

Härryda kommun

# Vibrations- och stomljudsutredning

**Kullbäckstorp 2:268 – Valborgs kulle**

Driftskede

Uppdragsnr: 108 49 30 Version: 1 Datum: 2023-04-04



**Uppdragsgivare:** Härryda kommun  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Mariana Andersson  
**Konsult:** Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg  
**Uppdragsledare:** Andreas Sigfridsson  
**Handläggare:** Jim Nordström

1	2023-04-04	Rapport stömljud och vibrationer	Jim Nordström	Marcus Andersson	Andreas Sigfridsson
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

## ► Sammanfattning

Inför ny detaljplan gällande HARRYDA Kullbäckstorp 2:268 har Norconsult AB, avdelning Akustik, fått i uppdrag att utreda risk för komfortstörande markvibrationer och stömljud med avseende på en potentiellt ny järnvägstunnel under planområdet. Detta görs utifrån ett "worst case"-scenario där spåret ligger så nära aktuell fastighet som möjligt.

Tidigare bedömningar i PM Förutsättningar gällande komfortnivåer bedöms kvarstå. Bedömning utgör mycket liten risk för komfortstörningar då aktuella byggnader inom planområdet är eller kommer vara grundlagda på berg. Inga åtgärder bedöms därmed krävas med avseende på komfortvibrationer.

För befintlig byggnad som i nuläget används som skolbyggnad beräknas stömljudsnivåer till  $L_{AFmax}$  51 dB, vilket är 14 dB över det objektsspecifika krav som tagits fram av Trafikverket som förutsättning just i detta specifika fall. 14 dB bedöms därmed som aktuellt åtgärdsbehov för spår. Åtgärder i spår för skolbyggnad har efter överenskommelse Trafikverket ansvar för. Åtgärder bedöms tekniskt möjliga att utföra så att riktvärden i skolbyggnad kan tillgodoses.

Om inga åtgärder i spår beaktas för ny byggnad, idrottshall, beräknas stömljudsnivåer till  $L_{AFmax}$  50 dB, vilket är 14 dB över det objektsspecifika krav som tagits fram av Trafikverket som förutsättning just i detta specifika fall. Detta åtgärdsbehov ansvar kommunen för genom att åtgärder utförs i grundläggning för byggnad och ej i spåruppbyggnad. Viss effekt av åtgärder i spår kan erhållas även för idrottshall men då slutlig sträckning inte är beslutad är det svårt att tillgodoräkna någon reduktion i detta läge. Beräkningsresultat visar att åtgärder i spår med avseende på skolbyggnad även skulle kunna medföra en reduktion om cirka 3 – 8 dB för idrottshall.

Att beakta åtgärder i spår skulle alltså kunna medföra en kostnadsfattig skillnad men då störspektrum från tåg inte tillåter någon förstärkning av stömljudsnivåer inom aktuellt frekvensområde har ett funktionskrav tagits fram. Detta funktionskrav är satt som en maximal egenfrekvens för stömljudsåtgärder och vid dess egenfrekvens erhålls alltså en förstärkning, vid högre frekvenser erhålls sedan en reducering av stömljudsnivåer. Funktionskravet är ställt så att byggnad och grundläggning uppförs med en maximal egenfrekvens,  **$f_0 \leq 25$  Hz**. Detta funktionskrav medför att båda fallen för med eller utan stömljudsåtgärder i spår tunnel under idrottshall hanteras. Baserat på använt störspektrum beräknas med detta funktionskrav en reduktion på cirka 15 dB av stömljudsnivåer erhållas för idrottshall.

Med maximal egenfrekvens avses att idrottshall inte uppförs "stunt" eller direkt på berg utan byggnadens massa vilar på en fjäder så att ett fritt massa-fjädersystem erhålls. Detta uppnås ofta även i praktiken på grund av värmeisolering mellan byggnad och berg. Funktionskrav medför att det behöver dimensioneras noggrant under projekteringen, vilket i sin tur kan medföra extra byggkostnader för idrottshall.

Det är flera parametrar som är avgörande för resultatet, exempelvis vilken mäktighet har sprängsten + makadam eller eventuella jordlager, vilken typ av värmeisolering som används, vilken tyngd eller massa som byggnad innefattar och hur dessa laster förs ner till berg. Kravet bedöms möjligt att uppfylla genom att en eller flera av följande åtgärder genomförs för att mjukare "fjäder" mellan berg och byggnadsstomme ska erhållas.

- Öka mäktighet på sprängsten/makadam, beakta eventuella jordlager som kvarstår (*mjukare fjäder*)
- Byta värmeisolering från t ex cellplast till stenudd under bottenplatta. (*mjukare fjäder*)
- Vid plintar/voter etc med högre laster dimensionera mäktighet sprängsten/makadam tillsammans med värmeisolering. Om inte tillräckligt låg egenfrekvens erhålls kan elastomer eller likvärdig lösning införas i dessa upplag. (*mjukare fjäder*)

Förutom dessa ovan nämnda parametrar är det också viktigt att inga "stumma" anslutningar erhålls mellan berg och byggnad, vilket kan försämra stömljudsisoleringen.

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Uppdrag och bakgrund</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Underlag</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Riktvärden</b>	<b>6</b>
3.1	Stomljud	6
3.2	Komfortvibrationer	6
3.2.1	<i>Svensk standard</i>	6
3.2.2	<i>Trafikverkets riktlinjer</i>	6
<b>4</b>	<b>Förutsättningar</b>	<b>7</b>
4.1	Område	7
4.2	Grundläggning	8
4.3	Geoteknik	8
4.4	Beräkningsförutsättningar	10
4.5	Komfortvibrationer	10
4.6	Kort förklaring om funktionskrav på stomljudsreducering	11
<b>5</b>	<b>Beräkningar och metodik</b>	<b>12</b>
5.1	Avgränsningar	12
5.2	Beräkningsmodell	12
5.2.1	$L_{v,källa}$	12
5.2.2	$C_{banuppbyggnad}$	12
5.2.3	$C_{hastighet}$	12
5.2.4	$C_{avstånd}$	13
5.2.5	$C_{grund}$	13
5.2.6	$C_{vån}$	13
5.2.7	$C_{Lv till Lp}$	13
<b>6</b>	<b>Beräkningsresultat</b>	<b>14</b>
6.1	Skolbyggnad	14
6.2	Idrottshall	14
<b>7</b>	<b>Kommentarer och stomljuddämpande åtgärder</b>	<b>15</b>
7.1	Befintlig skolbyggnad	15
7.2	Idrottshall	15
7.3	Åtgärder i spåruppbyggnad	16
<b>8</b>	<b>Referenser</b>	<b>17</b>

**Bilaga 1 – Plankarta med markerade typsektioner**

**Bilaga 2 – Typsektion A - C**

## 1 Uppdrag och bakgrund

Inför ny detaljplan gällande Härryda Kullbäckstorp 2:268 har Norconsult AB, avdelning Akustik, fått i uppdrag att utreda risk för komfortstörande markvibrationer och stömljud med avseende på en potentiellt ny järnvägstunnel under planområdet.

Inom uppdraget ingår att utreda båda befintliga och nya byggnader utifrån ett "worst case"-scenario där tunnel passerar rakt under och därmed så nära aktuella byggnader som möjligt. Befintlig byggnad är Fridaskolan med en möjlig utbyggnad på dess östra fasad. Väster om befintlig byggnad planeras även idrottshall att byggas. Åtgärdsförslag redogörs för åtgärder i spår samt för nybyggnation av idrottshall.

