

Filnamn PM F 05 - 019

Projektnamn

Västlänken

Ärendenummer

TRV 2013/92336

Skapat av

Karolina Sanell/Urban Högsta

Godkänt av

Anders Hansson

Godkänt datum

2013-12-16

Sidor

Rev Datum

2014-02-28

Version

A



TRAFIKVERKET

Tillhör systemhandling 2014-12-01

PM Pågående sättningar och sättningsprognos Mark

PM

Ärendenummer
TRV2012/16353
Uppdragsnummer
Version: A

Dokumentdatum
2013-12-16
Sidor
1(25)



Västlänken

PM F 05 – 019

Pågående sättningar och sättningsprognos Mark

Revideringen avser:

Avsnitt	Revideringen avser	Reviderad av
	Ny försättssida inför systemhandling	Carolina Sellin, 2014-02-28

Upprättad av:	Karolina Sanell/Urban Högsta	
Granskad av:	Ola Skepp	

Innehåll

0	Förteckning PM F 5	3
1	Bakgrund och syfte	4
2	Genomförande	4
3	Nya mätningar	4
4	Pågående marksättningar och sättningsprognos	4
4.1	Linje Olskroken	5
4.2	Linje Olskroken – Station Centralen	10
4.3	Station Centralen	11
4.4	Linje Station Centralen – Station Haga	14
4.5	Station Haga	20
4.6	Station Korsvägen	23
4.7	Linje Station Korsvägen – Almedal	24
4.8	Linje Almedal	25

Bilagor

- 19.1** Översiktsplaner - dubbar och bälgsättningsmätare som mäts inom Projekt Västlänken
- 19.2** Översiktsplaner – dubbar tidigare sättningsuppföljningar



0 Förteckning PM F 5

PM F 05 – 000	Läsanvisningar och dokumentförteckning
PM F 05 – 001	Inventering tidigare utförda geotekniska undersökningar
PM F 05 – 002	Befintliga grundförstärkningar och grundrester
PM F 05 – 003	Befintliga utfyllnader
PM F 05 – 004	Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (MUR Geoteknik)
PM F 05 – 005	Fältrapport, Geoteknik
PM F 05 – 006	Labrapport, Geoteknik
PM F 05 – 007	Geoteknisk beskrivning
PM F 05 – 008	Geotekniska materialparametrar Linje Olskroken
PM F 05 – 009	Geotekniska materialparametrar Linje Olskroken - Stn Centralen
PM F 05 – 010	Geotekniska materialparametrar Stn Centralen
PM F 05 – 011	Geotekniska materialparametrar Linje Stn Centralen – Stn Haga
PM F 05 – 012	Geotekniska materialparametrar Stn Haga
PM F 05 – 013	Geotekniska förutsättningar Linje Stn Haga – Stn Korsvägen <i>Utgår</i>
PM F 05 – 014	Geotekniska materialparametrar Stn Korsvägen
PM F 05 – 015	Geotekniska materialparametrar Linje Stn Korsvägen - Almedal
PM F 05 – 016	Geotekniska materialparametrar Linje Almedal
PM F 05 – 017	Portryck och portrycksprognos
PM F 05 – 018	Stabilitet befintliga förhållanden
PM F 05 – 019	Pågående sättningar och sättningsprognos - Mark
PM F 05 – 020	Pågående sättningar och sättningsprognos – Byggnader och byggnadsverk
PM F 05 – 021	Temporära stödkonstruktioner – Dimensioneringsanvisningar för geotekniska analyser med numeriska metoder (FEM)
PM F 05 – 022	Stabilitetsanalyser – Dimensioneringsanvisningar – <i>Utgår</i>
PM F 05 – 023	Hydraulisk upplyftning – Dimensioneringsanvisningar <i>Utgår, anvisningar finns i PM K 11 - 004</i>
PM F 05 - 024	Bärförmåga för pålar - Dimensioneringsanvisningar
PM F 05 – 025	Stödkonstruktioner – Dimensioneringsanvisningar <i>Utgår, integreras i PM F 05 – 021</i>



1 Bakgrund och syfte

Deluppdrag AKF 5 Geoteknik inom Projekt Västlänken omfattar framtagande av geotekniska anläggningskrav och förutsättningar för järnvägsplane- och systemhandlingsskedet.

Inom ramen för deluppdraget AKF 5 har pågående marksättningar längs Västlänkens sträckning kartlagts samt en sättningsprognos tagits fram.

Syftet med denna PM är att redovisa förutsättningarna avseende pågående marksättningar samt en prognos över förväntade marksättningar längs Västlänkens sträckning. Prognosen avseende förväntade marksättningar är framtagen utifrån dagens förhållanden och tar ej hänsyn till eventuell påverkan från byggandet av Västlänken, såsom exempelvis effekter av avlastning av jordlager, grundvattensänkningar, klimatpåverkan, massförskjutningar i samband med schakt, pålning spont, vibrationer etc.

2 Genomförande

Pågående marksättningar och sättningshastighet har bedömts utifrån tidigare sättningsuppföljningar utmed Västlänkens sträckning tillsammans med resultat från de bälgsättningsmätare som installerats och mätts inom projekt Västlänken. Bedömningarna baseras även på kunskap om lerans spänningssituation och spänningshistoria till följd av belastningar på leran, från utfyllnader, äldre bebyggelse med äldre grundläggning samt grundvattenpåverkan.

Valda karakteristiska värden gäller i anslutning till nu gällande spårlinje (ver. 3).

Inventeringen av tidigare sättningsuppföljningar har genomförts under våren 2013 och omfattar relevant underlag från främst Stadsbyggnadskontoret och Trafikverket. Inventeringen har begränsats geografiskt till att omfatta främst korridoren som den såg ut i augusti 2012. Mätdata från tidigare sättningsuppföljningar i mark finns endast i begränsad omfattning, de flesta sättningsuppföljningar har genom åren gjorts på byggnader eller anläggningar. Området för inventeringen av mätdata kan sannolikt behöva utökas när utredningsområdet är mer klarlagt (utförs av AKF4).

Mätdata från tidigare marksättningsuppföljningar (xls-format) levereras in på IDA. Sättningsdiagram har ritats upp och redovisas i denna PM. Mätdata kommer även att finnas tillgänglig i projektets TMO-databas. Översiktsplaner som visar dubbarnas lägen redovisas i Bilaga 19.2.

3 Nya mätningar

För kommande skeden och kontrollprogram har nya markdubbar och bälgsättningsmätare installerats längs utvalda delar av Västlänkens sträckning. Under våren/sommaren 2013 har dessa dubbar tillsammans med ett urval och befintliga dubbar nollavvägts. Bälgsättningsmätare har installerats både i samband med järnvägsutredningen (år 2005) och inom ramen av AKF05 (år 2012-2013).

Mätdata (xls-format) finns redovisade i IDA och i projektets TMO-databas.

Översiktsplaner som visar dubbars och bälgsättningsmätarens lägen redovisas i Bilaga 19.1.

4 Pågående marksättningar och sättningsprognos

Lerans spänningssituation inom delar av området innebär att det sedan lång tid tillbaka pågår sättningar i marken. Sättningar pågår framförallt inom delområden där det genom åren utförts stora utfyllnader. Sättningshastigheten i jordlagren varierar längs sträckan beroende på ett flertal faktorer såsom lerans mäktighet, belastningar på leran från utfyllnader, byggnader eller byggnadsverk med äldre grundläggning samt grundvattenpåverkan.

Redovisning av pågående sättningar och sättningsprognos för respektive delområde framgår av efterföljande kapitel. Sättningsprognosen gäller för tidsperioden 40 år.



4.1 Linje Olskroken

Lerans spänningssituation inom området innebär att det sedan lång tid tillbaka pågår sättningar i marken. Sättningarna är orsakade av belastningar på leran, från utfyllnader, äldre bebyggelse med äldre grundläggning samt grundvattenpåverkan. Marksättningarna är särskilt märkbara i övergångarna mellan pålade eller grundförstärkta konstruktioner och oförstärkt mark.

4.1.1 Utförda mätningar

Bälgsättningsmätare och markdubbar har installerats i samband med Projekt Västlänken och har nollmätts under 2013. Bälgsättningsmätarna inom aktuellt delområde har därefter mätts vid ett tillfälle under november 2013. Bälgsättningsmätarnas och markdubbarnas lägen framgår av översiktsplaner i Bilaga 19.1.

Tidigare sättningsuppföljningar, vilka visar på pågående sättningar, har bland annat genomförts inför byggandet av Partihallsförbindelsen och Godstågsviadukten. Ett flertal andra tidigare utredningar i området påtalar även problematiken kring pågående sättningar.

4.1.2 Pågående marksättningar

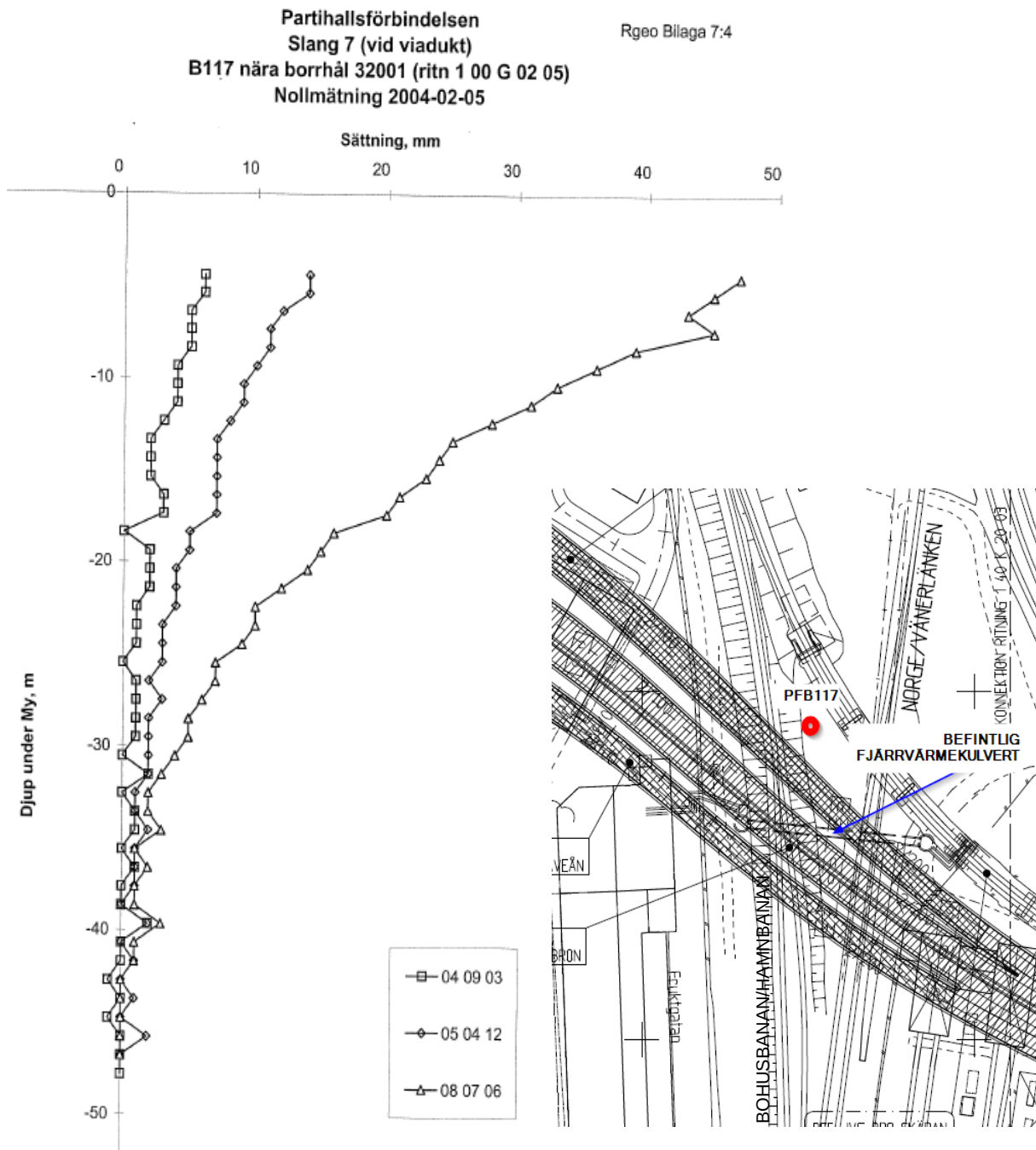
Resultaten från tidigare sättningsuppföljningar och bälgsättningsmätarna ger en samlad bild av de pågående sättningarna inom området.

