

Projekt och Upphandling  
*Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen*  
*Projekt Systemhandling Bana*

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

## **PM Ras och skred**

### **Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen**

Projekt och Upphandling  
*Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen*  
*Projekt Systemhandling Bana*

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

## **PM Ras och skred**

### **Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen**

#### **KONSULT**

##### **Iterio AB**

Östgötagatan 12  
116 23 Stockholm  
Tel: +46 8 410 363 00  
Org nr: 556832-9451  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.iterio.se](http://www.iterio.se)

Upprättad av: Anna-Ida Bergström  
Interngranskad av: Jonas Jonsson  
Godkänd av: Sara Nottebohm-Kaiser

#### **KONTAKTPERSONER**

Anna-Ida Bergström, Iterio AB  
[anna-ida.bergstrom@iterio.se](mailto:anna-ida.bergstrom@iterio.se), 070-979 92 52

Jonas Jonsson, Iterio AB  
[jonas.jonsson@iterio.se](mailto:jonas.jonsson@iterio.se), 070-979 92 01

Sara Nottenbohm-Kaiser, SLL  
[sara.nottebohm-kaiser@sl.se](mailto:sara.nottebohm-kaiser@sl.se), 070-693 04 09

Projekt och Upphandling  
Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen  
Projekt Systemhandling Bana

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

## Innehållsförteckning

1	Uppdrag och syfte .....	4
1.1	Uppdrag .....	4
1.2	Syfte .....	4
2	Ordförklaring och begrepp .....	4
3	Omfattning av undersökning .....	6
3.1	Undersökning av jordlagerförhållanden .....	6
3.2	Undersökning av grundvattenförhållanden .....	7
3.3	Inventering av sättningskänsliga områden .....	7
3.4	Underlag .....	7
4	Planerad anläggning .....	8
5	Översiktlig topografi och geologi .....	11
6	Bedöm risk för ras och skred .....	11
6.1	Driftskede .....	11
6.2	Byggskede .....	12
7	Rekommendationer och fortsatta åtgärder .....	13

Projekt och Upphandling  
Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen  
Projekt Systemhandling Bana

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

## 1 Uppdrag och syfte

### 1.1 Uppdrag

På uppdrag av SLL Trafikförvaltningen har Iterio utfört geoteknisk och hydrogeologisk undersökning och utredning för Systemhandling Tvärbanan Kistagrenen km 2+050 – 10+250.

Parallellt med Trafikförvaltningens systemhandlingsprojektering upprättar Stockholms stad, Sundbybergs stad och Sollentuna kommun detaljplaner för markanvändning av områden inom respektive kommun som berörs av planerad spårkorridor.

Vid Solvalla passerar planerad Tvärbana Kistagrenen på bro över Mälarbanan för vilken Trafikverket och Projekt Mälarbanan för närvarande projekterar fyrspårsutbyggnad.

### 1.2 Syfte

Föreliggande PM syftar till att översiktligt redogöra för risken för ras och skred i samband med utbyggnaden längs den planerade sträckningen samt översiktligt beskriva eventuell påverkan avseende eventuellt framtida ökade vattenflöden.

Handlingen är framtagen i samband med pågående systemhandlingsprojektering och ska användas som ett underlag för fortsatt projektering för planerad spårväg.

Handlingen utgör även underlag för det detaljplanearbete som utförs av berörda kommuner parallellt med Trafikförvaltningens systemhandlingsprojektering.

## 2 Ordförklaring och begrepp

Här förklaras en del av de geologiska och hydrogeologiska begrepp som används i föreliggande handling.

Begrepp	Förklaring
Byggskede	Det skede under vilket byggnation pågår som kan påverka bortledningen av grundvatten, t ex schaktning.
Driftskede	Det skede under vilken anläggningen tagits i bruk.



Projekt och Upphandling  
 Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen  
 Projekt Systemhandling Bana

PM RAS OCH SKRED  
 2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
 K1 (Öppen)

