



Göteborgs Stad

Markmiljöundersökning
Gamlestads torg och fabriker

Utvärderingsrapport
med förenklad riskbedömning

Göteborg, 2011-09-02
Uppdragsnummer: 230295



Organisation

Uppdrag

Markundersökning Gamlestads torg och
fabriker, Göteborgs kommun

Uppdragsnummer

230295

Beställare

Göteborgs Stad, Fastighetskontoret

Uppdragsledare

Jessica Åberg

Handläggare

Jessica Åberg

Kvalitetsgranskare

Sofia Anfinset

Revideringar

Version	Datum	Status	Handläggare	Ändring avser

Tyréns AB
Region Väst

Lilla Badhusgatan 2
411 21 Göteborg
Tel: 010 452 20 00
www.tyrens.se

Säte: Stockholm
Org.Nr: 556194-7986

Sammanfattning

Tyréns AB har på uppdrag av Göteborgs Stad utfört en markundersökning i ett område inom Gamlestaden. Tyréns AB:s uppdrag bestod av framtagning av en provtagningsplan, provtagning av mark, grundvatten och asfalt, fältanalys, utvärdering av resultatet, beskrivning av föroreningsituationen, förenklad riskbedömning, utredning av åtgärdsbehov samt rapportering av miljöundersökningen.

En förenklad riskbedömning har utförts i enlighet med Naturvårdsverkets handledning *Riskbedömning av förorenade områden* (NV5977).

Undersökningsområdet är beläget i Gamlestan i Göteborg. Områdets utbredning är definierat efter planområdet Gamlestads torg och fabriker där en ny knutpunkt för kollektivtrafiken planeras.

I den nu utförda undersökningen har jord, grundvatten och asfalt provtagits. Fältanalys har utförts på markprover med PID- och XRF-instrument vilka påvisar lättflyktiga kolväteföreningar i porgasen respektive metaller i jorden. Fältanalys har även utförts på asfaltsprover med indikatorspray för PAH. Utvalda prov har skickats för analys på laboratorium.

Sammantaget är föroreningsituationen i jorden inom undersökningsområdet mycket heterogen. I området närmast järnvägen i väster finns ett flertal punkter med konstaterad förorening av PAH och metaller. Under den arkeologiska förstudien konstaterades även petroleumämnen i halter över MKM, i nuvarande undersökning endast i halter över KM. I ett utfyllt område mellan spårvägen och Sæveån i söder finns ett slaggliknande material som innehåller förhöjda halter av metaller. I en punkt i undersökningsområdets centrala del där kraftig tjärlukt noterades vid undersökningen har förhöjda halter av PAH och aromatiska kolväten påvisats. Källan till föroreningen är osäker, den nedlagda bensinstationen på Gamlestaden 740:130 skall ha varit belägen mellan huset på fastigheten och spårvägen. I övrigt finns ytliga föroreningar av PAH i ett fåtal punkter spridda över större delen av undersökningsområdet.

I grundvattnet har metaller påvisats i halter under kriterierna för dricksvatten.

På fastighet Gamlestaden 740:129 finns misstänkt PAH-förorening i ett tjärindränkt makadamlager som påträffades ett par decimeter under den gräsbeväxta markytan i den norra delen. Även den befintliga asfaltsytan gav en svag misstanke om ett visst PAH-innehåll. Asfalten inom fastighet Gamlestaden 740:130 gav en svag misstanke om ett visst PAH-innehåll.

Sammantaget bedöms den största hälsoriskerna inom undersökningsområdet vara exponering av föroreningar vid schaktning i samband med framtida entreprenader i området. Riskerna för oacceptabla hälso- och miljöeffekter, på grund av föroreningsspridning från området till närliggande områden bedöms som mycket



små. Risken för påverkan på Sävån bedöms som mycket liten så länge inget skred inträffar som kan föra ut förorenade jordmassor i vattendraget. Därför kan säkerhetsåtgärder behöva vidtas vid schaktning nära strandkanten.

Risken för negativ påverkan på människors hälsa och för miljön bedöms som måttlig med dagens markanvändning. Belastningen ligger på en acceptabel nivå. Konstaterade föroreningsnivåer är i vissa punkter mycket höga, dock är risken för exponering liten så som området används idag och risken för spridning av föroreningar utanför området har bedömts vara liten. Det bedöms därför inte föreligga något behov av riskreduktion innan detaljplanen för området är klar.

Vid framtida schaktarbeten i området rekommenderas att jordmassor som överstiger riktvärdet för den aktuella markanvändningen omhändertas.

När detaljplanen för området är fastställd rekommenderas att följande frågeställningar beaktas:

- Kommer den framtida markanvändningen ställa andra krav än de som gäller för MKM? När markanvändningen är tydligt definierad kan platsspecifika riktvärden beräknas anpassade efter lokala förhållanden.
- I vilka områden kommer det att uppstå överskottsmassor som måste tas om hand? I dessa områden rekommenderas en tätare provtagning för klassning av jordmassorna?
- Kommer schaktning att ske i de områden som konstaterats vara förorenade? För schaktning i förorenade områden krävs en anmälan om miljöfarligt arbete. Dessutom bör arbetsmiljön för de som hanterar de förorenade jordmassorna säkerställas.

För att kunna göra en kostnadsuppskattning för eventuella avhjälpandeåtgärder krävs att de förorenade områdenas utbredning avgränsas. Detta görs förslagsvis genom en utökad markundersökning.

Innehållsförteckning

1	Uppdrag.....	6
1.1	Syfte	6
1.2	Riskbedömning enligt Naturvårdsverket	6
2	Områdesbeskrivning	7
2.1	Markanvändning	7
2.2	Betydande föroreningskällor.....	7
3	Geologi, yt- och grundvatten	9
3.1	Geologi	9
3.2	Ytvatten	9
3.3	Grundvatten	9
4	Tidigare utförda undersökningar.....	10
4.1	Gamlestaden 740:141 och 740:142	10
4.2	Gamlestaden 740:130	10
5	Nu utförda undersökningar.....	10
6	Resultat av utförda fält- och laboratorieanalyser	11
6.1	Rikt- och jämförvärden.....	11
6.2	Föroreningar i mark.....	12
6.3	Föroreningar i grundvatten	13
6.4	Föroreningar i asfalt	13
7	Problembeskrivning	13
7.1	Föroreningssituationen	13
7.1.1	Jord	13
7.1.2	Grundvatten.....	14
7.1.3	PAH-förorenad asfalt.....	14
7.1.4	Karakterisering av påträffade föroreningar	14
7.2	Spridningsförutsättningar	16
7.3	Skyddsobjekt.....	17
7.4	Exponeringsvägar.....	17
7.5	Konceptuell modell	18
7.6	Osäkerheter och kunskapsluckor.....	18
8	Samlad riskbedömning.....	19
9	Belastning.....	19
10	Behov av riskreduktion	20
11	Rekommendation för vidare åtgärder.....	20
12	Referenser.....	21

BILAGOR:

Bilaga 1a	Plankarta med provtagningspunkter, södra delen
Bilaga 1b	Plankarta med provtagningspunkter, norra delen
Bilaga 2a	Översiktsplan med markering för förorening som överstiger generella riktvärden, 0-1 meter under markytan
Bilaga 2b	Översiktsplan med markering för förorening som överstiger generella riktvärden, >1 meter under markytan



1 Uppdrag

Tyréns AB har på uppdrag av Göteborgs Stad utfört en markundersökning i ett område inom Gamlestaden. Tyréns AB:s uppdrag bestod av framtagning av en provtagningsplan, provtagning av mark, grundvatten och asfalt, fältanalys, utvärdering av resultatet, beskrivning av föroreningsituationen, förenklad riskbedömning, utredning av åtgärdsbehov samt rapportering av miljöundersökningen. Resultatet har sammanställts i två rapporter, en resultatrapport och en utvärderingsrapport. Föreliggande utvärderingsrapport redovisar problembeskrivning, en förenklad riskbedömning samt behov av riskreduktion (åtgärdsbehov). Metod och resultat från fältundersökningen och laboratorieanalyser redovisas i Resultatrapporten (Tyréns, 2011).

1.1 Syfte

Syftet med undersökningen är att få större kännedom om föroreningsituation i området där utveckling av verksamheter och bostäder planeras i anslutning till planerad knutpunkt för kollektivtrafik.

1.2 Riskbedömning enligt Naturvårdsverket

Riskbedömningen har utförts i enlighet med Naturvårdsverkets handledning *Riskbedömning av förorenade områden* (NV5977). Metodiken innefattar **problembeskrivning, exponeringsanalys, effektanalys och riskkaraktisering**. Definitionen för att det ska föreligga en risk i ett förorenat område är att det krävs en föroreningskälla som är tillgänglig eller kan transporteras till platser där den kan orsaka exponering av människor eller miljö. Exponeringen måste kunna ge upphov till en negativ effekt hos skyddsobjekt, till exempel människor eller markmiljön. Vid en riskbedömning skall både nutida och framtida risker tas i beaktande.