Km 453+600 - 454+800

Uppgifter från tidigare utförda sättningsuppföljningar i mark har ej hittats i samband med inventeringen av den aktuella sträckan. Bedömningarna av pågående sättningar inom aktuell delsträcka baseras på tidigare utredningar i området och nu utförda geotekniska undersökningar. Utifrån lerans nuvarande spänningssituation bedöms sättningshastigheten till ca 5 mm/år och att sättningarna pågår ner till 10 m djup.

Km 454+800 - 455+200

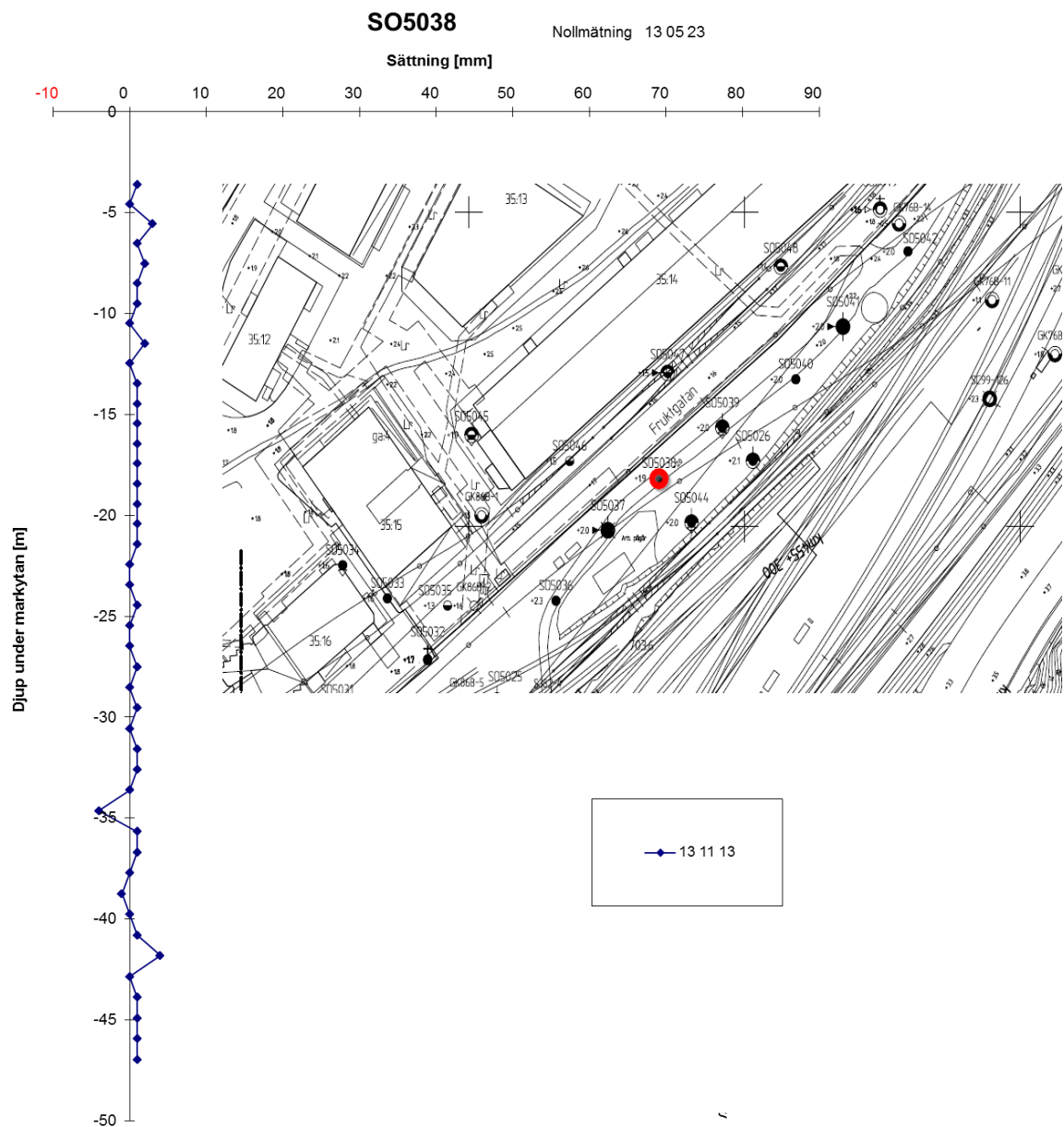
En bälgsättningsmätare (PFB117) som installerades inför byggandet av Partihallsförbindelsen visade efter några års mätning (2004-2008) på en sättningshastighet av cirka 12 mm/år och att sättningarna pågår ner till 35 m djup under markytan, se Figur 1. Lerans mäktighet är drygt 90 m i området där bälgsättningsmätaren är installerad vilket innebär att mätaren inte installerad ner till fastare jordlager. Bälgsättningsmätaren är installerad intill Bohusbanan/Hamnbanan och sättningsbilden är troligen påverkad av belastningen från den ca 3 m höga järnvägsbanken, vilken har pågående sättningar. Mätningar av markpegel (WSP) mellan 2003 och 2004 intill järnvägsbanken visade på en sättningshastighet av 16-17 mm/år vilket även stämmer överens med uppmätt sättningshastighet för delar av en fjärrvärmekulvert som ligger under Bohusbanan/Hamnbanan inom samma område, se läge i Figur 1. Fjärrvärmekulverten korsar även Norge/Vänerbanan och de uppmätta sättningarna för den delen visar att sättningshastigheten där är betydligt mindre, ca 0-3 mm/år.



Figur 1 Bälgsättningsmätare PFB117 för Partihallsförbindelsen, mätningar åren 2004-2008.
(källa: väg E45/E20, Partihallsförbindelsen, WSP, 2006-09-01, rev 2009-08-25)

Km 455+200 - 455+600

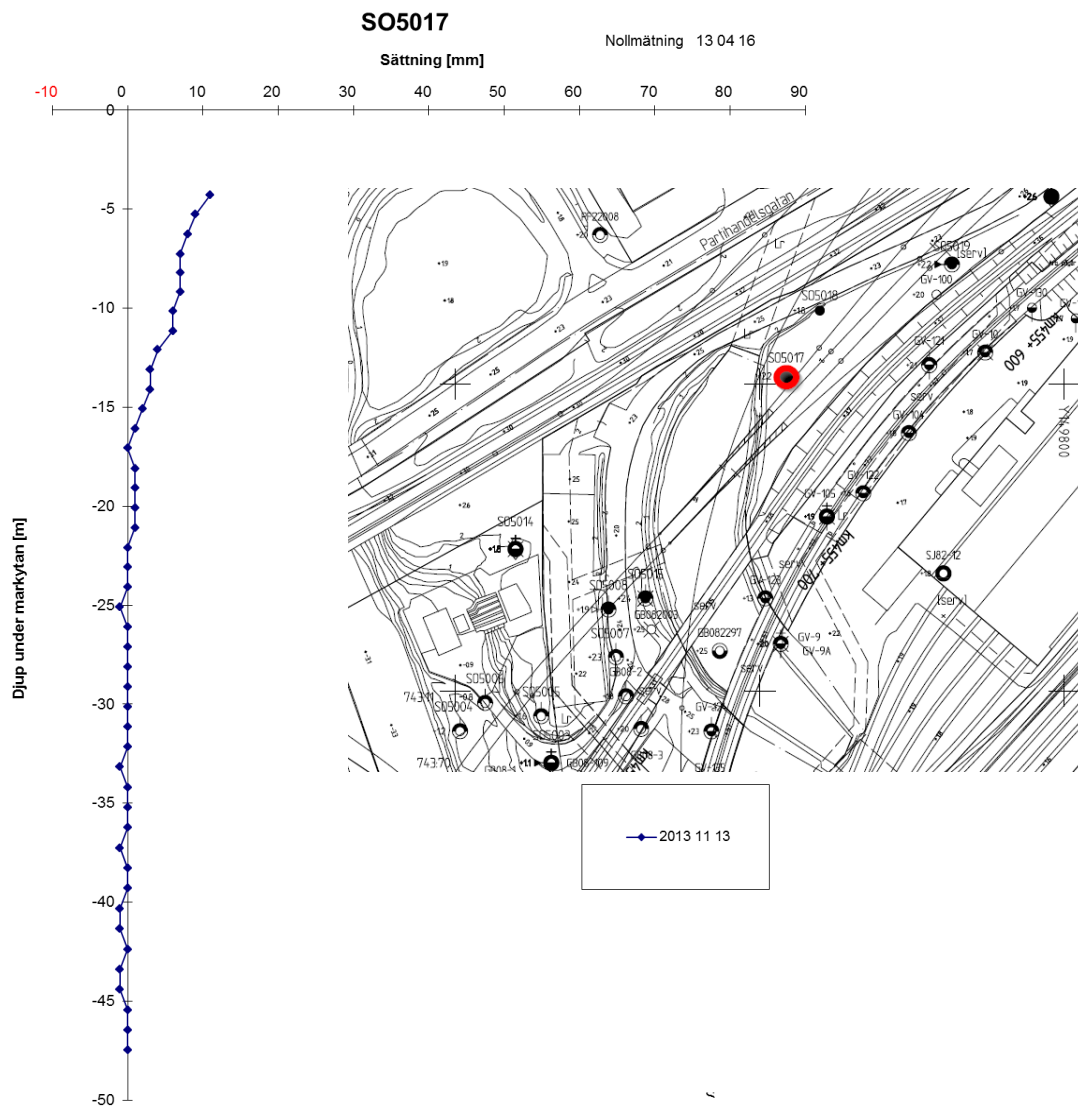
Mätning av bälgsättningsmätaren SO5038 i november 2013 (relativt kort tid efter nollmätningen, ca 6 månader) visar inte på några sättningar, dock visar tidigare utredningar i området på pågående sättningar. Framtida mätningar av bälgsättningsmätaren och markdubbar i området får utvisa om det pågår det sättningar i området. Som förutsättning för dimensionering i detta skede bedöms sättningshastigheten till ca 8 mm/år och sättningarna pågå ner till 15 m djup under markytan.