## 2 Underlag

- Bygglovsenhetens arkiv. En större mängd handlingar från 1980-talet har tagits fram från kommunens arkiv som beskriver grundläggningen.
- SGU:s Kartvisare
- Geoteknisk utredning
- Mätdata från vibrationsnivåer av tågpassager i Åsatunneln (ref. 3)
- PM om aktuell fastighets grundläggning (ref. 5)

## 3 Riktvärden

### 3.1 Stomljud

Det finns generellt inga fastställda riktvärden för stomljud – framför allt gällande kontor och skolor. På senare år har Trafikverket i TDOK 2014:1021 tagit fram en stomljuds nivå för bostäder och tidigare har man gått på praxis i andra projekt dvs projektspecifika riktvärden.

Trafikverket har i TDOK 2014:1021 framlagt en konkretisering av riktvärden för vad de anser att en miljö ska innehålla för att anses vara god eller i vissa fall godtagbar. Där är maximal stomljuds nivå,  $L_{AFmax}$ , endast definierad för bostäder under en trafikårsmedelnatt (kl. 22-06) och satt till 32 dB (vilket får överskridas högst fem gånger per natt).

Från Trafikverket har erhållits att objektspecifikt krav med avseende på eventuell ny spårdragning under rubricerad fastighet ska vara  $L_{AFmax}$  37 dB, vilket enligt Naturvårdsverket (Ref. 6) motsvarar  $L_{ASmax}$  35 dB.

För planerad byggrätt för idrottshall har samma objektspecifika krav som för befintlig skolbyggnad satts som förutsättning av Trafikverket. Generellt finns inga krav för idrottshall men det motiveras av att utrymmet kan användas för provskrivning etc.

### 3.2 Komfortvibrationer

#### 3.2.1 Svensk standard

Frekvensvägningen för komfortvibrationer dokumenteras i "SS 460 48 61: Vibration och stöt – Mätning och riktvärden för bedömning av komfort i byggnader" (Svensk Standard 2022). Frekvensvägningen viktas ner vibrationer för frekvenser som understiger 8 Hz, eftersom människan inte är lika känslig för vibrationer vid dessa frekvenser. Denna frekvensvägda vibrationshastighet kallas ofta för "komfortvärde".

Enligt standarden SS 460 48 61 – 2022 utgör komfortvärdet 0,2 mm/s ungefärlig känseltröskel för vibrationer. Vidare anges 0,4 mm/s som gräns för vibrationsnivå från tågtrafik där mätbar påverkan på sömn startar. Vid 0,7 mm/s är enligt samma standard ungefär 1 av 3 personer störda av vibrationer från tågtrafik.

#### 3.2.2 Trafikverkets riktlinjer

Trafikverkets riktlinjer (TDOK 2014:1021) för bl.a. vibrationer från trafik på väg och järnväg, anger för bostäder och vårdlokaler riktvärdet: **maximal vibrationsnivå, 0,4 mm/s vägd RMS inomhus**. Detta avser vibrationsnivå nattetid (kl. 22–06) och får överskridas högst fem gånger per trafikårsmedelnatt. Vibrationsnivån får dock inte överskrida 0,7 mm/s vägd RMS.

## 4 Förutsättningar

Utredningen utgår från ett "worst case"-scenario där spåret befinner sig rakt under och därmed så nära aktuella byggnader som möjligt. Skoländamålet är medgett till 15 m bergtäckning vilket innebär att för beräkningar har ett avstånd på cirka 33,5 m avstånd mellan RÖK (rälöverkant) och fastighetens grundläggning använts. Tåghastighet i tunneln ska vara 250 km/h och banöverbyggnaden ska vara ballastfritt spår.

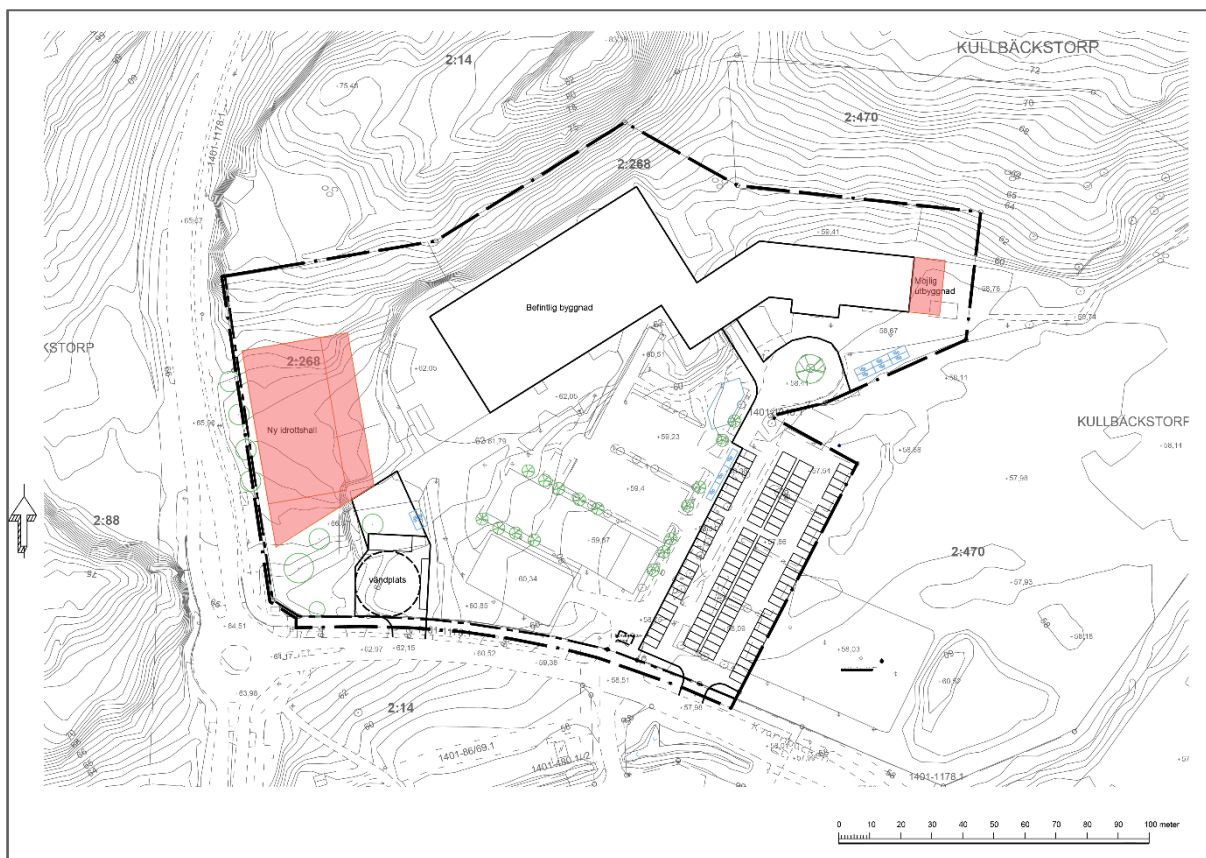
Trafikverket och Härryda kommun har kommit överens om att ansvar och eventuella åtgärder för begränsningar av vibrationer och stömljud från järnvägstrafik för att innehålla riktvärdet på skolbyggnad kommer ligga på Trafikverket. För den planerade idrottshallen ligger ansvaret hos kommunen där åtgärder i grundläggning utförs efter de behov som tas fram i denna utredning. Idrottshallen skall uppfylla riktvärden oavsett graden åtgärd i spår.

### 4.1 Område

Aktuell fastighet är beläget ca 1 km sydväst om Mölnlycke centrum, se översiktsbild i figur 4.1. Väster om skolan planeras ny idrottshall byggas, se planskiss i figur 4.2.



Figur 4.1 Överblicksbild över utredningsområdet med fastighet Härryda Kullbäckstorp 2:268.



Figur 4.2 Planskiss med planerade byggrätter. Till vänster planerad idrottshall, till höger planerad utbyggnad.