Problembeskrivning är det inledande steget i en riskbedömning. Syftet är att få en första uppfattning av om det förorenade området kan utgöra en risk vid pågående och planerad markanvändning. I problembeskrivningen ingår riskbedömningens avgränsning, bestämning av skyddsobjekt, beskrivning av osäkerheter samt framtagande av en konceptuell modell.

I exponeringsanalysen analyseras spridnings- och exponeringsvägar. Spridning av föroreningar kan ske på flera olika sätt till exempel via damning, vatten, gasform och partikulär transport i vatten. Exponering kan ske via intag av grundvatten eller föda som lever eller odlas i ett förorenat område, inandning av damm eller ångor, hudupptag och jordintag. I effektanalysen redogörs effekter som föroreningar kan ha på människa och miljö.

Exponerings- och effektanalysen utvärderas mot varandra i riskkaraktiseringen för att skatta vilken risk som förekommer inom området, både idag och i framtiden. Orsakssamband görs tydliga. I den samlade riskbedömningen sammanfattas det som framkommit under karaktiseringen i en sammanhängande text.



2 Områdesbeskrivning

Undersökningsområdet är beläget i Gamlestan i Göteborg. Områdets utbredning är definierat efter planområdet Gamlestads torg och fabriker där en ny knutpunkt för kollektivtrafiken planeras. Utbredningen redovisas i **Figur 1**.



Figur 1. Flygfotot visar undersökningsområdets utbredning markerat med röd linje.

2.1 Markanvändning

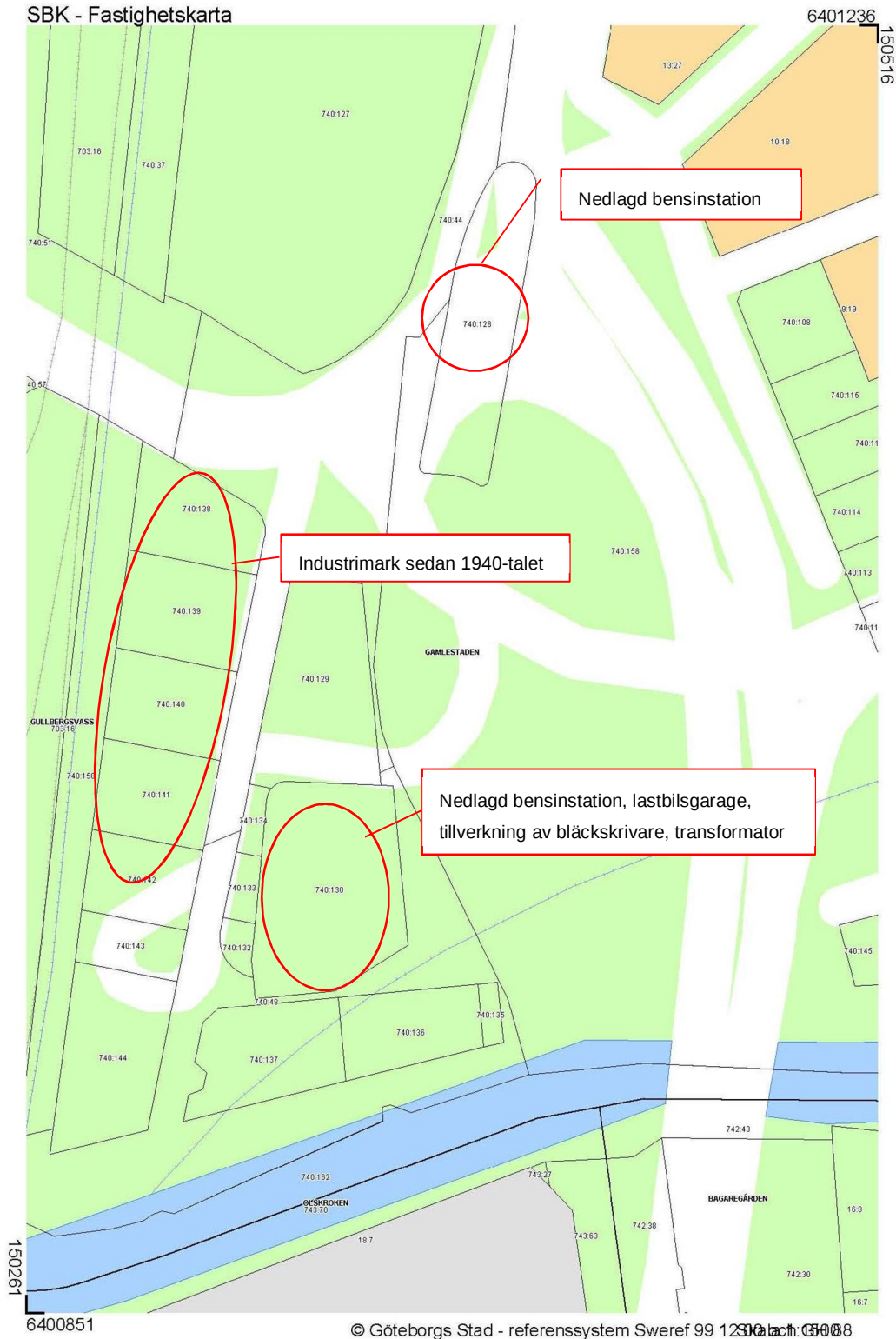
Norra och östra delen av undersökningsområdet domineras av ett vägområde. Vägen är delvis uppbyggd på pelare med parkmark och parkeringsytor under. Spårvägen delar undersökningsområdet och lämnar en smal remsa parkmark mellan spårområdet och Säveån som avgränsar området i söder. I den västra delen finns fastigheter som används för industriändamål, en parkeringsplats samt en vändplats och hållplats för kollektivtrafik. Området avgränsas i väster av järnvägsspår. Se **Figur 1**. Området är intressant ur arkeologiskt perspektiv då den senmedeltida staden Nya Lödöse var belägen här (Sandin, 2010).

2.2 Betydande föroreningskällor

I uppdraget ingick ingen historisk inventering av undersökningsområdet. En sådan är sedan tidigare utförd av Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad. De uppgifter som hittades vid denna inventering redovisas på fastighetskartan i **Figur 2**. I samma figur redovisas även andra eventuella föroreningskällor.



SBK - Fastighetskarta



Figur 2. Fastighetskarta med uppgifter från den historiska inventering som utförts av Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad, samt andra eventuellt betydande föroreningskällor. Inringade lägen är inte att betrakta som exakta.



Övriga föroreningskällor är järnvägen där impregnerade syllar och ogräsbekämpning kan orsaka förorening av metaller, PAH och bekämpningsmedel. I området finns asfalt från 1960-talet vilket innebär att det kan vara tjärasfalt med högt innehåll av PAH.

Trafikområdet och den urbana miljön kan innebära att det finns en diffus spridning av PAH-föroreningar genom till exempel ofullständigt förbrända petroleumprodukter.

Därutöver kan föroreningar finnas i fyllnadsmaterial som använts för att bygga upp området.

3 Geologi, yt- och grundvatten

3.1 Geologi

Den naturliga jordarten i Gamlestaden består av postglacial finlera. SGU redovisar en provpunkt med 13 meter kohesionära jordarter som underlagras av 57 meter friktionsjordarter på jordartskartan över området (SGU, 1985).

Under markundersökningen påträffades fyllnadsmassor med en mäktighet mellan cirka 0,5 och 3 meter över hela undersökningsområdet. Söder om spårvägen samt i den västra delen underlagrades fyllnadsmaterialet av postglacial finlera. I övriga delar av undersökningsområdet underlagrades fyllnadsmaterialet av en grå siltig sand.

3.2 Ytvatten

I söder avgränsas undersökningsområdet av Sävån. Sävån har en medelvattenföring på cirka 18 m³/s. Flödet varierar kraftigt mellan årstiderna och i februari är medelflödet 31 m³/s och i oktober 2,3 m³/s. Avrinningsområdet är cirka 1500 km² stort. Sävån och dess dalgång har stora natur- och kulturvärden. Lax och havsöring har sina reproduktionsområden i ån och även fågellivet är värdefullt. Sävån är riksintresse för naturmiljö och ett Natura 2000-område. (Länskartor, 2011) Det är lax som är den art som ligger till grund för utpekande som Natura-2000 område. (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2005).