Figur 3 Bälgsättningsmätare SO5038 installerad för Västlänken. Lerans mäktighet är över 65 m i området där bälgsättningsmätaren är installerad vilket innebär att mätaren inte installerad ner till fastare jordlager. Mätning 131113, nollmätning 130523.

Km 455+600 - 455+850

Mätning av bälgsättningsmätaren SO5017 i november 2013 (7 månader efter nollmätningen) visar en sättningshastighet i storleksordningen 12-15 mm/år och en sättningsutveckling ner till 15-20 m djup. Lerans mäktighet är över 80 m i området där bälgsättningsmätaren är installerad vilket innebär att mätaren inte installerad ner till fastare jordlager.



Figur 4 Bälgsättningsmätare SO5017 installerad för Västlänken. Mätning 131113, nollmätning 130416

Enligt uppgifter i bygghandlingen för Godstågsviadukten (år 2007) varierade sättningarna för de pålade brostöden till den gamla bron (som idag är riven). Mätningar under en 40-årsperiod visade på en sättningshastighet mellan 2 och 10 mm/år för de olika stöden (lägst hastighet i norra delen av bron).

4.1.3 Prognos marksättningar

I Tabell 1 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende prognos för pågående marksättningar och till vilket djup sättningarna pågår.

Tabell 1 Prognos pågående marksättningar inom sträckan Sävenäs – Olskroken

Delområde	Prognos pågående marksättningar [mm/år]	Pågående marksättningar till djup under markytan [m]
km 453+600 – 454+800	5	10 m
km 454+800 – 455+200	5	10 m
km 455+200 – 455+600	8	15 m
km 455+600 – 455+850	12	20 m

4.2 Linje Olskroken – Station Centralen

Lerans spänningssituation inom området innebär att det pågår sättningar i marken. Sättningarna är orsakade av belastningar på leran, från utfyllnader och äldre bebyggelse.

4.2.1 Utförda mätningar

Markdubbar som har installerats i samband med Projekt Västlänken har nollmätts under 2013. Markdubbarnas lägen framgår av översiktsplaner i Bilaga 19.1.

Uppgifter från tidigare utförda sättningsuppföljningar i mark har ej hittats i samband med inventeringen av den aktuella sträckan.

4.2.2 Prognos sättningar

I Tabell 2 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende prognos för pågående marksättningar och till vilket djup sättningarna pågår.

Tabell 2 Prognos pågående marksättningar inom sträckan Linje Olskroken – Station Centralen

Delområde	Prognos pågående marksättningar [mm/år]	Pågående marksättningar till djup under markytan [m]
km 455+850 – 456+200	3*	15 m (motsvarar nivån -13)
km 456+200 – 456+900	1*	10 m (motsvarar nivån -8)

*I anslutning till fastmarksparti (små jorddjup) i området kring Skansen Lejonet pågår det inte några marksättningar.

4.3 Station Centralen

Lerans spänningssituation inom området innebär att det sedan lång tid tillbaka pågår sättningar i marken. Sättningarna är orsakade av belastningar på leran, från utfyllnader, äldre bebyggelse med äldre grundläggning samt tidigare grundvattenpåverkan.

4.3.1 Utförda mätningar

De tidigare utförda sättningsmätningar i mark som finns att tillgå är utförda inför byggandet av Götatunneln. Mätningar som utfördes mellan åren 1997 och 2001 visar på pågående marksättningar i storleksordningen 2-6 mm/år. Samtliga av de markdubbar vid Lilla Bommen som följdes upp inför byggandet av Götatunneln försvann i samband med byggandet.

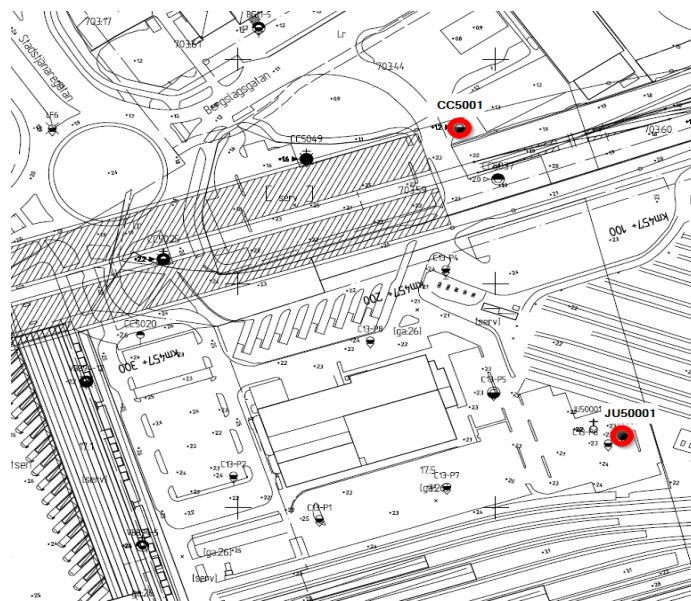
Markdubbar har installerats och nollmätts under 2013, inom ramen för AKF05.

I samband med järnvägsutredningen år 2005 installerades en bälgsättningsmätare (JU50001) vid Station Centralen, söder om nu gällande spårlinje. I april 2012 installerades ytterligare två bälgsättningsmätare, en vid Station Centralen, norr om gällande spårlinje (CC5001), och en vid Lilla Bommen (CH5002). Resultaten från mätningarna redovisas i MUR Geoteknik (PM F 05 – 004). Lermäktigheterna är stora där bälgsättningsmätarna är installerade vilket innebär att mätarna inte är installerade ner till fastare jordlager. Bälgsättningsmätarnas och markdubbarnas lägen redovisas på översiktsplan i Bilaga 19.1.

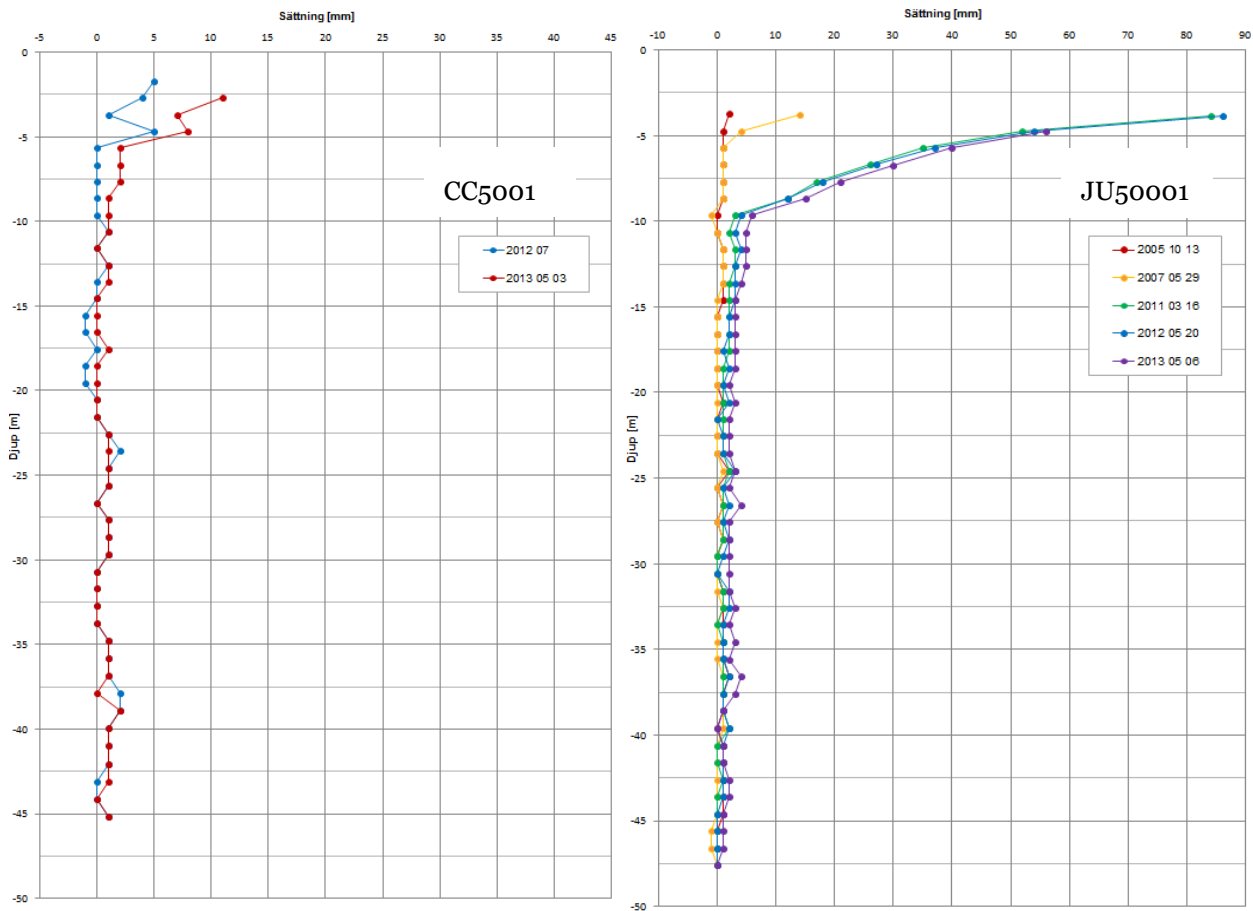
4.3.2 Pågående marksättningar

Km 456+900 – 457+500

Resultaten från tidigare sättningsuppföljningar och bälgsättningsmätarna ger en samlad bild att de pågående sättningarna inom området. Bälgsättningsmätarna bedöms inte riktigt har fullgod kontakt med omgivande jord i den övre delen av jordprofilen (i fyllningen) vilket innebär att det är svårt att utifrån bälgsättningsmätarna utvärdera sättningarnas storlek i de översta 10 metrarna av jordprofilen. Några års mätningar av de två bälgsättningsmätarna i den östra delen av Station Centralen (JU50001 och CC5001) visar att sättningarna på 10 m djup är maximalt 1 à 2 mm/år och att därunder sker knappast några sättningar. Den sammanlagda bedömningen är att sättningarna inom området (km 456+900 – 457+500) är 2-4 mm/år ner till 10 m djup.



