

Sala kommun

Ängshagen

Detaljplan för del av Kristina 4:14

PM, Geoteknik (PM/Geo)

Projektnummer: 21522

Datum: 2022-03-29

Rev: 2025-11-14

Skapat av: Lars O Johansson



Innehållsförteckning

1.	Allmänt	3
2.	Planerade byggnader	3
3.	Utförda undersökningar, redovisning	3
4.	Förhållanden på plats	3
4.1	Området	3
4.2	Översiktliga geologiska förhållanden	5
4.3	Geotekniska förhållanden	6
4.4	Hydrogeologiska förhållanden	7
4.5	Markmiljö	8
4.6	Befintliga konstruktioner	8
5.	Byggnadstekniska förutsättningar	8
5.1	Indelning av området	8
5.2	Grundläggning av byggnader	8
5.3	Förutsättningar för schaktning	9
5.4	Förutsättningar för fyllning	10
5.5	Förutsättningar för dränering	11
5.6	Marksättningar	11
5.7	Markstabilitet	12
5.8	Övriga markarbeten	13
6.	Hänsyn till Trafikverkets anläggningar	13
6.1	Väg 56	13
6.2	Järnväg	18
7.	Fortsatta utredningar	18
7.1	Behov av geotekniska kompletteringar	18
7.2	Risikanalyser omgivningspåverkan	19

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

1. Allmänt

På uppdrag av Sala kommun har Loxia Mälardalen AB utfört geoteknisk undersökning för nytt detaljplaneområde för Ängshagen inom del av fastigheten Kristina 4:14, Sala kommun. Denna PM/Geo har genomgått en omfattande revidering genom att detaljplaneområdet utökats med den västra delen av området 2023. Även 2025 har en revidering skett genom en möjlig utökning av området mot nordväst samt bedömning av om Trafikverkets anläggningar påverkas av detaljplaneområdet.

2. Planerade byggnader

Området skall detaljplanläggas för framtida bebyggelse. Nya anslutningsvägar skall utföras till området från Norrskensgatan och Oriongatan i nordost och Vintergatan i nordväst.

Området delas i en östlig och västlig del genom ett planerat grönstråk.

De byggnader som planeras inom området är lamellhus i 4 våningar (främst inom den östra delen av området), punkthus i 6 våningar (inom den västra delen av området), stadsvillor i 3 våningar (fördelade inom hela området) och radhus i 2 våningar (fördelade inom hela området). Totalt planeras för 468 lägenheter. Vidare planeras för verksamhetsområden längs hela den östra sidan av området vid väg 56.

En viss översyn av området sker under 2025, varför ovanstående förhållanden kan komma att ändras. En större förändring är att bostadsbyggnader ej kommer att utföras inom den sydvästra delen pga. närheten till förekommande jordbruk och hästgård. Ett läge söks därför för en gemensamhetsbyggnad för äldreboende och förskola och för detta finns 3 olika skissförslag på läge (Alternativ 1 – 3). Dessa bygger på ett läge inom den nordvästra delen av området, t.o.m. inom områden söder om Tellusgatans södra del (Alternativ 3) där geotekniska undersökningar ej har utförts

3. Utförda undersökningar, redovisning

Resultatet av den geotekniska undersökningen redovisas i separat Markteknisk Undersökningsrapport Geoteknik (MUR/Geo) daterad 2022-03-29 och senast 2025-02-11.

4. Förhållanden på plats

4.1 Området

Detaljplaneområdet är beläget inom del av fastigheten Kristina 4:14 i Sala. En mindre grusväg skär genom området och delar detaljplanområdet i en östlig och västlig del.

Den östra delen av området begränsas i öster av väg 56 och i norr och nordväst av industriområden, villabebyggelse och ett skolområde (Ängshagenskolan) i anslutning till Oriongatan, Kometgatan, Stjärngatan och Norrskensgatan. Mot söder saknas en tydlig avgränsning då området här fortsätter i åker- och ängsmark. Den sydöstra delen av området utgörs av odlad åkermark och har ej undersökts pga. annan markägare.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
--	----------------------	--------------------------

PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun



Bild 1; Den östra delen av detaljplaneområdet sedd mot norr med väg 56 i bakgrunden.

Den västra delen av området begränsas i norr av villabebyggelse kring Mångatan och Vintergatan och i väster av ett skogsområde som delvis ingår i detaljplaneområdet. Mot söder saknas en tydlig avgränsning då området här fortsätter i åker- och ängsmark.



Bild 2; Den västra delen av detaljplaneområdet sedd mot norr.

Skapat av (Förnamn, Efternamn)
Lars O Johansson

Datum:
2022-03-29

Reviderad:
2025-11-14

PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun

Området domineras av öppen åker – och ängsmark. Inom delar av området, främst i nordost, förekommer vissa skogsridåer. Väster om området förekommer skogsmark bestånd av kuperad blandskog, inom vissa delar avverkad.

Markytan inom den östra delen av området sluttar huvudsakligen från väster mot öster. Inom den norra delen av området förekommer vissa uppfyllda vallar. Markytan inom den västra delen av området är, med undantag av skogsmarken, förhållandevis plan. Ett stråk passerar från norr till söder genom området där markytan ligger något lägre än i övrigt och som dessutom sluttar mot söder.

4.2 Översiktliga geologiska förhållanden

Uppgifter om de geologiska förhållandena framgår av SGU:s (Sveriges geologiska undersökning) jordartskarta (se bild 3). Områdets östra del domineras av postglacial lera. Inom den västra delen av området förekommer glacial lera i större omfattning. Vissa partier med morän och berg finns också, dels mellan den västra och östra delen men framför allt i skogsområdet i väster.

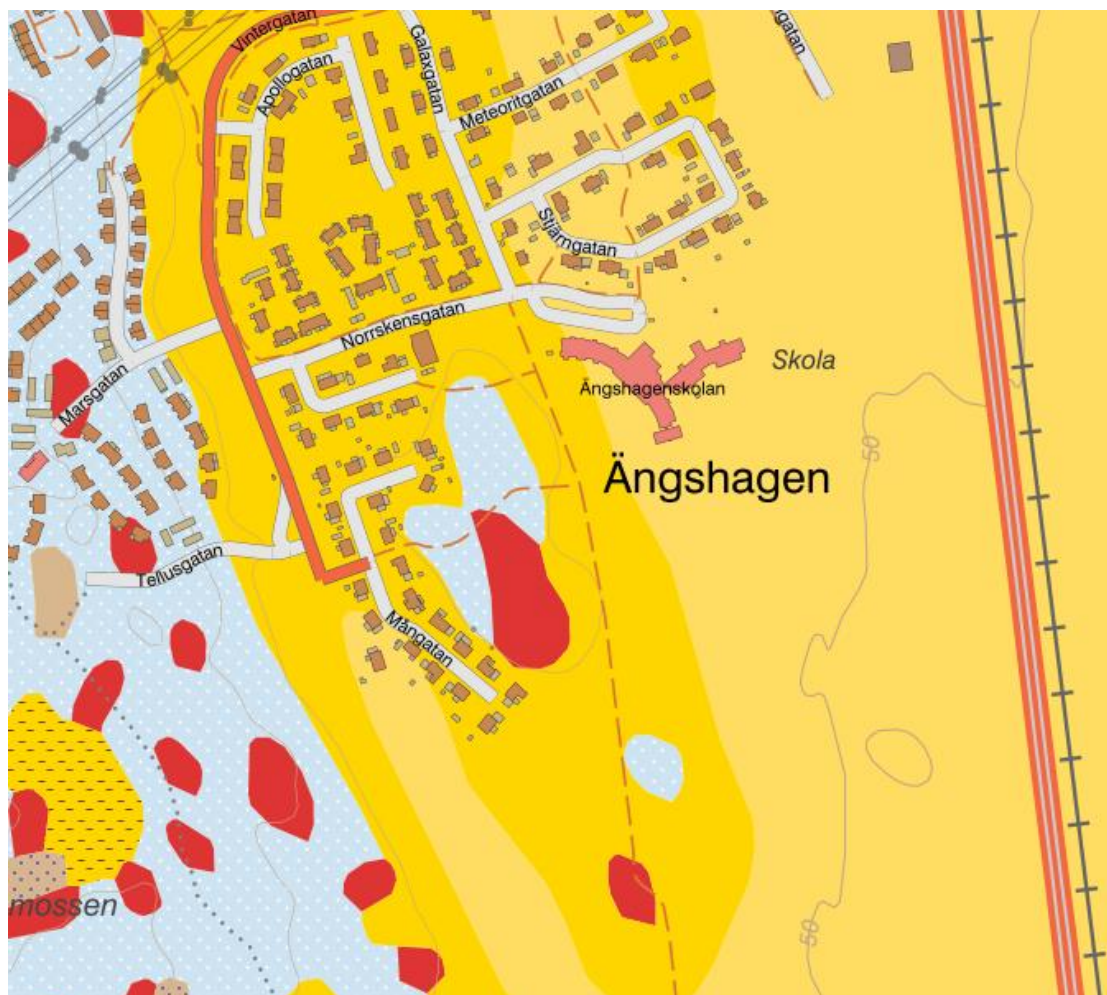


Bild 3; Utdrag från SGUs jordartskarta. Den blekgula färgen som dominerar områdets östra del samt ett stråk i väster är postglacial lera medan den klargula färgen betecknar glacial lera. Ljusblått område är morän, rött berg i dagen och brunt torv.

Skapat av (Förnamn, Efternamn)
Lars O Johansson

Datum:
2022-03-29

Reviderad:
2025-11-14

PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun

4.3 Geotekniska förhållanden

Nedanstående beskrivning av de geotekniska förhållandena bygger på resultat från undersökningar i enstaka punkter. Avvikande förhållanden kan därför inte uteslutas.

Jorden inom området domineras överst av torrskorpelera. Torrskorpeleran är relativt väl utvecklad med en mäktighet av 2 – 3 m.