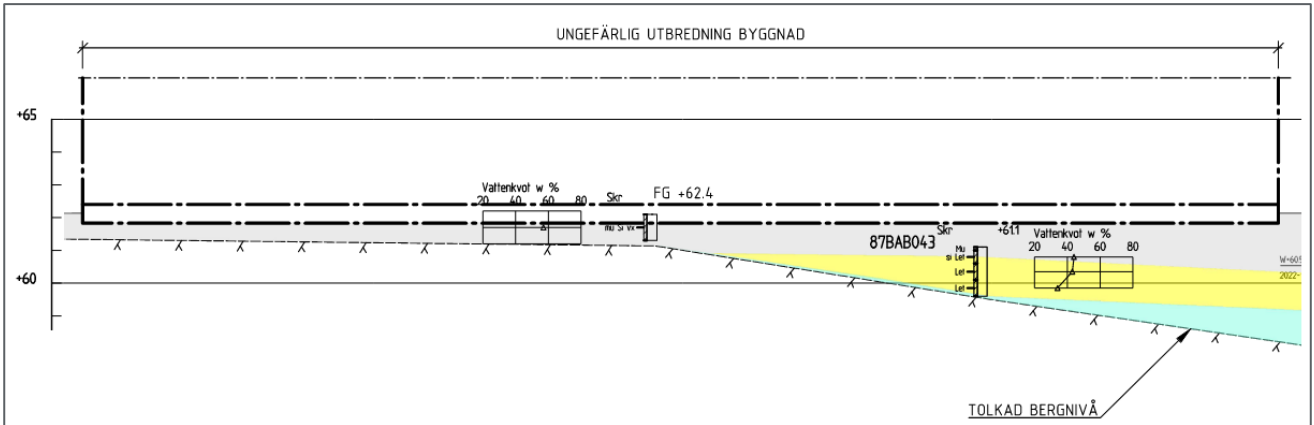
## 4.2 Grundläggning

Befintlig skolbyggnads grundläggning är huvudsakligen utförd genom två olika metoder, beroende på del av byggnad och grundförutsättningar. Västra delen står på grundplintar med packad fyllning under och omkring sig vilken ligger direkt mot fast berg. Fyllningens mäktighet uppskattas uppgå till minst en halv meter. Den östra delen står delvis också på grundplintar, men vilar även på lera. Här består grundläggningen av pålar direkt fästa i berggrunden. För utförligare beskrivning av grundläggningen, se bilaga 1 samt tidigare PM Förutsättningar (ref. 5).

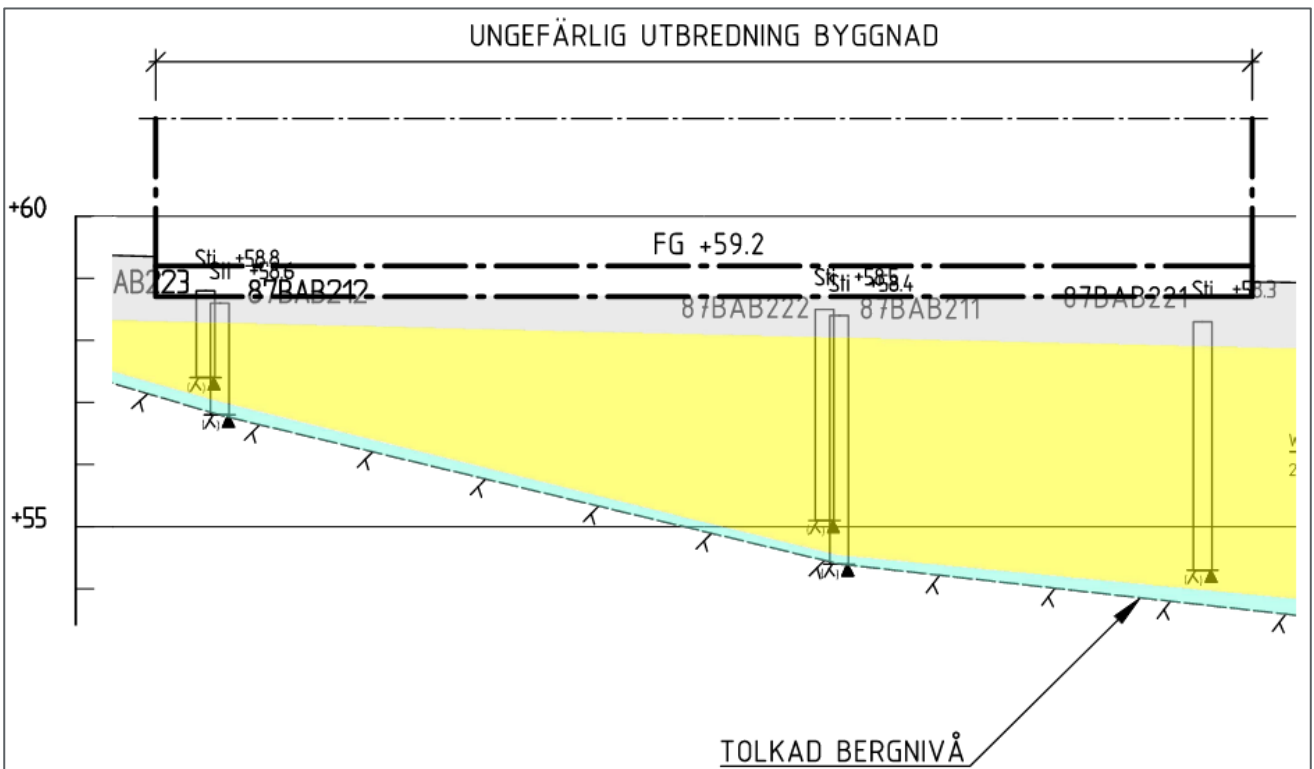
## 4.3 Geoteknik

Utdrag ur SGU:s (Svenska Geologiska undersökning) kartvisare för jordarter och jorddjup finns att se i PM:et om grundläggningen (ref. 5). Utöver detta har geoteknisk utredning utförts där mer detaljerad information tagits fram. Figur 4.3 visar ett utklipp ur Typsektion A (se bilaga 2) vilket genomlöper skolans västra fasad (från norr till söder). En stor del vilar direkt på berg medan det österut börjar komma ett lager av lera och friktionsjord. Figur 4.4 visar ett utklipp ur Typsektion B (se bilaga 2) vilket genomlöper skolans östra fasad (från norr till söder). Här ligger byggnaden ovanför ett mäktigare lager lera vilket ökar i mäktighet åt söder, uppemot 4 - 5 m. Figur 4.5 visar ett utklipp ur Typsektion C (se bilaga 2) vilket genomlöper den planerade idrottshallen och hörnet på skolans västra fasad (från väst till öst). Här består marken av ett par meter lera ovanför friktionsjord som vilar direkt på berg.

