

Rapport

Handläggare
Ahlstedt, Oskar

Tel
+46105053397
Mobil
+46721820712
E-post
oskar.ahlstedt@afry.com

Kund
Uppsala Skolfastigheter AB

Datum
2022-11-10
Senast reviderad
2023-11-16
Projekt ID
D0053211

Miljöteknisk markundersökning

Årsta skola, Årsta 27:1, Uppsala kommun



ÅF-Infrastructure AB

Handläggare

Oskar Ahlstedt

ÅF-Infrastructure AB
Sweden

Granskare

Clara Bachofner Gran

Telefon +46 10 505 00 00
Säte i Stockholm, Sweden
Organisationsnr. 556185-2103
Momsreg.nr. SE556185210301

Eva-Karin Jonsson

afry.com

Innehållsförteckning

1	Inledning	8
1.1	Bakgrund.....	8
1.2	Uppdrag och syfte	8
1.3	Koordinat- och höjdsystem	9
2	Planerad byggnation	9
3	Områdesbeskrivning	10
3.1	Lokalisering	10
3.2	Topografi	11
3.3	Geologi	11
3.3.1	Övergripande jordartsförhållanden	11
3.3.2	Geotekniska undersökningar	13
3.4	Hydrogeologi.....	13
3.4.1	Övergripande grundvattenförhållanden.....	13
3.4.2	Lokala grundvattenförhållanden	14
3.5	Hydrologi.....	16
4	Historik och potentiella föroreningar	17
4.1	Historik	17
4.2	Potentiellt förorenade områden	18
4.3	Tidigare undersökningar	19
5	Skyddsobjekt	20
5.1	Vattenskyddsområde	20
5.2	Enskilda brunnar	21
5.3	Grundvattenförekomst	22
5.4	Övriga skyddsobjekt	22
6	Miljöteknisk markutredning.....	22
6.1	Provtagningspunkter	22
6.2	Fältarbeten	23

6.2.1	Platsbesök	23
6.2.2	Övergripande	24
6.2.3	Utsättning och inmätning av provpunkter	24
6.2.4	Jordprovtagning	25
6.2.5	Installation och rensumpning av grundvattenrör	25
6.2.6	Grundvattenprovtagning	26
6.3	Kemiska analyser	26
6.3.1	Fältanalyser	26
6.3.2	Laboratorieanalyser	26
6.4	Jämförvärden	28
6.4.1	Jord	28
6.4.2	Grundvatten	29
6.5	Resultat	30
6.5.1	Allmänt och översikt	30
6.5.2	Fältobservationer och fältanalyser	30
6.5.3	Laboratorieanalyser Jord	31
6.5.4	Laboratorieanalyser Grundvatten	33
7	MÅsen: Utredning av grundvattenpåverkan	34
7.1	Bakgrund	34
7.1.1	Allmänt	34
7.1.2	Känslighetsklasser	35
7.1.3	Riskhanteringsprocess	36
7.2	Tidigare utförd riskbedömning	37
7.2.1	Allmänt	37
7.2.2	Riskanalys	37
7.3	Uppdaterad riskbedömning	37
7.3.1	Allmänt	37
7.3.2	Riskinventering	37
7.3.3	Riskanalys	39

7.3.4	Riskhantering och skyddsåtgärder	43
8	Bedömningar och rekommendationer	43
8.1	Inledning	43
8.1.1	Allmänt	43
8.1.2	Förorenande ämnen	43
8.2	Riskbedömning – mark och grundvatten	44
8.2.1	Jord - exponeringsrisk på fastigheten	44
8.2.2	Grundvattenkvalitet	44
8.2.3	Skydd av grundvatten - MÅsen	45
8.3	Överskottsmassor	45
9	Rekommendationer	45
10	Myndighetskontakter	46
11	Referenser	47

Figur 1. Urklipp ur situationsplan för planområdet (2022-01-20). Källa: Skolfastigheter i Uppsala.....	9
Figur 2. Översikt över Uppsala med området ungefärligt markerat med röd streckad linje. Källa: © Lantmäteriet. .	10
Figur 3. Ortofoto över det ungefärliga undersökningsområdet (orange linje). Källa: © Lantmäteriet.	11
Figur 4. Översiktlig karta över jordarter i området och dess närhet. Källa: SGU.....	12
Figur 5. Översiktlig karta över jorddjupet inom området och dess direkta närhet. Källa: SGU.	12
Figur 6. Översiktlig karta över grundvattenmagasin i det aktuella planområdets närhet. Det aktuella planområdet är markerat med röd streckad linje. Källa: SGU.....	14
Figur 7. Lokal grundvattenriktning framtagen genom interpolation av grundvattennivåer för det undre magasinet.....	15
Figur 8. Översiktlig karta över grundvattenmagasin i det aktuella planområdets närhet. Det aktuella området är markerat med röd streckad cirkel. Källa: SGU.....	16
Figur 9. Historiskt ortofoto över det aktuella planområdet för åren 1960 och 1975. Området är ungefärligt inringat med orange linje.....	17
Figur 10. Översiktlig karta över grundvattenmagasin i det aktuella planområdets närhet. Det aktuella området är markerat med röd streckad cirkel. Källa: SGU.....	19
Figur 11. Översiktlig karta över skyddsvärda områden. Källa: Naturvårdsverket.....	20
Figur 12. Översikt över brunnar i närheten av planområdet. Källa: SGU.....	21
Figur 13. Karta över provpunkter och planerad byggnation. Grundkarta erhållen av Uppsala Skolfastigheter.	23
Figur 14. Bild på förskolans tidigare placering, tagen i sydostlig riktning. Foto: Oskar Ahlstedt (AFRY).	24
Figur 15. Påträffade ämneshalter för jord och grundvatten i förhållande till jämförvärden. Klamrarna	

bredvid staplarna för jordprovtagning visar nivåer för grundvattenrörets vattenintag. 30

Figur 16. Påträffade ämneshalter i jord på olika provtagningsdjup. Svarta punkter i staplarnas mitt markerar var i plan borrningarna utfördes och staplarnas höjd motsvarar totalt borrdjup. 33

Figur 17. Uppdelning av borrpunkter med lerlagermäktighet under och över 5 m, samt känslighetsklassningen för grundvatten. Källa: Känslighetskartan, (Uppsala kommun, 2023). 38

Bilagor

Bilaga 1 – Fältprotokoll jordprovtagning

Bilaga 2 – Fältprotokoll grundvattenprovtagning

Bilaga 3 – Jämförelsetabell analysresultat jord

Bilaga 4 – Jämförelsetabell analysresultat grundvatten

Bilaga 5 – Analysrapporter jordprover

Bilaga 6 – Analysrapporter grundvatten

Bilaga 7 – Riskanalys grundvatten

Bilaga 8 – Koordinater till grundvattenrör

Rapportshistorik

Revidering.	Avser	Påverkar kapitel Avsnitt	Datum	Sign
1	Ändrad känslighetsklassning av grundvatten	7.3.2 och 8.2.3	2023-09-11	OA

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Uppsala kommun Skolfastigheter AB planerar att genomföra ny- och utbyggnation på fastigheten Uppsala Årsta 27:1. Projektet innefattar uppförandet av en ny förskola med intilliggande förskolegård, fullstor idrottshall samt utbyggnation av befintlig skolbyggnad.

