

GEOTEKNISKT PM

GEOTEKNISK UTREDNING

SKEPPSBRON - PÅLANALYS HÖGHASTIGHETSBAJA, JÖNKÖPINGS
KOMMUN



UPPRÄTTAD: 2017-02-06

Upprättad av

Nicholas Lusack

Granskad av

Fredrik Griwell

Godkänd av

Nicholas Lusack

Kund: Jönköpings kommun
Kundens kontaktperson: Fredrik Svärd

Konsult: Sigma Civil AB
Projektansvarig: Nicholas Lusack
Handläggare: Nicholas Lusack
Konsultens projektnummer: 103033

Referenser:

Nr	Antal sidor	Namn	Datum
1	13	MUR Markteknisk Undersökningsrapport - Skeppsbron - pålanalys höghastighetsbana, Rapport-23409, 22 december 2016, Sigma Civil	2016-12-22
2	21	Beräknings PM - massundanträngning och stabilitetsrapport, Rapport-23444, 03 februari 2017, Sigma Civil	2017-02-03

Ritningsförteckning

Ritnings-nummer	Typ	Skala	Format	Datum
G-10-1-002	Plankarta torvinventering	1:2000	A1	2016-12-22
G-10-1-031	Massförskjutning	1:2000	A1	2017-02-03
G-10-1-032	Massförskjutning	1:1000	A1	2017-02-03
G-10-1-033	Massförskjutning	1:1000	A1	2017-02-03
G-10-1-034	Massförskjutning	1:2000	A1	2017-02-03
G-10-1-035	Massförskjutning	1:1000	A1	2017-02-03
G-10-1-036	Massförskjutning	1:1000	A1	2017-02-03
G-10-1-041	Pålfördelning	1:2000	A1	2017-02-03
G-10-1-042	Pålfördelning	1:1000	A1	2017-02-03
G-10-1-043	Pålfördelning	1:1000	A1	2017-02-03
G-10-1-044	Pålslagsordning	1:2000	A1	2017-02-03

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	4
2	Inledning	5
2.1	Befintliga samt blivande anläggningar	5
2.2	Syfte och geoteknisk kategori	6
3	Underlag	7
4	Markförhållanden	7
4.1	Topografi och ytbeskaffenhet.....	7
4.2	Jordlagerföljd.....	7
5	Hydrogeologiska förhållanden.....	8
6	Geotekniska egenskaper	8
7	Stabilitet och sättningar	10
7.1	Stabilitet	10
7.2	Sättningar.....	12
8	Pålning	12
8.1	Allmänt	12
8.2	Pålområden.....	12
8.3	Risker	14
9	Arbetsordning vid grundläggning	15
9.1	Allmänt	15
9.3	Erosionsskydd mot Munksjön	17
10	Rekommendationer för fortsatt arbete.....	18
10.1	Torvinventering	18
10.2	Pålning	18
10.3	Erosionsskydd Munksjön	18
10.4	Ledningar	18

1 Sammanfattning

Jönköpings kommun växer och har stora behov av att utöka stadsbyggnadstakten. Skeppsbron är ett nytt stadsdelsområde som förskjuter stadskärnan söderut då området kommer att bli del av den nya stadsdelen som planeras i anslutning till en framtida station och höghastighetsbana för tåg.

Denna rapport sammanfattar geotekniska bedömningar avseende risker och möjligheter vid grundläggning av hus och anläggningar i området med hänsyn till en utbyggnad av höghastighetsbanan.

Geotekniska undersökningar har utförts för att komplettera tidigare utförda undersökningar som underlag för beräkningar avseende stabilitet och massundanträngning vid pålning. Beräkningarna är baserade på uppskattade byggnadsvolymer enligt nuvarande planförslag. Behov av pålar har beräknats utifrån dessa fiktiva byggnadsvolymer med hjälp av lastnedräkningar baserat på respektive fastighets föreslagna våningsantal.

Analysen påvisar att pålning i området kommer att generera massundanträngning. Resultaten har bidragit till att dra en del slutsatser avseende förväntade effekter samt hur vissa oönskade effekter kan kringgås med rätt planering och utförande. En viktig aspekt, vid uppförande av planerad bebyggelse, är i vilken ordning samt arbetsordning som pålgrundläggningen utförs. Som huvudlinje rekommenderas att bebyggelse inom uppskattningsvis 50 m från den framtida höghastighetsbanan pålgrundläggs innan banan med tillhörande station byggs.