Enligt VISS (VattenInformationssystem för Sverige) finns det risk för att vattnet i Sävån mellan Olskroken och Brodalen är påverkat av miljögifter men den kemiska statusen (exklusive kvicksilver) är klassificerad som god. Riskbedömningen för vattendraget är att det finns risk att ekologisk och kemisk status inte kommer att uppnås för de krav som är uppsatta för 2015. (VISS, 2011)

3.3 Grundvatten

Enligt uppgift från SGU:s brunnsarkiv finns inga brunnar för uttag av dricksvatten inom området (SGU, 2011). Verksamheterna i området är kopplade till det kommunala ledningsnätet för dricksvatten.

Vid markundersökningen installerades fyra grundvattenrör i undersökningsområdet. Två av grundvattenrören installerades i området med postglacial lera vilket medförde att tillströmningen av vatten till rören var dålig. Grundvattenytan låg vid provtagningen i dessa rör på 3,6 respektive 4,9 meter under markytan. I de rör som installerades i det mer genomsläppliga jordlagret var vattentillgången god. Grundvattennivån i dessa rör uppmättes vid provtagningstillfället till 2,0 respektive 2,7 meter under markytan.

Riskbedömning enligt VISS för grundvattenförekomst Gamlestaden är att förekomsten bedöms löpa risk att inte uppnå god status 2015.

4 Tidigare utförda undersökningar

4.1 Gamlestaden 740:141 och 740:142

I samband med en arkeologisk förstudie på fastighet Gamlestaden 740:141 och 740:142, se **Figur 1**, påträffades en petroleumförening. Ett jordprov togs ut, med okänt läge och djup, och analyserades på laboratorium. Analysresultatet visade på halter av petroleumämnen överstigande MKM för alifatiska kolväten $>C_8-C_{10}$, $>C_{10}-C_{12}$ och summa $>C_{16}-C_{35}$.

4.2 Gamlestaden 740:130

En miljöteknisk markundersökning utfördes 2007 inom fastighet Gamlestaden 740:130 av Sweco Viak (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2008).

Undersökningen omfattade fältundersökning med skruvborr i fyra punkter, fältmätning av flyktiga organiska ämnen samt laboratorieanalyser av utvalda jordprover. Totalt analyserades sju jordprov och ett asfaltprov. Samtliga jordprov analyserades med avseende på alifater, aromater och PAH. Tre av jordproven analyserades även med avseende på tungmetaller. Asfalten analyserades med avseende på PAH. Resultaten av analyserna visade på att jorden i en punkt, innehöll alifater ($>C_5-C_{16}$) i halter strax över Naturvårdsverkets (NV:s) generella riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM). I denna provpunkt noterades stark oljelukt vid provtagningen. I de andra proven noterades varken lukt av lösningsmedel eller olja och analyserna visade på halter under riktvärdena för MKM.

Volymen av den då påträffade oljeföreningen bedömdes vara 2-10 m³. På grund av att det inte gick att borra inom området där bensinstationen legat kunde det inte uteslutas att detta område är förorenat. Volymen inom området uppskattades till 50-100 m³.

5 Nu utförda undersökningar

I uppdraget har provtagning av mark, grundvatten och asfalt utförts. En provtagningsplan togs fram utifrån den kunskap om nuvarande och tidigare verksamheter som var känd. Då ingen historisk inventering ingick i uppdraget

begränsades informationen av det material som erhållits av beställaren innan undersökningen. I detta material ingick inte resultatet av Swecos undersökning.

Syftet med provtagningsplanen var att täckas in hela planområdet samt att avgränsa den petroleumförorening som påträffats vid den arkeologiska förstudien.

Fältanalys har utförts på markprover med PID- och XRF-instrument vilka påvisar lättflyktiga kolväteföreningar i porgasen respektive metaller i jorden. Fältanalys har även utförts på asfaltsprover med indikatorspray för PAH.

Utvalda jordprov har skickats för analys på laboratorium. Samtliga fyra grundvattenprov skickades för analys. För asfalten utfördes endast spraytest i fält. Inskickade jordprover har analyserats för metaller, alifatiska och aromatiska kolväten samt PAH. Uttagna grundvattenprov analyserades avseende alifatiska och aromatiska kolväten, PAH, metaller och flyktiga organiska ämnen. Parametrar valdes utifrån vilka föroreningar som vanligen påträffas i industriellt förorenade områden. Grundvattenytan i provtagna grundvattenrör lodades.

Mer ingående metoder för fältarbetet samt resultatet från undersökningen presenteras i en *Resultatrapport* (Tyréns AB, 2011).

6 Resultat av utförda fält- och laboratorieanalyser

Resultaten från Markmiljöundersökning Gamlestads torg och fabriker finns redovisade i tabellform i *Resultatrapporten* där de jämförs mot generella riktvärden (Tyréns AB, 2011).

6.1 Rikt- och jämförvärden

Riktvärden är hjälpmedel för utvärdering av förorenade områden och indikerar föroreningsnivåer som inte innebär oacceptabla risker för människor och miljö.

För markföroreningar har Naturvårdsverket tagit fram generella riktvärden för två typer av markanvändning, Känslig Markanvändning (KM) och Mindre Känslig Markanvändning (MKM)(Naturvårdsverket, 2009). Beroende på hur vissa utvalda skyddsobjekt beaktas kan riktvärden för KM eller MKM användas, se Tabell 1.

Tabell 1. Kriterier för val av markanvändning för mark (Naturvårdsverket, 2009)

Skyddsobjekt	KM	MKM
Människor som vistas på området	Heltidsvistelse	Deltidsvistelse
Markmiljön på området	Skydd av markens ekologiska funktion	Begränsat skydd av markens ekologiska funktion
Grundvatten	Grundvatten inom och intill området skyddas	Grundvatten 200 m nedströms området skyddas
Ytvatten	Skydd av ytvatten, skydd av vattenlevande, organismer	Skydd av ytvatten, skydd av vattenlevande, organismer

Undersökningsområdet består av trafikområden och hårdgjorda ytor samt verksamhetsområden för industriändamål. Inga bostäder finns i området och det

sker inget dricksvattenuttag. Området bedöms därför uppfylla de krav som ställs för att generella riktvärden för MKM skall vara tillämpbara (Naturvårdsverket, 2009). Analysresultaten jämförs även mot riktvärden för KM i rapporten.

För grundvatten har halter av alifatiska och aromatiska kolväten jämförts mot Kemaktas förslag till riktvärden för grundvatten vid bensinstationer (Kemakta, 2005). För metaller har Naturvårdsverkets indelning av tillstånd för förorenat grundvatten baserat på hälsobaserade gränsvärden för dricksvatten använts (Naturvårdsverket, 1999). För ämnen där svenska riktvärden saknas har holländska interventionvärden använts (VROM, 2000). För flyktiga organiska ämnen har inga halter uppmätts som överstiger rapporteringsgräns för analysen. I sammanställningen visas riktvärde för 1,2 diklorethan och 1,2 diklormetan baserat på Naturvårdsverkets indelning av tillstånd för förorenat grundvatten baserat på riktvärden för förorenade bensinstationer (Naturvårdsverket, 1999).

6.2 Föroreningar i mark

Påträffade markföroreningar överstigande riktvärdet för mindre känslig markanvändning redovisas i plan i bilaga 2. Påträffade föroreningar redovisas dels som metallförorening eller organisk förorening dels om de påträffats mellan 0-1 m under markytan (m u my) eller djupare. Anledningen till uppdelningen i djup är att det föreligger en större risk för exponering av människor av föroreningar som ligger ytligt. Ytliga föroreningar löper även större risk att beröras vid mindre markarbeten såsom schakt för ledningar eller fundament.

Ytliga metallföroreningar mellan 0-1,0 meter under markytan med halter över MKM har konstaterats i sju punkter. De är spridda över större delen undersökningsområdet, se bilaga 2. Barium, bly och PAH-M har konstaterats i en provtagningspunkt vardera. PAH-H har konstaterats i sex provtagningspunkter. Halterna ligger mellan en och åtta gånger riktvärdet för MKM för PAH och mellan två och fyra gånger för metaller.

Föroreningar på ett större djup än 1,0 meter har konstaterats i sex punkter.

I provtagningspunkt TY01 belägen i det sydvästra hörnet av undersökningsområdet påträffades ett grönt metallskimrande lager på cirka 1,6 meters djup. I ett samlingsprov uttaget 1,5-2,0 meter under markytan konstaterades bly, krom och nickel i halter mellan 1,5 och 2 gånger riktvärdet för MKM.

I provtagningspunkt TY13 belägen intill cykelvägen öster om fastighet Gamlestaden 740:130 noterades en kraftig lukt av tjära vid fältundersökningen mellan 1,0 och 1,5 meters djup. I ett samlingsprov uttaget vid detta djup konstaterades samtliga fraktioner av PAH i halter mellan 2 och 26 gånger riktvärdet för MKM. Därutöver har aromatiska kolväten $>C_{10}-C_{16}$ samt $>C_{16}-C_{35}$ konstaterats i halter mellan 6 och 11 gånger riktvärdet för MKM.