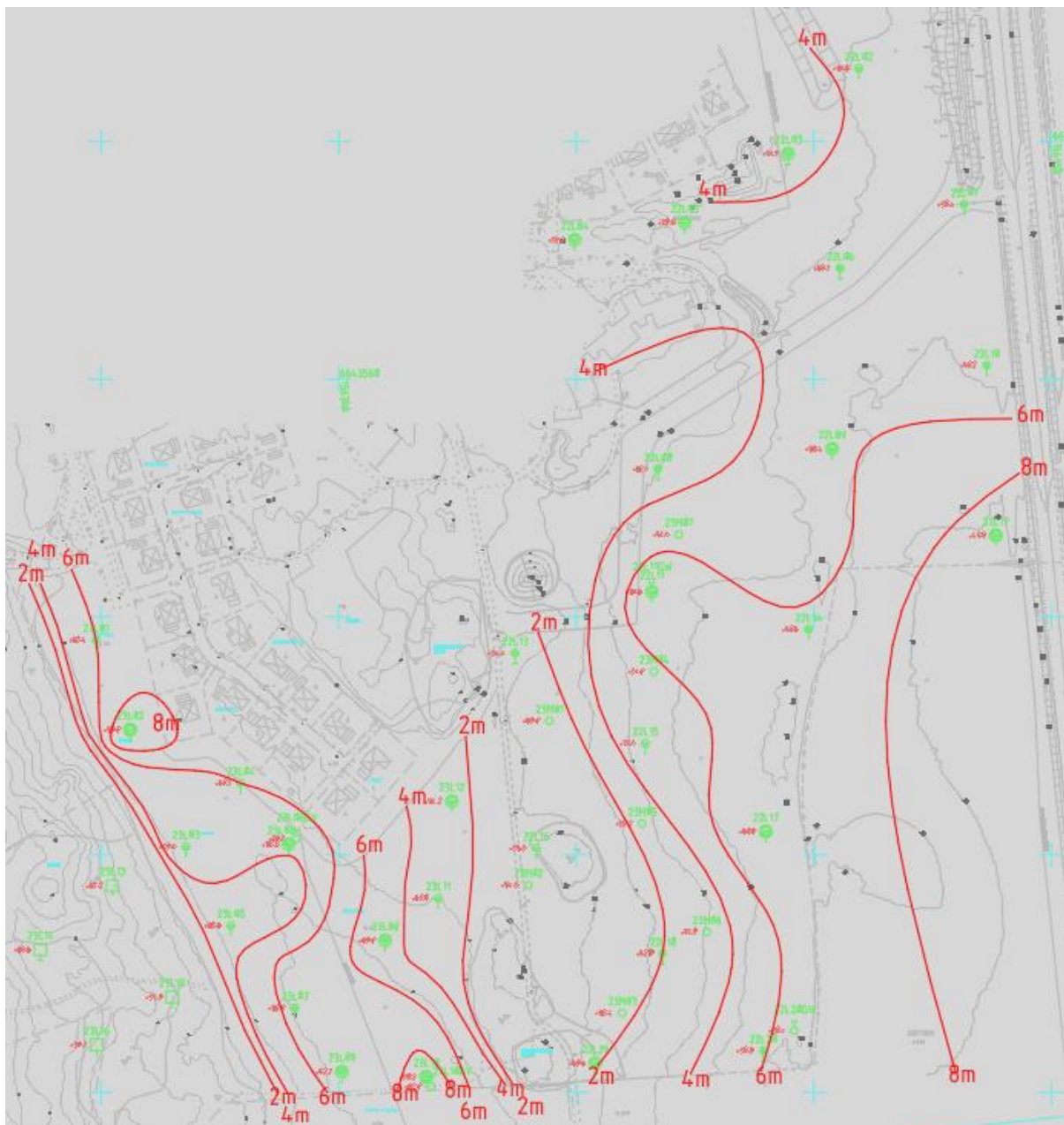


Bild 4; Tolkning av totalt lerdjup i meter.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

Under torrskorpeleran följer inom större delen av området lösare lera. Som mest sträcker sig denna lera ned till ett djup av 9,5 m under markytan i en undersökningspunkt inom områdets sydöstra del. Lermäktigheter på över 8 m förekommer även i undersökningspunkter inom den västra delen av området. I bild 4 redovisas en tolkning av lerdjupen inom området.

Vid de geotekniska undersökningar som tidigare har utförts vid väg 56 och järnväg öster om detaljplaneområdet har lerdjup på upp till ca 10 m konstaterats.

Den förekommande leran är delvis varvig och lokalt även sulfidbandad samt med inslag av tunnare silt- och finsandskikt. Den lösa lerans vattenkvot ligger huvudsakligen inom spannet 50 – 60 %, lokalt kan både högre och lägre värden förekomma. Konflytgränsen är normalt 0 – 10 %-enheter lägre än vattenkvoten. Den odränerade okorrigerade skjuvhållfastheten uppgår i den lösa leran huvudsakligen till 15 – 20 kPa, dock är värdena högre närmast under torrskorpeleran och lokalt kan värden under 15 kPa förekomma vid de större lerdjupen. Sensitiviteten uppgår inom den norra delen av området till ca 10 - 20, vilket motsvarar mellansensitiv lera. Inom sydöstra delen av området uppgår sensitiviteten huvudsakligen till ca 20 – 40, vilket innebär att leran kan betraktas som mellan- och högsensitiv. Ett värde överstiger t.o.m. 50, vilket är gränsen för kvicklera.

Leran vilar på fast friktionsjord, sannolikt morän. Utförda slagsonderingar har som mest neddrivits drygt 3 m i denna jord där stopp skett mot berg eller block. I en punkt inom den sydöstra delen av området har dock en trycksondering kunnat neddrivas 4 m ned genom friktionsjord till närmare 13 m djup under markytan.

Mellan den västra och östra delen av området förekommer fastmark och även berg i dagen förekommer här.

Inom skogsområdet i väster domineras jorden av fast morän. Denna morän kan till stor del klassificeras som sandig, men innehåller även betydande inslag av silt och grus. Moränen är till stora delar även stenig och blockig, vilket även syns på markytan. Inom lågpunkter i terrängen kan moränen täckas av torv, silt och/eller lera, dock bedöms dessa mäktigheter understiga 1 m och den förekommande leran är fast. Där torv förekommer, vilket oftast sker i marksänkor där vattnet står nära markytan, bedöms också torvens mäktighet huvudsakligen vara mindre än 1 m. De provgropar som har utförts har avbrutits inom 0,6 – 1 m djup där block och/eller berg påträffats vid gropens botten.

4.4 Hydrogeologiska förhållanden

3 grundvattenrör har installerats inom områdets östra del 2022 och 2 inom den västra delen 2023. Rören inom den östra delen av området har mätts vid 1 tillfälle under februari 2022, vid 1 tillfälle i slutet av maj 2023 samt vid 2 tillfällen i början av år 2025. Rören inom den västra delen av området har mätts vid 1 tillfälle i juni och 1 tillfälle i juli 2023. Det ena röret inom den västra delen av området hade 2025 försvunnit medan det andra var påkört och lutade, varför mätresultatet 2025 i det senare röret ej bedöms som helt tillförlitligt och fortsättningsvis ej användbart.

Grundvattennivån i rören inom den östra delen av området har 2022 och 2023 legat inom intervallet +47,8 - +48,6 (ca 2 – 3 m under markytan), undantaget en nivå på +49,3 i ett rör i sydost under maj 2023. 2025 hade vattennivån i samtliga rör stigit och låg i spannet +49,3 – +49,9 (från ca 2 m djup till strax under markytan), även här högst i grundvattenröret i sydost. Det kan möjligen vara så

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

att grundvattennivån i röret i sydost ej hade hunnit stabilisera sig vid den mätningen som skedde 2022. I övrigt har vattennivån i detta rör legat 0,5 – 0,9 m högre än i de båda övriga rören.

Grundvattennivån i rören inom den västra delen av området har legat inom spannet +51,1 - +52,0 (ca 0,5 – 1,5 m under markytan) vid de mätningar som har skett 2023. 2025 uppmättes en nivå på ca +51,2 inom den södra delen av det västra området, men denna nivå är som tidigare angetts osäker då röret är skadat.

Av detta framgår att grundvattennivåerna är lägre inom den östra delen av området, vilket är naturligt med tanke på de lägre marknivåerna där. Tillrinning av grundvatten bedöms främst ske från skogsområdet i väster.

Under tiden mars – augusti 2020 har Markera utfört mätning i ett grundvattenrör som hade installerats strax öster om detaljplanområdet på uppdrag av Trafikverket. Grundvattennivån i detta rör har varierat mellan +47,5 och +48,8. Denna mätning tyder på att en viss årstidsvariation förekommer i grundvattennivån, men stämmer i övrigt relativt väl med de 3 rör som nu har installerats inom den östra delen av detaljplaneområdet.

4.5 Markmiljö

En separat miljöteknisk markundersökning har utförts av Sweco i samband med den geotekniska undersökningen. Resultatet av denna undersökning redovisas i separat handling.

4.6 Befintliga konstruktioner

I anslutning till området finns befintliga byggnader i norr.

Väg 56 passerar längs med områdets östra sida och strax öster om denna järnvägen Västerås – Sala med enkelspår.

5. Byggnadstekniska förutsättningar

5.1 Indelning av området

Området kan grundläggningsmässigt delas in i olika zoner utifrån lerans mäktighet och del av området (se bild 4). Följande indelning kan då göras;

- Zon 1; Lerdjup över 6 m inom hela området.
- Zon 2; Lerdjup 4 – 6 m inom den östra delen av området.
- Zon 3; Lerdjup 2 – 4 m inom hela området och 4 – 6 m inom den västra delen av området.
- Zon 4; Lerdjup <2 m inom hela området.

5.2 Grundläggning av byggnader

För bedömning av grundläggning av byggnader beaktas de byggnadstyper som beskrivs i kapitel 2. Det skall noteras att nedanstående förslag till grundläggning är råd och behöver bedömas och beräknas i varje enskilt fall. Råden nedan ger dock uppgifter om lämplig anpassning av placeringen för olika typer av byggnader.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

Lamellhus i 4 våningar skall förutsättas grundläggas på spetsburna pålar av stål eller betong inom Zon 1 och 2. Inom Zon 4 kan byggnaderna plattgrundläggas på en minst 0,3 m packad fyllningsbädd. Grundtryck på minst 100 kPa kan förutsättas, de tillåtna grundtrycken kan höjas genom att leran utskiftas och ersätts med fyllning som packas. Inom Zon 3 behöver förutsättningarna för grundläggning utredas i de enskilda fallen för vilket av ovannämnda grundläggningssätt som är mest lämpligt, dock bör vid plattgrundläggning det tillåtna grundtrycket beräkningsmässigt sänkas till 50 kPa varför pålgrundläggning torde vara att föredra.

Punkthus i 6 våningar skall förutsättas grundläggas på spetsburna pålar av stål eller betong inom Zon 1 - 3. Inom Zon 4 kan byggnaderna plattgrundläggas på en minst 0,3 m packad fyllningsbädd efter att eventuellt förekommande lera utskiftats.