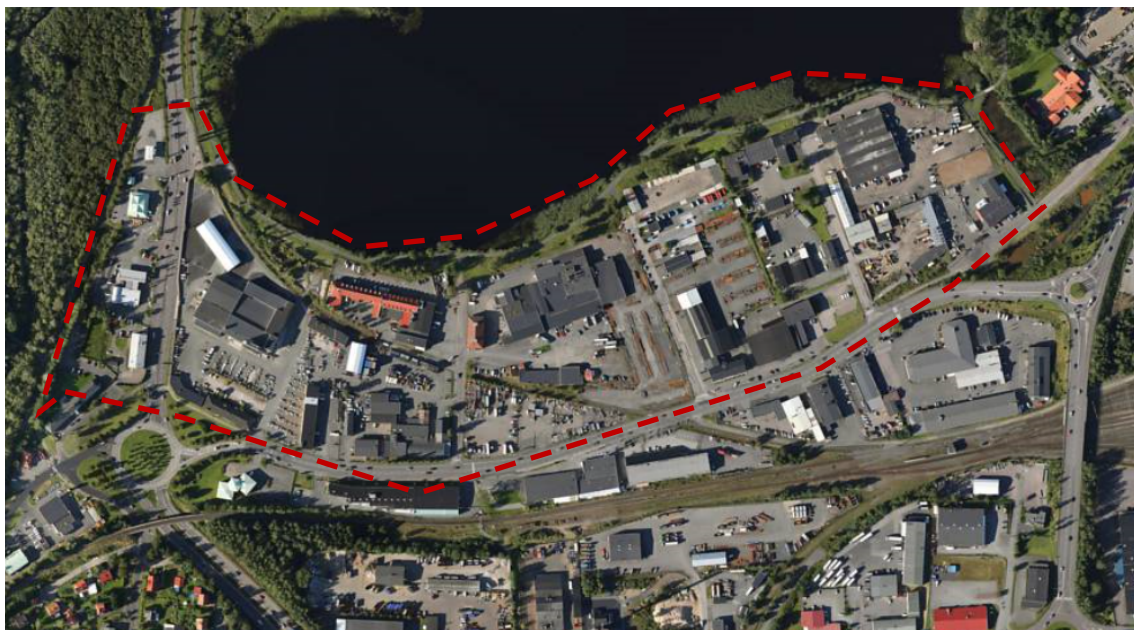
Stabilitetsförhållandena är relativt goda och det är främst områdets västra och östra delar som är känsliga ur stabilitetssynpunkt.

Erosionsskyddet vid Munkssjöns södra strand har bedömts utifrån inspektion på plats samt i kombination med resultat från beräkningar avseende massrörelser vid pålning inom skeppsbroområdet. Det har konstaterats att en åtgärd av detta skydd bör utföras efter det att samtliga pålningsarbeten inom hela området är avslutat. Det finns starka önskemål inom exploatörsamverkan att den västra strandparken färdigställs så tidigt som möjligt. Förslag finns att ovanpå erosionsskyddet lägga en brädgång längs strandkanten, samt att anlägga en startbrygga för roddtävlingar med två landanslutningar så denna också kan användas som alternativ promenadväg vår, sommar och höst.

Rapporten verifierar att föreslagen stadsutveckling är möjlig utifrån ett geotekniskt perspektiv men att projektering samt byggnation kräver koordinering i form av samverkan mellan kommunen och dess berörda bolag, exploatörer och entreprenörer.

2 Inledning

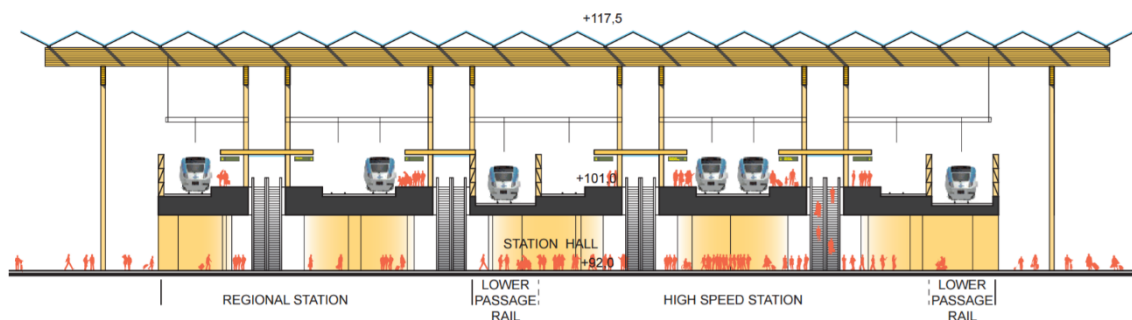
Sigma Civil AB har på uppdrag av Jönköpings kommun samt SMUAB, Södra Munksjöns Utvecklings AB, utfört en geoteknisk utredning på delar av detaljplaneområdet Skeppsbron. Undersökningsområdet är beläget direkt söder om Munksjön. I direkt anslutning till området återfinns Munksjön i norr, i väster löper Jordbrovägen genom området som angränsar mot torvmark vid Tabergsån. Öster om området löper Herkulesvägen och i söder löper ett äldre tågspår, Vaggerydsbanan. Cirka 500 m söder om området finns en större trafikplats, Ljungarum trafikplats, som förenar riksväg 40 samt Europaväg 4. Området består huvudsakligen av lättare industriverksamhet samt handel, se Figur 1.



Figur 1. Ungefärligt område för den geotekniska utredningen, källa: www.eniro.se

2.1 Befintliga samt blivande anläggningar

Det finns ett nytt planförslag för Skeppsbroområdet som inkluderar nya stads kvarter med innerstadskaraktär i anslutning till en föreslagen framtida station för Höghastighetståg. Höghastighetsbanan som är i ett tidigt planeringsstadium kommer troligtvis att anläggas på bropelare som dimensioneras för full hastighet såväl som för tågstopp. I nuvarande förslag till utformning ska stationen rymma 9 spår i bredd, se Figur 2. Banan förutsätts vara elektrifierad med gemensam grundläggning mellan spår och ledning för att undvika differenssättningar mellan de två anläggningsdelarna.



Figur 2. Tvärsektion över planerad station, från vinnande bidrag vid arkitektävling

En arkitektävling har hållits för att utreda eventuell utformning samt volymer inom det framtida stationsområdet. Förslag till utformning av kvarter och anläggningar i anslutning till höghastighetsbanan illustreras i Figur 3.