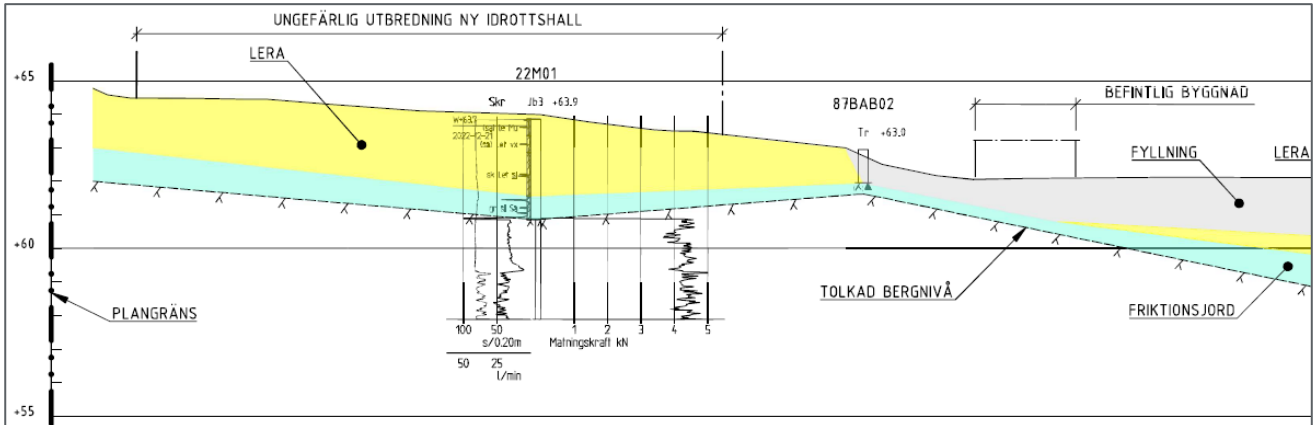




Figur 4.3 Typsektion A (se bilaga 2) vilken genomlöper skolans sydvästra fasad (i ordning uppifrån och ner: grå = fyllning, gult = lera, blå = friktionsjord).



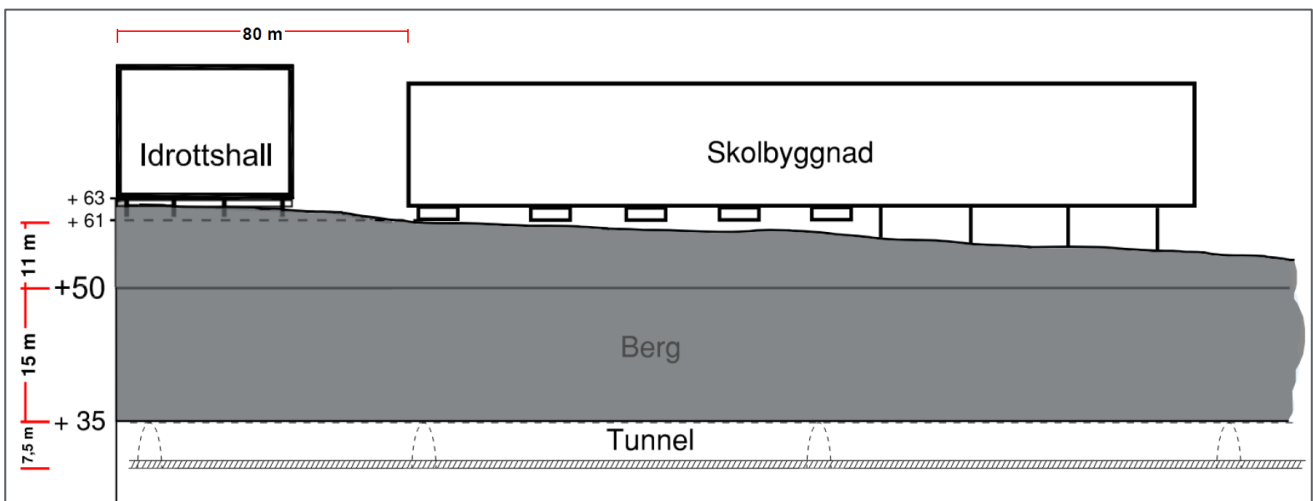
Figur 4.4 Typsektion B (se bilaga 2) vilken genomlöper skolan östra fasad (i ordning uppifrån och ner: grå = fyllning, gult = lera, blå = friktionsjord).



Figur 4.5 Typsektion C (se bilaga 2) vilken genomlöper den planerade idrottshallen (i fallande ordning: grå = fyllning, gult = lera, blå = friktionsjord).

#### 4.4 Beräkningsförutsättningar

För sammanställning av de förutsättningar som har använts i beräkningar har en enklare skiss tagits fram, se figur 4.6. Figuren är endast schematisk och därmed ej skalenlig men visar byggnadens placering och höjder som sedan använts i beräkningar. För idrottshall förutsätts att eventuella ler- eller jordlager schaktas bort och därmed medför beräkningar ett "worst case".



Figur 4.6 Schematisk skiss över avstånd använda i beräkningarna. Ej skalenlig.

#### 4.5 Komfortvibrationer

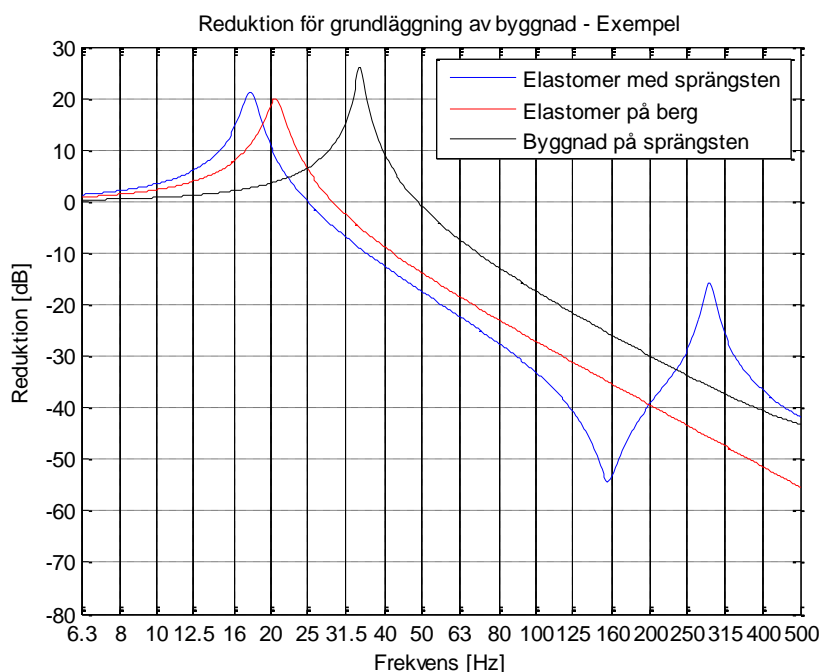
Risk för komfortstörande vibrationer bedöms erfarenhetsmässigt som liten då hela byggnaden är grundlagd på berg. Komfortstörande vibrationer erhålls framför allt från spårtrafik vid lösare jordlager och störst risk föreligger då spår och byggnader är grundlagda på lera.

Komfortvibrationer utreds därmed inte vidare i denna rapport.

#### 4.6 Kort förklaring om funktionskrav på stomljudsreducering

Stomljud (vibrationer som ger upphov till buller), som erhålls i en byggnad från spårtrafik, reduceras ofta med så kallade massa-fjädersystem. Grundläggningen i en byggnad kan ses som ett massa-fjädersystem som energin måste ta sig igenom. Ett massa-fjädersystem är ett mekaniskt system bestående av en massa som är fäst i en fjäder. Om fjädern trycks in eller dras ut kommer massan sättas i rörelse och oscillera fram och tillbaka. Om man sätter igång en rörelse och därefter låter systemet verka på egen hand kommer det börja svänga i en oförändrad takt, kallat dess periodtid. Periodtiden bestäms utav massans vikt och fjäderns styvhet och är oberoende av gravitationen eller amplituden som fjädern sträcks ut. Frekvensen som systemet svänger i, definierat av periodtiden, kallas dess egenfrekvens,  $f_0$ .

Kommer vibrationer från marken in i massa-fjädersystem kommer detta system att sättas i rörelse under viss frekvens. Beroende på systemets egenfrekvens i förhållande till frekvensen för inkommande vibrationer (störfrekvens) kommer systemet svara genom att antingen förstärka eller reducera den inkommande energin. Detta fenomen illustreras i figur 4.7 nedan och representerar det frekvenssvar ett massa-fjädersystemet ger. Topparna är respektive systems egenfrekvens.