Figur 5 Läge för bälgsättningsmätare CC5001 och JU50001 installerade för Västlänken.



Figur 6 Bälgsättningsmätare CC5001 och JU50001 installerade för Västlänken.

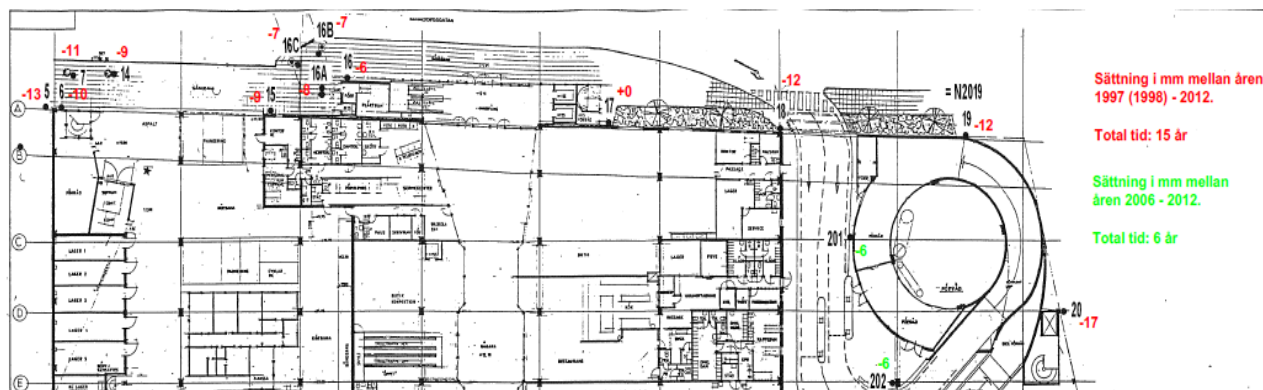
Km 457+500 – 457+800

Konsolideringsförhållandena skiljer sig en del inom området till följd av laster från bland annat utfyllnader, igenfyllda kanaler och befästningsverk varierar inom området.



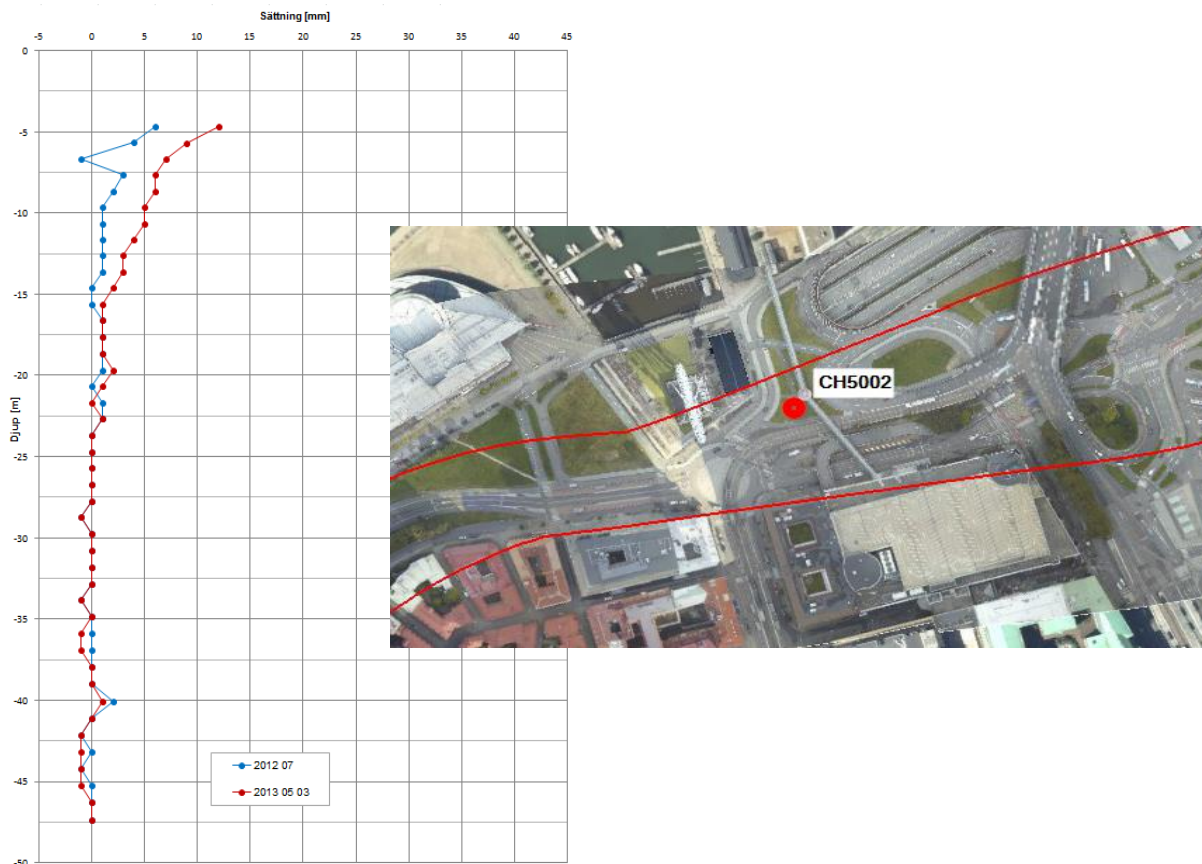
Figur 7 Karta över Göteborg, 1923 med dagens ortofoto inlagt i bakgrunden. Befästningsverken är markerade med vita linjer. Västlänkens korridor syns med röda linjer. (källa: SAM)

Avvägningsdubbar i gatumarken norr om köpcentrumet Nordstan har mätts av WSP under perioden 1997-2012. Mätningar visar inom denna del på en låg pågående sättningshastighet (<1 mm/år), se Figur 8. Den låga sättningshastigheten beror sannolikt på avlastningen av jordlagren till följd av källarplanet samt att detta område ligger innanför befästningsverken och fyllnadsmäktigheterna inte är så omfattande här.



Figur 8 Avvägningsdubbar i gatumark norr om köpcentrumet Nordstan. (Källa: Sättningsuppföljning utförd av WSP)

Bälg-sättningsmätaren vid Lilla Bommen, CH5002, ligger inom läget för en igenfylld kanal och visar på större sättningshastighet än marken utanför Nordstan. Mätarutrustningen bedöms inte riktigt har fullgod kontakt med omgivande jord i den övre delen av jordprofilen (i fyllningen) vilket innebär att det är svårt att utifrån bälg-sättningsmätarna utvärdera sättningsarnas storlek i de översta 10 metrarna av jordprofilen. Mätningarna visar dock att mellan ca 10 m djup och ca 15 m djup sker sättningar av storleksordningen 3-5 mm/år och att därunder sker inga nämnvärda sättningar.



Figur 9 Bälg-sättningsmätare CH5002 installerad för Västlänken. Mätning 130503, nollmätning 1207.

Den sammanlagda bedömningen är att sättningarna inom området (km 457+500 – 457+800) är 4-6 mm/år ner till 15 m djup.

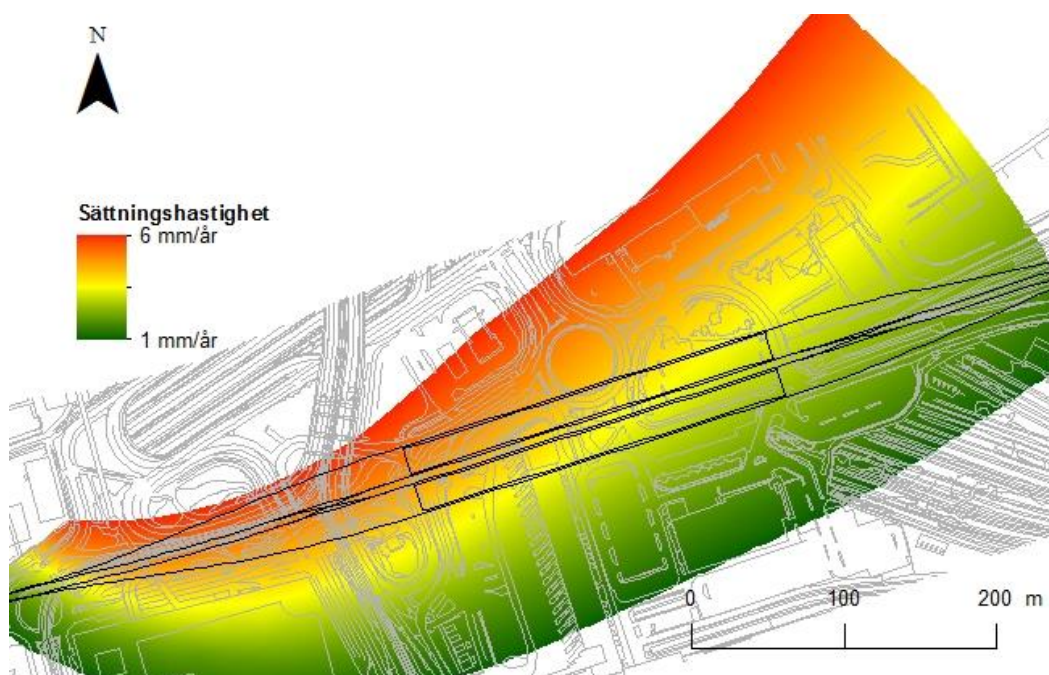
4.3.3 Prognos marksättningar

I Tabell 3 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende prognos för pågående marksättningar och till vilket djup sättningar pågår.

Tabell 3 Prognos pågående marksättningar inom Station Centralen

Delområde	Prognos pågående marksättningar [mm/år]	Pågående marksättningar till djup under markytan [m]
km 456+900 – 457+500	2-4*	10 m
km 457+500 – 457+800	4-6*	15 m

*Sättningarna ökar i riktning mot Göta älv, se nedanstående figur.



Figur 10 Prognos pågående marksättningar inom Station Centralen.

4.4 Linje Station Centralen – Station Haga

Lerans spänningssituation inom området för Packhuskajen och Packhusplatsen innebär att det sedan lång tid tillbaka pågår sättningar i marken. Sättningarna är orsakade av belastningar på leran, dels från de omfattande utfyllnaderna som är utförda i området och dels från äldre byggnader som har grundlagts på korta kohesionspålar.

Inom övriga delar av sträckan bedöms det inte pågå några sättningar på grund av små jordmaktigheter, berg i dagen eller berg nära markytan.