Inför planerad byggnation på aktuell fastighet behöver marken utredas med avseende på geotekniska samt miljötekniska förhållanden. Uppsala kommun Skolfastigheter AB har gett AFRY i uppdrag att utföra en sådan utredning.

1.2 Uppdrag och syfte

Arbetet genomförs i två steg, Steg 1 och Steg 2.

Steg 1: Bakgrundsundersökning och provtagningsplan.

- Startmöte med beställare.
- Inläsning av befintligt underlagsmaterial för aktuell fastighet.
- Inhämtning av information från bland annat SGU, SMHI, Länsstyrelsernas EBH-stöd, Riksantikvarieämbetet.
- Platsbesök vid ett tillfälle där platsförhållanden dokumenteras.
- Sammanställning av erhållen information i en provtagningsplan med förslag på miljötekniska fältundersökningar och lokaliseringar av undersökningspunkter.

Steg 2: Utredning enligt framtagen provtagningsplan:

- Fältarbete med provtagning av mark och grundvatten.
- Analyser av provtagna medier.
- Redovisning i en rapport med utvärdering av utfört arbete samt bedömning, inkluderande:
 - Riskbedömning och hanteringsplan avseende halter av metaller i leran.

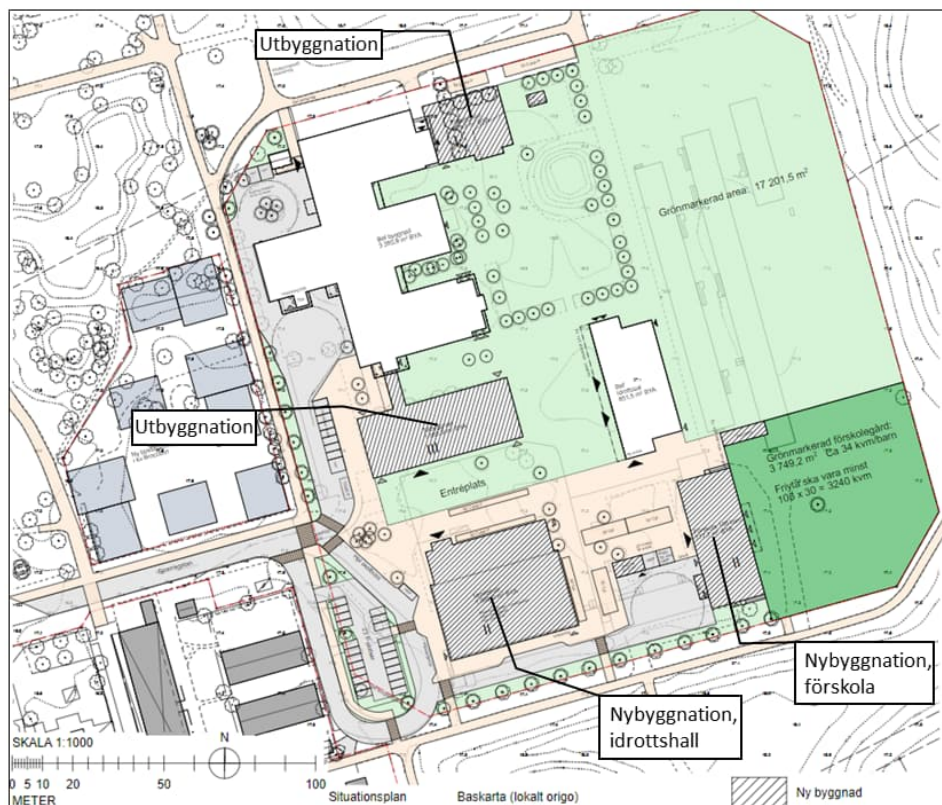
- Beskrivning och hantering av eventuellt förorenad mark.
- Beskrivning av grundvattnet och känslighetsklassning. Bedömning av MÅsenklassning.

1.3 Koordinat- och höjdsystem

Koordinatsystem som används för kartor är SWEREF 99 18 00 och höjdsystem är RH2000.

2 Planerad byggnation

Projektet innefattar uppförande av ny förskola, fullstor idrottshall samt en utbyggnad av den befintliga skolanläggningen. Förskolan kommer att byggas först, se Figur 1. Det planeras även för en gräsbevuxen förskolegård i anslutning till förskolan.

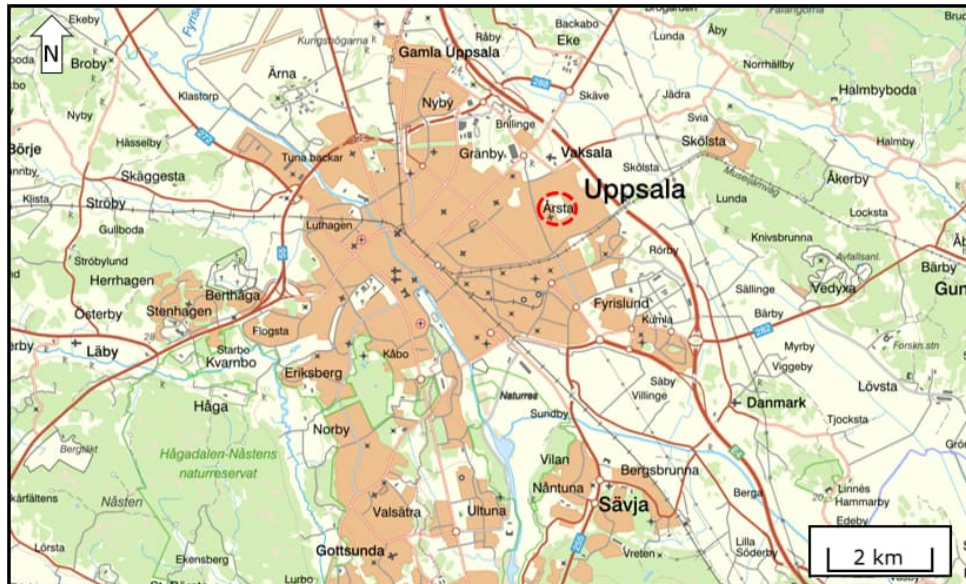


Figur 1. Urklipp ur situationsplan för planområdet (2022-01-20). Källa: Skolfastigheter i Uppsala.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Lokalisering

Området som är aktuellt för byggnationer omfattar ca 3,9 ha och är beläget ca 2,5 km nordöst om Uppsalas stadskärna, se Figur 2. I områdets direkta närhet i nord-, öst- och sydlig riktning finns gröna ytor med flertalet fotbollsplaner samtidigt som närmst belägna bebyggelse finns lokaliserad från ca 80 meter i sydvästlig riktning från områdets tomtgräns, se Figur 3. På planområdet för Årsta 27:1, drivs i dagsläget skolverksamhet.