I provtagningspunkt TY23 belägen mellan spårvägen och Sävån dokumenterades ett mycket lätt fyllnadsmaterial med vita partiklar mellan 0 och 2,1 meters djup. I

fyllnadsmaterialet konstaterades barium, koppar och zink i halter mellan 1 och 9 gånger riktvärdet för MKM.

I en provtagningspunkt inom fastighet Gamlestaden 740:138 har barium, zink och PAH-H konstaterats på 1-1,5 meters djup i halter mellan 1 och 2 gånger riktvärdet för MKM.

I en provtagningspunkt inom fastighet Gamlestaden 740:141 har barium, zink och PAH-H konstaterats på 1-1,5 meters djup i halter mellan 1 och 2 gånger riktvärdet för MKM.

Vid den arkeologiska förstudien påträffades alifatiska kolväten $>C_8-C_{10}$, $>C_{10}-C_{12}$, summa $>C_{16}-C_{35}$ i halter mellan 1 och 4 gånger riktvärdet för MKM. Därutöver påträffades arsenik i en halt av cirka 4 gånger riktvärdet. I nuvarande utredning påträffades inga halter av petroleumämnen eller arsenik överstigande riktvärdet i samma område. Vid undersökningen noterades dock en stark lukt av petroleumämnen och halter överstigande MKM av PAH och bly.

6.3 Föroreningar i grundvatten

Organiska föroreningar i grundvattnet överstigande riktvärdet för skydd av ytvatten (Kemakta 2005-31) har inte påträffats i något grundvattenprov. Inga metallhalter över dricksvattenkriterier har konstaterats. För flyktiga organiska ämnen har ingen parameter påträffats som överstiger rapporteringsgränsen för analysen.

6.4 Föroreningar i asfalt

Asfaltsprov togs i 7 provtagningspunkter. I en punkt i parkeringsytan på fastighet Gamlestaden 740:129, se Figur 2, fanns tjärindränkt makadam cirka 0,2 meter under markytan. Provet luktade tjära och gav en snabb färgförändring vid spraytest med lösningsmedelsbaserad färg. I två andra prov, dels från asfaltsbeläggningen på parkeringsytan på fastighet Gamlestaden 740:129 och dels från fastighet Gamlestaden 740:130 noterades en mycket svag tjärlukt men spraytestet visade ingen färgförändring. I övriga prover fanns ingen indikation på PAH-haltig asfalt.

7 Problembeskrivning

7.1 Föroreningssituationen

7.1.1 Jord

Sammantaget är föroreningssituationen inom undersökningsområdet mycket heterogen. I området närmast järnvägen i väster finns ett flertal punkter med konstaterad förorening av PAH och metaller. Under den arkeologiska förstudien konstaterades även petroleumämnen i halter över MKM, i nuvarande undersökning endast i halter över KM. I ett utfyllt område mellan spårvägen och Sävåen i söder finns ett slaggliknande material som innehåller förhöjda halter av metaller. I en punkt i undersökningsområdets centrala del där kraftig tjärlukt noterades vid

undersökningen har förhöjda halter av PAH-er och aromatiska kolväten påvisats. Källan till föroreningen är osäker, den nedlagda bensinstationen på Gamlestaden 740:130 skall ha varit belägen mellan huset på fastigheten och spårvägen. I övrigt finns ytliga föroreningar av PAH i ett fåtal punkter spridda över större delen av undersökningsområdet.

Föroreningsnivån varierar mycket i provtagna punkter. De högsta nivåerna har uppmätts där det luktade kraftigt av tjära, här var halten 26 gånger riktvärdet för MKM vilket kan betraktas som ett mycket allvarligt tillstånd. För övriga punkter kan tillståndet betraktas som måttligt allvarligt till allvarligt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999).

Föroreningar i jorden har konstaterats i den omättade zonen över grundvattenytan och kunde vid markundersökningen avgränsas i vertikalled med undantag för en provtagningspunkt. I denna punkt, TY04, noterades lukt av olja från 1,6 meter ned till 2,8 meters djup där borrstopp erhöles. I denna punkt är föroreningen inte avgränsad, föroreningsnivån ligger mellan riktvärdet för KM och MKM.

7.1.2 Grundvatten

I grundvattnet har metaller påvisats i halter under kriterierna för dricksvatten. I området finns en djupare akvifer under den postglaciala finleran med relativt goda uttagsmöjligheter. Vid markundersökningen provtogs endast vatten i det översta marklagret. Undersökningen påvisade ingen spridning av föroreningar med grundvattnet i de ytliga marklagren.

7.1.3 PAH-förorenad asfalt

På fastighet Gamlestaden 740:129 finns misstänkt PAH-förorening i ett tjärindränkt makadamlager som påträffades ett par decimeter under den gräsbeväxta markytan i den norra delen. Även den befintliga asfaltsytan gav en svag misstanke om PAH-innehåll.

Asfalten inom fastighet Gamlestaden 740:130 gav en svag misstanke om PAH-innehåll.

7.1.4 Karakterisering av påträffade föroreningar

De ämnen som har konstaterats inom området över gällande riktvärden har olika toxiska, fysikaliska och kemiska egenskaper. Fysikaliska och kemiska egenskaper bestämmer till stor del hur ämnen sprider sig samt hur mobila de är. I Tabell 2 finns några egenskaper sammanfattade. Fördelningskoefficienterna K_d och K_{oc} anger fördelningen mellan jord (2% kolhalt) och vatten respektive organiskt kol och vatten. Ett ämne med ett högt värde löser sig sämre i vatten än ett ämne med ett lågt värde. Henrys konstant anger fördelningen av ett ämne mellan gasfas och lösning. Henrys konstant bestäms både av ett ämnes flyktighet och av dess benägenhet till att lösas i vatten. Ett högt värde innebär att ämnet lättare avdunstar från en vattenlösning.

Tabell 2. K_d står för fördelningskoefficienten mellan jord och vatten och K_{OC} står för fördelningskoefficienten mellan organiskt kol och vatten (Naturvårdsverket, 2009). Henrys konstant är enhetslös och anger fördelningen av ett ämne mellan gasfas och lösning (Naturvårdsverket, 2009).

	K_d (l/kg)	K_{OC} (l/kg)	H
Arsenik	300		
Barium	1200		
Bly	1800		
Koppar	600		
Krom	1500		
Nickel	300		
Zink	600		
Alifatiska kolväten C_8-C_{10}		28 000	140
Alifatiska kolväten $C_{10}-C_{12}$		410 000	200
Alifatiska kolväten summa $C_{16}-C_{35}$		160 000 000	110
Aromatiska kolväten $C_{10}-C_{16}$		5500	0,027
Aromatiska kolväten $C_{16}-C_{35}$		17 000	0,01
PAH-L		1800	0,0099
PAH-M		29 000	0,0028
PAH-H		500 000	$8,8 \cdot 10^{-6}$

Nedan presenteras kortfattat några av de toxiska egenskaper som påträffade ämnen besitter.

Arseniks toxiska effekter är komplexa och toxiciteten beror på i vilken form som arseniken förekommer (Sternier, 2003). Effekter som har dokumenterats är leverskador, nervskador, lungödem och njursvikt samt cancer. Flera arsenikföreningar kan passera placenta vilket innebär att de kan ge fosterskador. I den yttre miljön omsätts arsenik främst som arseniktrioxid som är relativt vattenlöslig och därmed mobil. Arseniktrioxid är cancerframkallande vid inhalation (Sternier, 2003).

Barium binder som K_d -värdet indikerar hårt till jordpartiklar i marken. Dess toxiska effekter är inte så väl dokumenterade men inandning av bariumhaltigt damm i vissa arbetsmiljöer har bidragit till skador på andningsvägarna (IPCS, 1990).

Bly binder mycket starkt till organiskt material i marken (NV 5536). Följaktligen sprids bly via grundvattnet huvudsakligen bundet till partiklar. Då bly lätt tas upp av kroppen via föda bedöms risken för exponering som störst via intag av fisk och skaldjur. Speciellt känsliga för bly anses små barn vara eftersom blyexponering kan leda till koncentrationssvårigheter (Sternier, 2003).

Koppar kan vara toxiskt i höga halter och påverka blodet och levern. På grund av att människokroppen är effektiv på att reglera kopparhalten i kroppen så är det oftast tarmfloran som drabbas vid för höga kopparintag (Sternier, 2003).

Toxiciteten för **krom** är liksom för arsenik mycket beroende på i vilken form kromet befinner sig i. Vissa kromföreningar är starkt toxiska och även allergi- och cancerframkallande (Sternier, 2003).