Figur 4.7. Exempel på olika reduktion för byggnadsgrundläggning med avseende på stomljud.

Om det inkommer energi i grundläggningen som är koncentrerad kring egenfrekvensen hos grundläggningen kommer det leda till att den ökar i amplitud. Om man däremot kan uppföra grundläggningen så att egenfrekvensen blir lägre, dvs att man knuffar egenfrekvensen mot vänster, kan man reducera energin vid högre frekvenser och därmed också vibrationer och stomljud i byggnaden. Generellt sätt blir det mer kostsamt ju lägre egenfrekvens man vill åstadkomma.

Beroende på hur grundläggning är utförd, om det är makadam, sprängsten, cellplast, elastomer, stålfjäder osv kommer det definiera fjäderns styvhet hos massa-fjädersystemet. Massan består utav byggnadens massa och hur den är fördelad över grundläggningen. Motsvarande princip gäller för stomljudsreducering i spårupbyggnad, se figur 7.1.

## 5 Beräkningar och metodik

### 5.1 Avgränsningar

Källdata presenteras i tersband upp till och med 1250 Hz. Detta har begränsats till att beakta frekvenser upp till oktavband 500 Hz. Frekvenser högre än detta bedöms avta tillräckligt under transmission för att ej vara dimensionerande för total stömljudsnivå.

Beräkning antar homogent berg.

### 5.2 Beräkningsmodell

För beräkning av förväntade stömljudsnivåer har följande beräkningssteg utförts:

$$L_{p,A} = L_{v,källa} + C_{banuppbyggnad} + C_{hastighet} + C_{avstånd} + C_{grund} + C_{vån} + C_{Lv\ till\ Lp} + C_{A-vägning}$$

där  $L_{v,källa}$  är vibrationsnivå i mark på ett känt avstånd till vibrationskällan,

$C_{banuppbyggnad}$  är korrektion för typ av spårgrundläggning,

$C_{hastighet}$  är korrektion för tåghastigheten,

$C_{avstånd}$  är korrektion för geometrisk och materialberoende dämpning i marken,

$C_{grund}$  är korrektion för byggnadens grundläggning,

$C_{vån}$  är dämpningen per våningsplan för att få vibrationsnivå på ett valt våningsplan,

$C_{Lv\ till\ Lp}$  är korrektion för att omvandla vibrationsnivå till ljudnivå,

$C_{A-vägning}$  A-vägningsfilter för att få ljudnivå i dBA.

#### 5.2.1 $L_{v,källa}$

Källdata utgår från mätningar i Åsatunneln november-december 2019, utfört av Efterklang, AFRY (ref. 3). Värden redovisades i två punkter, en per tunnelvägg, i två riktningar, en horisontell och en vertikal. Totalt uppmättes 2683 passager och resultaten redovisas som tersbandsspektrum för vibrationsnivåernas ( $L_{vASmax}$ ) medelvärde, 95% KI samt maxvärden. Passagera med högst vibrationsnivåer har sedan använts för aktuella beräkningar.

#### 5.2.2 $C_{banuppbyggnad}$

Korrektion avser ballastfritt spår medan uppmätt källdata gäller ballastspår 500 mm med underballast 800 mm. Korrektionsfaktorn är frekvensberoende och härledd ur figur 7.1.

#### 5.2.3 $C_{hastighet}$

Vibrationsnivåerna är beroende av hastigheten på tåget. Hastighetsberoendet är framtagit (ref 6) och omräknat för hastigheter upp till och med 250 km/h.

#### 5.2.4 $C_{avstånd}$

För korrektion för avståndsdämpning används Bornitz ekvation (ref. 1). Ekvationen består av geometrisk dämpning och materialdämpning. Den geometriska dämpningen beror på vibrationskällans karaktär och hur vågen fortplantar sig i marken, medan materialdämpningen beror på energiförluster i marken under vågens fortplantningsväg. Materialdämpningen är frekvensberoende och är större i jordar än i berg.

Enligt Bornitz ekvation är vibrationshastigheten i en punkt på avståndet  $r$  från vibrationskällan:

$$v = v_0 \left( \frac{r_0}{r} \right)^m e^{-\alpha(r-r_0)}$$

där  $v_0$  är vibrationsnivå i marken vid ett känt avstånd  $r_0$ . Koefficienten  $m$  är 0.5 för en volymvåg från en linjekälla i halvrymden.

$$\alpha = \frac{2\pi f \xi}{c_p}$$

Där  $f$  är frekvensen,  $\xi$  markens dämpkvot och  $c_p$  kompressionsvågens hastighet i den aktuella marktypen.

#### 5.2.5 $C_{grund}$

Bef. byggnad är i huvudsak grundlagd antingen direkt på berg eller på lera men är då direkt kopplad till berg via injekterade pålar. Grundläggningen påverkar överföringen av stomljud mellan mark och byggnad. Då båda delarna är direkt kopplade till berg ansätts ingen dämpningsfaktor. Pålning i öster för befintlig skolbyggnad kan medföra viss reduktion men har ej beaktats i denna rapport.

För befintlig byggnad har en schablonfaktor på 10 dB adderats över oktavband 63 Hz för att motsvara förstärkning av grundläggning.

#### 5.2.6 $C_{vån}$

Stomljudet avtar successivt med höjden på byggnaden och beroende på byggnadskonstruktion avtar den normalt mellan 1–5 dB per våningsplan. Beräknad nivå anser plan 1 av byggnaden samt att dämpningen per våningsplan för bärande betongstomme är 0,9 dB (ref. 2).

#### 5.2.7 $C_{Lv}$ till $L_p$

Ljudtrycksnivån beräknas för ett typrum där efterklangstiden är 0,5 s och rumshöjden 2,4 m. Korrektion avser att ljudutstrålning från golvbjälklag är fullständig över aktuellt frekvensområde och att den beräknade vibrationsnivån motsvarar ett medelvärde för vibrationsnivån i golvet, samt att ljudfältet i rummet är diffust.

## 6 Beräkningsresultat

### 6.1 Skolbyggnad

Beräkningarna resulterar i en stomljuds nivå på  $L_{AFmax}$  51 dB, vilket är 14 dB över det objektspecifika kravet från Trafikverket och bedöms då till aktuellt åtgärdsbehov för spåruppbyggnad.

### 6.2 Idrottshall

Beräkningarna resulterar i en stomljuds nivå på  $L_{AFmax}$  50 dB, vilket är 13 dB över det objektspecifika kravet från Trafikverket och bedöms då till ett maximalt åtgärdsbehov för idrottshall och dess grundläggning.

Stomljudsreducerande åtgärder i spår med avseende på befintlig skolbyggnad kan medföra en positiv effekt även för ny idrottshall på grund av att åtgärder inte endast behöver utföras rakt under själva skolbyggnaden. Åtgärder i spår krävs sannolikt även för en del av spårsträckan innan tillräckligt stort avstånd uppnås till skolbyggnad för att riktvärden ska efterlevas.

Avståndet mellan idrottshallens västra hörn och närmsta punkt på skolan uppgår enligt underlagen till cirka 80 meter. Använd beräkningsmodell visar på att betydligt större avstånd skulle krävas innan riktvärde efterlevs. Beräkningsmodeller från andra konsulter som studerats visar dock att mindre avstånd kan krävas men bedöms ändå överskrida 80 meter. Vilket medför att åtgärdsbehovet för idrottshall kan vara något mindre och beräknas då i stället kunna uppgå till cirka 5–10 dB.

Åtgärder för att reducera dessa 5–10 dB får dock ej medföra någon förstärkning inom aktuellt frekvensområde, dvs över oktavbanden 31,5 – 500 Hz.