Figur 2. Översikt över Uppsala med området ungefärligt markerat med röd streckad linje. Källa: © Lantmäteriet.



Figur 3. Ortofoto över det ungefärliga undersökningsområdet (orange linje). Källa: © Lantmäteriet.

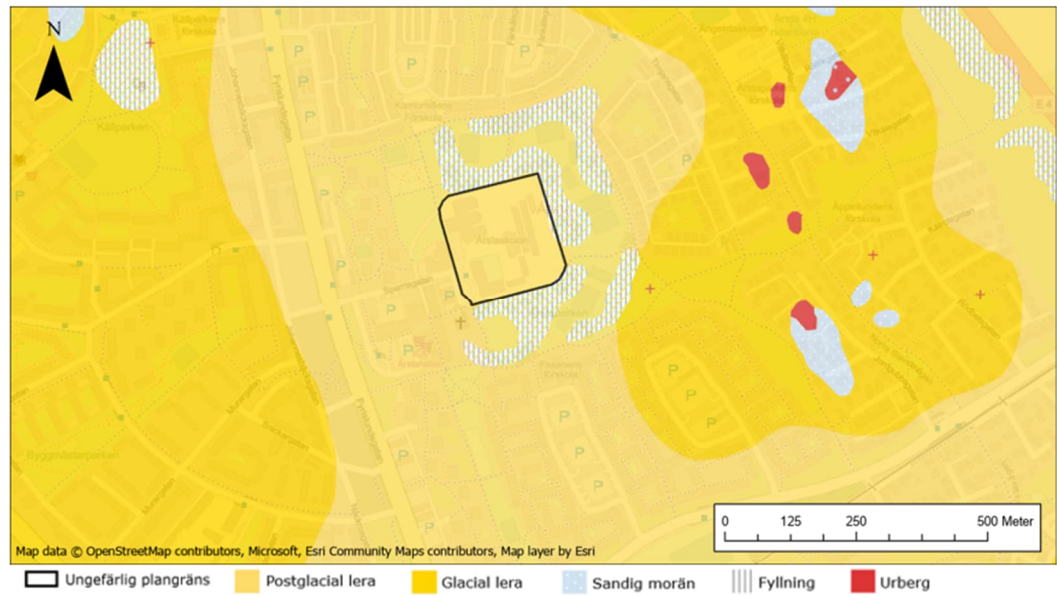
3.2 Topografi

I ett topografiskt perspektiv är områdets terräng relativt flackt och visar på små variationer i höjdlägen där den högsta punktens nivå är ca +20 m över havet, generellt sett varierar dock ytan mellan +17 och +18 inom området. Den del av området som når upp till +20 är en kulle som är skapat artificiellt med hjälp av fyllnadsmassor och är en relativt liten del av skolgården. De topografiska nivåerna är hämtade från Lantmäteriets topografiska karta.

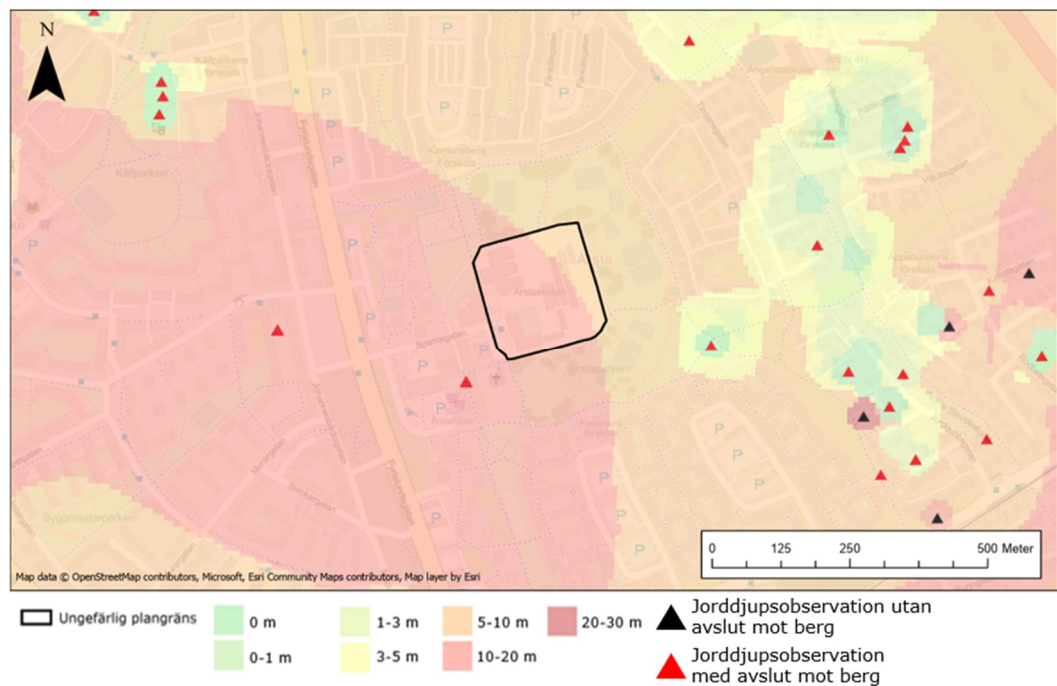
3.3 Geologi

3.3.1 Övergripande jordartsförhållanden

Enligt Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) digitala kartdatabas utgörs det ytliga jordlagret i området främst av postglacial lera. Området är omgivet av fyllnadsmassor och glacial lera, samtidigt som det förekommer mindre stråk av sandig morän och urberg, se Figur 4. Jorddjupet i området varierar enligt SGU:s digitala kartdatabas mellan ca 5–20 meter, se Figur 5.



Figur 4. Översiktlig karta över jordarter i området och dess närhet. Källa: SGU.



Figur 5. Översiktlig karta över jorddjupet inom området och dess direkta närhet. Källa: SGU.

3.3.2 Geotekniska undersökningar

Inom fastigheten

AFRY genomförde, år 2022, en geotekniks undersökning inom planområdet. Detta inkluderade bland annat undersökningar så som CPT-sondering, jord-berg-sondering, viktsondering, skruvprovtagning samt utsättning av grundvattenrör. Enligt undersökningen består det översta marklagret inom området av fyllnadsmassor vars mäktighet varierar mellan ca 0,5 m till 1 m djup. Fyllnadsmassorna ligger på ett lerlager vars mäktighet varierar mellan ca 4 m – 12 m. Genom dels laboratorieanalys, dels okulär besiktning vid miljöprovtagningen gjordes bedömningen att de översta 2–3 meterna av lerlagret består av torrskorpelera för att sedan övergå till siltig lera, alternativt lera, längre ned i jordprofilen. Under leran är det grusig sandmorän.