Zink är en metall som krävs för att kroppens funktioner ska upprätthållas. Dock har inandning av zinkångor gett akuta hälsoskadliga effekter (Jernkontoret, 2004).

Organiska föreningar såsom **alifater**, **aromater** och **PAH** binder generellt mer till organiskt material och har en minskad löslighet med ökande antal kolatomer (NV4889). Aromater är generellt mer vattenlösliga och därmed mer mobila än vad alifater är (NV4889).

Effekter på nervsystemet har kunnat ses framförallt vid exponering av de korta alifatkedjorna. Toxiciteten minskar hos alifater med en ökad kolkedja men de tyngre kolkedjorna misstänkts istället kunna bidra till cancer (NV4889).

Samtliga **PAH**-er binder relativt hårt till organiska ämnen och desto större föreningar desto hårdare binder de. Flera av de PAH-kongener som förekommer och som allmänbefolkningen exponeras för är genotoxiska och carcinogena (NV 5736). I sediment kan PAH-föreningar ansamlas i små djur i sedimentet och sedan anrikas i näringskedjan och därmed exponera även människor som äter fisk och skaldjur (Kemikalieinspektionen, 2010).

7.2 Spridningsförutsättningar

Den naturliga jordarten i området domineras av en finlera med låg genomsläpplighet. I delar av området överlagras leran direkt av fyllnadsmaterial och i andra områden finns ett naturligt skikt av siltig sand mellan fyllnadsmaterialet och leran. Den siltiga sanden bedöms ha en relativt stor genomsläpplighet. Finleran har i undersökningar visats ha en mäktighet av omkring 7 meter. Spridningsförutsättningen för föroreningar i marklagren över leran ned till den underliggande akviferen i friktionsjorden under leran bedöms som liten.

Med nuvarande markförhållanden är infiltrationen av nederbörd inom områden med hårdgjorda markytor liten, vilket gör att spridning av föroreningar från jord till grundvatten är liten i dessa områden. Inom icke hårdgjorda markytor kan en spridning av rörliga föroreningen ske via infiltrationen av nederbörd från förorenade ytliga jordlager genom den omättade markzonen ner till grundvattenytan.

Spridning av föroreningar inom undersökningsområdet kan därefter ske med grundvattnet. Flödesriktningen bedöms vara i sydlig riktning mot Sävveån. Vid markundersökningen kunde ingen spridning till och med grundvattnet påvisas.

Risken för spridning genom damning är liten då marken till större delen är hårdgjord eller täckt av vegetation. Det är endast i ett mindre område i sydväst som marken ligger bar. I detta område har inga ytliga föroreningar påträffats.



Närmast Säveån finns risk för stabilitetsproblem. Vid ett eventuellt skred skulle förorenade massor kunna föras ut direkt i vattendraget.

7.3 Skyddsobjekt

För den bedömda föroreningsituationen inom undersökningsområdet finns följande huvudsakliga skyddsobjekt:

- Människor som vistas inom området
- Säveån

Skyddsvärdet för markmiljön bedöms som måttligt då större delen av området består av asfalterade ytor. Områdets känslighet bedöms som måttlig. Människor vistas i området under en mycket begränsad tid när de till exempel utnyttjar kollektivtrafiken eller besöker hundparken i området. Det finns endast ett fåtal pågående verksamheter i området.

Skyddsvärdet och känsligheten kan komma att ändras med en förändrad markanvändning.

7.4 Exponeringsvägar

Hur människor exponeras för en förorening är helt beroende på markanvändningen i området. Denna kommer inom en relativt snar framtid att förändras. Utformningen är ännu inte detaljplanerad vilket innebär att en fullständig exponeringsanalys är svår att utföra.

Inom undersökningsområdet har måttliga till höga halter av föroreningar konstaterats i marken. Föroreningar i jorden har konstaterats i den omräknade zonen över grundvattenytan.

Av de föroreningar som påträffats finns flyktiga kolväten i en punkt. Flyktiga föroreningar kan spridas under byggnader och ångor kan ta sig upp i byggnaden och exponera människor som befinner sig i byggnaden. Hänsyn bör tas till detta när området förändras. Den närmaste byggnaden idag finns cirka 20 meter från konstaterad förorening och ingen verksamhet pågår för närvarande i huset.

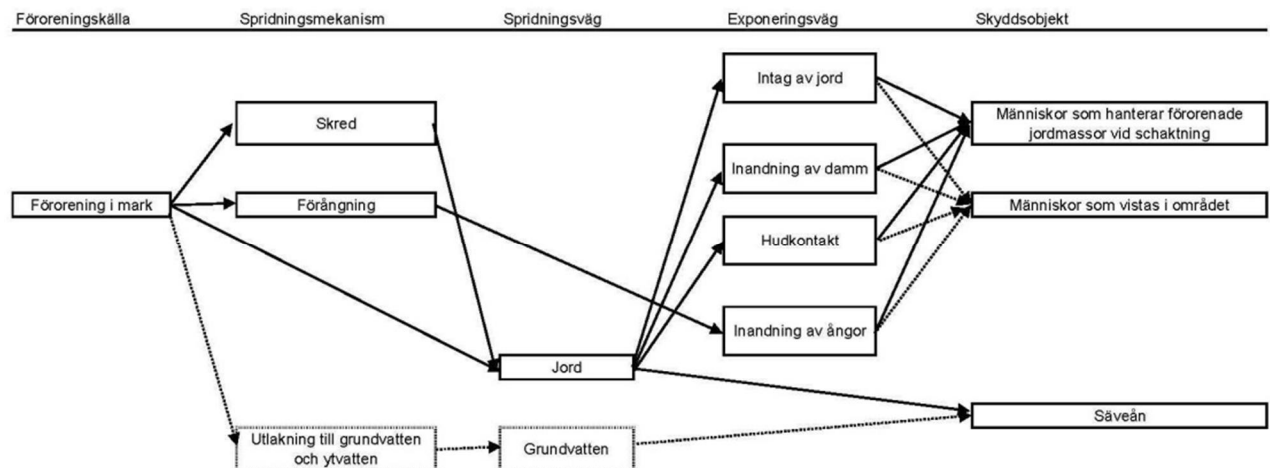
Inom området bedrivs ingen odling och grundvattnet utnyttjas inte för dricksvattenuttag. Enligt brunnregistret finns inga brunnar i området som till exempel skulle kunna användas för bevattning. Dessa exponeringsvägar är inte heller troligt att de blir aktuella vid en ombyggnad av området.

Markytorna är idag till allra största delen hårdgjorda eller täckta med vegetation vilket innebär att risken för exponering genom inandning av damm, intag av jord eller hudkontakt med jord är liten. Dessa exponeringsvägar kan dock bli högst aktuella i ett byggskede när schaktning kan komma att ske i förorenad jord.



7.5 Konceptuell modell

I Figur 3 presenteras en konceptuell modell som sammanfattar föroreningskälla, spridnings- och exponeringsvägar samt skyddsobjekt.



Figur 3 Konceptuell modell som beskriver hur potentiellt miljö- och hälsofarliga ämnen från det förorenade området kan nå och exponera skyddsobjekten. De streckade rutorna och linjerna är spridningsvägar som inte har konstaterats vid markundersökningen men som teoretiskt kan vara möjliga.

7.6 Osäkerheter och kunskapsluckor

Den undersökning som har utförts är att betrakta som översiktlig och avståndet mellan provtagningspunkterna är förhållandevis långt. Endast i det område där den arkeologiska förstudien utfördes, på fastighet Gamlestaden 740:141 och 740:142, placerades punkterna något tätare i syfte att avgränsa den förorening som hade påträffats där. Det finns därför en möjlighet att föroreningar har missats. Vid markundersökningen borrades inte heller några provtagningspunkter inom det trafikerade vägområdet eller genom bottenkonstruktioner i de byggnader som finns inom området.

De parametrar som analyserats har valts för att täcka de vanligaste typerna av föroreningar. Andra föroreningar som skulle kunna finnas inom området är till exempel PCB, bekämpningsmedel och andra typer av metaller.

Grundvattenrören placerades nära Söveån eftersom detta utpekades som det huvudsakliga skyddsobjektet. Två av de fyra installerade grundvattenrören är därför placerade i täta jordarter där spridningsförutsättningen är liten. Detta medför att kunskapen om spridningen till och med grundvattnet i hela området är begränsad.

Den framtida markanvändningen i undersökningsområdet är inte fastlagd.