Grundvatten	Grundvatten är vatten som helt fyller sprickor i både jord och berg. I jorden rör sig grundvattnet i hålrum mellan jordpartiklarna. Grundvatten i berg finns i sprickor och mellan sprickorna anses bergmassan vara tät.
Grundvattenbildning	Tillflöde av vatten till grundvattenzonen.
Grundvattenyta	Används i föreliggande handling även liktydigt med grundvattnets trycknivå i den underlagande friktionsjorden.
Fyllning	Utfyllnadsmassor. Av människan skapad jord som i princip kan bestå av vad som helst.
Friktionsjord	Grovkorniga jordarter som bildats av naturliga processer. Jord vars hållfasthet till övervägande del beror på friktion mellan kornen. Grus och sand är exempel på friktionsjord.
Morän	Morän är en osorterad jordart, d v s den kan innehålla alla kornstorlekar från lera, silt, sand till sten och block. Beroende på vilken fraktion som dominerar kan en morän var sandig, siltig, lerig, stenig etc.
Lera	Kohesionsjord. Finkornig jordart som bildats av naturliga processer. Över 20 procent av vikten består av lerpartiklar med en diameter på mindre än 0,002 mm.
Lera med torrskorpekaraktär, torrskorpelera	Avvattnad, konsoliderad lerjord vid markytan som ofta är uppsprucken.
Skjuvhållfasthet	Den maximala skjuvspänningen som kan förekomma i ett konstruktionsmaterial, tex jord, utan att brott uppstår. Mäts i enhet kilopascal (kPa).
Permeabilitet	Jord- eller bergarts specifika förmåga att släppa igenom vatten.
Sättning, sättningsrörelse	Markytan sjunker på grund av att underliggande jordlager pressats samman (konsoliderats).
Sättningskänslig jord, sättningsbenägen jord	Finjordar som ler-och siltjordar som konsolideras (trycks ihop) av pålagd last

Projekt och Upphandling  
 Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen  
 Projekt Systemhandling Bana

PM RAS OCH SKRED  
 2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
 K1 (Öppen)

	(byggnader, fyllning) eller av sänkning av grundvattnets trycknivå.
Erosion	Naturlig process som innebär nednötning och transport av jord, berg eller annat material på grund av en mekanisk eller kemisk påverkan.
Stödmur	En stödmur är en mur där endast en sida är synlig och baksidan fylls upp med fyllnadsmassor. Används för att skapa plana ytor ovanför och/eller nedanför muren istället för släntning.
Kalkcementpelarförstärkning, kc-pelarförstärkning	Grundläggningsmetod som reducerar sättningar och ökar stabiliteten hos marken. Används vid markförstärkning av lerjordar genom att ett blandningsverktyg matas ner i marken. När verktyget dras upp matas bindemedel (av bl.a. kalk och cement) ut under rotation. Efter härdning skapas en kvarvarande pelare.
Spont	Stödkonstruktion, vanligtvis av trä, stål eller betong, som används för att ta upp jordtryck vid schaktningsarbeten när det av utrymmesskäl eller liknande inte är möjligt att schakta med slänt.

### 3 Omfattning av undersökning

#### 3.1 Undersökning av jordlagerförhållanden

Jordlagren har undersökts genom geoteknisk sondering, kolvprovtagning, jordprovtagning och kartering av jordartsgränser.

Jordprovtagning har även utförts för att undersöka förekomst av förorenade massor.

Djup till berg har undersökts med jord-bergsondering.

För utförlig redovisning och tolkning av utförda geotekniska undersökningar se separat handling Teknisk Beskrivning geoteknik Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen Projekt Systemhandling Bana.

Projekt och Upphandling  
Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen  
Projekt Systemhandling Bana

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

### 3.2 Undersökning av grundvattenförhållanden

Den hydrogeologiska utredningen omfattar installation av grundvattenrör i friktionsjorden under leran. Utredningen omfattar även inventering av befintliga grundvattenrör längs den planerade spårsträckan.

Grundvattenrören är huvudsakligen avlästa med korttidsmätningar. För en del av de inventerade rören finns långtidsmätningar. Ett mätprogram pågår för att bestämma grundvattennivåer och årstidsvariationer. Mätningar utförs månatligen sedan våren 2016 och utökas succesivt när nya grundvattenrör installeras.

För delsträckor där grundvattenavläsningar saknas har antagits att grundvattenytan ligger i underkant av lera av torrskorpekaraktär i enlighet med definition av torrskorpelera. Detta då leran ovan grundvattennivån blir torr och därmed fast. Alternativt har antagits att grundvattnet ligger ca en meter under befintlig markyta i enlighet med den erfarenhetsmässiga bedömning som råder för svenska förhållanden.

För utförlig redovisning och tolkning av den geohydrologiska utredningen se separat handling PM Grundvatten ProgramTvärbanan Kista- och Solnagrenen.

### 3.3 Inventering av sättningsskänsliga områden

Undersökning har utförts för att bedöma förekomst och utbredning av lera som är sättningsbenägen. Med sättningsbenägen lera menas lera med mycket låg till extremt låg skjuvhållfasthet och som är vattenmättad och därmed kan kompakteras vid en eventuell dränering.