Stadsvillor i 3 våningar skall förutsättas grundläggas på spetsburna pålar av stål eller betong inom Zon 1 och 2. Inom Zon 4 kan byggnaderna plattgrundläggas på en minst 0,3 m packad fyllningsbädd. Grundtryck på minst 100 kPa skall kunna tillämpas, de tillåtna grundtrycken kan höjas genom att leran utskiftas och ersätts med fyllning som packas. Inom Zon 3 skulle motsvarande grundläggningssätt som inom zon 4 kunna vara möjligt, dock bör det tillåtna grundtrycket beräkningsmässigt sänkas till 50 kPa och utskiftning av lera bedöms ej lämpligt med tanke på djupen.

Radhus i 2 våningar skall förutsättas grundläggas på spetsburna pålar av stål eller betong inom Zon 1 och 2. Inom Zon 3 och 4 kan byggnaderna plattgrundläggas på en minst 0,3 m packad fyllningsbädd. Grundtryck på minst 100 kPa skall kunna tillämpas inom Zon 4 och 50 kPa inom Zon 3. De tillåtna grundtrycken kan inom Zon 4 höjas genom att leran utskiftas och ersätts med fyllning som packas.

Verksamhetsbyggnader kommer att ha varierande storlek och utformning, i flera fall torde hallbyggnader med större spännvidder och därmed mer koncentrerade pelarlaster förekomma. Verksamhetsområdet ligger till stora delar inom Zon 1, varför grundläggning då skall förutsättas ske på spetsburna pålar av stål eller betong. Den norra delen av verksamhetsområdet ligger inom Zon 2, men även här bör pålgrundläggning vara förutsättningen.

Gemensamhetsbyggnad planeras inom den nordvästra delen av området, men olika förslag finns för placering av denna. I läget enligt Alternativ 1 kan Zon 3 - 4 förutsättas, enligt Alternativ 2 huvudsakligen Zon 1 och enligt Alternativ 3 Zon 4. Detta innebär att pålgrundläggning skall förutsättas för Alternativ 2, medan det för Alternativ 1 kan vara möjligt att plattgrundlägga stora delar av byggnaden, dock möjligen en viss risk för pålgrundläggning inom den södra delen. För Alternativ 3 kan plattgrundläggning förutsättas för hela byggnaden.

5.3 Förutsättningar för schaktning

Jorden domineras inom området överst av torrskorpelera ned till minst 2 m djup, varför schaktning främst kommer att ske i denna jord. Inom skogsområdet i väster och området mellan den västra och östra delen av detaljplaneområdet kommer dock schakt huvudsakligen att ske i morän, vilken även kan vara blockig och därmed svårachaktad.

Risken för hydraulisk bottenuppträckning är att anse som låg inom området pga. relativt stort djup till grundvattenytan. Även om schakt sker under grundvattenytan är risken för uppträckning liten

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

där lerdjupen är större. Den största risken för hydraulisk botten upptryckning föreligger inom Zon 3 och inom den västra delen av området även inom Zon 4. För att hydraulisk bottenupptryckning ej skall uppkomma kan följande samband beaktas;

$$L \geq 3H - 2H_w$$

L = lerans mäktighet enligt t.ex. bild 4

H = schaktdjupet från markytan

H_w = grundvattenytans läge under markytan

Om t.ex. H är 2 m och H_w är 1 m skall lerdjupet vara minst $3 \times 2 - 2 \times 1 = 4$ m för att ej riskera hydraulisk bottenupptryckning. Inom den sydöstra delen av området visar grundvattenmätningar på en grundvattenyta i markytan och ett lerdjup på 8 m. Risk för hydraulisk bottenupptryckning råder i detta fall vid schaktdjup större än $L/3 = 8/3 = 2,7$ m.

Där risk för hydraulisk bottenupptryckning råder under schaktningsarbetet kan temporär grundvattensänkning behöva utföras i friktionsjorden under leran. Det skall då beaktas att ett sådant arbete kan vara anmälningspliktigt.

Vid schaktning i övrigt skall försiktig länshållning utföras med hänsyn till inträngande mark- och regnvatten.

Slänter bedöms kunna utföras i slänlutning 1:1 inom området vid schakt i torrskorpelera och morän.

Vid schakt inom områden med lös lera behöver schakter studeras särskilt. Som en riktlinje kan dock förutsättas att stödkonstruktion (spont) kommer att krävas vid schakter djupare än 2,5 m, men behov kan även föreligga vid grundare schakter.

All förekommande organisk ytjord skall grävas bort under byggnader, gator och andra hårdgjorda ytor.

Vid schakt inom skogsområdet samt inom området mellan den västra och östra delen kan bergschakt uppkomma. Bergschakt kan även uppkomma vid djupare schakter inom Zon 4.

5.4 Förutsättningar för fyllning

Under plattgrundlagd byggnad rekommenderas att en minst 0,3 m bädd av material enligt AMA Anläggning 23 CEB.21 utläggs och packas. Geotextil skall läggas ut på jordterrassen och bruksklass väljas efter använt fyllnadsmaterial.

Den jord som förekommer inom området bedöms till stor del som olämplig som återfyllning i gator, schakter eller under byggnader då den domineras av lera. Den kan dock t.ex. användas för uppbyggnad av avskärmade vallar, förutsatt att ytan skyddas mot erosion. För de schakter som utförs inom skogsmarken i väster kan dock grövre massor bli tillgängliga.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

5.5 Förutsättningar för dränering

Den jord som förekommer inom området består av mäktigare lager av torrskorpelera. Detta innebär att dränering bedöms kunna ske ned till nivån för underkant torrskorpelera, dvs. till 2 m under markytan och lokalt ännu djupare. Inom områden där lerdjupen är små, där kontakt kan uppkomma med morän som kan vara vattenförande, bör dock dränering ej ske på större djup än ca 1,5 m. Även i de fall dräneringsledning läggs under grundvattennivån inom lerområdena bedöms detta ej påverka grundvattensituationen då leran är relativt tät, så länge dräneringsledningarna ej läggs under nivån för torrskorpelerans underkant.

5.6 Marksättningar

Den förekommande lösa leran är sättningsbenägen. Sättningarnas storlek beror främst på tillförd last och lerlagrens mäktighet. Leran inom den östra delen av området bedöms även vara mer sättningsbenägen är leran inom den västra delen av området. Inom den västra delen av området har vid de undersökningar som har utförts en något större överkonsolidering noterats hos leran, dvs. leran behöver utsättas för en större last för att de större sättningarna skall utvecklas.

För de olika lerdjup bedöms sättningar enligt tabell 1 kunna uppkomma inom den östra delen av området och enligt tabell 2 inom den västra delen av området. Därvid kan vid 1 m uppfyllnad av marken en last på 20 kPa förutsättas. Vid plattgrundläggning av byggnad skall hänsyn tas till att lasten reduceras mot djup under grundplattan, vilket innebär mindre sättningar.

Tabell 1; Sättningar vid olika lerdjup och laster inom den östra delen av området

Last	Lerdjup		
	4 m	6 m	8 m
10 kPa	<1 cm	ca 2 cm	5 – 10 cm
20 kPa	ca 1 cm	ca 5 cm	10 – 15 cm
40 kPa	ca 2 cm	10 - 15 cm	25 – 30 cm

Tabell 2; Sättningar vid olika lerdjup och laster inom den västra delen av området

Last	Lerdjup		
	4 m	6 m	8 m
10 kPa	<1 cm	ca 1 cm	1 – 2 cm
20 kPa	ca 1 cm	ca 2 cm	ca 3 cm
40 kPa	ca 2 cm	ca 5 cm	ca 10 cm

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

Sättningarna kommer att utvecklas under längre tid där mäktigare lager av lera förekommer. I tabell 3 redovisas uppskattad tid för utveckling av viss andel av sättningen i förhållande till lerdjupet inom det östra området och i tabell 4 motsvarande inom det västra.

Tabell 3; Sättningsutvecklingen vid olika lerdjup inom det östra området. % anger hur andel av sättningen enligt tabell 1 som bedöms hinna utvecklas

%	Lerdjup		
	4 m	6 m	8 m
50 %	ca 1 månad	ca 4 månader	ca 4 år
75 %	ca 1 månad	ca 2 år	ca 10 år
90 %	ca 1 månad	ca 4 år	ca 25 år

Tabell 4; Sättningsutvecklingen vid olika lerdjup inom det västra området. % anger hur andel av sättningen enligt tabell 2 som bedöms hinna utvecklas

%	Lerdjup		
	4 m	6 m	8 m
50 %	ca 1 månad	ca 1 månad	ca 4 månader
75 %	ca 1 månad	ca 2 månader	ca 2 år
90 %	ca 1 månad	ca 8 månader	ca 10 år

Vid markuppfyllnader där sättningarna befaras bli för stora kan markförstärkning ske genom djupstabilisering, utläggande av överlast med liggtid eller fyllning med lättfyllning. Där lerlagren är tunna rekommenderas att eventuellt planerad markuppfyllnad sker tidigt för att sättningarna skall hinna utvecklas.

5.7 Markstabilitet

Den förekommande marken inom Zon 1 – 3 enligt kapitel 5.1 får belastas upp till 60 kPa utan restriktioner vid plan markyta. Ytterligare last kan anbringas om hänsyn tas till torrskorpeleran, men detta bör beräknas i varje enskilt fall genom glidyteberäkning. I kapitel 6.1 redovisas en sådan beräkning i anslutning till väg 56.

Inom Zon 4 får marken belastas upp till 100 kPa utan restriktioner vid plan markytan, men här kan högre laster tillåtas efter särskild utredning i förekommande fall.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

I anslutning till schakter reduceras dock markens bärighet, varför detta behöver studeras särskilt i förekommande fall. Det skall därför undvikas att placera upplag av jordmassor nära en schakt.

5.8 Övriga markarbeten

Jordterrasserna inom området dimensioneras för materialtyp 4B och tjälfarlighetsklass 3 där denna består av lera, vilket innebär huvuddelen av området. Där jordterrassen utgörs av morän kan denna förutsättas tillhöra materialtyp 3B och tjälfarlighetsklass 2, även om variationer sannolikt kan förväntas.

Den förekommande jordterrassen kan förutsättas vara mycket dåligt dränerande med tanke på leran. Inom skogsområdet samt fastmarken mellan den västra och östra delen av området är dock dräneringsförhållandena bättre.

6. Hänsyn till Trafikverkets anläggningar

6.1 Väg 56

Där väg 56 löper längs med området uppskattas bankhöjden till ca 1 m över omgivande mark, i norr minskar dock bankhöjden till ca 0,5 m. Längs vägens östra sida löper ett ca 70 cm djupt vägdike.