Figur 3. 3D-modell över området

I dagsläget är ingen tidplan framtagen för höghastighetsbanan eller kvarteren inom Skeppsbroområdet. Det innebär att denna rapport analyserar och ger rekommendationer för framtida byggnadsordning för att undvika konflikter mellan olika byggnadsverk och således stora och onödiga fördyringar pga. känsliga anläggningar rörande vibrationer samt massundanträngningar etc. Ett förslag till etapputbyggnad finns framtaget av SMUAB för hela ramprogramsområdet inklusive Skeppsbron, dock inte ännu på kvartersnivå. Av bullerskäl kommer bestämmelse infogas i granskningsversionen av planförslaget om att slutbesked inte får ges för kvarteren närmast sjön förrän kvarteren omedelbart norr om Kämpevägen fått slutbesked. De senare är avsedda att fungera som bullerskydd.

2.2 Syfte och geoteknisk kategori

Syftet med utredningen är att klargöra de geotekniska förutsättningarna för anläggning av ny stadsdel i kvartersstruktur i rutnät inklusive väg- och VA-ledningsstråk. Vid grundläggning av nya byggnader inom Skeppsbroområdet inklusive ny järnvägsstation kommer höghastighetsbanan att stå för de minsta toleranserna gällande störningar från omgivande verksamheter. Det har i detta skede antagits att huvuddelen av byggnadsverken och anläggningarna inom detta område med största sannolikhet kommer att kräva pålning eller annan förstärkning vid grundläggning. Speciellt för järnvägen samt flervåningsbyggnader ses pålning som det troligaste alternativet för att klara krav på bärighet och sättningar.

Fältundersökningar har utförts för att utreda djup till fast botten samt materialegenskaper för jorden. Dessa resultat ligger till grund för bedömning av stabilitetsegenskaper inom området samt för en bedömning av förväntade påldjup vid framtida byggnation.

Huvuduppgiften med denna rapport blir således att bedöma grundläggningsförutsättningar gemensamt mellan de olika byggnads- och anläggningsdelarna för att förhindra och minimera problem och störningar mellan objekten under uppförande samt under drifttid.

Utöver byggnader så belyser rapporten eventuella aspekter att ta hänsyn till för bevarande av erosionsskydd vid Munksjöns södra strand.

Samtliga konstruktioner inom objektet bedöms i allmänhet kunna tillhöra Geoteknisk Kategori 2 (GK2) och Säkerhetsklass 2 (SK2). Undantaget gäller dock höghastighetsbanan samt direkt

angränsande bebyggelse som troligtvis kommer att utföras i GK3 och säkerhetsklass 3. Detta är dock i dagsläget bara en rimlig spekulering då det inte byggts höghastighetsbanor i Sverige tidigare. Det bör betonas att kvarter som byggs innan en eventuell höghastighetsbana kommer att uppföras med GK 2 och SK 2. Det ger konkret bättre ekonomiska förutsättningar samt kortare tidplan vid utbyggnad av kvarteren närmast höghastighetsbanan.

3 Underlag

Underlag för den geotekniska undersökningen har varit:

- PM Geoteknik – Skeppsbron uppdrag 1, Översiktliga förhållanden baserat på tidigare utförda undersökningar rev A, 17 juni 2015, Atkins
- Markteknisk undersökningsrapport – Skeppsbron uppdrag 2, Översiktlig geoteknisk undersökning inför detaljplan, 24 september 2015, Atkins
- PM Geoteknik – Skeppsbron uppdrag 2, Översiktlig geoteknisk undersökning inför detaljplan, 24 september 2015, Atkins
- MUR Markteknisk Undersökningsrapport - Skeppsbron - påanalys höghastighetsbana, Rapport-23409 22 december 2016, Sigma Civil
- Beräknings PM - massundanträngning och stabilitetsrapport, Rapport-23444 v.2, 03 februari 2017, Sigma Civil
- Detaljplan för Örlogsmannen 5 och Östen 2 m.fl. , Skeppsbron, Jönköpings kommun.
- Visionsplan "Next Jönköping" från Wingårdh arkitektkontor AB, Göteborg
- Jordarts- och Jorddjupskartor, SGU:s kartdatabas
- Grundkarta, DWG-format, erhållen av Jönköping kommun
- Laserscanning, LAS-format, tillhandahållen av Jönköpings kommun

4 Markförhållanden

4.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Marken i området är relativt plan och varierar mellan +88,9 och +92,5 meter över havet. De stora vägarna i området, Herkulesvägen och Kämpevägen, ligger på relativt plan mark förutom i öster där de är förlagda på bankar med upp till 7-9 meters höjd där släntlutningen varierar mellan 1:1,6 och 1:2. Sjöbotten i Munksjö har generellt sett en flack lutning på 1:10 eller lägre i den västra delen av sjön som gränsar till Skeppsbron, i östra delen av området sluttar sjöbotten med en brantare lutning.