## 7 Kommentarer och stomljusdämpande åtgärder

Då spårtrafik passerar aktuellt planområde i bergtunnel bedöms ingen eller mycket liten risk för att komfortstörande vibrationer erhålls. Däremot överförs mer högfrekventa vibrationer mer effektivt genom berg som kan medföra att stomljud i ovanliggande byggnader erhålls.

Att reducera stomljusnivåer i byggnad från järnväg kan göras på flera olika sätt, främst via åtgärder i spåruppbyggnad eller via byggnadens grundläggning. För befintlig skolbyggnad är det enligt vår bedömning inte tekniskt möjligt (till en rimlig kostnad) att utföra åtgärder i grundläggning. I stället rekommenderas att dessa åtgärder utförs i planerad spårtunnel.

För en ny idrottshall finns det däremot bättre möjlighet att införa stomljusreducerande åtgärder i grundläggning enligt vår bedömning.

### 7.1 Befintlig skolbyggnad

Kommunen och Trafikverket har kommit överens om att Trafikverket ansvarar för åtgärder med avseende skolbyggnad och åtgärder utförs i spåruppbyggnad. Baserat på slutlig spårsträckning kommer detta åtgärdsbehov behöva beräknas även i senare skede och denna utredning visar att för ett "worst case"-scenario med erhållna förutsättningar kan ett åtgärdsbehov på 13 dB krävas.

Detta bedöms tekniskt möjligt att erhålla genom exempel på vibrationsreducerande åtgärder i spåruppbyggnad enligt figur 7.1. Därmed bedöms det tekniskt möjligt att det objektspecifika krav för stomljud i skolbyggnad kan tillgodoses.

Eventuell utbyggnad på befintlig skolbyggnads östra sida ingår också i dessa åtgärder. Då djup till berg ökar i öster kommer likt befintlig byggnad denna del också pålas. Därmed skulle viss reduktion av stomljud kunna erhållas, vilket kan beaktas i senare beräkningar av Trafikverket.

### 7.2 Idrottshall

För nybyggd idrottshall ansvarar Härryda Kommun för att objektspecifika krav för stomljud uppfylls. Då kommunen inte hanterat spårtunneln krävs i stället åtgärd i grundläggningen för själva byggnaden. Då slutlig sträckning och åtgärder för spårtunnel inte finns framme idag, har beräkningar utförts i ett "worst-case"-scenario för att få fram ett åtgärdsbehov för planerad idrottshall. Resultat visar på att åtgärder i spår för befintlig skolbyggnad kan medföra viss effekt även för idrottshall men att det kvarstår ett åtgärdsbehov på cirka 5–10 dB. Utan att beakta åtgärder i spår uppgår åtgärdsbehovet beräkningsmässigt till 13 dB, vilket är vad Härryda Kommun ansvarar för enligt överenskommelse med Trafikverket.

Då det inte är möjligt att införa förstärkning av stomljusnivåer inom aktuellt frekvensområde sätts i stället ett funktionskrav på byggnaden och dess grundläggning. Mer om funktionskravet kan läsas om i *kap 4.6*. Detta funktionskrav medför att båda fallen för med eller utan stomljusåtgärder i spårtunnel hanteras. Funktionskravet medför att byggnad och grundläggning uppförs med en maximal egenfrekvens,  **$f_0 \leq 25$  Hz**. Baserat på använt störspektrum erhålls med detta funktionskrav en reduktion på cirka 15 dB av stomljusnivåer. Med detta funktionskrav tillgodoses Trafikverkets riktlinjer för idrottshall på  $L_{AFmax}$  37 dB.

Med maximal egenfrekvens avses att idrottshall inte uppförs "stumt" eller direkt på berg utan byggnadens massa vilar på en fjäder så att ett fritt massa-fjädersystem erhålls. Detta uppnås ofta även i praktiken på grund av värmeisolering mellan byggnad och berg. Funktionskrav medför att det behöver dimensioneras noggrant under projekteringen, vilket i sin tur kan medföra extra byggkostnader för idrottshall.

Det är flera parametrar som är avgörande för resultatet, dvs vilken mäktighet har sprängsten + makadam eller eventuella jordlager, vilken typ av värmeisolering som används, vilken tyngd eller massa som byggnad innefattar och hur dessa laster förs ner till berg. Kravet bedöms möjligt att uppfylla genom att en eller flera av följande åtgärder genomförs för att mjukare "fjäder" mellan berg och byggnadsstomme ska erhållas.

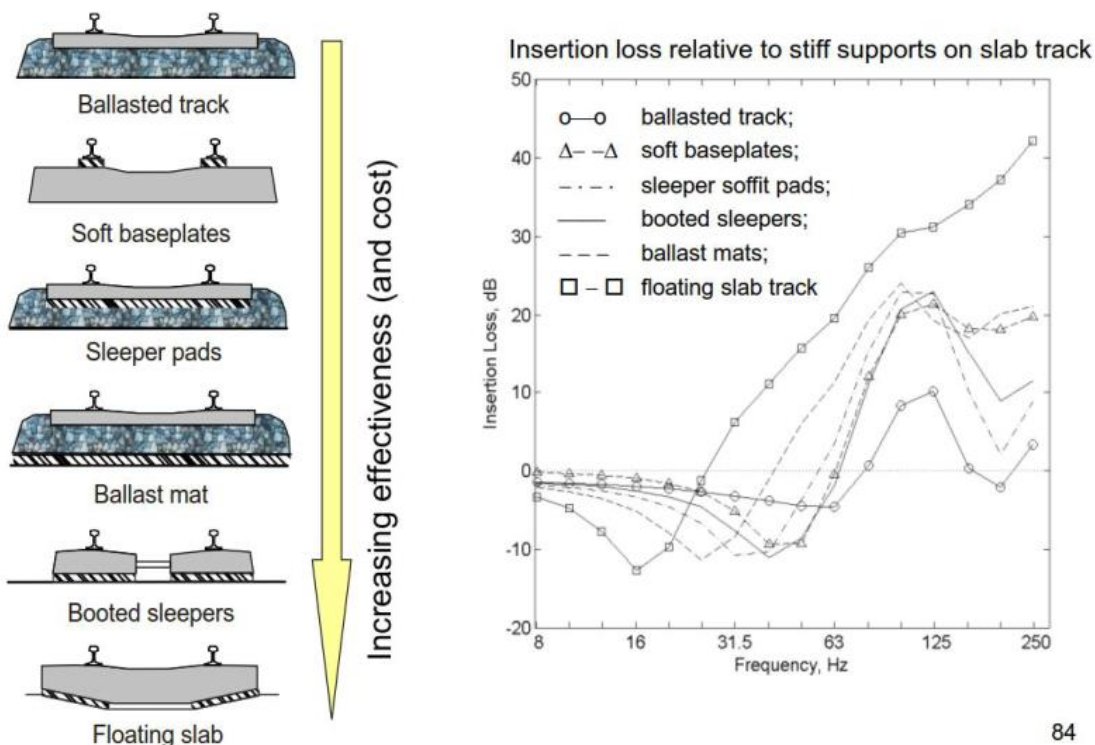
- Öka mäktighet på sprängsten/makadam, beakta eventuella jordlager som kvarstår (*mjukare fjäder*)
- Byta värmeisolering från t ex cellplast till stenull under bottenplatta. (*mjukare fjäder*)
- Vid plintar/voter etc med högre laster dimensionera mäktighet sprängsten/makadam tillsammans med värmeisolering. Om inte tillräcklig låg egenfrekvens erhålls kan elastomer eller likvärdig lösning införas i dessa ytor. (*mjukare fjäder*)

Förutom dessa ovan nämnda parametrar är det också viktigt att inga "stumma" anslutningar erhålls mellan berg och byggnad som kan försämra stomljudsisoleringen.

I byggskede kan utförda åtgärder genom uppmätning av egenfrekvens verifieras. Det är även möjligt vid en kommande tunneldrivning att verifiera överföring med avseende på stomljudsisolering mellan berg och byggnad.