4.4.1 Utförda mätningar

Markdubbar har installerats och nollmätts under våren/sommaren 2013 inom ramen för AKFo5. I april 2012 installerades en bälgsättningsmätare (CH5001) vid Casino Cosmopol. Under november 2013 har ytterligare en bälgsättningsmätare installerats och nollmätts på Packhusplatsen. Bälgsättningsmätarna är installerade ner till fastare jordlager.

Bälgsättningsmätarnas och markdubbarnas lägen redovisas på översiktsplan i Bilaga 19.1.

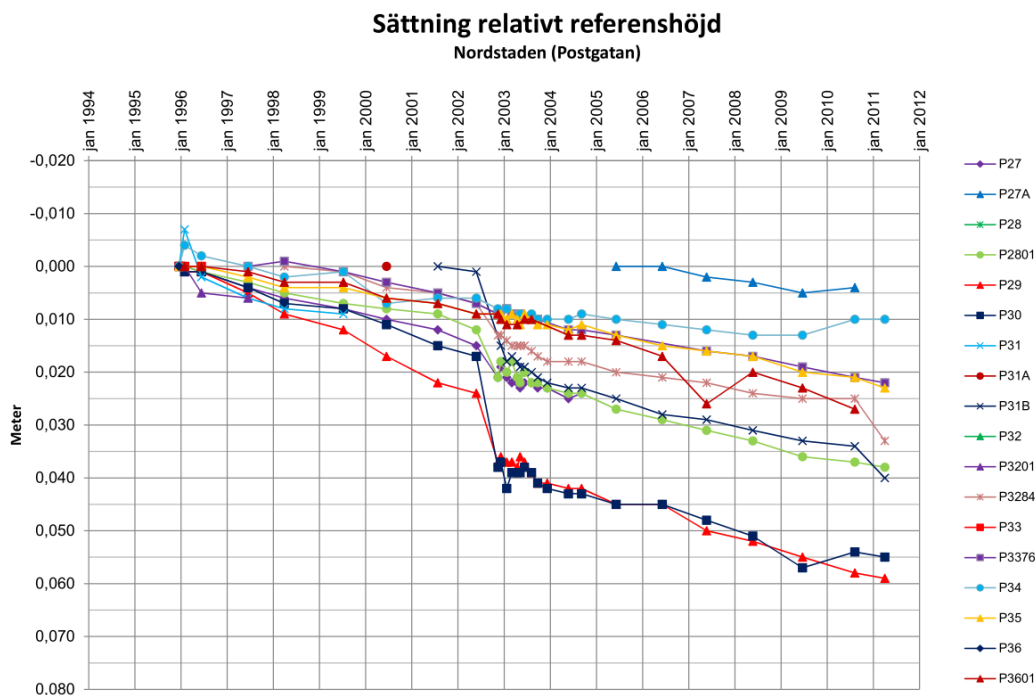
Sättningsuppföljning av markdubbar har utförts för Götatunneln mellan åren 1995 och 2011 utmed Postgatan, Norra och Södra Hamngatan samt kajmurarna utmed Stora Hamnkanalen (markdubbars läge redovisas i Bilaga 19.2).

4.4.2 Pågående marksättningar

km 457+800 – 458+300

Resultaten från tidigare sättningsuppföljningar och bälgsättningsmätare ger en samlad bild att de pågående sättningarna inom området.

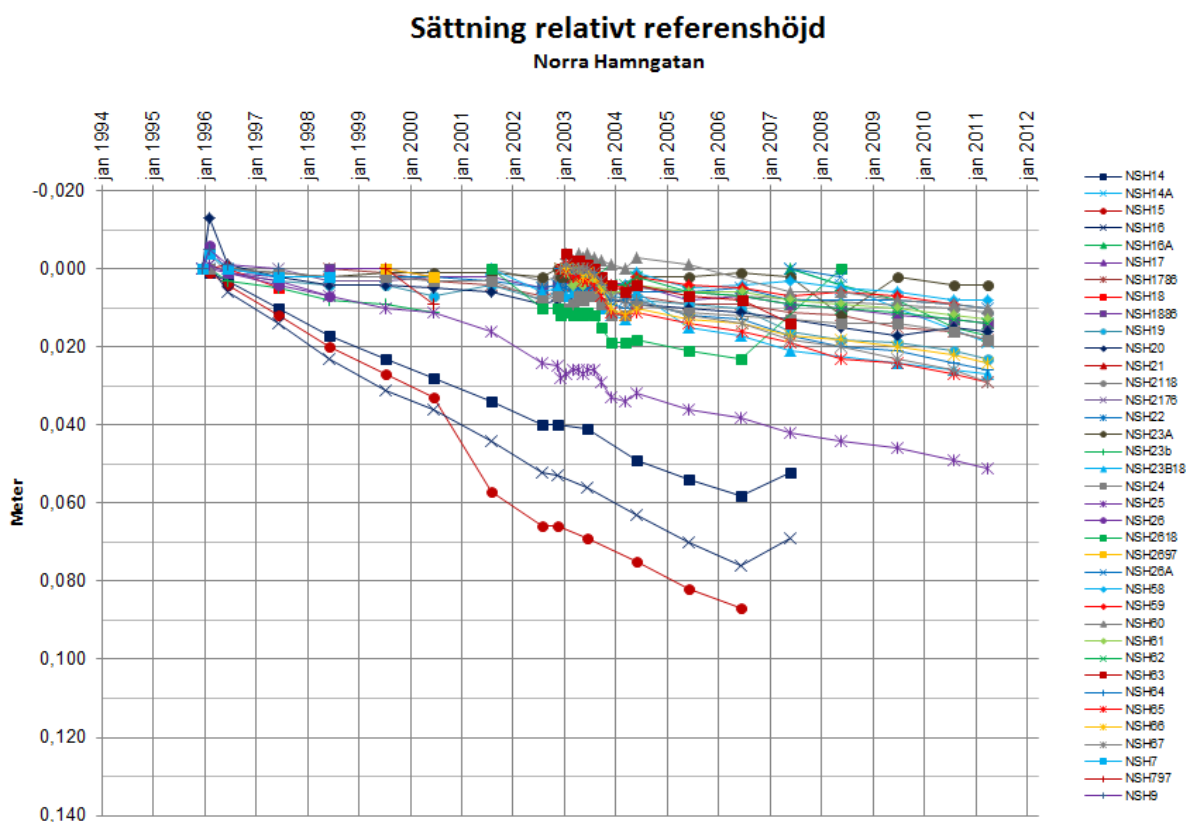
Sättningsuppföljning mellan år 1995 och 2011 av markdubbar i Postgatan visar att sättningshastigheten är 0-2 mm/år. Under byggtiden för Götatunneln utbildades sättningar på cirka 2 cm under 2002 vid korsningen mellan Postgatan och Smedjegatan. Därefter har sättningshastigheten för området återgått till den sättningshastighet som gällde före 2002, det vill säga 1-2 mm/år.





Figur 11 Sättningsuppföljning i mark längs Postgatan.
(källa: Sättningsuppföljning för Götatunneln, ÅF)

Sättningsuppföljning mellan år 1995 och 2011 av markdubbar i Norra Hamngatan visar att sättningshastigheten generellt är 0-1 mm/år. Sättningshastigheten i den västra delen av Norra Hamngatan, i anslutning till Residensbrons norra landfäste och korridoren för Västlänken, är dock något större, ca 6-8 mm/år.

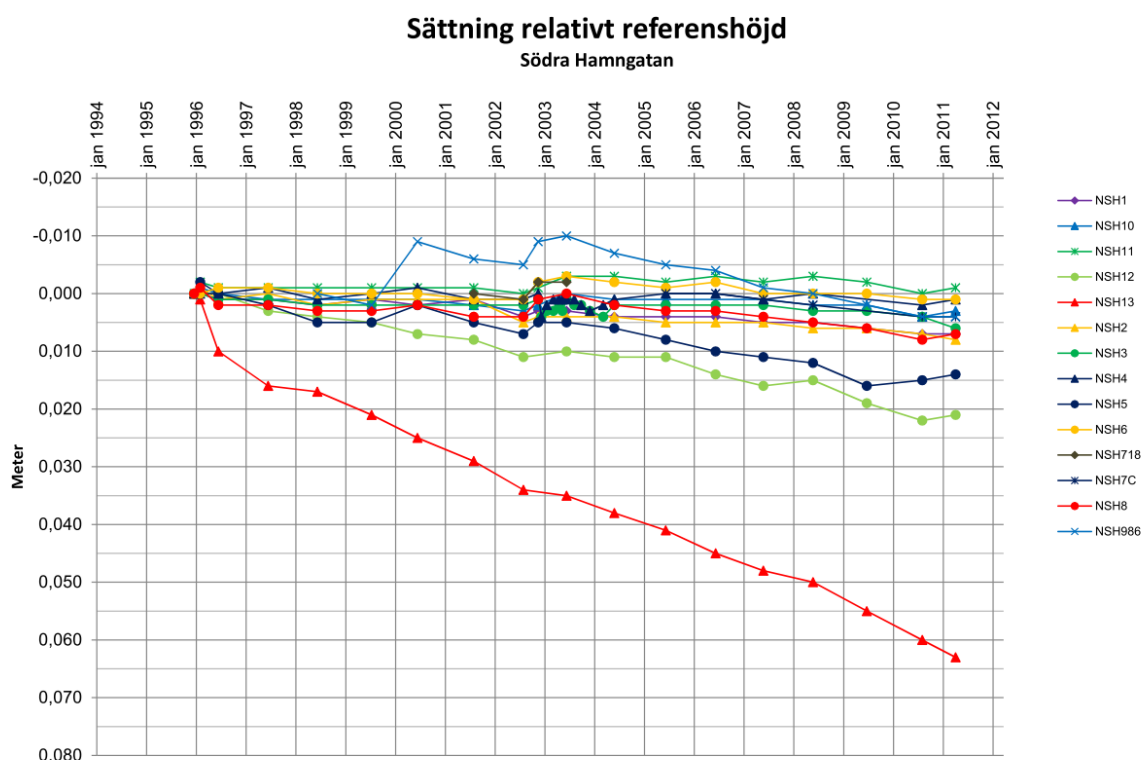


Figur 12 Sättningsuppföljning i mark längs Norra Hamngatan.
(källa: Sättningsuppföljning för Götatunneln, ÅF).



Figur 13 Dubbar längs Norra Hamngatan och Södra Hamngatan, Stora Hamnkanalen.
(källa: Sättningsuppföljning för Götatunneln, ÅF).