4.2 Jordlagerföljd

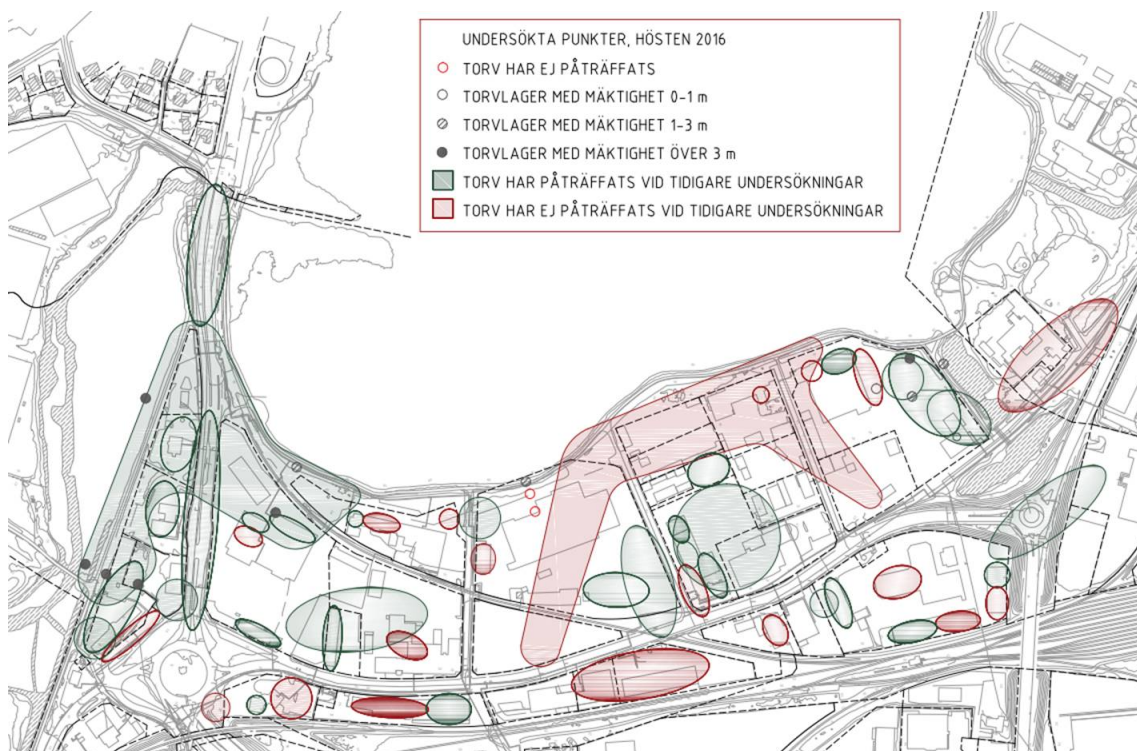
Den generella jordartsprofilen för området är fyllnadsmaterial ovan packad sand där torv förekommer mellan fyllnadsmaterialet och sanden. Se Figur 4 för torvens utbredning inom undersökningsområdet. Torven tillhör materialtyp 6B och tjälfarighetsklass 1.

Fyllnadslagret har en varierande fasthet och mäktighet. Fyllnadsmassorna består av sand men även silt och finsand har påträffats. Mull och växtrester förekommer. Materialtypen för fyllnadslagret varierar mellan 2, 3B och 5A. Tjälfarighetsklassen varierar mellan 1, 2 och 4.

Sandlagret under fyllnadslagret har låg till medelhög relativ fasthet. I undersökningspunkt SC05 så har silt påträffats 8-9 meter under markytan.

Block och sten kan förekomma i området.

För utförligare beskrivning av markförhållanden, se MUR Markteknisk Undersökningsrapport - Skeppsbron - pålanalys höghastighetsbana, Rapport-23409, 22 september 2016, Sigma Civil.



Figur 4. Torvens utbredning, utdrag från ritning G-10-1-002

5 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenmätningar av fri grundvattenyta har utförts i samtliga borrhål. Ett grundvattenrör har installerats i undersökningspunkt SC05.

I det installerade grundvattenröret i undersökningspunkt SC05 har grundvatten uppmätts till nivå +88,58 meter över havet under installationsdagen. Grundvattenytor i borrhål har uppmätts i mellan nivåerna +88,05 m.ö.h och +89,6 m.ö.h i de borrhål där grundvattenyta har noterats. Generellt gäller att grundvattennivån inom området i stort varierar beroende på vattennivån i Munksjön.

6 Geotekniska egenskaper

Jordlagren består generellt av:

- fyllning: sand, grus, tegel (tjocklek: 0 – 7 m)
- lös siltig sand (tjocklek: 0 – 4 m)

- torv (tjocklek: 0 – 8 m)
- lös siltig sand (tjocklek: 2 – 12 m)
- fast sand: generellt omkring 15 - 20 m under markytan finns fastare lager

Egenskaperna har utvärderats för beräkningar och sammanställts i sin helhet enligt Tabell 1.

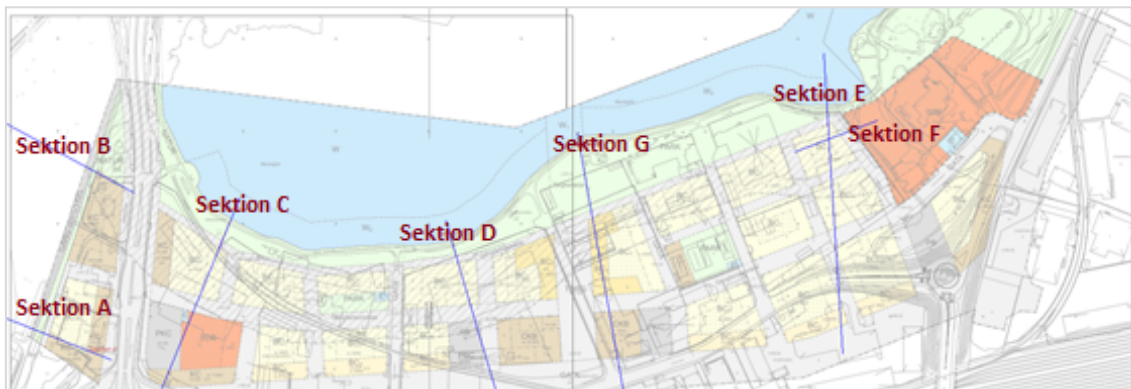
Tabell 1. Jordlager - Version 2: kompletterande geotekniska undersökningar, Sigma Civil AB