8 Samlad riskbedömning

Den markundersökning som har utförts är att betrakta som översiktlig. Av totalt 43 borrade provtagningspunkter har förorening över det generella riktvärdet för aktuell markanvändning, MKM, påträffats i 11 punkter. Föroreningarna är koncentrerade till området närmast järnvägen i väster, därutöver finns ett par punkter med höga halter av föroreningen i den centrala och den södra delen samt några punkter med ytliga PAH-föroreningar av relativt måttliga halter. I grundvattnet har låga halter av metaller konstaterats som understiger hälsoriskbaserade kriterier för dricksvatten.

Sammantaget bedöms den största hälsorisen inom undersökningsområdet vara exponering av föroreningar vid schaktning i samband med framtida entreprenader i området.

Riskerna för oacceptabla hälso- och miljöeffekter, på grund av föroreningsspridning från området till närliggande områden bedöms som mycket små.

Risken för påverkan på Sävån bedöms som mycket liten så länge inget skred inträffar som kan föra ut förorenade jordmassor i vattendraget. Därför kan säkerhetsåtgärder behöva vidtas vid schaktning nära strandkanten.

9 Belastning

Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark skyddar normalt mot oacceptabel belastning i yt- och grundvattenrecipienten. Om däremot det förorenade områdets area är stor, föroreningsmängderna är stora eller recipientens volym är liten kan förutsättningarna för riktvärdesmodellen ändras så att belastningen blir oacceptabelt stor.

I den generella riktvärdesmodellen görs antagandet att det förorenade områdets area är 2500m². Resultatet av markundersökningen visar en heterogen föroreningssituation med många mindre föroreningsområden med liten area.

För ytvattenrecipientens storlek antas i den generella modellen ett flöde på 0,032 m³/sekund. Ytvattenflödet i Sävån är även vid lågt flöde betydande större. Sävåns skyddsvärde betraktas som mycket stort men marginalen till den nivå när negativa effekter kan uppstå bedöms som relativt stor med avseende på de halter som har påträffats.

Det finns ett stort antal andra föroreningskällor som kan belasta Sävån. Den kemiska statusen i vattendraget betraktas dock som god. Den extra belastning som föroreningarna inom undersökningsområdet kan bidra med bedöms vara inom gränserna för att de generella antagandena skall gälla.

Generella riktvärden bedöms därför kunna antas som jämförvärden utan att det innebär en oacceptabel belastning på Sävån. Belastningen på



grundvattentillgången i friktionsjorden under den postglaciala finleran bedöms som acceptabel.

10 Behov av riskreduktion

Risken för negativ påverkan på människors hälsa och för miljön bedöms som måttlig med dagens markanvändning. Belastningen ligger på en acceptabel nivå. Konstaterade föroreningsnivåer är i vissa punkter mycket höga, dock är risken för exponering liten så som området används idag och risken för spridning av föroreningar utanför området har bedömts vara liten. Det bedöms därför inte föreligga något behov av riskreduktion innan detaljplanen för området är klar.

Vid framtida schaktarbeten i området rekommenderas att jordmassor som överstiger riktvärdet för den aktuella markanvändningen omhändertas.

11 Rekommendation för vidare åtgärder

När detaljplanen för området är fastställd rekommenderas att följande frågeställningar beaktas:

- Kommer den framtida markanvändningen ställa andra krav än de som gäller för MKM? När markanvändningen är tydligt definierad kan platsspecifika riktvärden beräknas anpassade efter lokala förhållanden.
- I vilka områden kommer det att uppstå överskottsmassor som måste tas om hand? I dessa områden rekommenderas en tätare provtagning för klassning av jordmassorna?
- Kommer schaktning att ske i de områden som konstaterats vara förorenade? För schaktning i förorenade områden krävs en anmälan om miljöfarligt arbete. Dessutom bör arbetsmiljön för de som hanterar de förorenade jordmassorna säkerställas.

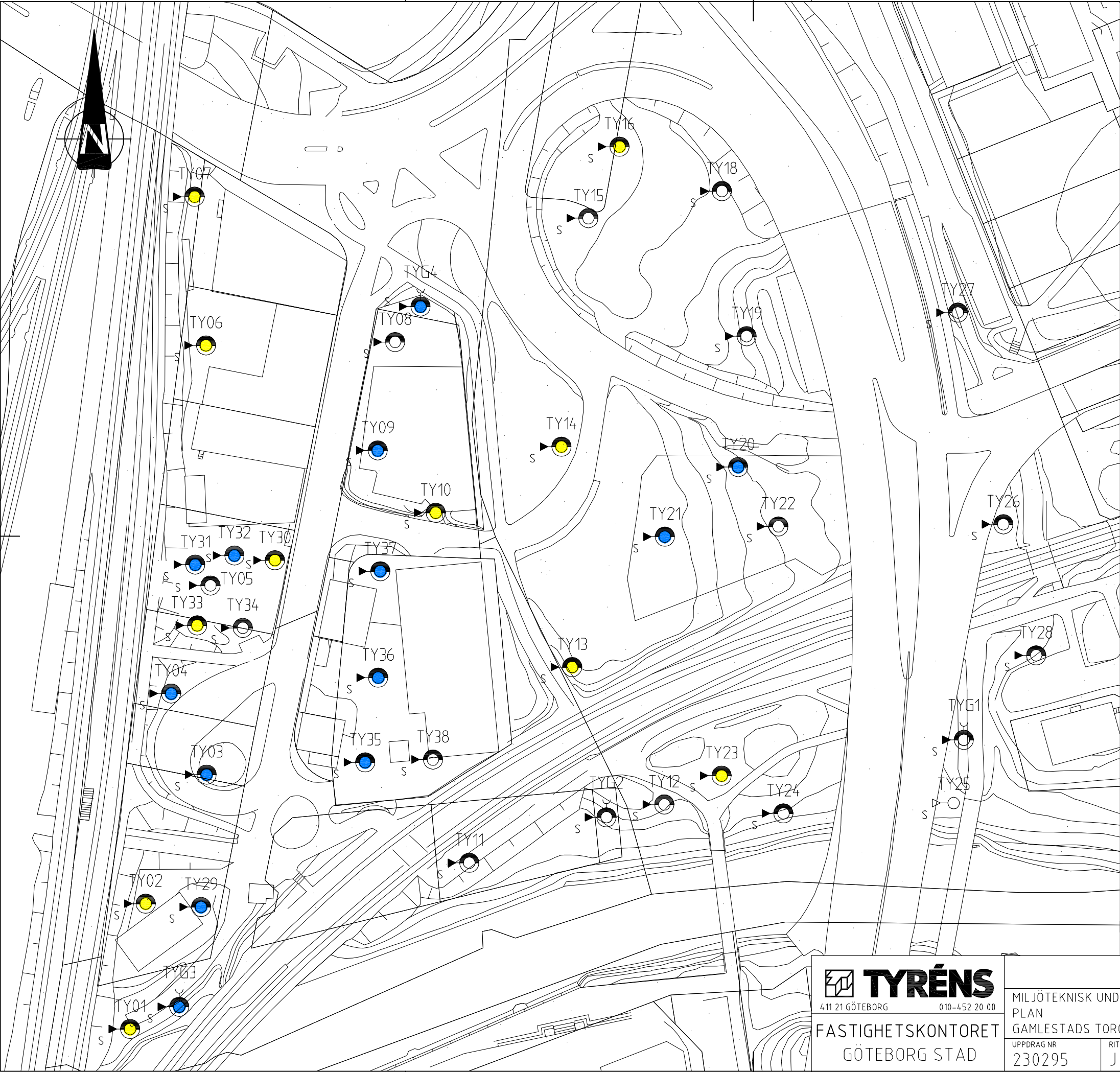
För att kunna göra en kostnadsuppskattning för eventuella avhjälpandeåtgärder krävs att de förorenade områdenas utbredning avgränsas. Detta görs förslagsvis genom en utökad markundersökning.