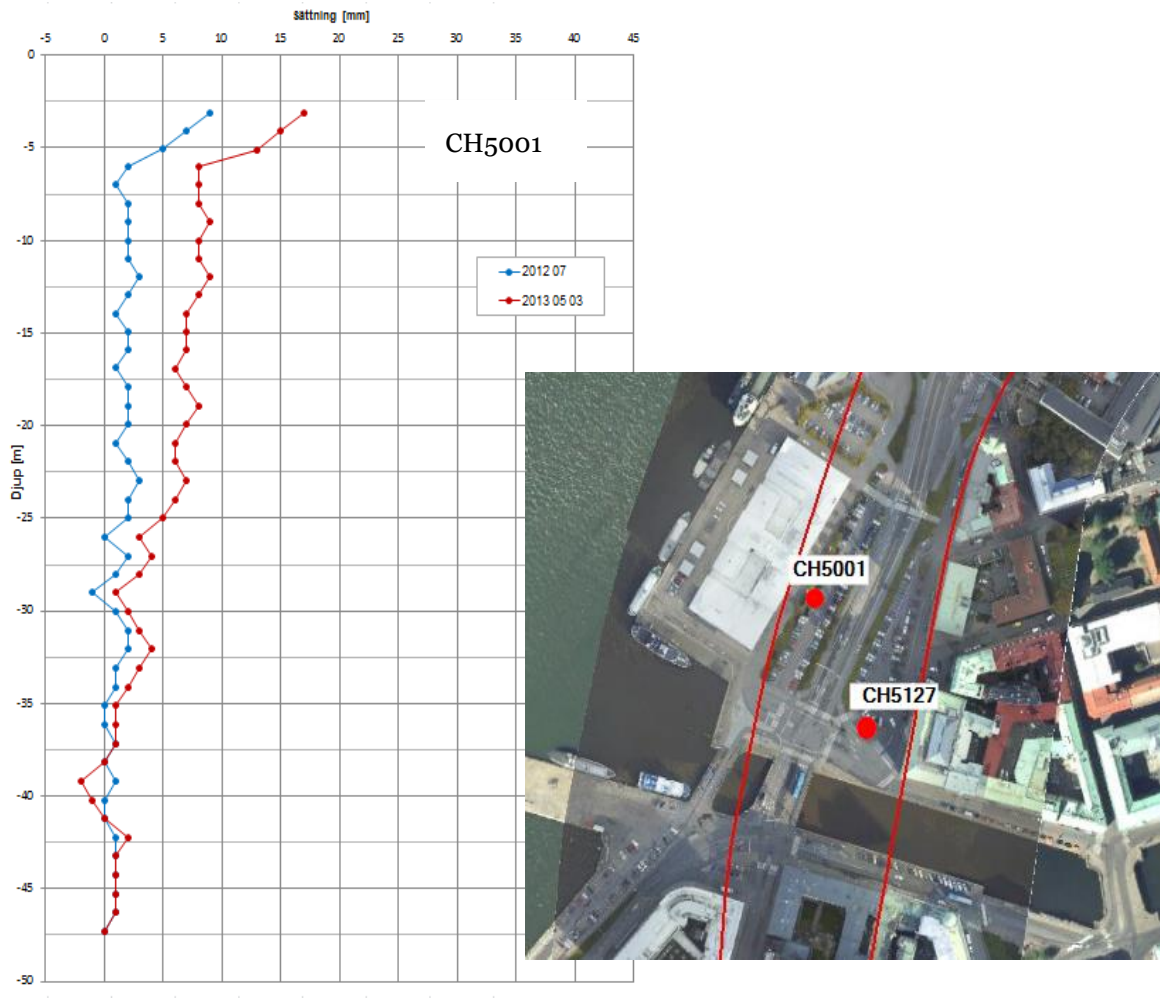
Sättningsuppföljningar av markdubbar i Södra Hamngatan mellan 1995 och 2011 visar generellt inte på några pågående sättningar. Sättningar pågår dock strax väster om korridoren, vid Skeppsbroplatsen, där är sättningshastigheten ca 4-5 mm/år.



Figur 14 Sättningsuppföljning i mark längs Södra Hamngatan.
(källa: Sättningsuppföljning för Götatunneln, ÅF).

Bålgssätningsmätaren CH5001 är installerad framför Casino Cosmopol, se Figur 15. Mätaren bedöms inte ha fullgod kontakt med omgivande jord i den övre delen av jordprofilen (i fyllningen) vilket innebär att det är svårt att utifrån bålgssätningsmätarna utvärdera sättningarnas storlek i de översta 7 metrarna av

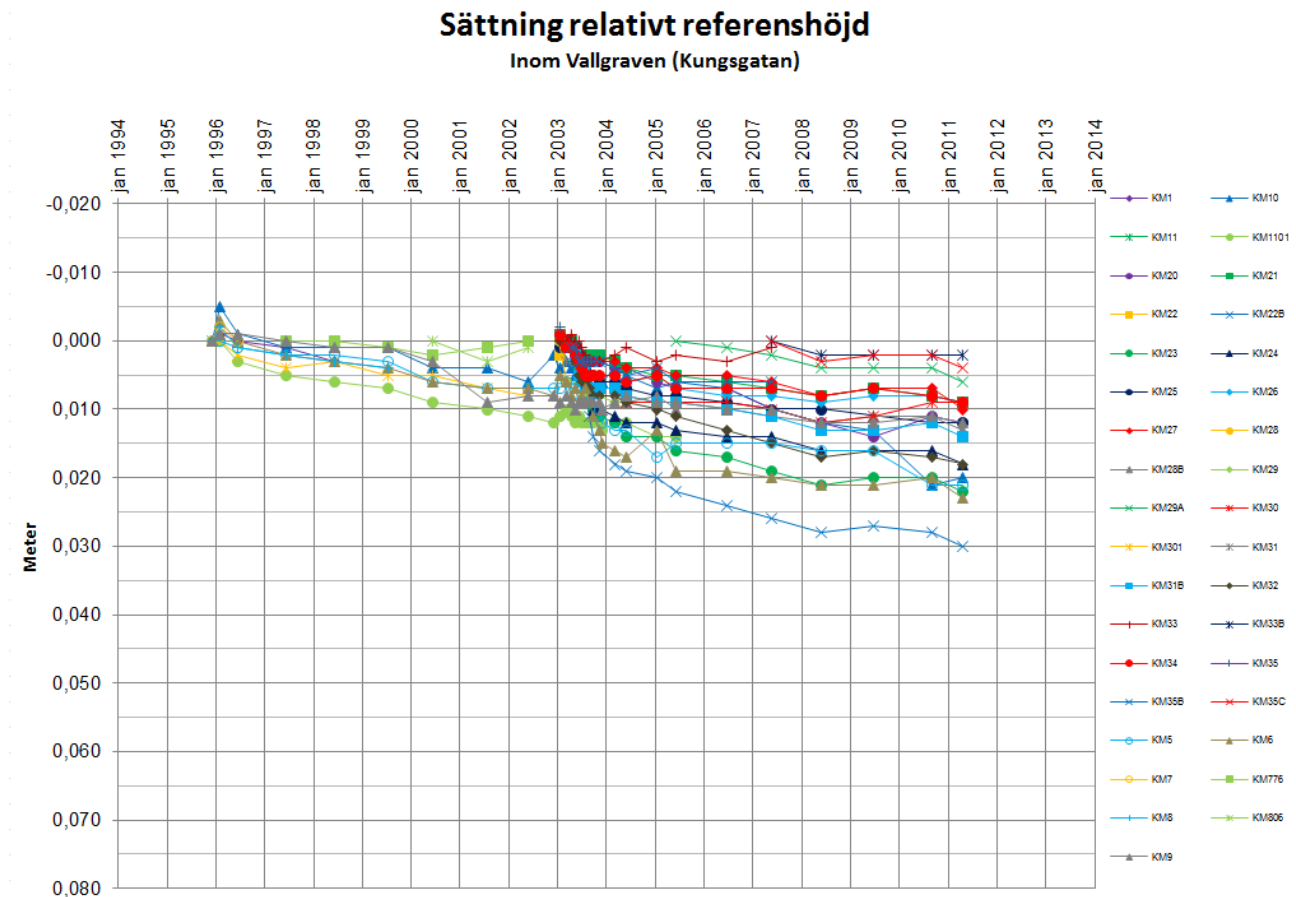
jordprofilen (ner till nivån -5). Därunder visar dock resultaten tydligt både sättningarnas storlek och till vilket djup sättningarna sker. Mätningarna visar att den pågående sättningshastigheten är 5-6 mm/år från nivån ca -5 och nedåt. Det är värt att notera att kompressionen av jorden från nivån -6 och ner till -20 är ytterst begränsad, medan huvuddelen av sättningarna utbildas mellan nivåerna -20 och -30. Sättningsbilden är troligen påverkad av att lasten från den näraliggande byggnaden (Casino Cosmopol), som är grundlagd på korta pålar, troligen sprids till jordvolymen runt bälgslangen på dessa djup. Förmodligen är sättningarna mindre längre bort från byggnaden, varför sättningshastigheten i den östra delen av Packhusplatsen, i läget för nu gällande spårlinje, bedöms till 4 mm/år. Sättningarna bedöms pågå ner till ca 20 m djup under markytan (motsvarar nivån -18).



Figur 15 Bälgsättningsmätare CH5001 installerad för Västlänken. Mätning 2012-2013, nollmätning 2005. I planöversikten visas även läget för bälgsättningsmätaren CH5127 som installerats i november 2013.

Km 458+600-458+700 (Kungsgatan)

Mätningar under perioden 1995-2008 visade på pågående sättningar längs Kungsgatan med en sättningshastighet av 1-2 mm/år. Efter 2008 visar mätningarna på en lägre sättningshastighet och endast mindre sättningar i enstaka punkter har utbildats därefter.



Figur 16 Sättningsuppföljning i mark längs Kungsgatan. (källa: Sättningsuppföljning för Götatunneln, ÅF).