Uppgifter från geotekniska undersökningar för vägen har efterfrågats från Trafikverket via kommunen, men några sådana har ej kunnat erhållas. Däremot finns tillgång till resultatet från en geoteknisk undersökning för en vägplan för planerad GC-väg direkt väster om väg 70, en undersökning som redovisades 2021-02-19 av Markera. Längdmätningen för den del av GC-vägen som skulle passera detaljplaneområdet är ca 4/950 – 5/650. Stabilitetsförhållandena för GC-vägen bedömdes som gynnsamma och kräver ej någon förstärkningsåtgärd. Sättningarna för en 80 cm hög bank beräknades av Markera till ca 4 cm och ansågs ej heller kräva någon förstärkningsåtgärd.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
--	----------------------	--------------------------

PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun



Bild 5; Utklipp från www.google.se/maps. Vägskada i sydgående körfält. Tidpunkten för fotot är maj 2023.

Vid platsbesök 2025 kunde det noteras vissa ojämnheter hos väg 56, särskilt stora ojämnheter fanns vid den södra delen av sträckan. Här förekom i maj 2023 en vägskada (se bild 5). Nära detta område hade Markera utfört en undersökningspunkt och konstaterat en lerdjup på ca 9 m.

De förekommande ojämnheterna i vägbanan tyder på att inga förstärkningsåtgärder har utförts.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
--	----------------------	--------------------------

PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun



Bild 6; Det södergående körfältet sett från nordöstra delen av området i januari 2025.

För att ej påverka vägen negativt genom risk för ökade sättningar skall uppfyllnad inom detaljplaneområdet ej ske närmare än 10 m från vägens körbanekant. Om uppfyllnader sker närmare skall detta utredas särskilt och vid behov kan förstärkningsåtgärder krävas.

Utifrån den undersökning som Markera har gjort i anslutning till den sydöstra delen av detaljplaneområdet har Loxia utfört en stabilitetsberäkning för väg 56 med karakteristiska värden. I bilaga 1 redovisas resultatet från odränerad analys. Säkerhetsfaktorn uppgår till 2,45, vilket är väl på den säkra sidan (kravet i Säkerhetsklass 2 är 1,5 vid odränerad analys). Vid kombinerad analys uppgår beräknad säkerhetsfaktor till 1,9 (kravet i Säkerhetsklass 2 är 1,3).

I samband med schakter finns risk för att stabiliteten påverkas negativt. I bilaga 2 redovisas en beräkning med en 2,5 m djup schakt där avståndet mellan väg 56s körbanekant och schaktkrönet är 19 m. Säkerhetsfaktorn vid odränerad analys uppgår till 1,52 (1,37 vid kombinerad analys), vilket är acceptabelt i Säkerhetsklass 2. Det bedöms ej föreligga något skäl att schakta djupare än 2,5 m inom detaljplaneområdet i anslutning till väg 56.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

En beräkning har även utförts för schaktdjup 1,5 m. Här gäller att för att uppfylla kravet för Säkerhetsklass 2 får schakt ej ske närmare än 11 m från väg 56s körbanekant. I detta fall uppgår säkerhetsfaktorn till 1,52 vid odränerad analys (se bilaga 3) och 1,35 vid kombinerad analys.

Som anges i kapitel 5.7 kan marken inom detaljplaneområdet belastas med 60 kPa utan vidare restriktioner, där hänsyn till torrskorpelerans positiva inverkan ej har beaktats. I bilaga 4 redovisas en beräkning med belastning 70 kPa fram till 10 m från väg 56s körbanekant och säkerhetsfaktorn vid odränerad analys uppgår till 1,53 och uppfyller därmed kravet i Säkerhetsklass 2. Vid kombinerad analys uppgår säkerhetsfaktorn till 1,27 och uppfyller ej kravet 1,3. Beräkningen visar att större markbelastning kan tillåtas, men att det förekommande vägdiket sänker säkerhetsfaktorn till under den tillåtna för Säkerhetsklass 2 vid kombinerad analys. I bilaga 5 redovisas en beräkning med kombinerad analys där lasten på markytan har minskats till 65 kPa inom väg 56s körbanekant, vilket visar en säkerhetsfaktor på tillåtna 1,34.

I bilaga 6 redovisas en beräkning med markbelastningen 65 kPa 19 m från väggkanten vid odränerad analys. Säkerhetsfaktorn uppgår till 1,39 som är otillräckligt och lägre än om lasten angriper 10 m från väggkanten. Anledningen är att det ökade avståndet till diket ökar möjligheten för större glidytor att utvecklas. Om markbelastning sker närmare vägen kommer också markbelastningen i sig själv att verka som en mothållande kraft och förbättra stabiliteten.

I bilaga 7 redovisas en beräkning med markbelastningen 55 kPa 19 m från väggkanten, varvid säkerhetsfaktorn vid odränerad analys uppgår till 1,61 vilket uppfyller Säkerhetsklass 2 (säkerhetsfaktorn uppgår till 1,38 vid kombinerad analys, vilket också är tillräckligt). Kontroll har även skett genom att båda minska och öka avståndet mellan närmaste last och väggkant, men det är kring 19 m som de farligaste glidyterna utvecklas.

I bilaga 8 redovisas en beräkning med lasten 60 kPa som angriper 30 m från väggkanten. Säkerhetsfaktorn uppgår till 1,62 vid odränerad analys och den farligaste glidyten påverkas ej av vägdiket. Säkerhetsfaktorn vid kombinerad analys uppgår till 1,34.

Sammanfattningsvis gäller följande restriktioner för detaljplanen avseende stabilitet med tanke på väg 56;

- Markuppfyllnader får ej ske inom 10 m från väg 56.
- Markbelastning får med tanke på vägdiket maximalt uppgå till 55 kPa inom 10 – 30 m från väggkant. Denna last motsvarar en markuppfyllnad på maximalt 1,75 m inkl. trafiklast eller 3,75 m hög markuppfyllnad exkl. trafiklast (t.ex. en bullervall).
- Vid avstånd större än 30 m från väggkant får markbelastningen ökas till 60 kPa. Denna last motsvarar en markuppfyllnad på maximalt 2 m inkl. trafiklast eller 4 m hög markuppfyllnad exkl. trafiklast (t.ex. en bullervall).
- Ovanstående maximala markbelastningar kan vara möjliga att öka om markbelastningen har en begränsad utbredning, men detta behöver analyseras i varje enskilt fall.
- Schakt till 2,5 m djup får ej ske utan stödkonstruktion (spont) närmare än 19 m från väg 56.
- Schakt till 1,5 m djup får ej ske utan stödkonstruktion (spont) närmare än 11 m från väg 56.

Skapat av (Förnamn, Efternamn)
Lars O Johansson

Datum:
2022-03-29

Reviderad:
2025-11-14

PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun

Om avsteg från ovanstående skall göras måste en särskild utredning tas fram, Trafikverket informeras om detta och vid behov förstärkningsåtgärd ske. Exempel på en sådan förstärkningsåtgärd är t.ex. schakt inom stödkonstruktion (spont) varvid denna skall dimensioneras av erfaren spontkonstruktör och godkännas av Trafikverket.

Sala kommun har tagit fram förslag till områdesindelning vid väg 56 (se Bild 7).

Exempel på sektion, A4, 1:200
Detaljplan för södra och östra Ängshagen

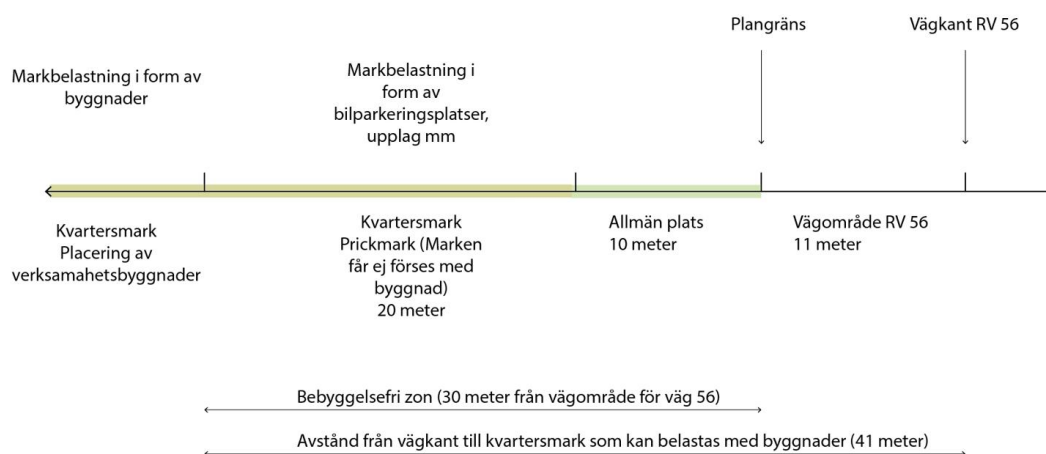
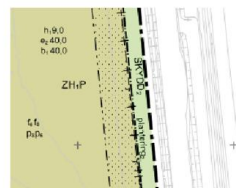


Bild 7; Områdesindelning vid väg 56 enligt förslag från Sala kommun.

För ovanstående stabilitetsberäkningar innebär detta följande;

- Inom vägområde får inga schakter eller uppfyllnader ske utan Trafikverkets tillstånd och särskild utredning för aktuellt arbete.
- Inom den allmän plats får utan vidare analys schakter ej utföras till större djup än 1,5 m och större markbelastning än 55 kPa, vilket motsvarar lasten från 2,75 m markuppfyllnad, ej påföras marken.
- Inom prickmark får utan vidare analys schakter ej utföras till större djup än 2,5 m och större markbelastning än 55 kPa ej påföras marken. Markbelastningen får dock ökas till 60 kPa om avståndet till väggkant är minst 30 m, vilket motsvarar lasten från en 3 m hög bullervall.
- Inom kvartersmark inom områden ingående i Zon 1 - 3 enligt kapitel 5.1 skall markbelastningen av stabilitetsskäl begränsas till 60 kPa, vilket motsvarar lasten från 2 m markuppfyllnad inklusive trafik, utan vidare analys. Denna belastning är en generell begränsning för stabilitet inom detaljplaneområdet inom dessa zoner och är ej kopplad till påverkan på väg 56.

Utöver ovanstående restriktioner behöver också sättningsrisken beaktas enligt kapitel 5.6. Detta är dock en risk som endast har inverkan på detaljplaneområdet, dvs. inte på väg 56.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

6.2 Järnväg

Spårmitt för järnvägen ligger ca 25 m från centrum av väg 56. Bankhöjden längs sträckan är ca 1 m. I järnvägens längdmätning ligger detaljplaneområdet vid ca km 25+300 – 26+000.

Uppgifter från geotekniska undersökningar för järnvägen har efterfrågats hos Trafikverket vid kommunen, och från Trafikverket har några geotekniska ritningar erhållits som berör aktuellt område. Dessa ritningar är från 1954, 1992 och 2001 och framtagna av Kungl. Järnvägsstyrelsen Bantekniska Byrån och Banverket. I 25+100 redovisas lerdjup på ca 10 m och i 25+620 ca 8 m.