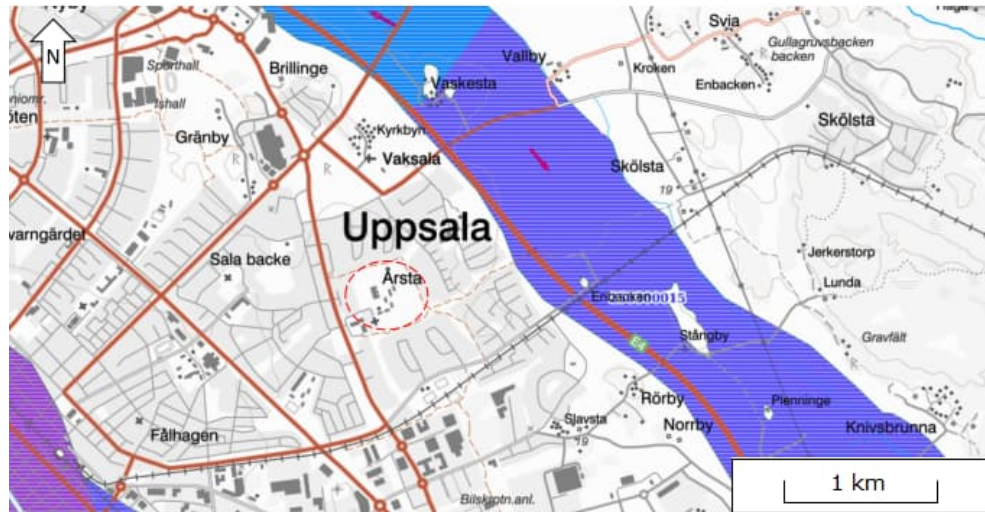
Närliggande undersökningar

Bjerking genomförde, år 2020, en miljö- och geoteknisk undersökning där den provpunkt med kortast avstånd till fastighetsgränsen för Årsta 27:1 var cirka 700 m nordväst om Årstaskolans planområde. Nämda undersökning visade på ett ytligt lager av fyllning med en varierande mäktighet på 0,4 m – 0,8 m, vilandes på en kohesionsjord med en torrskorpelera som övre lager för att sedan övergå till lera längre ned i jordprofilen (Bjerking, 2020). Den totala lermäktigheten varierade mellan 0,8 m – 3,7 m. Lerlagret vilade på en friktionsjord vars mäktighet inte undersöktes i undersökningen. Däremot kunde det vid kornstorleksanalys bedömas att friktionsjorden bestod av Sandig Morän.

3.4 Hydrogeologi

3.4.1 Övergripande grundvattenförhållanden

Enligt SGU:s digitala kartdatabas finns ett grundvattenmagasin i en isälvsavlagring cirka en kilometer öster om planområdet med en uttagskapacitet på mellan 25–125 l/s, se Figur 6.



Figur 6. Översiktlig karta över grundvattenmagasin i det aktuella planområdets närhet. Det aktuella planområdet är markerat med röd streckad linje. Källa: SGU.

3.4.2 Lokala grundvattenförhållanden

Enligt SGU finns det ingen dokumenterad grundvattenakvifer på platsen för planområdet.

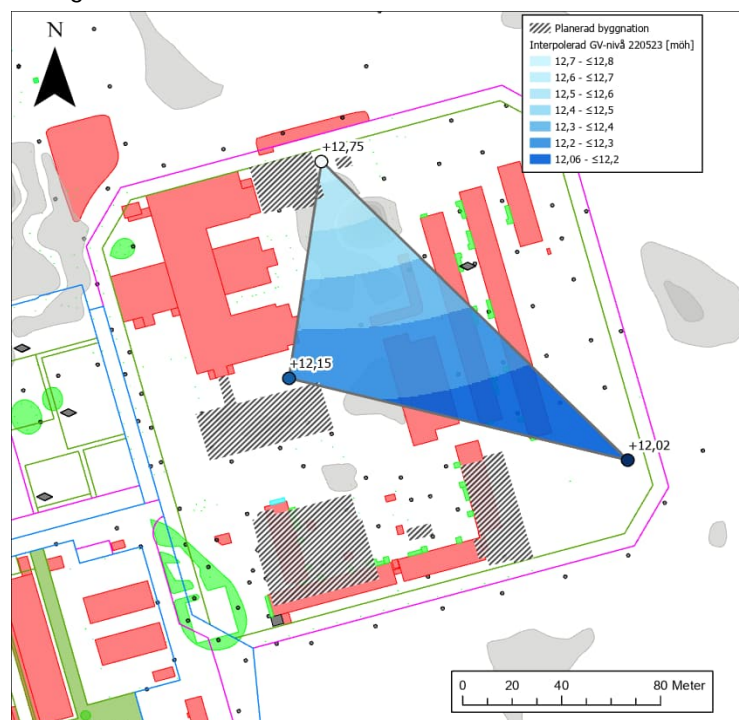
Inom fastigheten finns två grundvattenmagasin, ett övre grundvatten som förekommer i fyllningsmaterialet och ett undre grundvatten som finns i friktionsjorden under leran.

I samband med miljöprovtagningen installerades sex grundvattenrör inom området för att avläsa grundvattennivåer. Mätningarna visade på att grundvattnets nivåer varierade mellan 4,37 m och 6,14 m under markyta för det undre magasinet medan det för det övre magasinet varierade mellan 1,44 m och 2,87 m under markyta, se Tabell 1.

Tabell 1. Grundvattennivåer (inkl. datum för inmätning) för de installerade grundvattenrören samt koordinater, MY (Markyta), RÖK (rörets överkant), spets, och filter (undre eller övre magasinet).

ID	MY (möh)	RÖK (möh)	Spets (möh)	Filter	GV (meter under markyta, 220523)	GV (meter över havet, 220523)
22A001G	17,12	17,12	2,99	UM	4,37	12,75
22A002G	17,27	17,27	5,68	UM	5,12	12,15
22A007G	17,08	18,15	6,65	UM	6,14	12,02
22A008Gö	17,17	17,17	14,11	ÖM	1,44	15,73
22A010Gö	17,58	17,58	13,18	ÖM	2,00	15,58
22A011Gö	17,53	17,53	14,53	ÖM	2,87	14,66

