRA, 2002. ARD test handbook. Project P387A Prediction and kinetic control of acid mine drainage. Ian Wark Research Institute, Environmental Geochemistry International Pty Ltd.

Bjerking, 2021. PM Översiktlig utredning av sulfidförande berg, södra Norrby, Haninge.

GARD Guide, 2021. International network for acid prevention (INAP),. Tillgänglig: [http://www.gardguide.com/index.php?title=Main\\_Page](http://www.gardguide.com/index.php?title=Main_Page)

Naturvårdsverket, 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Handbok 2010:1. *Under revidering.*

Naturvårdsverket, 2016. Tabell Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark. Publicerad juni 2016. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/fororenade-omraden/berakning-riktvarden/generella-riktvarden-20160707.pdf>

Naturvårdsverket, 2021. Beskrivande statistik och presentation. Miljöövervakningsenheten, Naturvårdsverket. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/miljoovervakning/handledning/beskr-statistik-present.pdf>

SFS 2013:319. Förordning om utvinningsavfall. Stockholm: Miljödepartementet.

Stockholm stad, 2021. Vägledning, Provtagning och klassificering av sulfidförande berg.

Svenska Institutet för Standarder, 2011. Karaktärisering av avfall – Statisk test för bestämning av syrabildnings- och neutraliseringsspotential i sulfidhaltigt avfall. (SS-EN 15875:2011).

Trafikverket, 2015. Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter. Rapport 2015:057. *Under revidering.*