Till den mycket sättningsbenägna leran hör även områden med organisk jord som ofta underlagras av sättningsbenägen lera.

Lera av torrskorpekaraktär som ligger direkt på friktionsjord anses utgöra fastmark. Gränsen för sättningsbenägen lera kallas ofta fastmarksgräns. Tolkningen av utbredning av sättningsbenägen lera baseras på sonderingar, geologiskt kartmaterial, tidigare undersökningar samt topografiska förhållanden. Mängden tillgängligt material varierar över sträckan vilket påverkar bedömningsgrunderna.

### 3.4 Underlag

Underlag för denna handlings upprättande har varit:

Projekt och Upphandling  
Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen  
Projekt Systemhandling Bana

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

- Byggnadsgeologiska kartan, Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad
- SGUs jordartskarta, [www.sgu.se](http://www.sgu.se)
- SGUs berggrundskarta, [www.sgu.se](http://www.sgu.se)
- Internt arbetsmaterial systemhandlingsprojektering Tvärbanan Kistagrenen:
  - o Markteknisk undersökningsrapport inkl. ritningar
  - o Planerad spårlinje i plan och profil
  - o Typsektioner mark

#### 4 Planerad anläggning

Tvärbanan Kistagrenen startar vid befintlig Tvärbanan Solnagrenens hållplats Norra Ulvsunda i Bromma och sträcker sig till Helenelund pendeltågstation i Sollentuna, se Figur 1. Total bansträcka är ca 8 km.

Efter hållplats Norra Ulvsunda går Kistagrenen över Ulvsundavägen på egen bro och stannar vid en hållplats inbyggd i planerade gallerior i Bromma Blocks. Efter en nedfart till handelsområdet går planerad spårväg i nivå med befintlig mark och följer Flygplatsinfarten fram till Bromma flygplats där det anläggs en hållplats. Därefter följer Kistagrenen kanten på flygplatsområdet ner till Ulvsundavägen för att sedan följa Ulvsundavägen fram till Bällstavägen.

Kistagrenen leds i tråg under Bällstavägen som går på bro över planerad spårväg. I nära anslutning till Solvalla anläggs en hållplats och därefter fortsätter spårvägen på bro över Mälarbanan och Ulvsundavägen till Sundbyberg.

I Sundbyberg går planerad spårväg i eget utrymme i Kavallerivägen fram till Rissne torg där det byggs en hållplats för att möjliggöra byte till tunnelbanans blå linje, Hjulsta - Kungsträdgården eller till buss.

Från Rissne går planerad spårväg vidare i eget utrymme i Artillerivägen och Rissneleden för att sedan passera på bro över Enköpingsvägen och ansluta till den nya bebyggelsen i Ursvik där två hållplatser placeras i det nya bostadsområdets västra delar.

Efter Ursvik fortsätter Kistagrenen över Järvakilen där spårvägen dras parallellt med E18 och på bro över Igelbäcken. Spåret går sedan i tråg under befintlig vägbro E18 till Ärvinge.

Projekt och Upphandling  
*Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen*  
*Projekt Systemhandling Bana*

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

På sträckan mellan befintlig bro för E18 och Kista centrum pågår en separat utredning för att besluta om lämpligt spårläge och delsträckan ingår ej i föreliggande handling.

Vid Kista centrum anläggs en hållplats för att skapa en bytespunkt med tunnelbanans blå linje, Akalla - Kungsträdgården, samt till bussar. Från Kista centrum går spårvägen i blandtrafik längs Kistagången. En hållplats placeras vid Kistamässan innan spårvägen, tillsammans med busstrafik samt gång- och cykeltrafik passerar under en ny vägbro för E4. Ändhållplatsen vid Helenelund placeras i nära anslutning till befintlig pendeltågsstation Helenelund och busshållplats.

Planerade spår följer i stor utsträckning nära befintlig markyta eller på bro. Endast vid passagen under Bällstavägen, vid Solvallakopplet samt vid korsning med E18 och korsning med E4 planeras spåren i djupare skärning.