Uppgifter om ev. förstärkningar av banvallen saknas. Vid bedömningen nedan anses därför banvallen vara oförstärkt.

Loxia har utfört en stabilitetsberäkning med karakteristiska värden för befintliga förhållanden. Säkerhetsfaktorn för banan belastad med trafiklast motsvarande stax/stvm 22,5/8 uppgår till 2,17 i odränerad analys. Järnvägar dimensioneras numera i Säkerhetsklass 3, vilket innebär ett krav på en säkerhetsfaktor på minst 1,65 i odränerad analys och 1,4 i kombinerad analys. Resultatet av beräkningen redovisas i bilaga 9, där det framgår att den farligaste glidyten slår upp mellan järnvägen och väg 56 och därför ej påverkas av detaljplaneområdet. I kombinerad analys uppgår säkerhetsfaktorn till 1,56.

Bedömningen är därför att ingen påverkan på befintlig järnväg är att förvänta vid utformningen av detaljplaneområdet. Järnvägen skall dock ändå bedömas vid riskanalysen enligt kapitel 7.2, t.ex. toleranser för spår och om spårlägesmätning krävs i samband med pålning.

7. Fortsatta utredningar

7.1 Behov av geotekniska kompletteringar

Den geotekniska undersökning som utförts ger viktig översiktlig information om förhållandena inom området. Inom den del av området som ej har undersökts i sydost kan lerdjupen förutsättas överstiga 8 m och därmed utgöra de sämre delarna av området och klassificeras som Zon 1.

Inför den fortsatta projekteringen av området i kommande skeden sker kompletterande geotekniska undersökningar utifrån behov. Behovet av kompletteringar kan anses vara störst inom områden där de geotekniska förhållandena varierar kraftigt och särskilt inom Zon 3.

I flera fall bedöms en beräkning av jordens bärighet och sättningsegenskaper kunna ske med resultatet av den utförda undersökning med kännedom om byggnadens aktuella grundtryck. En sådan beräkning bör utföras av erfaren grundkonstruktör eller geotekniker.

Vid pålgrundläggning bör kompletterande geotekniska undersökningar ske för pållängdsbestämning. Alternativt utförs provpålning.

De grundvattenrör som har installerats bör mätas under tid för att fånga upp variationer över året. Inom den västra delen av området har de rör som installerades 2023 skadats eller försvunnit, varför det rekommenderas att nya rör installeras.

Skapat av (Förnamn, Efternamn) Lars O Johansson	Datum: 2022-03-29	Reviderad: 2025-11-14
PM/Geo – Detaljplan Ängshagen, Sala kommun		

7.2 Riskanalys omgivningspåverkan

Inför byggande inom området skall en riskanalys upprättas. Denna behöver t.ex. belysa;

- Risk för omgivningspåverkan av stora vibrationer vid främst bergsprängning, men även pålning, schaktning och packning.
- Inventering av byggnader och anläggningar som kan komma att påverkas negativt av ovan nämnda arbetsmoment (jämför kapitel 6.1 och 6.2).
- Fastställande av gränsvärden och kontrollmetoder för vibrationer från ovan nämnda arbetsmoment.
- Risk för buller från ovan nämnda arbetsmoment.

Riskanalysen skall upprättas utifrån aktuella förhållanden som råder i samband med utförandet, varför det är viktigt att riskanalysen ej upprättas och fastställs så tidigt att stora förändringar kan hinna inträffa inom området före entreprenadstart. Om riskanalysen upprättas tidigare behöver en översyn och uppdatering av denna ske inför entreprenadstart.

Vid uppförande av byggnader inom området kan detta komma att ske i etapper, varvid nya kontrollobjekt tillkommer. En särskild försiktighet skall visas tas till nyuppförda byggnader då de initiala spänningar som finns i dessa kan behöva en årscykel för att utvecklas och därmed ge upphov till sprickor.

Örebro 2025-11-14

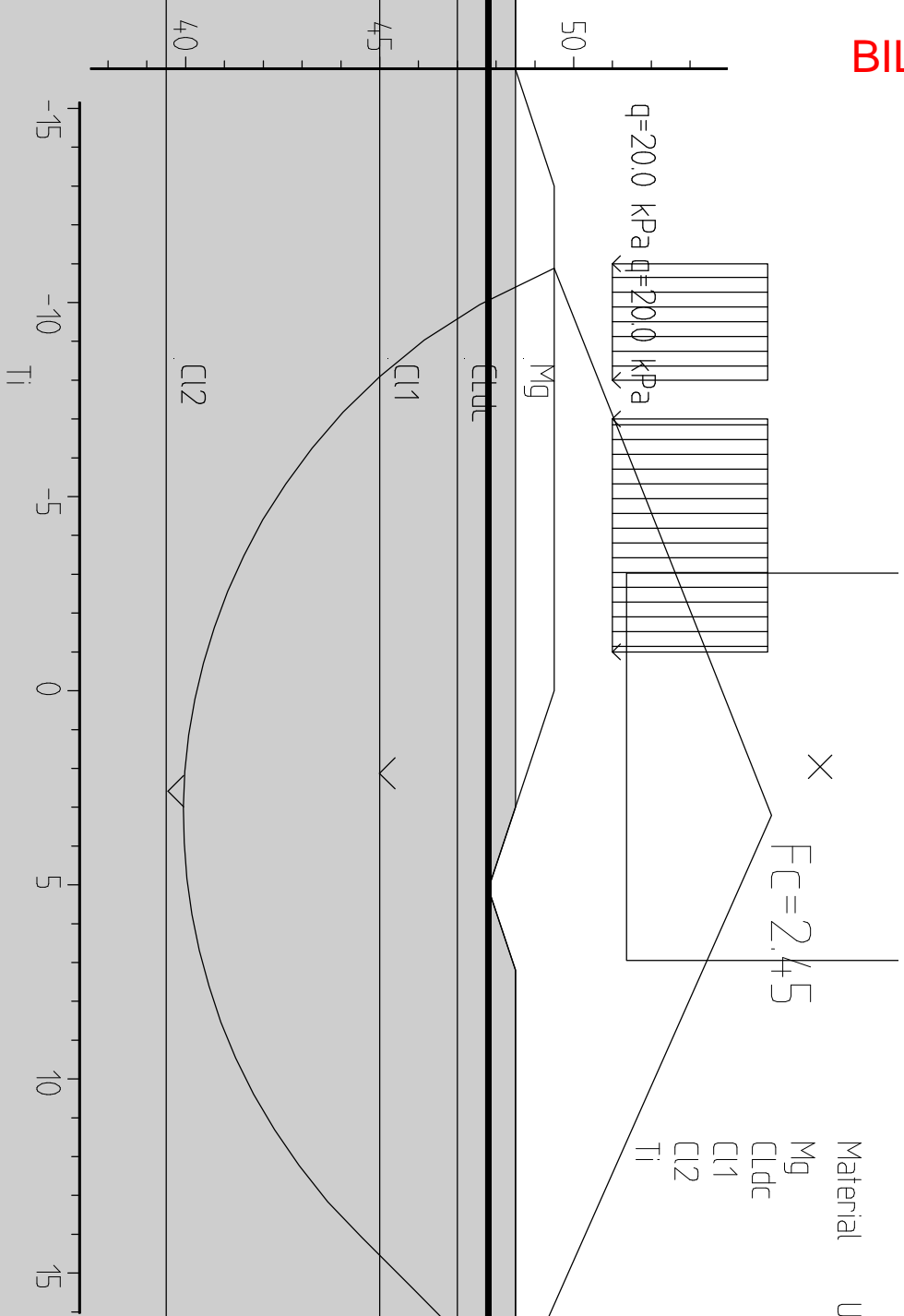


Lars O Johansson

Bilagor

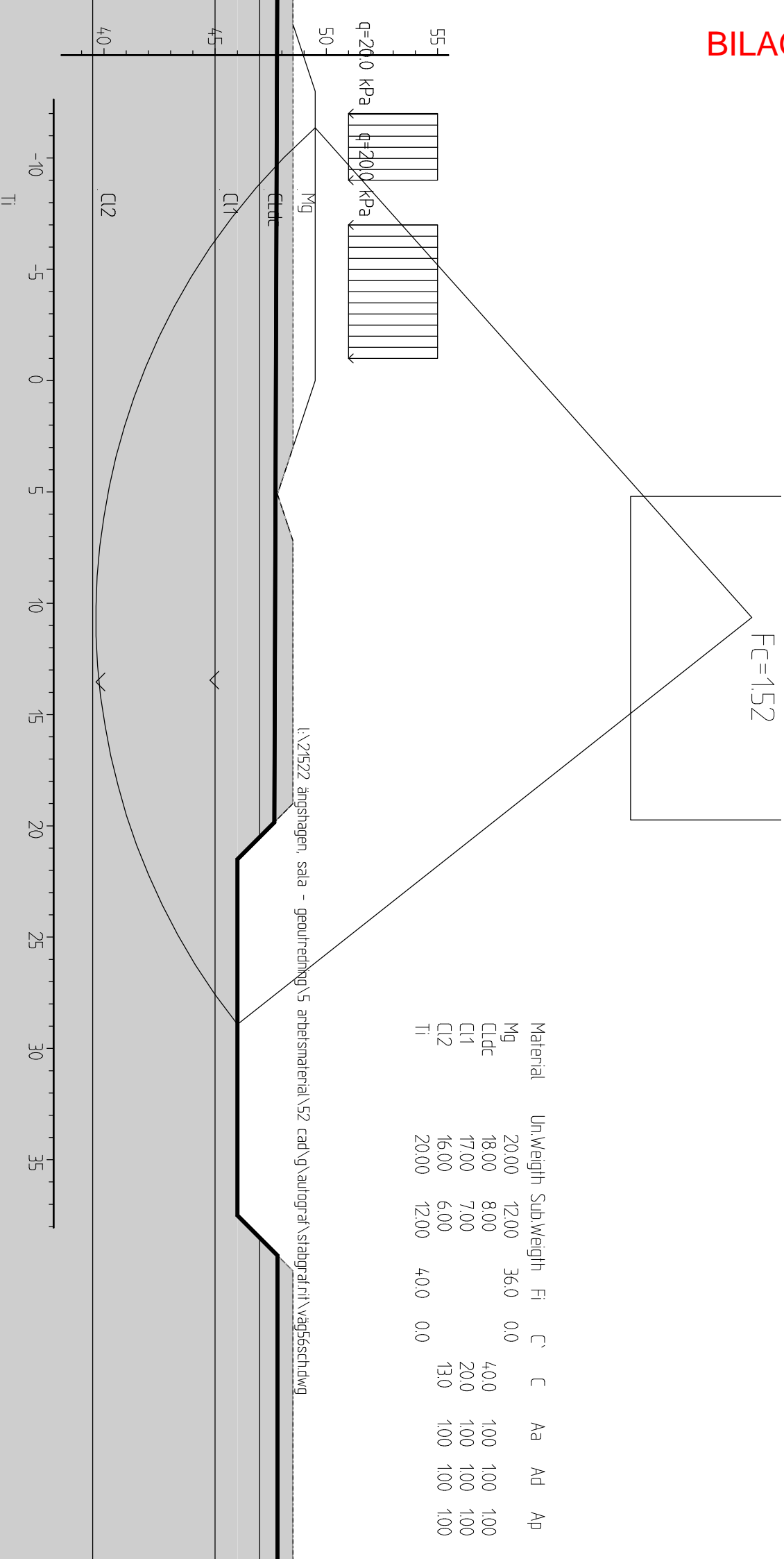
- 1 Stabilitetsberäkning väg 56, dagens förhållanden, odränerad analys
- 2 Stabilitetsberäkning väg 56, 2,5 m djup schakt, odränerad analys
- 3 Stabilitetsberäkning väg 56, 1,5 m djup schakt, odränerad analys
- 4 Stabilitetsberäkning väg 56, markbelastning 70 kPa 10 m från väggkant, odränerad analys
- 5 Stabilitetsberäkning väg 56, markbelastning 65 kPa 10 m från väggkant, kombinerad analys
- 6 Stabilitetsberäkning väg 56, markbelastning 65 kPa 19 m från väggkant, odränerad analys
- 7 Stabilitetsberäkning väg 56, markbelastning 55 kPa 19 m från väggkant, odränerad analys
- 8 Stabilitetsberäkning väg 56, markbelastning 65 kPa 30 m från väggkant, odränerad analys
- 9 Stabilitetsberäkning järnväg, dagens förhållanden, odränerad analys