Jordlager	Namn i Plaxis	Sektion	Tunghet [kN/m ³]		Elasticitetsmodul [kN/m ²]	Poissons konstant [-]	Effektiv friktionsvinkel [°]	Dimensionerande effektiv. friktionsvinkel [°]	Dränerad skjuvhållfasthet - kar./dim. [kPa]	Odränerad skjuvhållfasthet - kar./dim. [kPa]
			γ	γ_s	E'	ν'	ϕ'	ϕ_d'	c'	c _u
Fyllning (sand, grus, tegel) - befintlig	Fyll_sand SC_A	A	18	20	14900	0,3	33,5	26	0	0
	Fyll_sand SC_B	B			5400		30,6	23		
	Fyll_sand SC_C	C			15000		32,9	25		
	Fyll_sand SC_D	D			7400		29,0	22		
	Fyll_sand SC_E	E			14000		31,1	24		
	Fyll_sand SC_F	F			11500		29,4	22		
Lös sand	Lös_sand SC_A	A, B	19	21	5000	0,3	32,7	25	0	0
	Lös_sand SC_C	C					31,0	24		
	Lös_sand SC_D	D					30,6	23		
	Lös_sand SC_E	E					31,5	24		
	Lös_sand SC_F	F					32,0	24		
Torv	Torv SC	A, B, C, D, E, F	12	12	300	0	28	22,2	2/1,5	20/12
Fast sand	Fast_sand SC_A	A, B, C	19	21	22000	0,3	33,2	25	0	0
	Fast_sand SC_D	D, E, F					31,9	24		
Planerad fyllning (grus)	Fyll_grus SC		19	22	15000	0,3	34,0	26	0	0

7 Stabilitet och sättningar

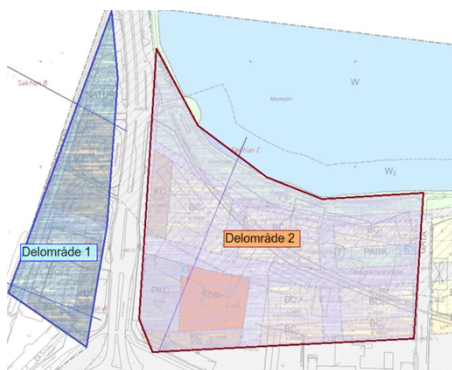
7.1 Stabilitet

Resultaten från stabilitetsberäkningarna har beräknats med två olika jordprofiler; den första beräkningen, Version 1, är utförd med jordparametrar från Atkins rapport medan den andra beräkningen, Version 2, har utförts med utgångspunkt från Atkins värden som kompletterats med fältgeoteknik utförd av Sigma Civil.

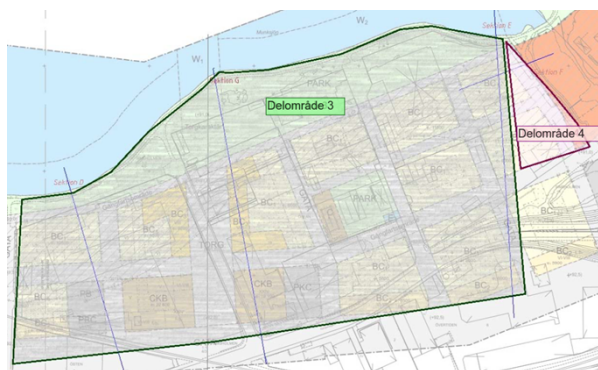


Figur 5. Sektionernas läge i plan

Analyserna med trafiklaster, både trafik och byggtrafik, visar att resultaten inte alltid uppfyller säkerhetskraven för det västra området. Detta inkluderar området Prästkärret och Munksjöns västra strand, se Figur 6, samt den östra sidan av Skeppsbroområdet, se Figur 7. Inom dessa områden har torv påträffats med större mäktigheter. Delområde 3 har uppvisat fullgod stabilitet för dessa laster, se Figur 7.



Figur 6. Delområde 1 och 2



Figur 7. Delområde 3 och 4

Tabell 2. Resultat från Plaxis stabilitetsberäkningar (Sektion A, C, D, F)

Sektion	Säkerhetsfaktor i Plaxis					
	Befintlig (GC-väg – 5 kPa)		Trafik (15 kPa)		Byggtrafik (25 kPa)	
	Version 1	Version 2	Version 1	Version 2	Version 1	Version 2
A	1,6	2,05	1,2**	-	1,2**	-
C	2,3*	1,77*	1,8	1,56*	0,9	1,48*
D	2,24	1,6	1,87	1,6	1,76*	1,6
F	-	1,65*	-	1,0*	-	0,92*

ANM:

Stabilitetskrav: $F_{EN}=1,0$

* Ej relevant (lokal erosion i överbyggnad)

** Farligaste glidyten på andra sidan av Tabergsån

Tabell 3. Resultat från Plaxis och Slope/W stabilitetsberäkningar (Sektion B, E)

Säkerhetsfaktor i Plaxis och Slope/W												
Sektion	Befintlig (GC-väg – 5 kPa)				Trafik (15 kPa)				Byggtrafik (25 kPa)			
	Version 1		Version 2		Version 1		Version 2		Version 1		Version 2	
	Plaxis	Slope	Plaxis	Slope	Plaxis	Slope	Plaxis	Slope	Plaxis	Slope	Plaxis	Slope
B	1,04	1,04	3,0	1,6	0,9	0,9	2,4*	1,31	0,8	0,8	1,28*	1,14
E	3,6	1,9	1,8	1,5	1,8	1,89	1,15	1,27	1,8	1,75	1,07*	1,1

ANM:

Stabilitetskrav: $F_{EN}=1,0$

* Ej relevant (lokal erosion i överbyggnad)

Det rekommenderas att ytterligare stabilitetsanalyser utförs vid detaljprojektering. Det rekommenderas att stabilitetsberäkningar utföra med Slope/W eller likvärdigt stabilitetsprogram.