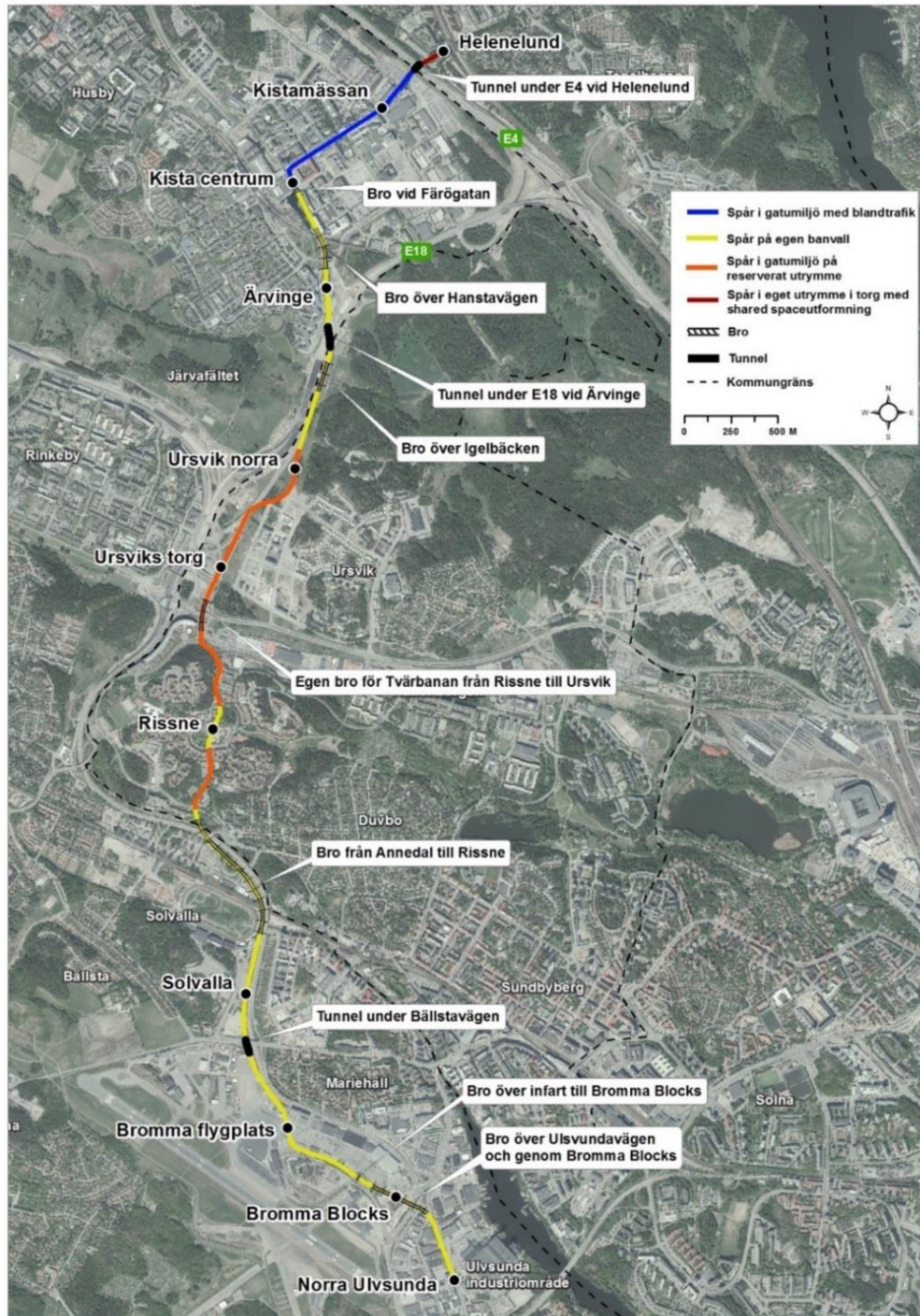


Projekt och Upphandling  
Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen  
Projekt Systemhandling Bana

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)



*Figur 1 Planerad Tvärbana Kistagrenen sträcker sig från Norra Ulvsunda i Bromma till Helenelund i Sollentuna.*

## 5 Översiktlig topografi och geologi

Planerad spårsträcka för Tvärbanan Kistagrenen går genom mycket omväxlande förhållanden. Kännetecknande är dock att huvuddelen av sträckan går genom bebyggda områden med hårdgjorda ytor och fyllning med varierande sammansättning och mäktighet.

Planerad sträckning går huvudsakligen i dalgångar där de naturliga jordarna utgörs av lera med varierande mäktighet. Jordlagerföljden i dessa dalgångar är företrädesvis fyllning vilande på lera som underlagras av friktionsjord. Lerans övre delar bedöms vara av torrskorpekaraktär medan den underlagrande leran har lägre skjuvhållfasthet och är mer sättningsbenägen. Främst vid Solvalla samt vid Ursvik finns områden med lera med stor mäktighet och extremt låg till mycket låg odränerad skjuvhållfasthet. Friktionsjorden består oftast av morän med fast lagringstäthet och begränsad mäktighet innan berg påträffas.