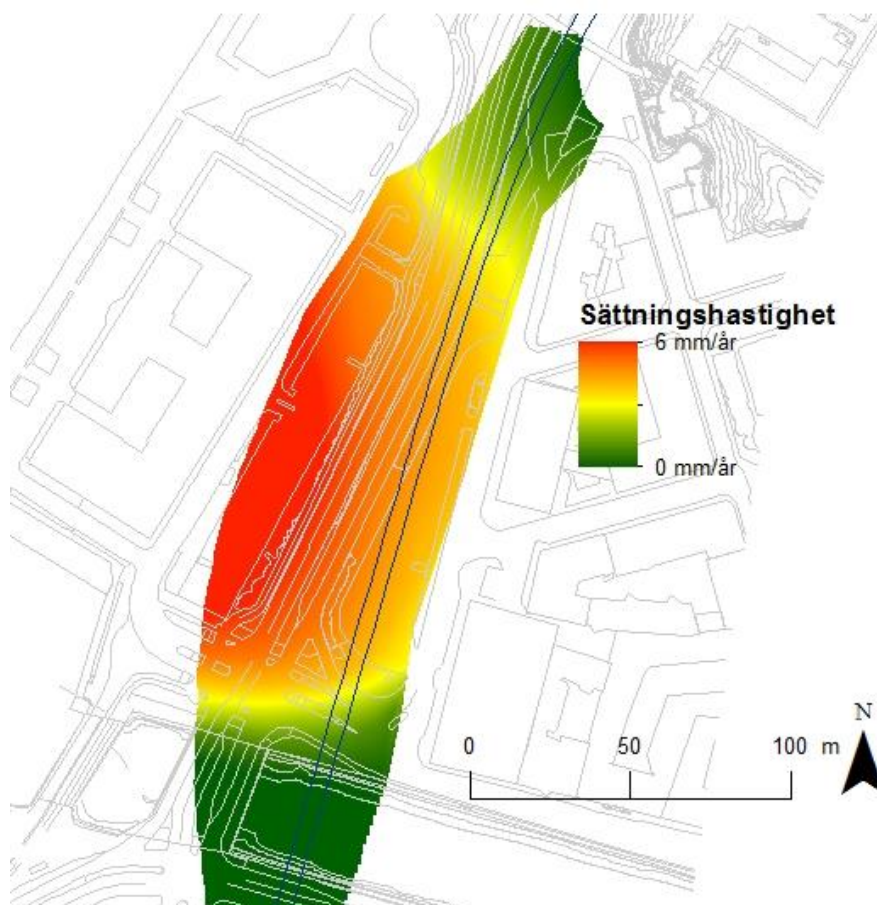
4.4.3 Prognos marksättningar

I Tabell 4 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende prognos för pågående marksättningar och till vilket djup sättningar pågår.

Tabell 4 Prognos pågående marksättningar i mark inom sträckan Linje Station Centralen – Station Haga

Delområde	Prognos marksättningar och sättningsprognos [mm/år]	Pågående sättningar till djup under markytan [m]
km 457+800 – 458+300	4*	20 m (motsvarar nivån -18)
km 458+600 – 458+700	-	-

*Sättningarna ökar i riktning mot Göta älv, se nedanstående figur. I anslutning till fastmarkspartier (små jorddjup) vid Kvarnberget, Otterhällan och Kungshöjd bedöms det inte pågå några marksättningar.



Figur 17 Prognos marksättningar inom området för Packhusplatsen.

4.5 Station Haga

Lerans spänningssituation i området kring Rosenlundskanalen innebär att det sedan lång tid tillbaka pågår sättningar i marken. Sättningarna är orsakade av tillskottsbelastningar på leran, dels från de omfattande utfyllnaderna som är utförda i området och dels av grundvatten- och porttrycksförändringar i leran.

Från km 459+100 (Haga kyrkoplan) bedöms det inte pågå några sättningar på grund av små jordmaktigheter, berg i dagen eller berg nära markytan.

4.5.1 Utförda mätningar

Markdubbar har inom ramen för AKF05 installerats och nollmätts under våren/sommaren 2013.

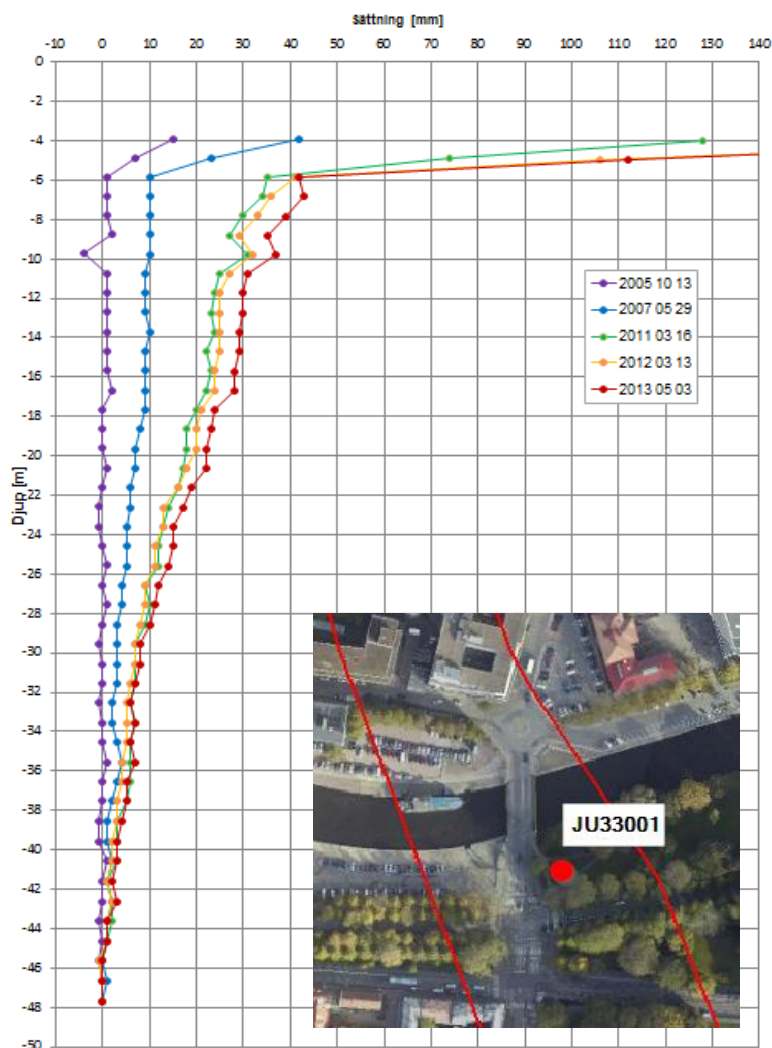
I samband med järnvägsutredningen installerades år 2005 en bälgsättningsmätare (JU33001) söder om Rosenlundskanale, se Figur 18. Bälgsättningsmätaren är installerad ner till fastare jordlager.

Markdubbarnas och bälgsättningsmätarens lägen redovisas på översiktsplan i Bilaga 19.1.

Sättningsuppföljning av markdubbar i Rosenlundsgatan har utförts för Götatunneln mellan åren 2003 och 2011 (lägen för dessa markdubbar redovisas i Bilaga 19.2).

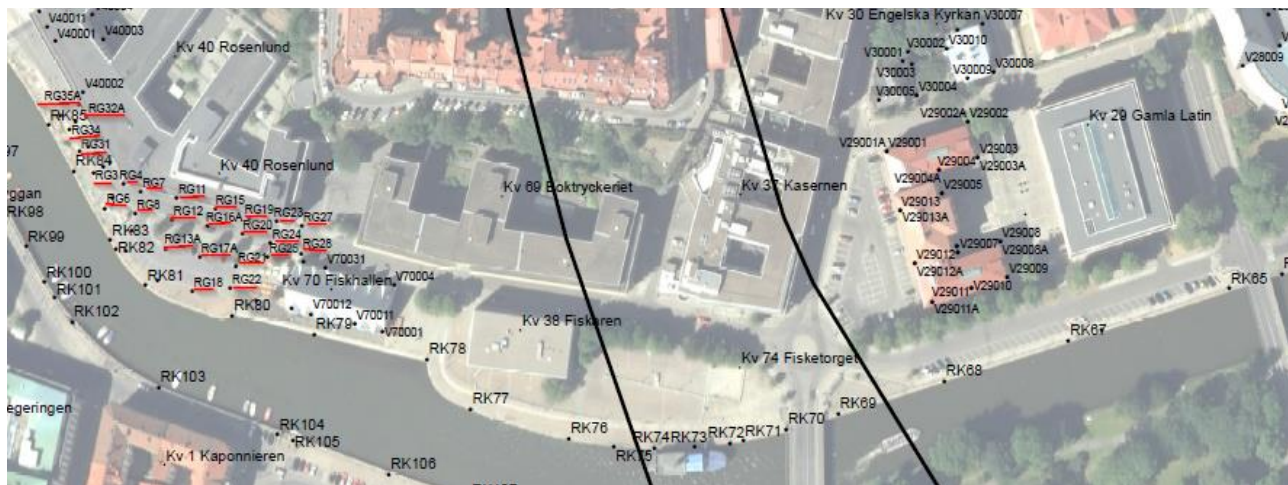
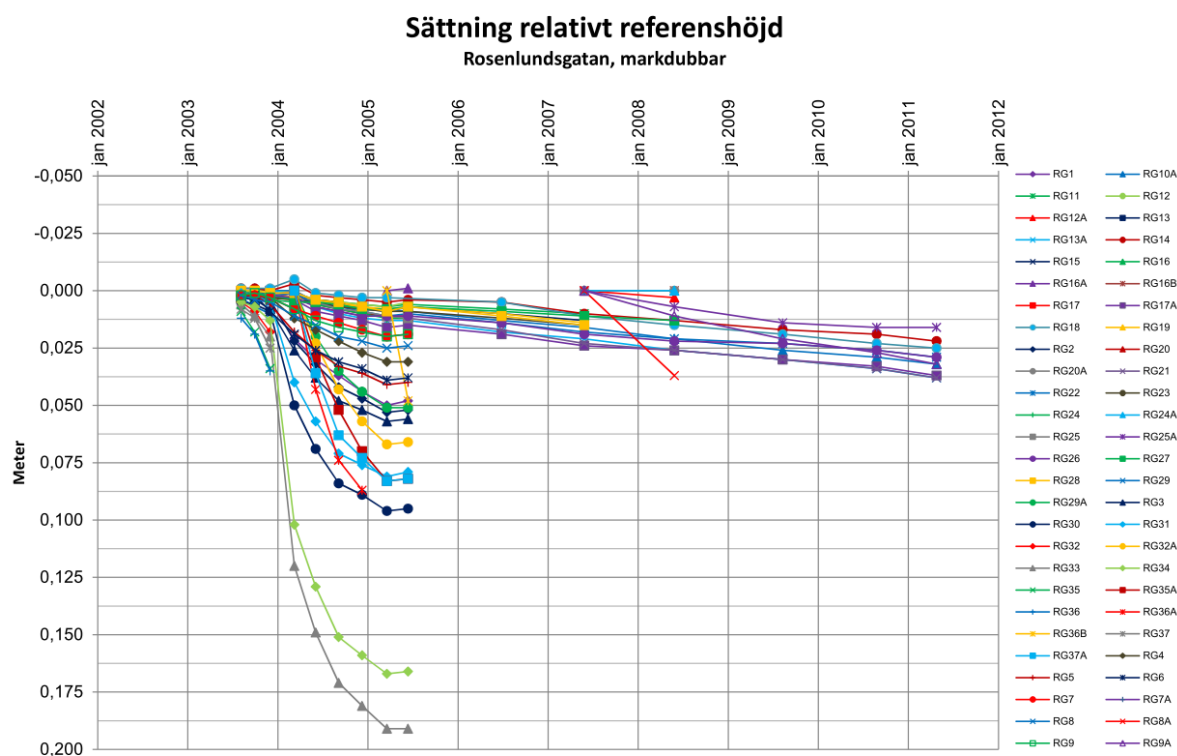
4.5.2 Pågående marksättningar

Bälgsättningsmätaren som är installerad på södra sidan om Rosenlundskanalen (JU33001) bedöms inte ha fullgod kontakt med omgivande jord i den övre delen av jordprofilen (i fyllningen) vilket innebär att det är svårt att utifrån bälgsättningsmätarna utvärdera sättningarnas storlek i de översta 7 metrarna av jordprofilen (ner till nivån -5). Därunder visar dock resultaten tydligt både sättningarnas storlek och till vilket djup sättningarna sker. Efter några års mätning visar resultaten att den pågående sättningshastigheten är 5-6 mm/år från nivån ca -5 och nedåt. Sättningarna bedöms pågå genom i princip hela lerprofilen. Sättningarnas storlek avtar i riktning söderut, i takt med att lermäktigheterna minskar.