7.2 Sättningar

Denna rapport inkluderar inte någon djupare analys av sättningsbeteende inom området. Det ska dock betonas att delar av området är mycket sättningskänsligt. Då jordlagerföljden är relativt varierande ska risken för differenssättningar beaktas vid detaljprojektering av samtliga hus och anläggningar inklusive ledningar.

8 Pålning

8.1 Allmänt

De geotekniska undersökningarna påvisar variationer inom området med förekomster av huvudsakligen fyllnadsmaterial, torv samt sand. Stora delar av området är sättningsbenäget och pålning bedöms som den mest troliga grundläggningsmetoden för hus och anläggningar. Det bör poängteras att det föreligger stor risk att pålgrundlägga hus samtidigt som andra anläggningsdelar, exempelvis ledningar, anlägges utan grundförstärkning. Sannolikheten för differenssättningar är då stor varpå ledningsbrott kan ske pga. stora skillnader i sättningar mellan olika grundläggningar.

Ingen specifik påltyp förordas eller väljs bort i denna studie. Det har bedömts som att valfri påltyp kan användas vid låga krav på omgivningspåverkan. Rekommendationerna i denna rapport baseras på analys med påltyp SP2.

8.2 Pålområden

De 2 huvudområden som berörs av denna rapport innefattar Skeppsbroområdet samt sträckningen för höghastighetsbanan inklusive ny stationsbyggnad. Området kommer i framtiden att utvecklas både söderut och österut, se Figur 8.



Figur 8. Planerade närliggande byggnationer, konceptskiss från Jönköpings kommun

8.2.1 Skeppsbroområdet

Det rekommenderas att Skeppsbron planeras utifrån en gemensam pålordning där samtliga exploatörer samordnas av Södra Munksjöns Utvecklings AB, SMUAB, som delger startbesked utifrån en önskad påslagningsordning. Totalt beräknas drygt 8000 pålar slås inom området baserat på nuvarande planförslag, se Figur 9. Vid krav på låga sättnings- eller rörelsetoleranser ska pålområden utformas så att skadliga markrörelser undviks eller begränsas till inom angivna toleranser. Detta kan exempelvis innebära att gator och ledningar anläggs samtidigt eller efter pålning för ett visst kvarter. Om lednings- och gatunät byggs i förväg skall dessa tåla rörelser som genereras vid fortsatta grundläggningsarbeten såsom pålning av hus och andra anläggningar. Pålområden kan med fördel utformas så att massundanträngning som genereras vid pålning tas med i en front så att rörelserna styrs bort från tidigare grundlagda hus och anläggningar.



Figur 9. Antaget antal pålar per kvarter, utdrag från ritning G-10-1-041

8.2.2 Stationsområde samt höghastighetsbana

Delområdet som berör höghastighetsbanan kommer att belastas med större laster än kvarteren inom Skeppsbroområdet. Lasterna ska i stor omfattning ledas från broöverbyggnad ner i underbyggnad som bedöms utföras med betongpelare. Dessa pelare ska grundläggas för mycket höga sättningstoleranser varför de kommer att ha många pålar, alternativt väljs påltyp med grövre dimensioner för att minska antalet pålar. Trafikverket bedömer i dagsläget att pålarna för höghastighetsbanan kommer att installeras på ett större djup än för huskonstruktioner inom Skeppsbroområdet för att uppnå tillräcklig bärrighet. Det ska betonas att toleranserna för höghastighetsbanor är väldigt snäva gällande förskjutningar i konstruktionen. Rörelser ska i de flesta fall begränsas till maximalt 1-2 mm.

8.3 Risker

Risker inom området vid uppförande av nya konstruktioner kan delas upp i två skeden; risker vid byggnation samt för dynamiska laster efter fullständig utbyggnad.

8.3.1 Risker vid byggnation

Vid uppförande av pålade anläggningar finns risker identifierade såsom massrörelser och vibrationer. Förslag på hur dessa risker kan undvikas och begränsas eller minimeras diskuteras i denna rapport.

8.3.2 Risker för permanenta konstruktioner efter fullständig utbyggnad

För permanenta anläggningar kan dynamiska lasteffekter uppstå från främst höghastighetsbanan. Dessa bedöms inte generera risk för skador eller vibrationer förutsatt att den anläggningen på bro som i sin tur grundläggs med spetsburna pålar till fast botten.

Det kan föreligga behov av grundförstärkning för lokala gator som utsätts för dynamiska laster såsom tung trafik, speciellt vid torvförekomster. Detta bör utredas vid detaljutformning av respektive anläggning och kompletteras med lokala geotekniska undersökningar.

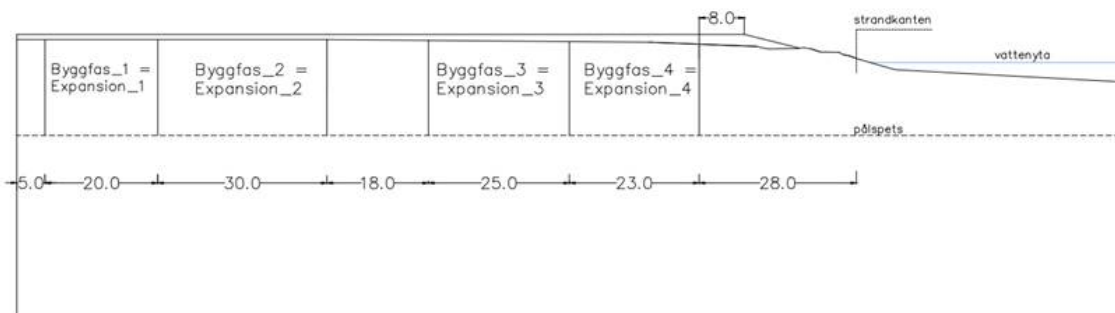
9 Arbetsordning vid grundläggning

9.1 Allmänt

För att bibehålla frihetsgraderna vid val av påltyp ska hänsyn tas till vilken påslagningsordning som förordas för de 2 huvudområdena. Stationsområdets pålar bedöms bli längre och nå ett större djup än vad omkringliggande pålning kommer att nå. Det innebär att pålar som installeras efter höghastighetsbanan riskerar att utsätta denna för oönskade massrörelser över gränsvärden för toleranser. Det kan också medföra oönskade horisontalbelastningar på pålarnas övre del för höghastighetsbanans konstruktion. Det kan i värsta fall orsaka knäckning av Trafikverkets installerade och längre pålar om dessa har installerats först.