I vissa högre belägna områden planeras spåren inom fastmarksområden där jordarna består av morän med begränsad mäktighet eller hållmark. Dessa områden är:

- Flygplatsinfarten, Bromma
- Vid Solvallakopplet
- Rissne
- Ett mindre område efter norra Ursvik
- Mindre områden längs Kistagången och vid Jan Stenbecks torg.

I de östra delarna av Kistagången fram till planerad hållplats vid Helenelund består de naturligt lagrade jordarna av svallat material från Stockholmsåsen. Dessa utgörs av svallsediment bestående av växelvis lagrad sand, silt och lera. Större lerlinser kan förekomma. Svallsedimenten vilar troligen på åsmaterial innan berg påträffas.

## 6 Bedöm risk för ras och skred

### 6.1 Driftskede

Planerad Tvärbanan förläggs nära befintlig marknivå på större delen av sträckan där den inte förläggs på bro. På kortare sträckor går planerad spårväg på hög bank, t ex i anslutning till bro över Ulvsundavägen och genom Bromma Blocks samt vid Bro från Rissne till Ursvik. Det förekommer även kortare sträckor där

Projekt och Upphandling  
*Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen*  
*Projekt Systemhandling Bana*

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

spårvägen går i skärning, t ex i anslutning till tråg vid Bällsta och tunnel under E18 vid Ärvinge. För att förhindra ras och skred samt ta upp nivåskillnader mot omgivningen anläggs stödmurar på dessa sträckor.

I området med lerområden där sättnings- eller stabilitetsrisker föreligger kommer erforderliga förstärkningsåtgärder att vidtas. Dessa är främst lastkompensation med lättfyllning och stabilisering med kalkcementpelare. Brostöd grundläggs på pålar eller plattgrundläggs på fastlagrad friktionsjord eller berg.

Ökad nederbörd och extremväder har liten påverkan på stabiliteten för planerad anläggning då denna följer nära befintlig marknivå. Det som dock kan påverka är erosion. För att minimera riskerna för erosion utformas Tvärbanan väl dränerad och med flacka erosionsskyddade slänter. För dagvattenhantering, se separat handling Dagvattenutredning Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen.

För att säkra tvärbanans brostöd över tid kommer permanenta sponter att installeras för planerade brostöd i anslutning till Bällstaån och Igelbäcken. Dessa kvarlämnas efter att schakt och återfyllning färdigställts. Detta för att säkerställa att eventuell erosion till följd av ökade vattenflöden inte påverkar brostödens grundläggning.

I övrigt föreligger inte några påtagliga risker avseende ras och skred för den planerade anläggningen i driftskedet.

## 6.2 Byggskede

Planerade schaktdjup för väggropp i byggskedet är i huvudsak begränsade och bedöms uppgå till maximalt ca 2 – 3 m. Maximalt schaktdjup för banan avser lokal schakt för grundläggning av kontaktledningsfundament.

Vid området vid Bällstavägen där planerad Tvärbana går i tråg under ny vägbro och ny GC-bro krävs relativt djupa schakter i byggskedet. Av arbetsmiljöskäl och för att säkerställa stabiliteten kommer all schakt inom detta område ske inom spont.

Schakt för planerade ledningsomläggningar vid Bällsta, Solvalla och Helenelund kommer utföras inom spont av arbetsmiljöskäl och för att säkerställa stabiliteten.



Projekt och Upphandling  
*Program Tvärbanan Kista- och Solnagrenen*  
*Projekt Systemhandling Bana*

PM RAS OCH SKRED  
2016-06-20

Ärende/Dok. id.

Infosäk. klass  
K1 (Öppen)

Djupare schakter i byggskedet erfordras för grundläggning av brostöd vid de planerade broarna längs sträckan. Samtliga brostöd där risk för stabilitet- eller grundvattenpåverkan finns kommer att utföras inom spont. Där grundläggning av brostöd sker under grundvattennivån kommer grundläggning utföras inom spont med tätaka för att undvika grundvattenpåverkan.

## **7 Rekommendationer och fortsatta åtgärder**

Vid fortsatt projektering kommer detaljerade handlingar och åtgärder att fastställas. Där risk för ras och skred finns kommer spont eller andra förstärkningsåtgärder utföras. Där risk för erosion finns kommer erosionsskydd att utarbetas.