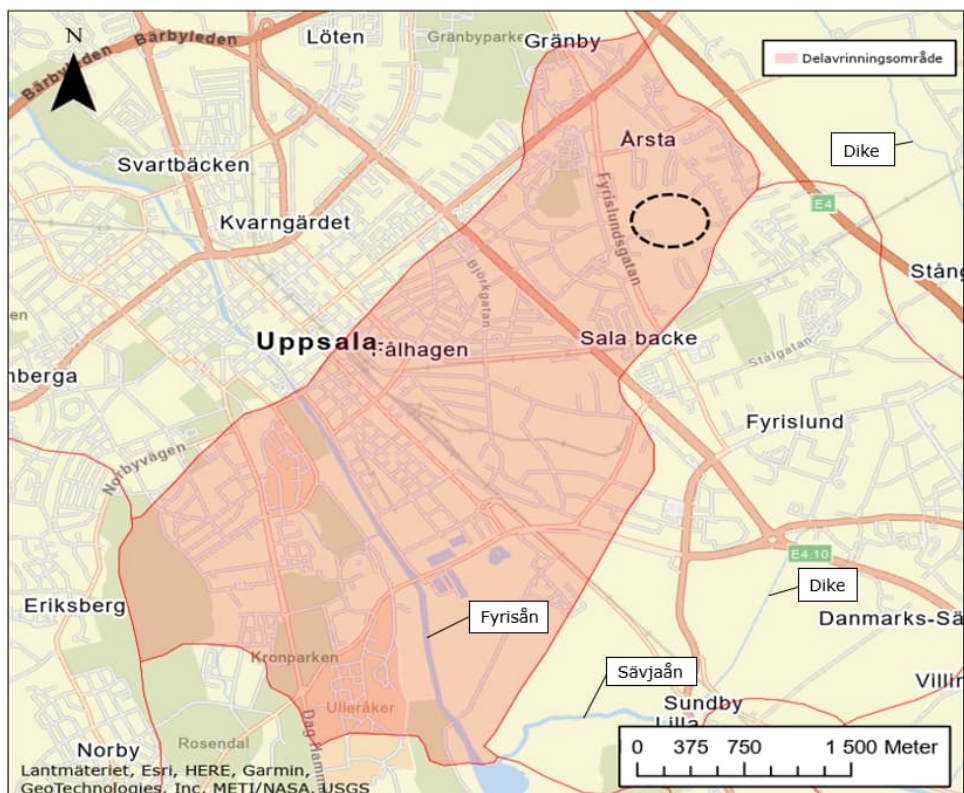
Med grund i de genomförda mätningarna av grundvattennivåer inom området har en interpolerad grundvattenriktning för det undre magasinet tagits fram, vilket indikerar att grundvattenriktningen går mot sydsydöst, se Figur 7.



Figur 7. Lokal grundvattenriktning framtagen genom interpolation av grundvattennivåer för det undre magasinet.

3.5 Hydrologi

Enligt SMHI tillhör det aktuella planområdet ett delavrinningsområde (ID 9364) med utlopp i Fyrisån, se Figur 8. Fyrisån är det närmsta ytvattendraget i sydvästlig riktning, cirka 2,8 kilometer från planområdet.

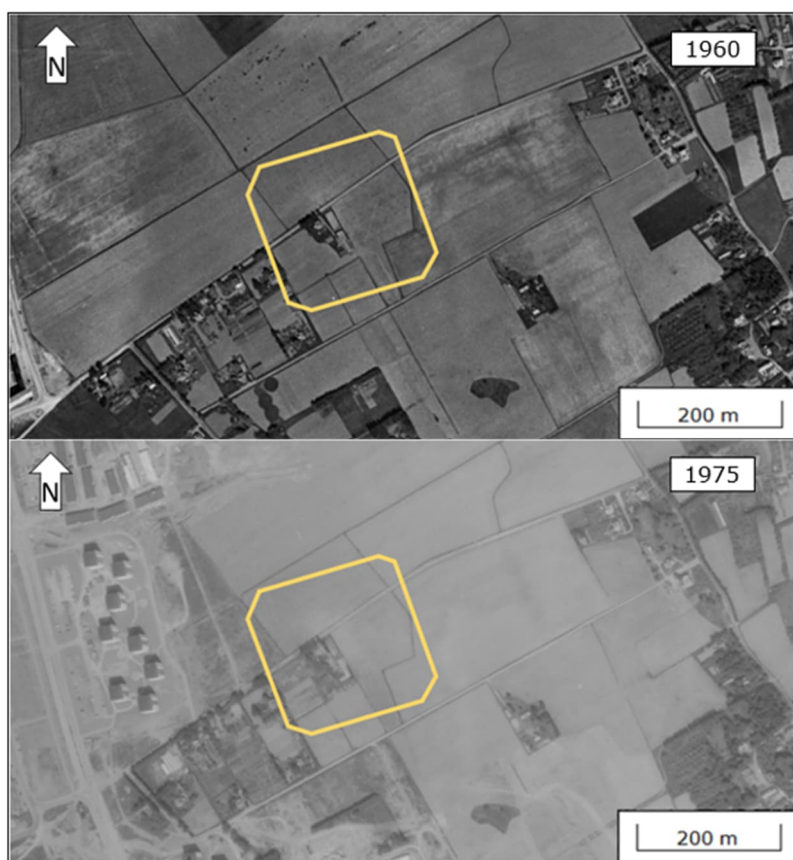


Figur 8. Översiktlig karta över grundvattenmagasin i det aktuella planområdets närhet. Det aktuella området är markerat med röd streckad cirkel. Källa: SGU.

4 Historik och potentiella föroreningar

4.1 Historik

Utifrån historiska ortofoton från Lantmäteriet går det att identifiera en fastighet inom det aktuella planområdet som antas ha använts för att bedriva lantbruk. Den främsta markanvändningen har, historiskt sett, utgjorts av åkermark med avvattnande diken, se Figur 9. Det går en väg tvärs igenom området som har tagits bort efter år 1975.



Figur 9. Historiskt ortofoto över det aktuella planområdet för åren 1960 och 1975. Området är ungefärligt inringat med orange linje.