Figur 18 Bälgsättningsmätare JU33001 installerad för Västlänken. Mätning under perioden 2005-2013.

Sättningsuppföljning av markdubbar utmed Rosenlundsgatan har pågått mellan år 2003 och 2011. Uppföljningen är framförallt koncentrerad till åren 2003-2005 i syfte att följa upp de sättningar som utbildats i samband med bygget av Götatunneln. Dessa mätningar påvisar att sättningar mellan 2-19 cm utbildats vilka under 2005 har avstannat. Mätpunkter belägna i anslutning till Fiskekyrkan har inte påverkats nämnvärt av Götatunnelbygget och där påvisar mätningarna en relativt konstant sättningshastighet som varierar mellan ca 3-4 mm/år.



Figur 19 Sättningsuppföljning i mark längs Rosenlundsgatan. (källa: Sättningsuppföljning för Götatunneln, ÅF).

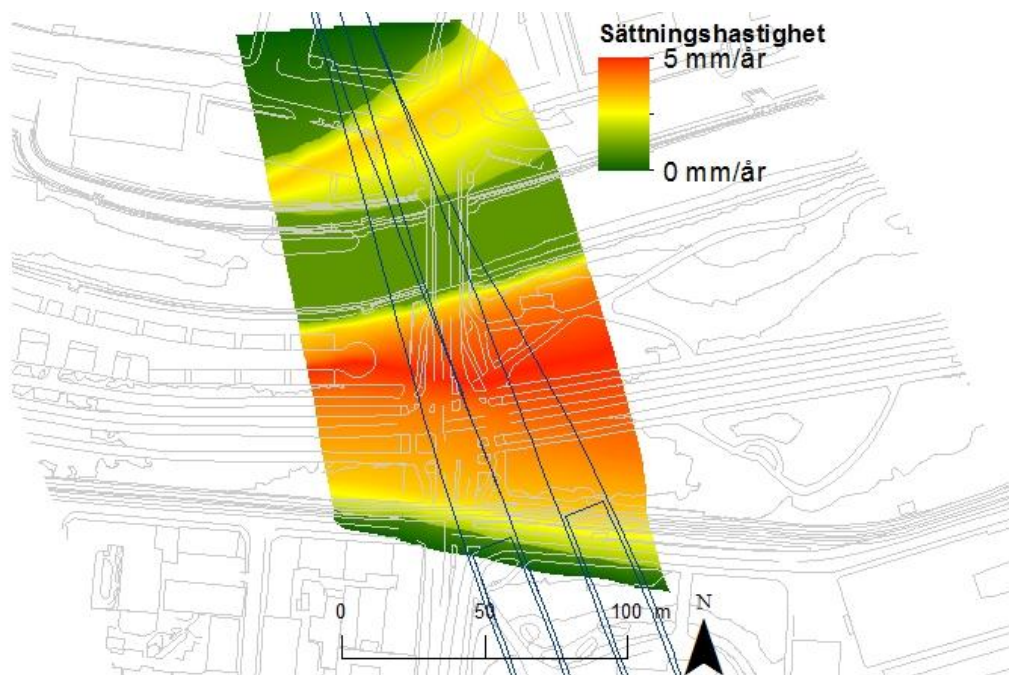
4.5.3 Prognos marksättningar

I Tabell 5 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende prognos för pågående marksättningar och till vilket djup sättningar pågår inom området.

Tabell 5 Prognos pågående sättningar i mark inom sträckan Station Haga

Delområde	Prognos pågående marksättningar [mm/år]	Pågående sättningar till djup under markytan [m]
km 458+800 – 459+100	5*	sättningarna pågår genom hela lerprofilen

*Sättningarna avtar i riktning söderut, se nedanstående figur. Vid små mäktigheter och fastmarkspartier i området kring Haga kyrkoplan bedöms det inte pågå några marksättningar.



Figur 20 Pågående sättningar och sättningsprognos inom området för Station Haga, km 458+800 – 459+100

4.6 Station Korsvägen

Lerans spänningssituation inom området innebär att det pågår sättningar i marken. Sättningarna är orsakade av belastningar på leran, från utfyllnader, äldre bebyggelse som grundlagts på korta kohesionspålar samt grundvatten- och porttrycksförändringar i leran. Inom området kring Näckrosdammen och i anslutning till Liseberget bedöms det inte pågå några sättningar på grund av små jordmäktigheter, berg i dagen eller berg nära markytan.

4.6.1 Utförda mätningar

Markdubbar har inom ramen för AKFo5 installerats och nollmätts under våren/sommaren 2013. Markdubbarnas lägen redovisas på översiktsplan i Bilaga 19.1.

Tidigare sättningsuppföljningar i området kring Korsvägen är i huvudsak utförda på byggnader. Strax söder om Korsvägen, i höjd med Världskulturmuseet, har dock sättningsuppföljning utförts. Under perioden 1999-2012, i samband med och efter byggandet av Chalmerstunneln och Världskulturmuseet, har sättningsuppföljning utförts på brunnar i Södra vägen, från Cederbourgsgatan i norr till strax söder om tunnelpåslaget vid Carlanderska sjukhuset.



4.6.2 Pågående marksättningar

Sättningsuppföljning mellan år 1999 och 2012 av brunnar i Södra vägen visar att sättningshastigheten efter 2007 är ca 1-2 mm/år mitt för Världskulturmuseet och 0-1 mm/år längre söderut mot Chalmerstunnelns bergpåslag. Sättningsuppföljningarna visar vidare på en tillfälligt ökad sättningshastighet i samband med byggande i området (ex. Chalmerstunneln och Världskulturmuseet) och att sättningshastigheten sedan har återgått till den sättningshastighet som gällde före byggandet. Sättningarna är sannolikt orsakade av tillskottsbelastningar på leran, dels från lasten från utfyllnader i området och dels av grundvatten- och portrycksförändringar i leran.

De sättningsuppföljningar som har utförts på äldre byggnader mellan Korsvägen och Heden, och som har grundlagts på korta kohesionspålar, visar även på pågående sättningar. Sättningarna är orsakade av tillskottsbelastningar på leran, dels från lasten från byggnaderna och dels av grundvatten- och portrycksförändringar i leran.

4.6.3 Prognos marksättningar

I Tabell 6 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende prognos för pågående marksättningar och till vilket djup sättningar pågår inom området.

Tabell 6 Pågående sättningar i mark inom sträckan Station Korsvägen

Delområde	Prognos pågående marksättningar [mm/år]	Pågående sättningar till djup under markytan [m]
km 460+900 – 461+200	2*	sättningarna pågår genom hela lerprofilen

* I området kring Näckrosdammen och Liseberget bedöms det inte pågå några marksättningar på grund av små mäktigheter och fastmarkspartier.

4.7 Linje Station Korsvägen – Almedal

Lerans spänningssituation inom området kring Mölndalsån innebär att det pågår sättningar i marken. Sättningarna som pågår är i huvudsak orsakade av dels lasttillskott från äldre utfyllnader i området, dels från grundvatten- och portrycksförändringar på grund av förändrade dräneringsförhållanden och dels från last av äldre byggnader som har grundlagts på korta kohesionspålar.

Inom området för Liseberget och Örgryte bedöms det inte pågå några marksättningar på grund av små jordmäktigheter, berg i dagen eller berg nära markytan.

4.7.1 Utförda mätningar

Markdubbar har inom ramen för AKFo5 installerats och nollmätts under våren/sommaren 2013. Markdubbarnas lägen redovisas på översiktsplan i Bilaga 19.1.

Tidigare sättningsuppföljningar inom området är i huvudsak utförda på byggnader och broar, uppgifter från sättningsuppföljningar i mark har ej hittats i samband med inventeringen av den aktuella sträckan. Sättningsuppföljningar på äldre byggnader och anläggningar, och som har grundlagts på korta kohesionspålar, visar på pågående sättningar.



4.7.2 Prognos pågående marksättningar

I Tabell 7 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende prognos för pågående marksättningar och till vilket djup sättningar pågår inom området.

Tabell 7 Pågående sättningar i mark inom sträckan Linje Station Korsvägen - Almedal

Delområde	Pågående sättningar och sättningsprognos [mm/år]	Pågående sättningar till djup under markytan [m]
km 461+200 – 461+600	5*	10 m djup

*I området kring Liseberget och Örgryte med begränsade jordmäktigheter, berg i dagen eller berg nära markytan bedöms det inte pågå några marksättningar.

4.8 Linje Almedal

Lerans spänningssituation inom området Almedal innebär att det pågår sättningar i marken. Sättningarna som pågår är i huvudsak orsakade av dels lasttillskott från äldre utfyllnader i området, dels från grundvatten- och porttrycksförändringar på grund av förändrade dräneringsförhållanden och dels från last av äldre byggnader som har grundlagts på korta kohesionspålar.

Det bedöms inte pågå några marksättningar inom fastmarkspartiet mellan km 461+600 och 462+300 på grund av små jordmäktigheter, berg i dagen eller berg nära markytan.

4.8.1 Utförda mätningar

Tidigare sättningsuppföljningar inom området är i huvudsak utförda på byggnader. Sättningsuppföljningar på äldre byggnader och anläggningar, och som har grundlagts på korta kohesionspålar, visar på pågående sättningar som sannolikt är orsakade av uppfyllnader, grundvattenpåverkan i området och lasten från byggnaderna.

Markdubbar har inom ramen för AKF05 installerats och nollmätts under våren/sommaren 2013.

Markdubbarnas lägen redovisas på översiktsplan i Bilaga 19.1.

4.8.2 Pågående sättningar och sättningsprognos

I Tabell 8 framgår förutsättningar för systemhandling/järnvägsplaneskedet avseende pågående marksättningar och till vilket djup sättningar pågår inom området.

Tabell 8 Pågående sättningar i mark inom sträckan Linje Almedal

Delområde	Pågående sättningar och sättningsprognos [mm/år]	Pågående sättningar till djup under markytan [m]
km 462+300 – 463+100	5	10 m djup