BILAGA 1

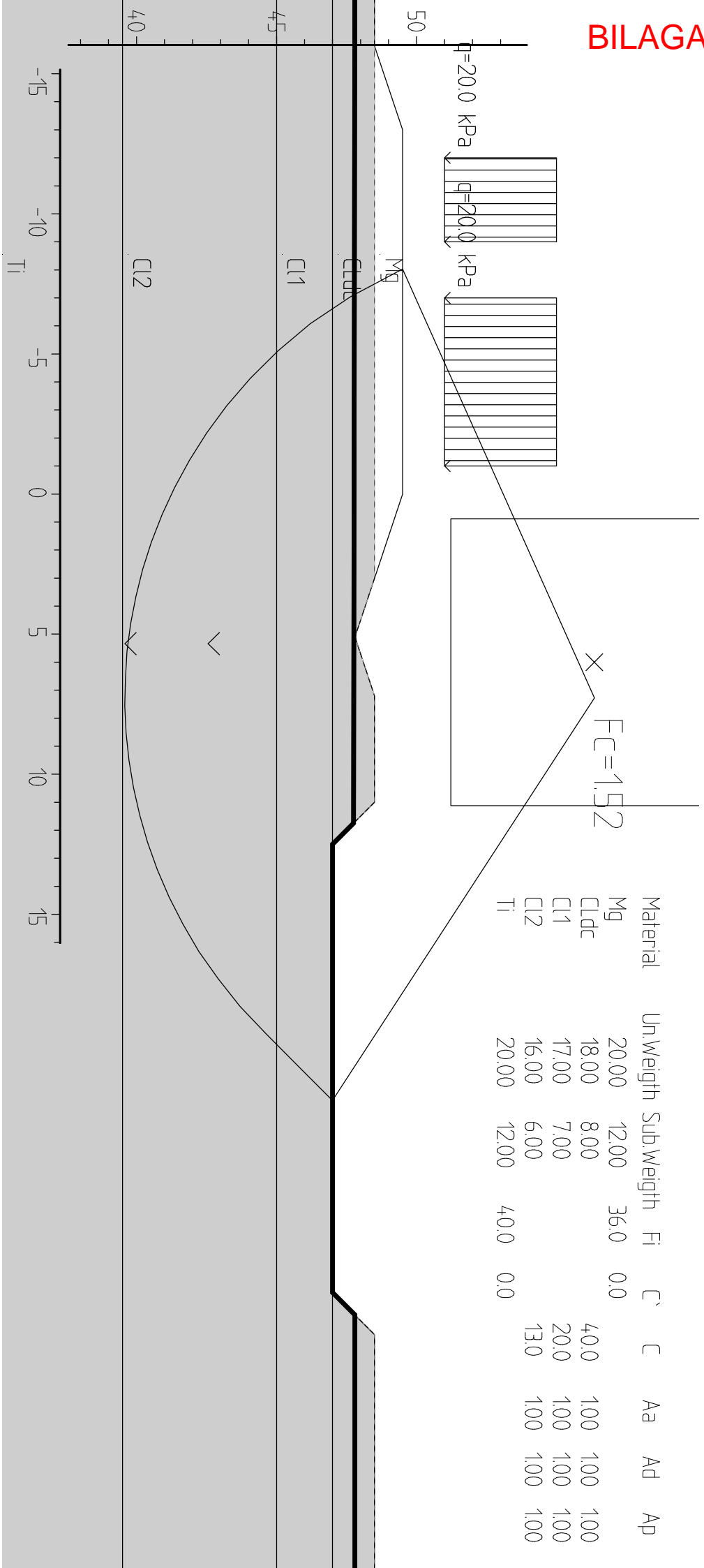


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Mg	20.00	12.00	36.0	0.0	40.0	1.00	1.00	1.00
CLdc	18.00	8.00			20.0	1.00	1.00	1.00
C11	17.00	7.00			13.0	1.00	1.00	1.00
C12	16.00	6.00				1.00	1.00	1.00
TI	20.00	12.00	40.0	0.0				

BILAGA 2



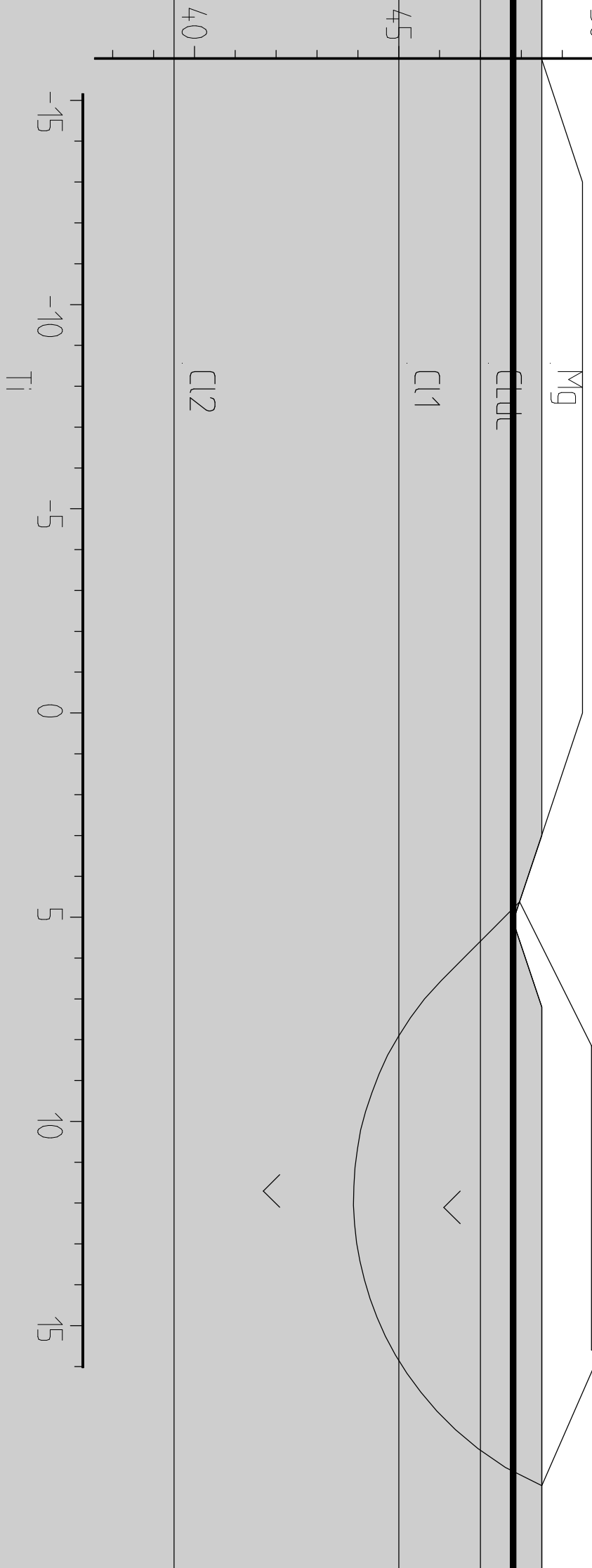
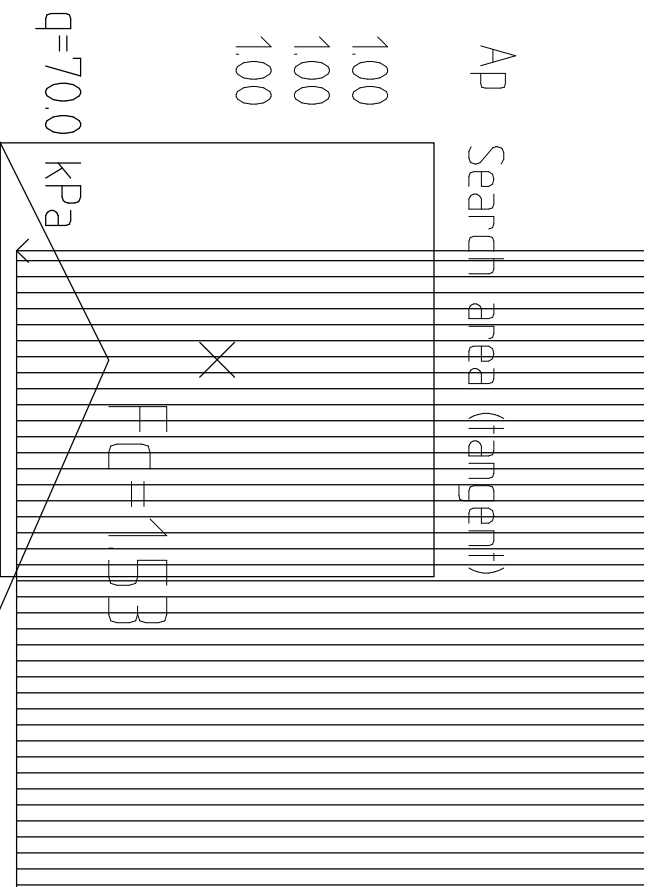
BILAGA 3