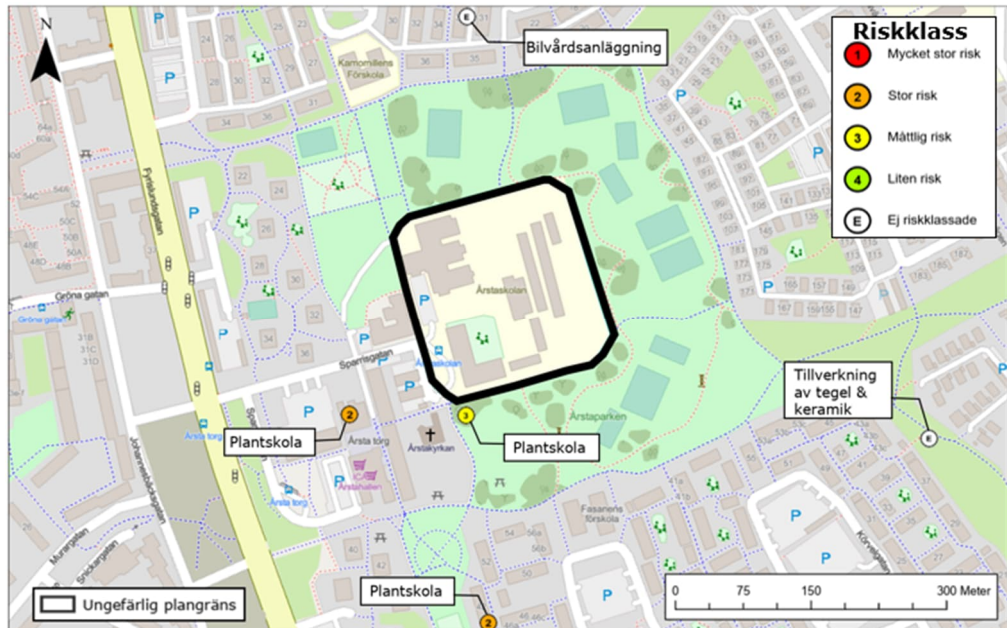
4.2 Potentiellt förorenade områden

Enligt Länsstyrelsernas Informationskarta (Webb GIS) finns det potentiellt förorenade områden i närheten av det aktuella planområdet, se Figur 10. Länsstyrelsen har gjort översiktliga inventeringar enligt MIFO av de tidigare verksamheterna. Inga provtagningar har genomförts och besluten om riskklasser är baserade på framtagna fakta om de olika objekten. Nedan redovisas en sammanställning från dessa utredningar.

Precis söder samt sydväst om planområdet har det tidigare varit plantskolor där det troligen har använts gödnings- och bekämpningsmedel under tiden de var verksamma. Även andra ämnen kan ha använts så som petroleumprodukter till maskiner, fordon och för uppvärmning. Det finns inga exakta uppgifter om vilka bekämpningsmedel som har använts men enligt objektens MIFO-bedömningar var det på den tiden vanligt att plantskolor använde sig av exempelvis DDT, Arsenikgifter och Formalin. Två av plantskolorna, i Figur 10, har fått riskklassning 2 vilket tyder på en stor risk, medan den tredje som ligger närmst planområdet har fått riskklassning 3 och därmed bedöms ha en måttlig risk. Plantskolorna togs i drift mellan 1918 och 1950 och togs sedan ur drift ca 1969.

Norr om planområdet har det tidigare bedrivits en bilvårdsanläggning. Enligt Lantmäteriets MIFO-historik finns ingen information om verksamhetstiden för bilvårdsanläggningen. Vanligt förekommande föroreningar vid bilvårdsanläggningar är petroleumkolväten och PAH:er. Verksamheterna har dock inte varit aktuella för fortsatt utredning och har därmed inte blivit riskklassade av Länsstyrelsen.

I sydväst har det varit tillverkning av tegel och keramik, men detta område bedöms ej vara i uppströms riktning från planområdet. Tegelbruket togs i bruk ca 1859 och dess driftslut tros vara i slutet av 1800-talet.



Figur 10. Översiktlig karta över grundvattenmagasin i det aktuella planområdet närhet. Det aktuella området är markerat med röd streckad cirkel. Källa: SGU.

4.3 Tidigare undersökningar

Enligt information från miljöförvaltningen i Uppsala kommun (2022-04-26) finns inga tidigare miljötekniska eller geotekniska utredningar registrerade på fastighet Årsta 27:1.

WSP genomförde år 2015 en översiktlig miljöteknisk markundersökning på den angränsande fastigheten Årsta 85:1 vars fastighetsgräns endast är ca sex meter västerut från planrådets gräns. Undersökningen inkluderade tre provpunkter där jordprover togs för varje halvmeter ner till 2,5 meters djup i jordprofilen från markytan.

Laboratorieanalys gjordes på ytliga prover tagna från markytan ned till en meters djup för att undersöka halterna av metaller, PAH, BTEX, alifater, aromater och bekämpningsmedel. Från analysen gjordes bedömningen att marken inom fastighet Årsta 85:1 uppfyllde Naturvårdsverkets krav för att marken ska kunna användas för känslig markanvändning (KM) då de analyserade parametrarna ligger under gällande riktvärden för KM. Dessutom låg halterna för undersökta bekämpningsmedel under laboratoriets rapporteringsgräns.

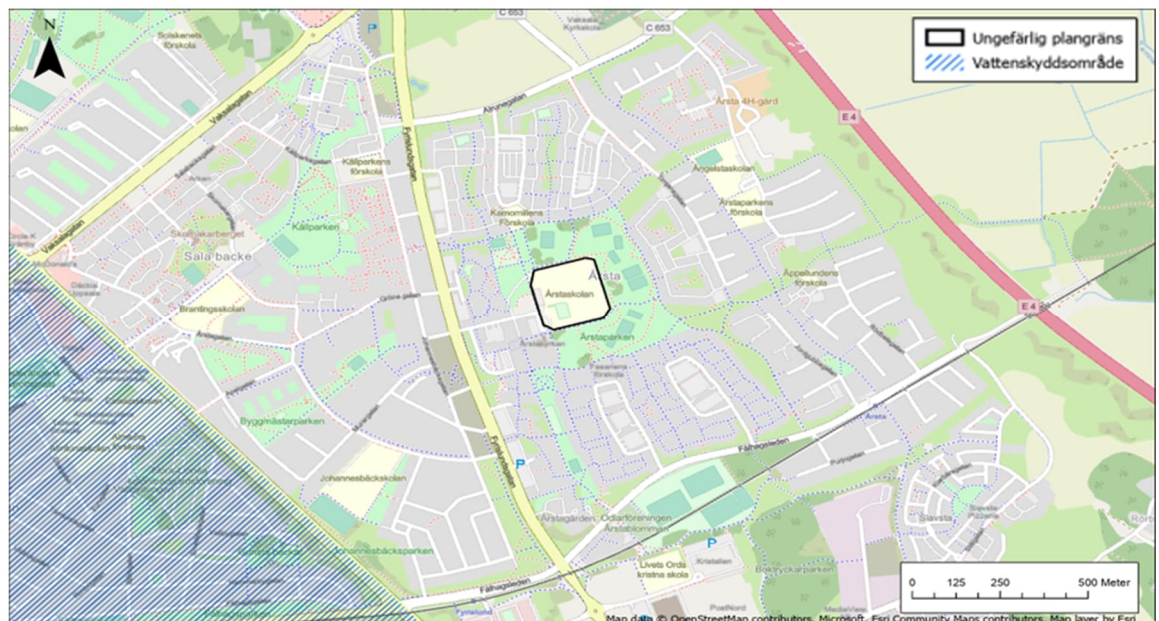
Polygon/AK genomförde år 2020 en miljöinventering av idrottshallen på Årsta skola och kommit fram till att PCB-halter påvisades i utvändigt fogmassa runt fönster. Total PCB-halt i fogmassan uppmättes till 1500 mg/kg (Polygon/AK, 2020).

Ramboll genomförde i mars 2022 en riskbedömning av grundvattenpåverkan för Årsta skola där de kom fram till att mark- och vattenanvändningen inom området inte får medföra negativ påverkan på Uppsala- och Vattholmaåsarnas grundvattenresurs (Ramboll, 2022). Enligt Rambolls bedömning ska det dock vara liten risk för påverkan på miljökvalitetsnormen för grundvattnet ifall skyddsåtgärder vidtas. Åtgärderna skulle då bidra till en riskklassning som är mindre än måttlig.