Omvänt blir problematiken inte lika påtaglig då höghastighetsbanans pålar slås djupare än kringliggande pålgrundläggningar. Därvid blir den horisontella massförskjutningen jämnare då de kortare pålarna utsätts för massförskjutning längs hela dess längd.

Generellt rekommenderas således att byggnation i direkt anslutning till stationsområdet utförs före höghastighetsbanans tillkomst och prioriteras i tid. Pålade konstruktioner utanför influensradien för rörelser mot höghastighetsbanan kan däremot pålas efter det att höghastighetsbanan inklusive stationsbyggnaden har uppförts. Enligt nu utförd analys bedöms pålning på ett avstånd av ca 50 m från en uppförd höghastighetsbana kunna utföras efter banans byggnation och driftstagande. Detta förutsätter dock att pålfronter drivs bort vinkelrätt från Höghastighetsbanans läge, se Figur 10.



Figur 10. Expansionsfaser vid pålning med pålfront vinkelrätt från höghastighetsbanan

9.2 Massrörelser

Resultaten vid beräkning av massrörelser visar att området som är påverkat av påslagning, dvs. influensradien, är på ett avstånd motsvarande ca en pållängd från det aktuella påslagningsområdet. Maxvärde för förförskjutningar redovisas i nedanstående tabell, se Tabell 4. Sektion A - G redovisas i Figur 11.

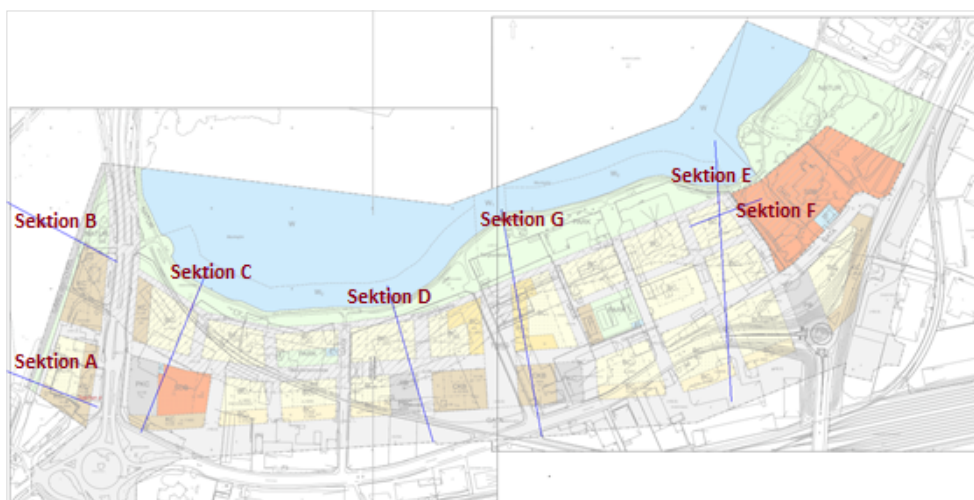
Tabell 4. Horisontella förskjutningar

Sektion	Max. horisontell förskjutning [mm]		Strandkantens förskjutning [mm]	
	Version 1	Version 2	Version 1	Version 2
A	80	105	27	38
B	77	67	35	20
C	103	81	64	35
D	87	84	33	44
E	120*	162	57*	137
F		149		102
G	220**	225**	4**	6**

ANM:

* Sektion F har enbart analyserats med Version 2:s jordparametrar, resultat från Sektion E har använts för Version 1;

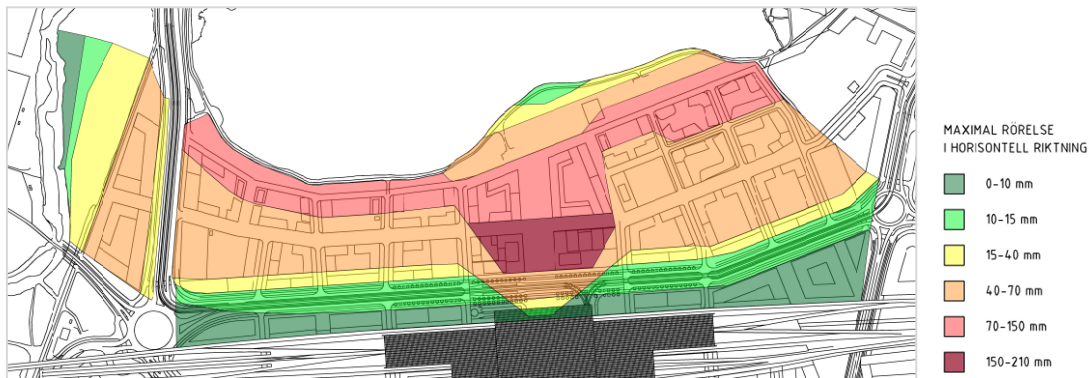
** Sektion G har analyserats med olika jordparametrar men med samma jordmodell i både Version 1 och Version 2.