### 7.3 Åtgärder i spåruppbyggnad

Figur 7.1 ger förslag på olika åtgärder i spår med tillräcklig dämpningsfaktor. Informationen har använts i denna utredning för beräkningar av stomljuds nivåer.



Figur 7.1 Vibrationsreducerande åtgärder i spår (ref. 4).

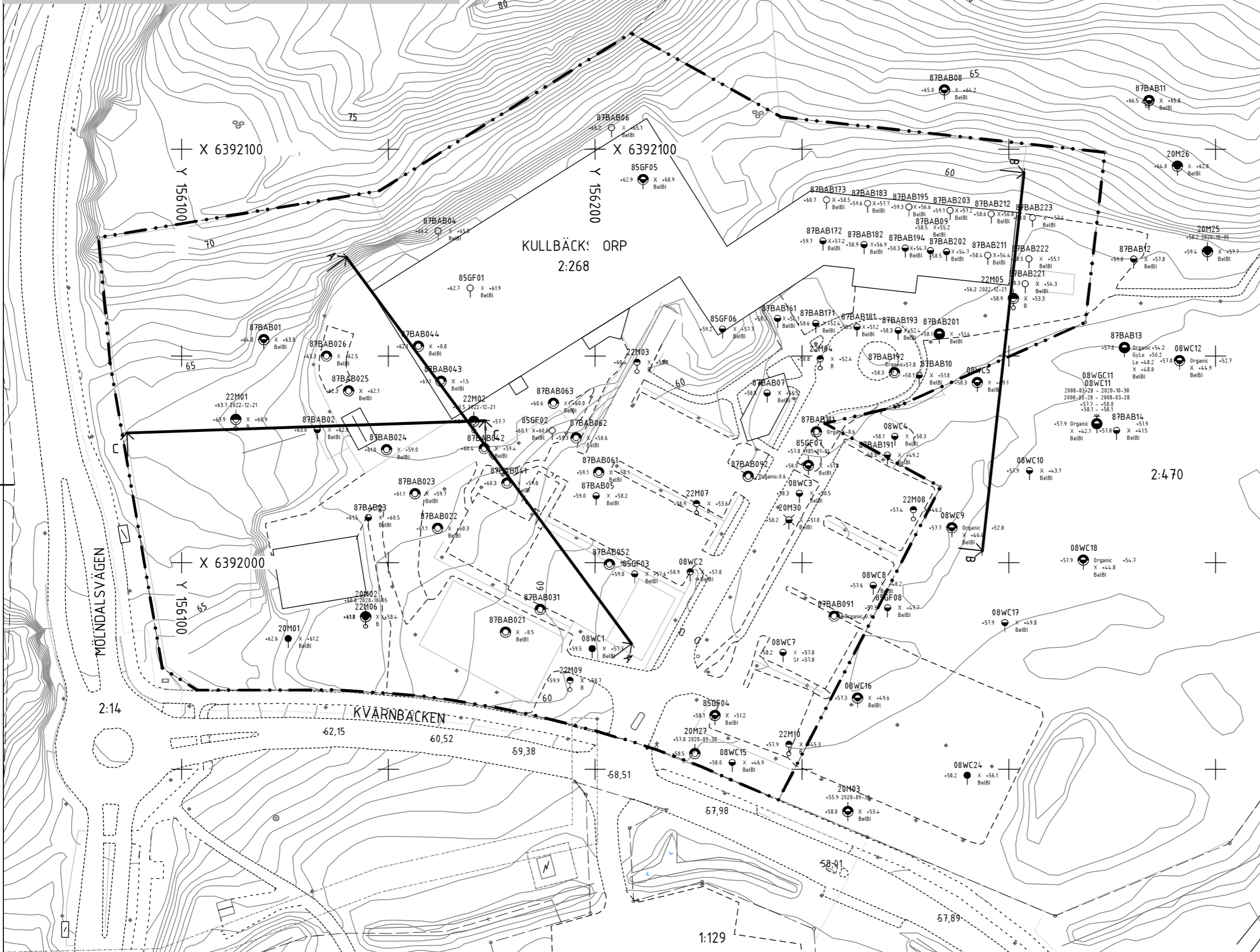


## 8 Referenser

Följande referenser har använts.

1. SGF Informationsskrift 1:2012, Markvibrationer, Version 2013-12-18 (sida 13)
2. Ljunggren, S. "Transmission of Structure-Borne Sound in Buildings Above Railways". Applied Acoustics 34 (1991) 193-205.
3. "763693-3 Mätrapport Långtidsmätningar Åsatunneln\_20200610.pdf"
4. Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton.
5. PM1084930A\_Förutsättningar.pdf Norconsult
6. STOMLJUD, Beskrivning och genomgång av riktvärden för spår- och vägburen trafik, Littera 10186107

# Bilaga 1 - Plankarta med markerade typsektioner



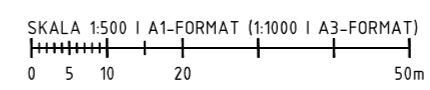
**KOORDINATSYSTEM**  
 PLANSYSTEM: SWREF 99 12 00  
 HÖJDSYSTEM: RH 2000

**BETECKNINGAR**  
 BETECKNINGSSYSTEM: SGF/BGS  
 HEMSIDA: www.SGF.net/BETSYSTEM VERSION 2001:2

**ANMÄRKNINGAR**  
 --- PLANGRÄNS

XREFS:  
 \\Model\12-97-P-002.dwg  
 \\Model\12-10-P-011.dwg  
 \\Model\12-10-P-012.dwg

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	COCK	DATUM	VY DATUM	VY NAMN/UPPER
<b>HÄRRYDA KOMMUN</b>						
<b>KULLBÄCKSTORP 2:268</b>						
TOLKADE SEKTIONER						
<b>PLAN</b>						
UPPDRAGSANSVARE T. TRAPP	UPPDRAGSNUMMER 4120-2003					
KONSTR T. TRAPP	GRANSK J. BENGTSSON	KONSTRUKTIONSR GÖTEBORG	2023-03-01	FORMAT A1	SKALA 1:500	REVISION BILAGA A1