BILAGA 4

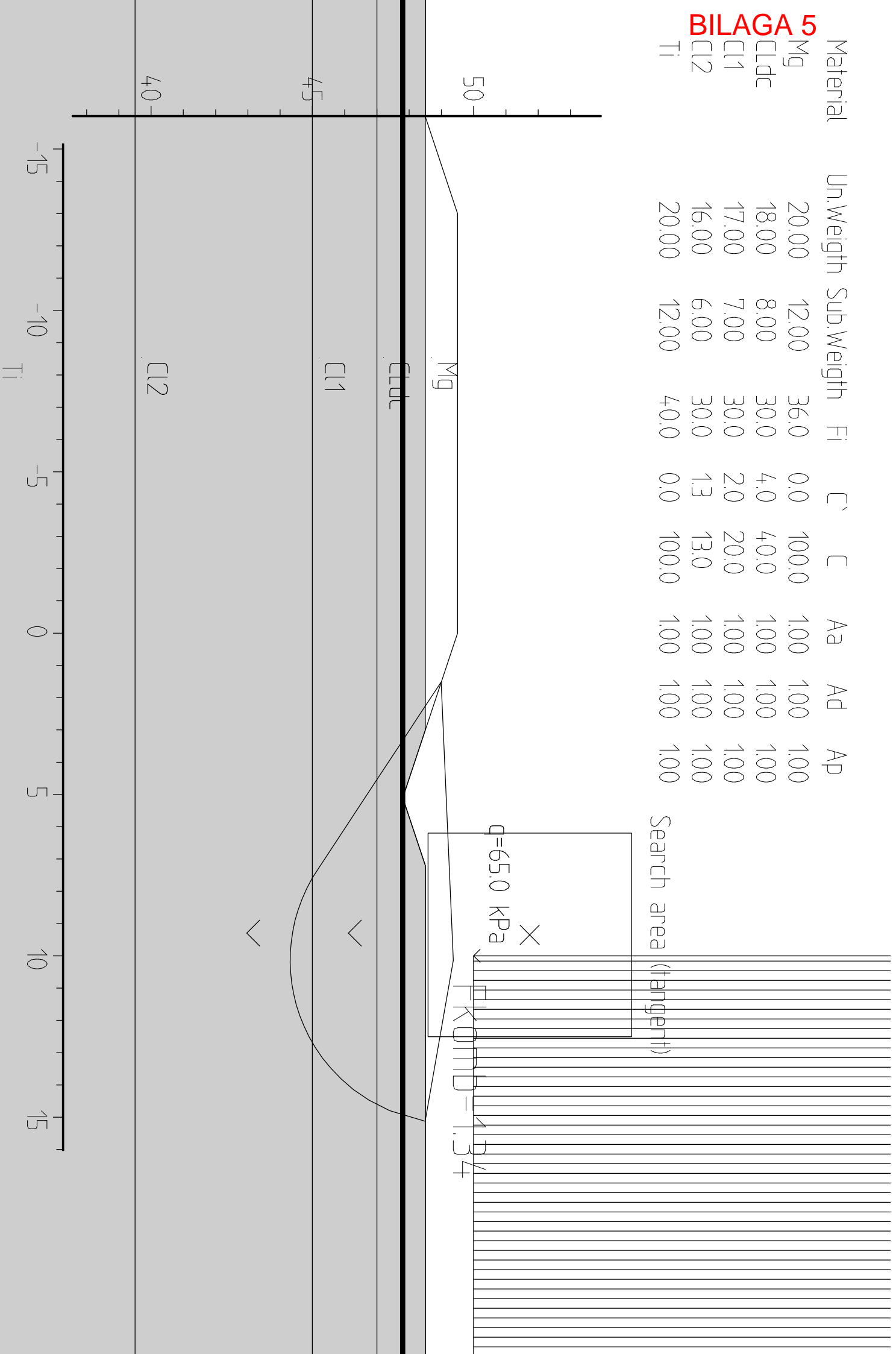
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'
Mg	20.00	12.00	36.0	0.0
CLdc	18.00	8.00		
CI1	17.00	7.00		
CI2	16.00	6.00		
Ti	20.00	12.00	40.0	0.0

C	Aa	Ad	Ap
40.0	1.00	1.00	1.00
20.0	1.00	1.00	1.00
13.0	1.00	1.00	1.00



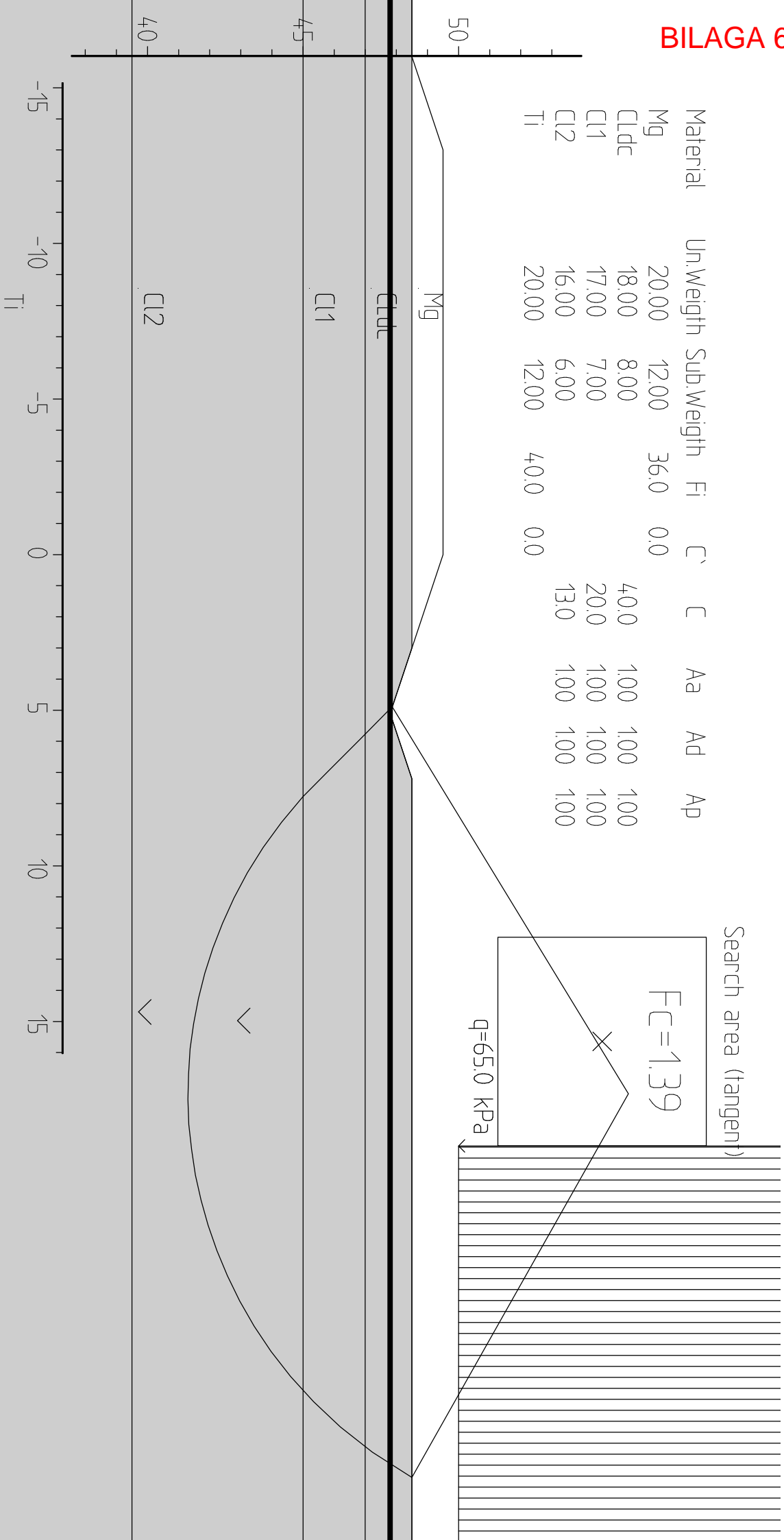
BILAGA 5

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Mg	20.00	12.00	36.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
CLdc	18.00	8.00	30.0	4.0	40.0	1.00	1.00	1.00
CI1	17.00	7.00	30.0	2.0	20.0	1.00	1.00	1.00
CI2	16.00	6.00	30.0	1.3	13.0	1.00	1.00	1.00
Ti	20.00	12.00	40.0	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