12 Referenser

IPCS (The International Programme on Chemical Safety)	1990	<i>Barium</i> , World health organization, Geneva (www.inchem.org)
Jernkontoret (Rune Lagneborg, Jernkontoret, Eva Waltersson, Miljöforskargruppen)	2004	Guide för legeringsmetaller och spårelement i stål, Andra utgåvan, ISSN 0280-249X Rapport nr D811
Kemakta	2005	Riktvärden för ämnen i vatten vid bensinstationer, Kemakta AR 2005-31
Kemikalieinspektionen	2011	Prioriteringsguiden PRIO, Polycykliska aromatiska kolväten, www.kemi.se , 2011-08-31
Länskartor	2011	www.gis.lst.se 2011-08-31
Länsstyrelsen Västra Götalands län	2005	Bevarandeplan för Natura 2000-område, SE0520183 Sävåån, nedre delen
Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad	2008	Utlåtande över miljöteknisk markundersökning, Dnr 09787/07
Naturvårdsverket	2009	Riktvärden för förorenad mark –Modell-beskrivning och vägledning, Rapport 5976
Naturvårdsverket	2007	Oavsiktligt bildade ämnens hälso- och miljöegenskaper, Rapport 5736
Naturvårdsverket	2006	Metallers mobilitet i mark, Rapport 5536
Naturvårdsverket	1999	Metodik för inventering av förorenade områden, Rapport 4918
Naturvårdsverket	1998	Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer, Rapport 4889
Sandin, Mats	2010	Nya Lödöse, Gångtunnel vid Gamlestadstorget, Arkeologisk förundersökning i Göteborgs kommun, Rio Kulturkooperativ
SGU	2011	www.sgu.se Brunnsarkivet 2011-08-31
SGU	1985	Jordartskartan /A Marstrand SO/7B Göteborg SV, SGU Ser. Ae nr 72
Sterner	2003	Förgiftningar och miljöhot, Studentlitteratur Lund



Tyréns AB	2011	Markmiljöundersökning Gamlestads torg och fabriker, Resultatrapport, 2011-08-19
VISS	2011	www.viss.lst.se , Vatteninformationssystem Sverige, 2011-08-31
VROM	2000	Circular on target values and intervention values for soil remediation



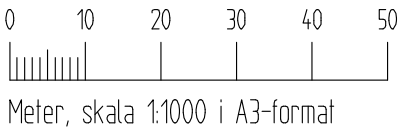
ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM:
SWEREF991200

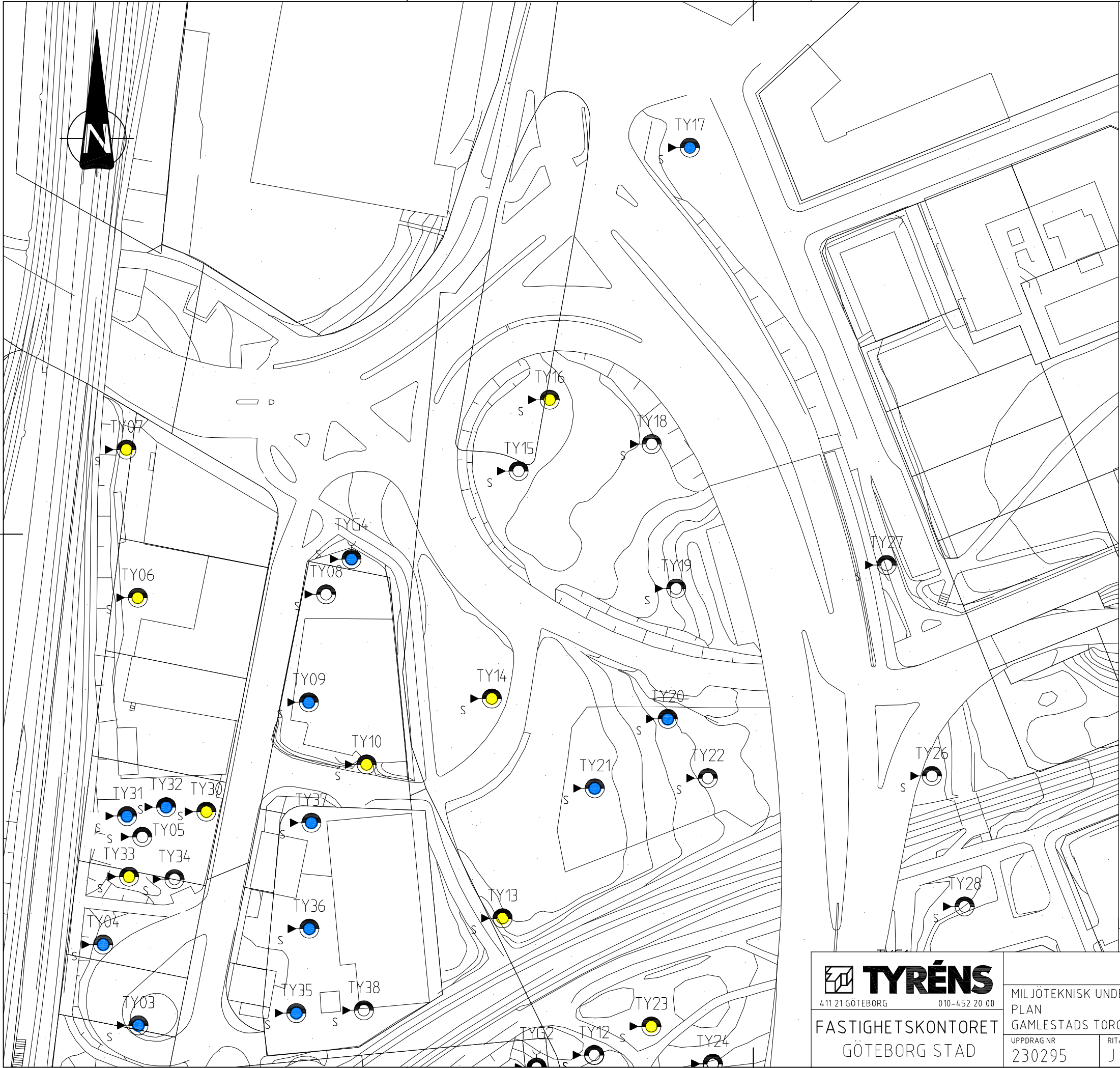
FÖRKLARINGAR

- > MKM
- < MKM
- PROVGROP
- STÖRD PROVTAGNING
- GRUNDVATTENRÖR MED NIVÅ
BESTÄMD VID
KORTTIDSOBSERVATION
- FÄLTANALYSER
- LABORATORIEANALYSER
- S,G,L S=FAST, G=GAS, L=VÄTSKA

FÖR ÖVRIGA BETECKNINGAR SE
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM:
WWW.SGF.NET (VERSION 2001:2)



BET		ANT	ÄNDRINGEN AVSER		DATUM	SIGN
TYRÉNS 411 21 GÖTEBORG 010-452 20 00		MILJÖTEKNISK UNDERSÖKNING PLAN GAMLESTADS TORG OCH FABRIKER		DATUM 2011-08-19		
FASTIGHETSKONTORET GÖTEBORG STAD		UPPDRAG NR 230295		RITAD AV J ÄBERG	HANDLÄGGARE J ÄBERG	ANSVARIG J ÄBERG
		SKALA 1:1000		NUMMER BILAGA 1A		
				BET		



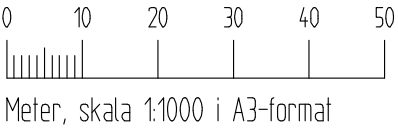
ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM:
SWEREF991200