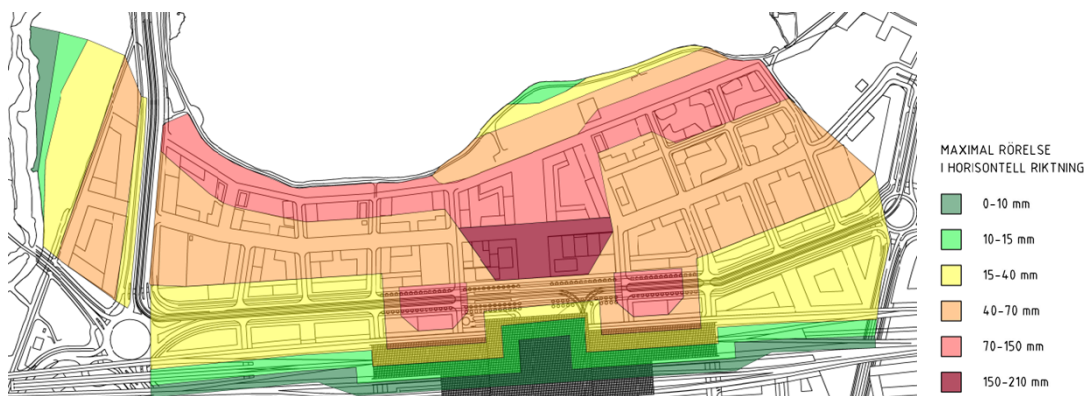
Figur 11. Sektionernas läge i plan

Resultaten redovisas på färgkartor:

- Färgkarta A: hänsyn har tagits till områdena inom planområdesgräns för nuvarande planförslag, Figur 12. Se Ritningar G-10-1-031 – G-10-1-033
- Färgkarta B: hänsyn har tagits även till områdena utanför planområdesgräns södra sida av nuvarande planförslag, dvs. områdena mellan Skeppsbron och den framtida höghastighetsjärnvägen, Figur 13. Se Ritningar G-10-1-034 – G-10-1-036



Figur 12. Redovisning av maximal rörelse, utdrag från ritning G-10-1-031, Färgkarta A – resultat med hänsyn till områden inom nuvarande planområdesgräns



Figur 13. Redovisning av maximal rörelse, utdrag från ritning G-10-1-034, Färgkarta B – resultat med hänsyn till områden utanför nuvarande planområdesgräns

Analyserna påvisar att massundanträngning sker primärt i sanden, torven förutsätts mer eller mindre oförändrad då massrörelserna förväntas absorberas tack vare det höga vatteninnehållet.

9.3 Erosionsskydd mot Munksjön

Vid planering av påslagningsordning bör sättningskänsliga anläggningar förläggas till slutskedet av entreprenadarbetena. Detta gäller exempelvis för en eventuell förnyelse av erosionsskyddet vid Munksjöns södra strand, se Figur 14. En uppgradering eller renovering av detta bör ligga sent i utbyggnadsordningen för Skeppsbroområdet. Rörelser från angränsande påarbeten kommer att generera rörelser i erosionsskyddet, speciellt om detta avses uppföras i form av stum konstruktion såsom kaj, brygga eller annan fast konstruktion. Vid behov av temporär uppgradering pga. erosionsrisker kan detta med fördel utföras med påfyllnad av erosionssäkra massor såsom sprängsten. Detta skydd påverkas marginellt av massrörelser då omlagring kan ske inom materialet. Permanent erosionsskydd av sprängsten bör dock utföras efter pålning i området för att undvika lokala sättningar och förskjutningar i materialet.

Det finns starka önskemål inom exploatörsamverkan att den västra strandparken färdigställs så tidigt som möjligt. Förslag finns att ovanpå erosionsskyddet lägga en brädgång längs strandkanten, samt att anlägga en startbrygga för roddtävlingar med två landanslutningar så denna också kan användas som alternativ promenadväg vår, sommar och höst.



Figur 14. Erosionsskydd i dagsläget

10 Rekommendationer för fortsatt arbete

10.1 Torvinventering

Det rekommenderas att torvens utbredning utreds mer i detalj inför detaljprojektering för nybyggnation. Speciellt framtida gator och ledningsdragnings påverkas av torvförekomster. För utredning av eventuella parkeringsmöjligheter under mark är torvinventeringen av stor vikt för att i möjligaste mån undvika komplicerade och dyra schakter vid stora torvmäktigheter.

10.2 Pålning

De kommande byggnationerna på fastigheter inom kommunens detaljplaneringsområde Skeppsbron bör övervägas att uppföras innan en eventuell framtida höghastighetsbana byggs. Tidsplanering av utbyggnadstakt bör koordineras med Trafikverket. SMUAB bör planera för att skapa en samverkansform mellan kommande exploatörer och kommunen. Forumets primära uppgift blir att koordinera starttillstånd med tidsramar samt påslagningsordning så att hänsyn tas till kringliggande anläggningar och verksamheter.

10.3 Erosionsskydd Munksjön

En eventuell uppgradering av erosionsskyddet vid Munksjöns södra strand bör utredas separat. Dagens erosionsskydd är till stora delar ur funktion där stenmassor har flyttats ur läge med högre grad av erosion som följd. Ett fast byggnadsverk i form exempelvis kajkonstruktion bör rimligtvis diskuteras då denna kan grundläggas för att bevara önskad strandlinje.

10.4 Ledningar

Ledningar bör studeras utifrån ledningstyp där exempelvis behov av självfallsledningar undersöks. Trycksatta ledningar kan vara att förorda då de är mindre känsliga för massrörelser i området vid exempelvis pålning.