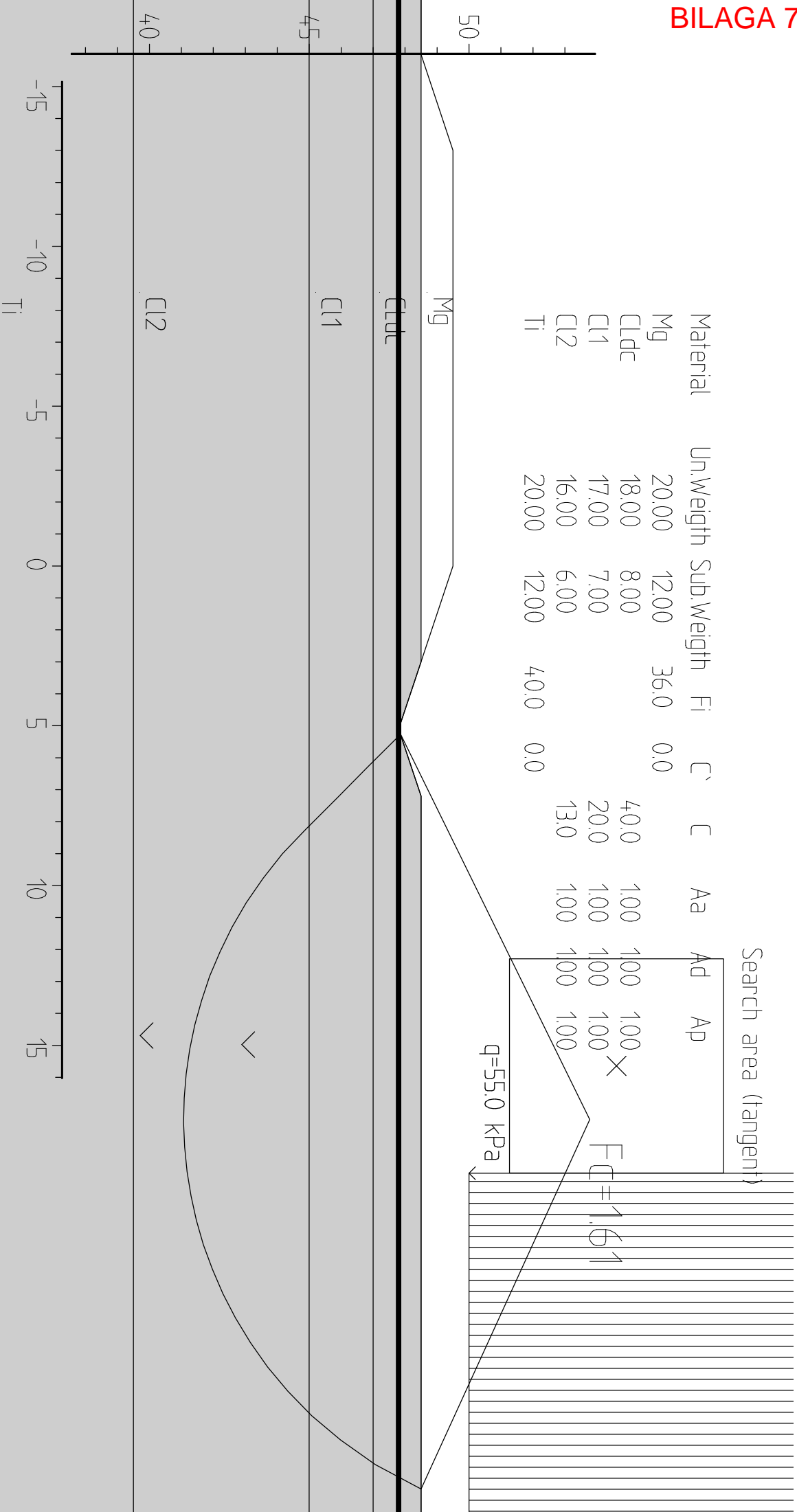


BILAGA 6

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Mg	20.00	12.00	36.0	0.0				
CLdc	18.00	8.00			4.0.0	1.00	1.00	1.00
CI1	17.00	7.00			20.0	1.00	1.00	1.00
CI2	16.00	6.00			13.0	1.00	1.00	1.00
Ti	20.00	12.00	40.0	0.0				

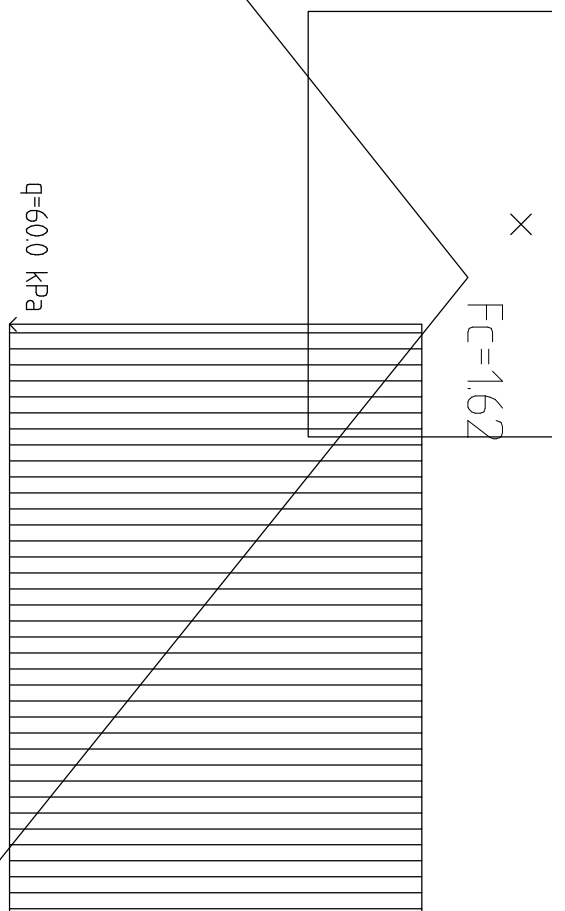
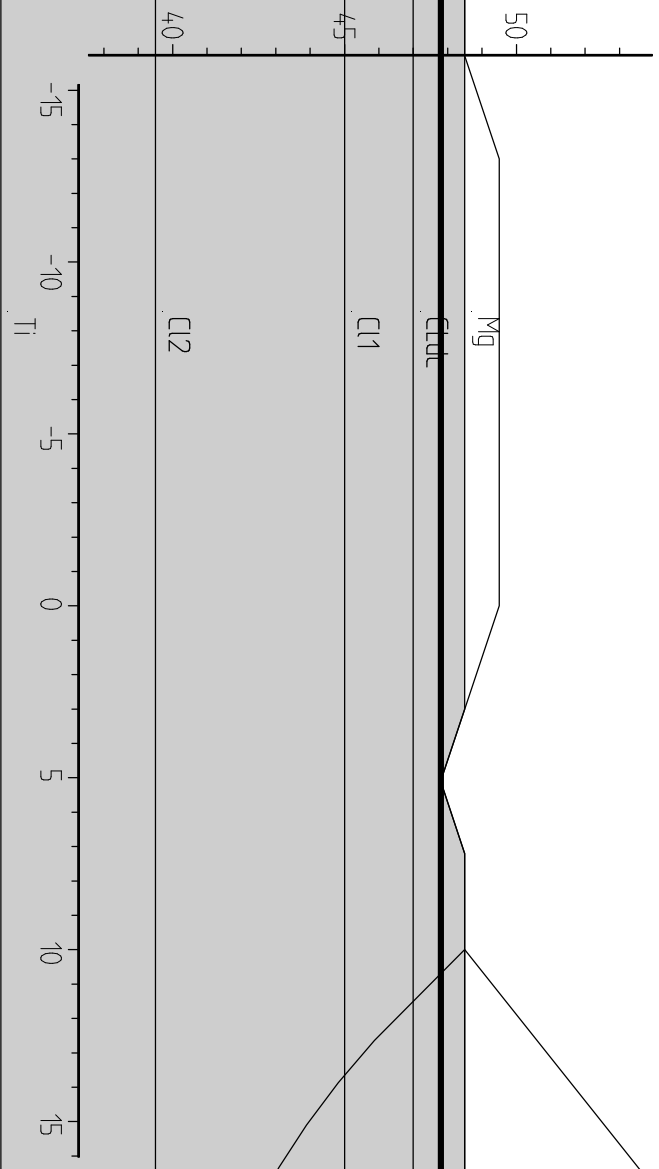


BILAGA 7

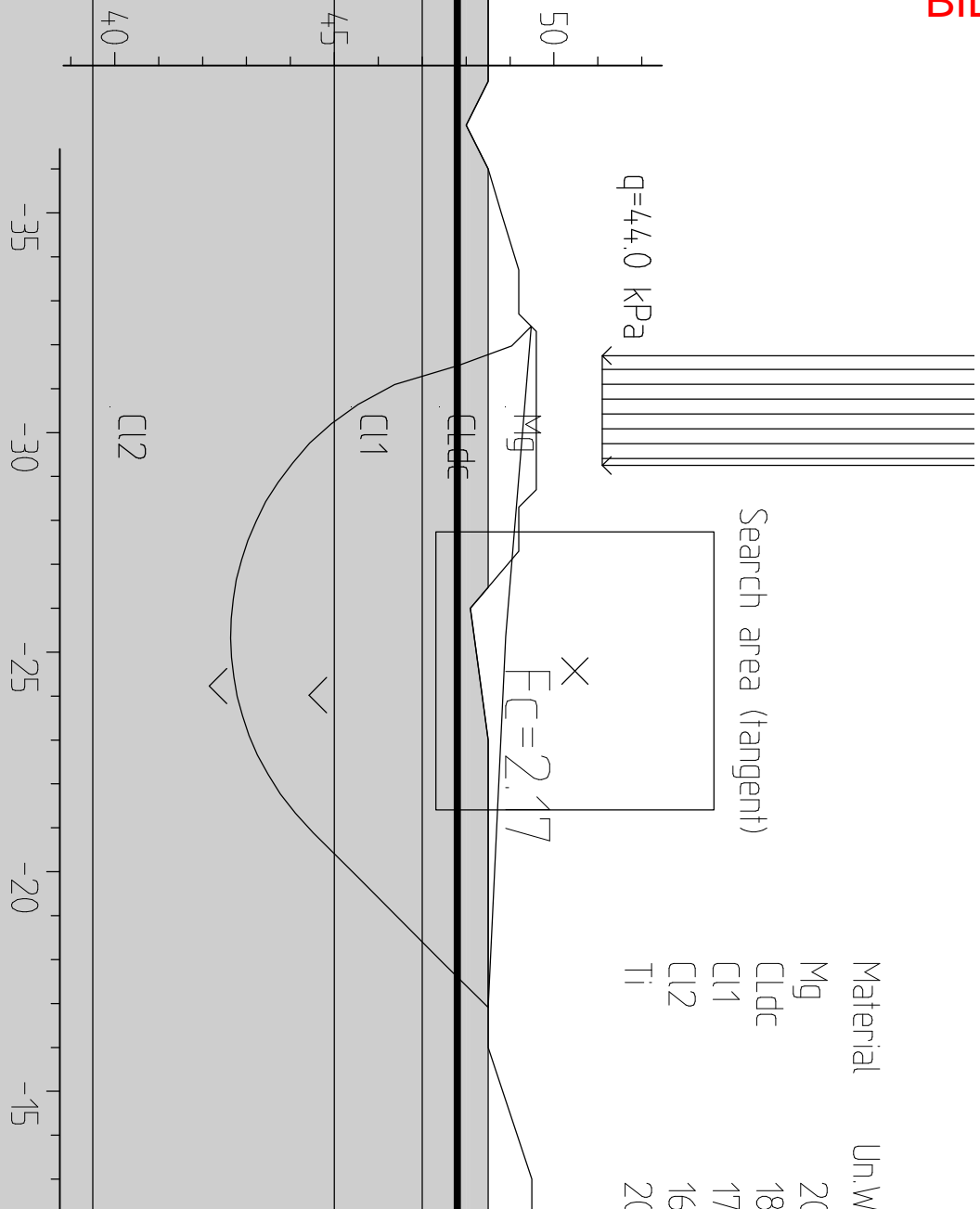


BILAGA 8

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Mg	20.00	12.00	36.0	0.0				
CLdc	18.00	8.00			40.0	100	100	100
CI1	17.00	7.00			20.0	100	100	100
CI2	16.00	6.00			13.0	100	100	100
Ti	20.00	12.00	40.0	0.0				



BILAGA 9



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Mg	20.00	12.00	36.0	0.0				
CLdc	18.00	8.00			40.0	1.00	1.00	1.00
C11	17.00	7.00			20.0	1.00	1.00	1.00
C12	16.00	6.00			13.0	1.00	1.00	1.00
Ti	20.00	12.00	40.0	0.0				