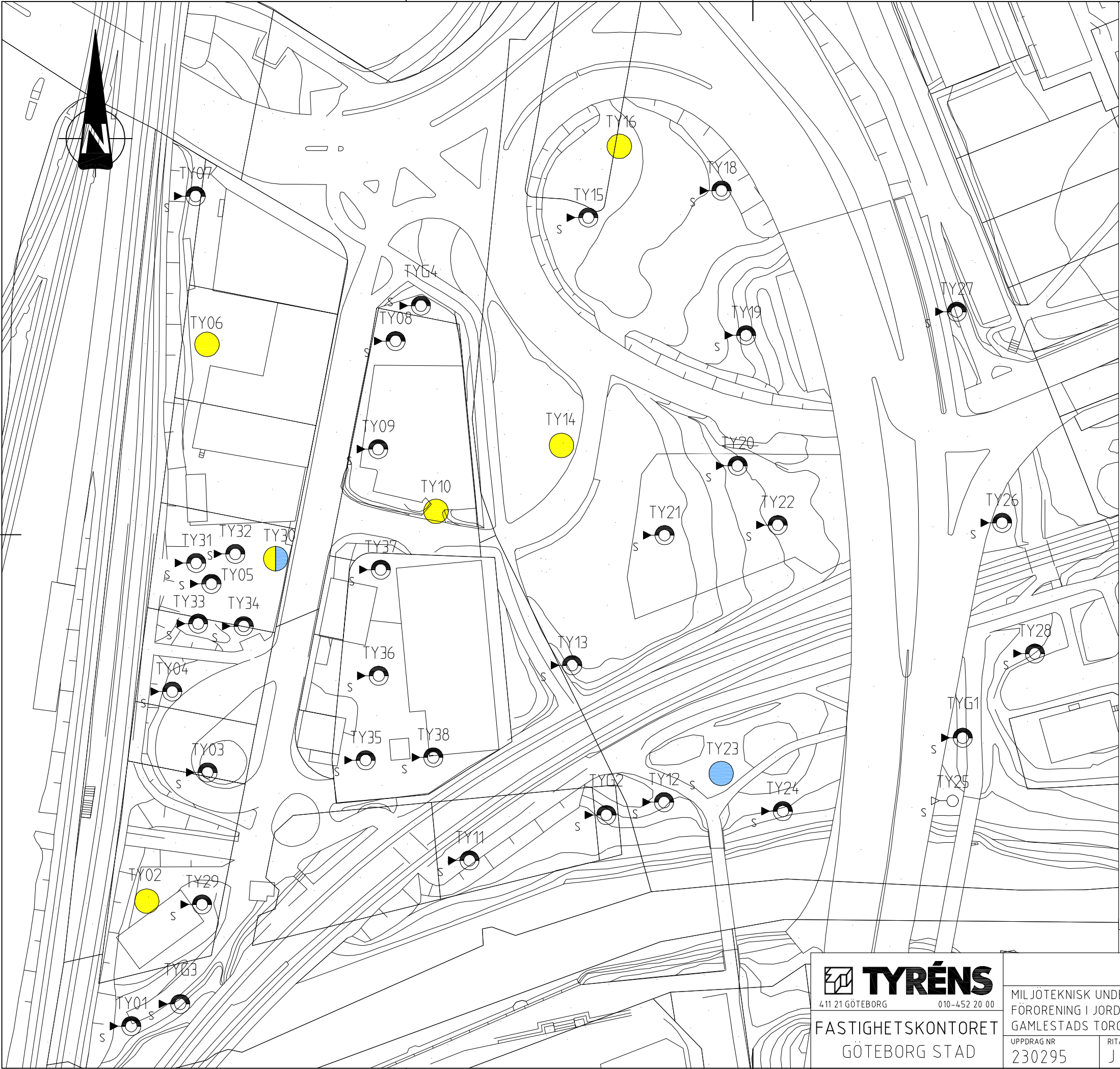
FÖRKLARINGAR

- > MKM
- < MKM
- PROVGRÖP
- STÖRD PROVTAGNING
- GRUNDVATTENRÖR MED NIVÅ
BESTÄMD VID
KORTTIDSOBSERVATION
- FÄLTANALYSER
- LABORATORIEANALYSER
- S,G,L S=FAST, G=GAS, L=VÄTSKA

FÖR ÖVRIGA BETECKNINGAR SE
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM:
WWW.SGF.NET (VERSION 2001:2)



 411 21 GÖTEBORG 010-452 20 00		MILJÖTEKNISK UNDERSÖKNING PLAN GAMLESTADS TORG OCH FABRIKER		DATUM 2011-08-19
FASTIGHETSKONTORET GÖTEBORG STAD		UPPDRAG NR 230295		ANSVARIG J ÅBERG
		RITÄG AV J ÅBERG	HANDLÄGGARE J ÅBERG	SKALA 1:1000
		NUMMER BILAGA 1B		BET

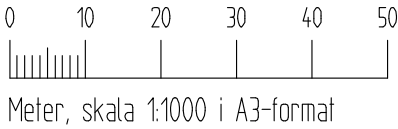


ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM:
SWEREF991200

FÖRORENING I JORD 0-1 M

- METALL >MKM
- OLJA >MKM
- PAH >MKM



BET		ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
			DATUM 2011-08-19		
			ANSVARIG J ÅBERG		
			SKALA 1:1000		
UPPDRAG NR 230295		RITAD AV J ÅBERG	HANDLÄGGARE J ÅBERG	NUMMER BILAGA 2A	
				BET	



411 21 GÖTEBORG 010-452 20 00

FASTIGHETSKONTORET
GÖTEBORG STAD

MILJÖTEKNISK UNDERSÖKNING
FÖRORENING I JORD 0-1 M
GAMLESTADS TORG OCH FABRIKER

UPPDRAG NR
230295

RITAD AV
J ÅBERG

HANDLÄGGARE
J ÅBERG

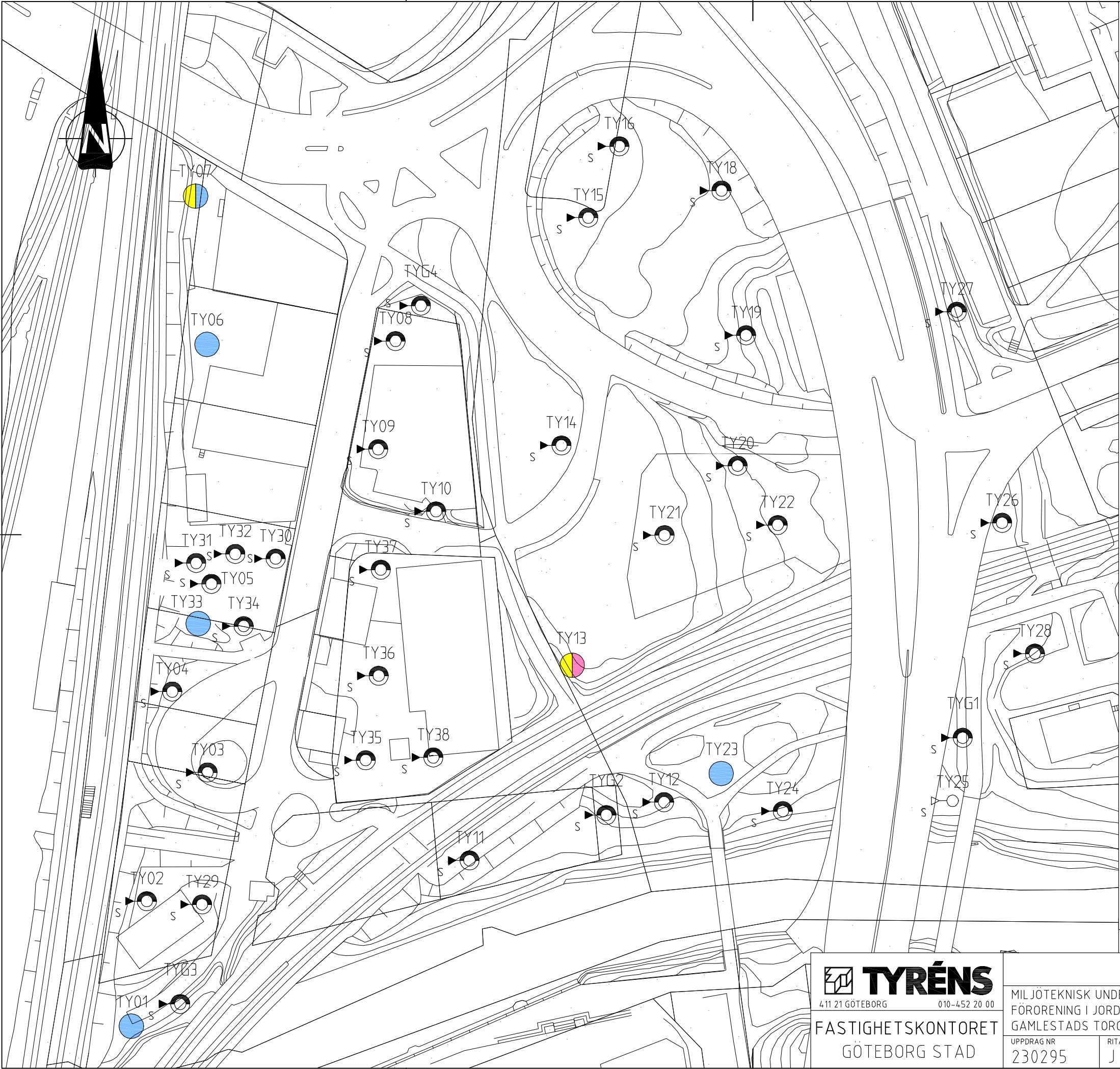
DATUM
2011-08-19

ANSVARIG
J ÅBERG

SKALA
1:1000

NUMMER
BILAGA 2A

BET

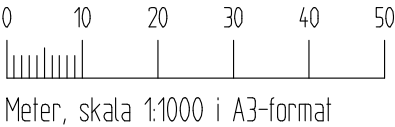


ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM:
SWEREF991200

FÖRORENING I JORD >1 M

- METALL >MKM
- OLJA >MKM
- PAH >MKM



BET		ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
			DATUM 2011-08-19		
			ANSVARIG J ÅBERG		
			SKALA 1:1000		
UPPDRAG NR 230295		RITAD AV J ÅBERG	HANDLÄGGARE J ÅBERG	NUMMER BILAGA 2B	
				BET	



411 21 GÖTEBORG 010-452 20 00

FASTIGHETSKONTORET
GÖTEBORG STAD

MILJÖTEKNISK UNDERSÖKNING
FÖRORENING I JORD >1 M
GAMLESTADS TORG OCH FABRIKER

UPPDRAG NR
230295

RITAD AV
J ÅBERG

HANDLÄGGARE
J ÅBERG

DATUM
2011-08-19

ANSVARIG
J ÅBERG

SKALA
1:1000

NUMMER
BILAGA 2B

BET