PL 11420-2003 VALBERGG KULLBÄCKSTORP 2:268 BILAGA A1 2023-03-01 15:18 AV ANVÄNDARE TTP

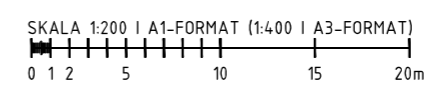
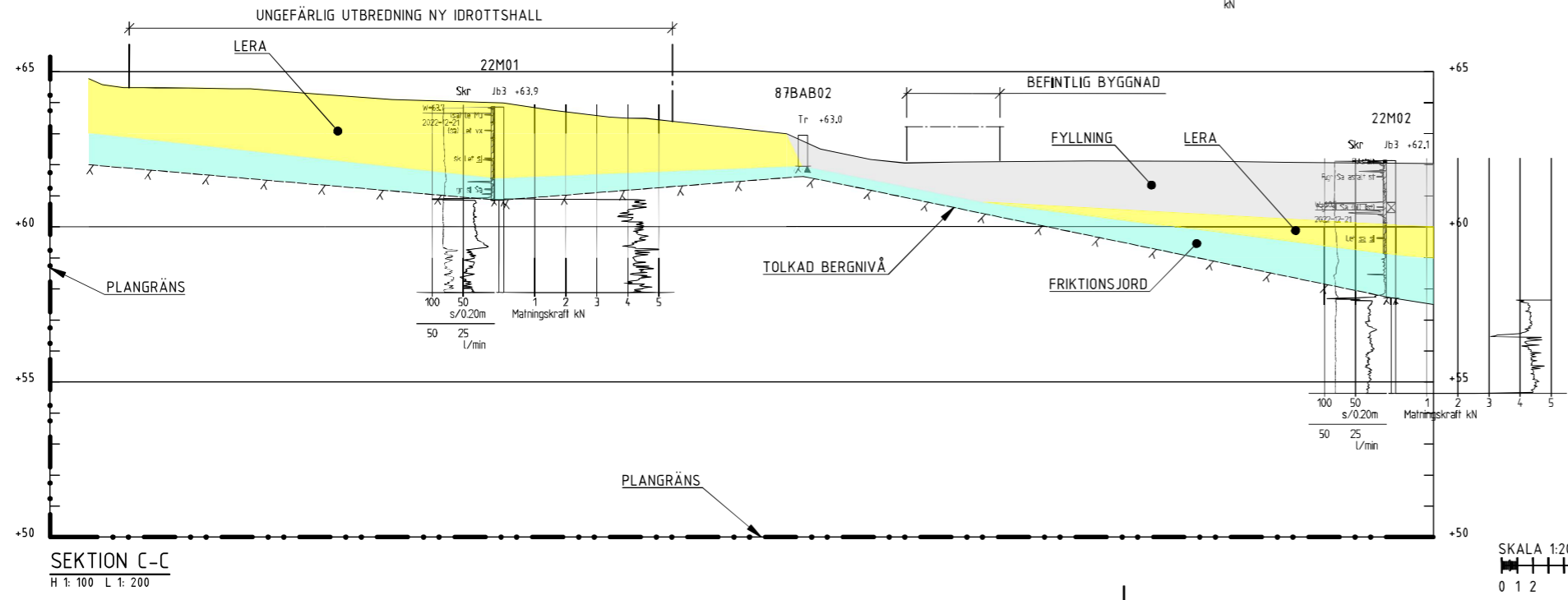
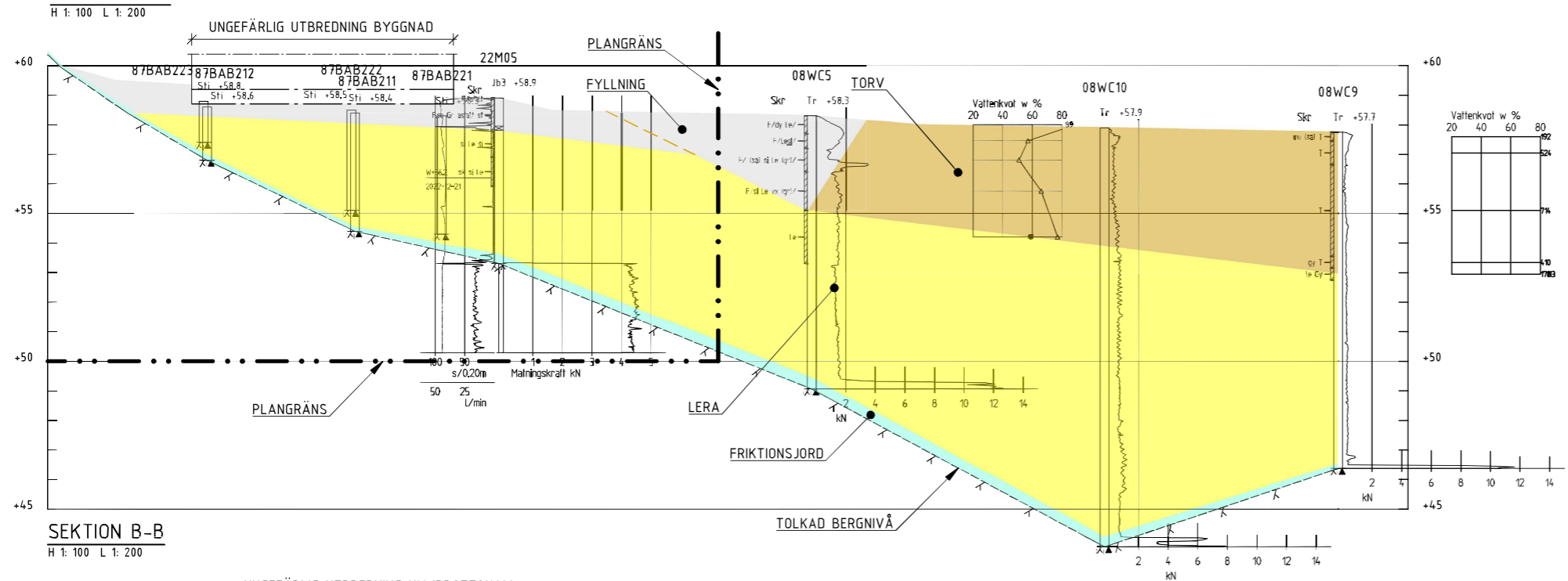
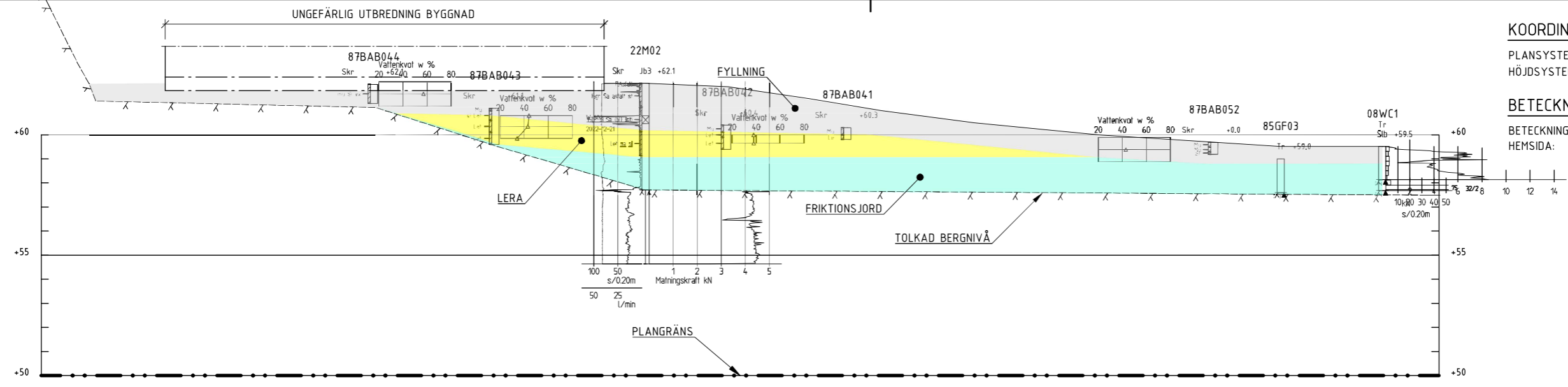
# Bilaga 2 - Typsektioner

## KOORDINATSYSTEM

PLANSYSTEM: SWEREF 99 12 00  
HÖJDSYSTEM: RH 2000

## BETECKNINGAR

BETECKNINGSSYSTEM: SGF/BG  
HEMSIDA: www.SGF.net/BETSYSTEM VERSION 2001:2



REV	ANT	ÄNDRING AVSER	ODK	DATUM	VY DATUM	VY ÖARBEJDER
<b>HÄRRYDA KOMMUN</b> <b>KULLBÄCKSTORP 2:268</b> GEOTEKNISK UNDERSÖKNING						
<b>MARKERA</b>						
UPPDRAGSANSVÄRIG T. TRAPP			UPPDRAGSNUMMER 4120-2003		KONSTRUKTIONSR T. TRAPP	
KONSTRUKTÖR T. TRAPP			GRANSK J. BENGTSOON		RITNINGSR GÖTEBORG	
GÖTEBORG			2023-03-01		OBLIKT NR SE FIGUR BILAGA A2	