5 Skyddsobjekt

5.1 Vattenskyddsområde

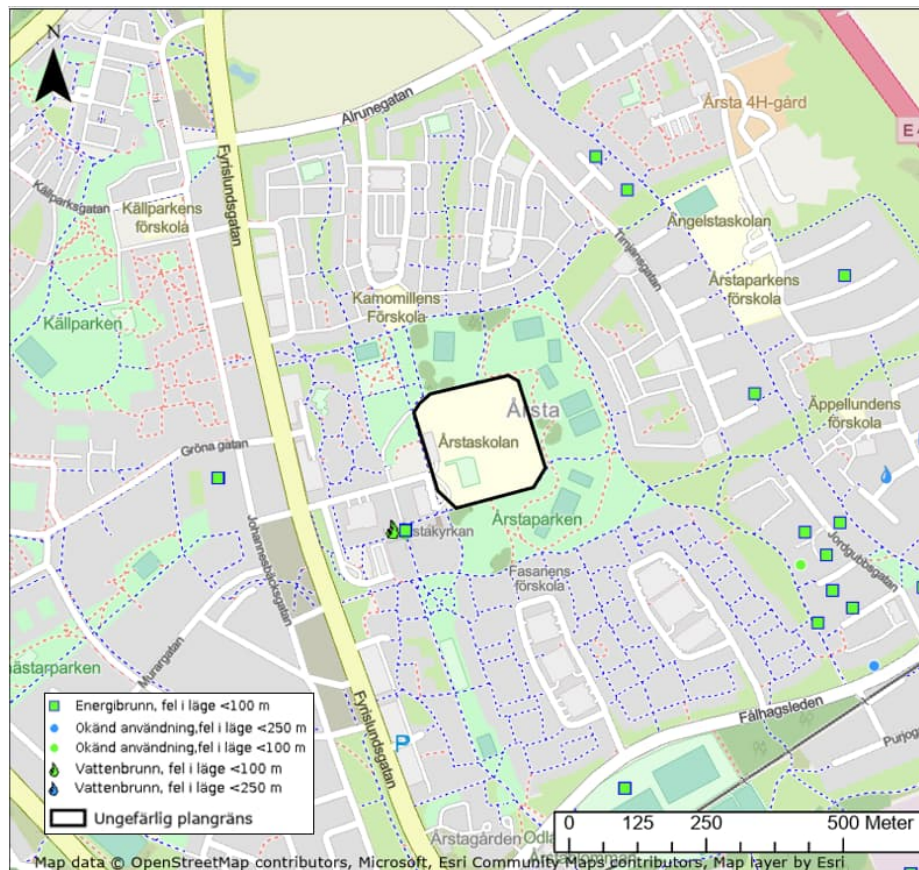
Enligt Naturvårdsverkets karttjänst över skyddad natur finns det inga naturreservat eller vattenskyddsområden inom planområdet. Närmaste vattenskyddsområde ligger ca en kilometer sydväst om området, se Figur 11.



Figur 11. Översiktlig karta över skyddsvärda områden. Källa: Naturvårdsverket.

5.2 Enskilda brunnar

Enligt SGU är det inga brunnar inom planområdet, dock finns det flertal energibrunnar samt enstaka vattentäkter i dess närområde, se Figur 12. Närmaste vattenbrunn är belägen cirka 100 m sydväst om planområdet, där även flera av energibrunnarna är lokaliserade. Jorddjupet vid vattenbrunnen är uppmätt till cirka 17 m medan brunns totaldjup är cirka 21 m. Jorddjupet vid energibrunnarna varierar mellan 14 m och 23 m och är borrade ner till ett djup på cirka 187 m.



Figur 12. Översikt över brunnar i närheten av planområdet.

Källa: SGU.

5.3 Grundvattenförekomst

Enligt SGU ligger den närmast belägna grundvattenförekomsten ca en kilometer öster om planområdet, vilket har visats i Figur 6.

5.4 Övriga skyddsobjekt

Det finns inte något ytvatten eller Natura 2000-områden i närheten av planområdet. Det finns, enligt Riksantikvarieämbetet, inga fornlämningar inom planområdet eller i dess absoluta närhet.

6 Miljöteknisk markutredning

6.1 Provtagningspunkter

Provtagningspunkter för jord och grundvatten har valts ut med hänsyn till att ge en så god översiktlig representation av de områden som planeras för ny- och tillbyggnation av skolbyggnader samt förskola.

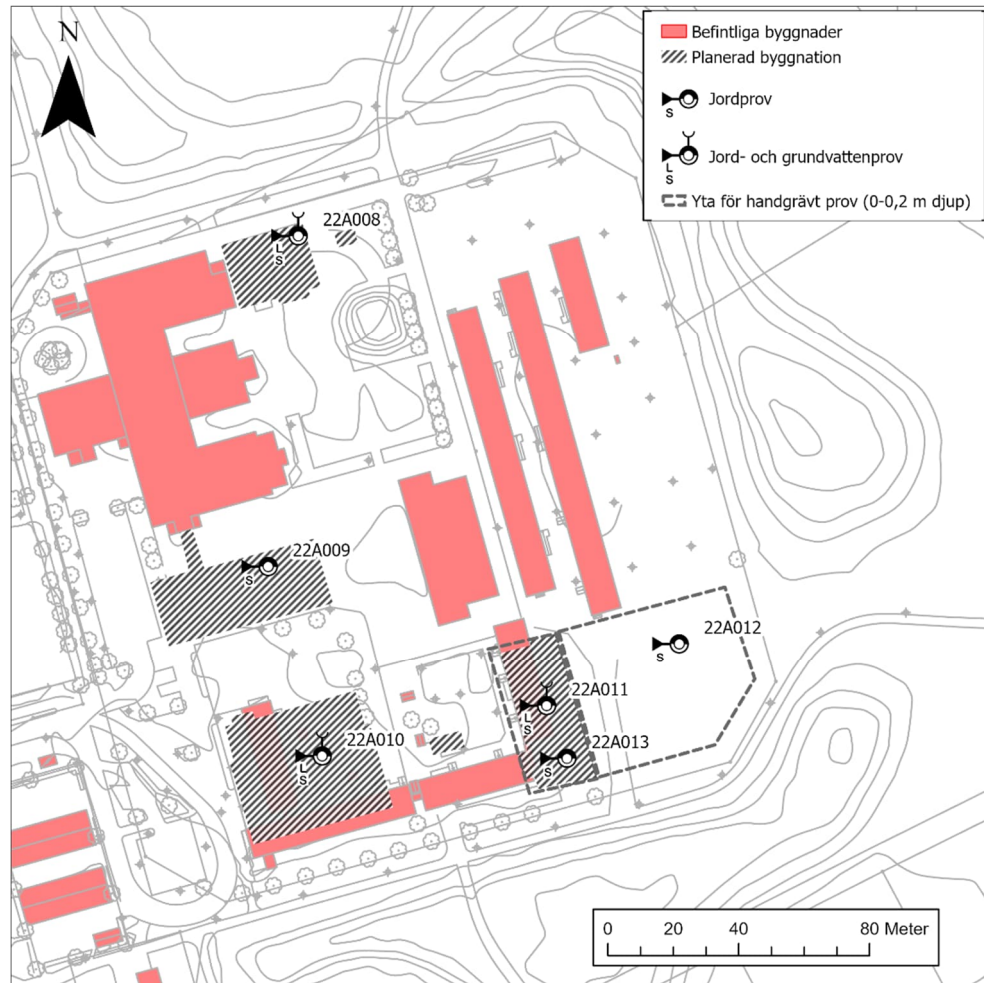
Jordprovtagning med skruvborr och borrarbandvagn utfördes i 6 punkter enligt följande:

- Vid planerade utbyggnationen vid norra delen av skolan: 1 punkt, (22A008).
- Vid den planerade utbyggnationen vid skolområdets västra del: 1 punkt, (22A009).
- Vid den planerade nybyggnationen av idrottshall: 1 punkt, (22A010)
- Vid den planerade förskolegården: 1 punkt, (22A012)
- Vid den planerade nybyggnationen av förskola: 2 punkter, (22A011 & 22A013)

Dessutom uttogs handgrävda samlingsprov från två områden inom planområdet, se ytorna som omsluts av streckad linje i Figur 13.

Utöver uttag av jordprover från de sex provpunkterna etablerades även grundvattenrör i tre av provpunkterna (22A008, 22A010, 22A011). Ett av rören etablerades nära gränsen för planområdets norra sida, medan de två resterande rören placerades i provpunkter på planområdets

södra sida, se Figur 13.



Figur 13. Karta över provpunkter och planerad byggnation. Grundkarta erhållen av Uppsala Skolfastigheter.

6.2 Fältarbeten

6.2.1 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 12 april 2022. Besökets huvudsakliga syfte var att studera tillgänglighet för fältprovtagning samt för att få en uppfattning om platsen i övrigt.

Vid platsbesöket noterades bland annat att de modulbyggnader som enligt kartor är lokaliserade i läget för den nya förskolan har flyttats och nu är belägna parallellt med idrottshallen. Platsen där förskolan var placerad tidigare går att se i Figur 14.



Figur 14. Bild på förskolans tidigare placering, tagen i sydöstlig riktning. Foto: Oskar Ahlstedt (AFRY).

6.2.2 Övergripande

Utsättning av provpunkter samt jordprovtagning genomfördes den 11:e respektive 23:e maj år 2022. Installation och rensumpning av grundvattenrör utfördes den 11:e maj. Grundvattenprovtagning utfördes den 23:e samt 25:e maj.

Fältprotokoll återfinns i bilaga 1 (jord) och bilaga 2 (grundvatten).

6.2.3 Utsättning och inmätning av provpunkter

Utsättning av provpunkter samt inmätning av grundvattenrörens överkanter och markyta vid rör genomfördes med precisions-GPS.

6.2.4 Jordprovtagning

Provtagning med skruvborr och borrhandsvagn genomfördes i 6 punkter ner till 2 – 4 m djup. Jordproverna uttogs halvmetersvis och vid förändring av jordart.

Utöver provtagningen med skruvborr utfördes även 2 st. handgrävda jordprov ner till ca 0,2 m djup. Dessa togs vid den södra delen av planområdet inom området för den tilltänkta nybyggnationen av förskolan samt dess gård.

Under provtagningen utfördes kontinuerlig dokumentation i fältprotokoll avseende jordlagerföljder, provtagningsdjup och okulära intryck. Jordproverna uttogs till provtagningskärl tillhandahållna av laboratoriet samt till gastäta påsar för fältanalys av lättflyktiga ämnen. Uttagna prover förvarades svalt och mörkt i fält samt under transport till laboratorium.

6.2.5 Installation och rensumpning av grundvattenrör

Grundvattenrör installerades i samband med jordprovtagningen i tre av provpunkterna i det övre grundvattenmagasinet, se Tabell 2 för installationsinformation.

Tabell 2. Inmätning av läge och markyta för de installerade grundvattenrören vid Årsta skola.

Rör	Inmätningar (SWEREF 99 18 00, RH2000)				Längder	
	X	Y	MY [möh]	RÖK [möh]	Totallängd (m)	Filter (m)
22A008GÖ	6639426,53	132443,22	17,17	17.154	3	2
22A010GÖ	6639267,19	132450,544	17,582	17.568	4,4	4
22A011GÖ	6639282,58	132519,186	17,527	17.564	3,5	3

I samband med installationen av grundvattenrör genomfördes en rensumpning av vardera rör med hjälp av en peristaltisk pump. Detta genomfördes genom tömning av rören så gott som det var möjligt. I kombination att rören rensumpades utfördes även funktionstest på rören för att avgöra dess funktion, dvs om omkringliggande grundvatten strömmade in i röret.

6.2.6 Grundvattenprovtagning

Två av grundvattenproverna uttogs, med hjälp av peristaltisk pump, ca en vecka efter rens pumpningen av rören medan det tredje provet uttogs tre dagar senare då dess grundvattennivå behövde längre tid för att återhämta sig. Innan provtagningen genomfördes en nivåmätning med hjälp av lod. Två av rören kunde omsättningspumpas med ca tre rörvolymmer medan grundvattenprov för det tredje röret uttogs utan omsättning med anledning av dess låga tillrinning.

6.3 Kemiska analyser

6.3.1 Fältanalyser

Samtliga jordprover analyserades i fält med en fotojonisationsdetektor (PID). Fältmätningen med PID-instrumentet är en relativ analys som indikerar om lättflyktiga kolväten förekommer i jordprovet eller inte. Grundvattnets kvalitet, med avseende på konduktivitet, pH, redoxpotential samt syresättning kontrollerades med fältinstrumentet YSI.

6.3.2 Laboratorieanalyser

Ordinarie analyser

Baserat på fältintryck (färg, lukt, jordlagerföljd) samt resultat från PID-mätning valdes upp till två prover per provpunkt t för analys beroende på vilka ämnen som var tänkta att analyseras.

För kemiska analyser anlätades laboratoriet Eurofins Environment, se Tabell 3 för analysomfattning. Generellt analyserades de förorenande ämnen som är mest vanligt förekommande i Sverige, så som metaller och petroleumkolväten. Denna omfattning har utökats med tanke på:

- Närhet till plantskolor som bland annat kan ge upphov till pesticider.
- TOC för att vid behov kunna utföra riskanalys samt information inför eventuell deponering.

Med anledning av att PCB tidigare har påträffats på skolområdet har två ytligt handgrävda jordprover uttagits för analys av PCB.

Tabell 3. Utförda analyser av jord- och grundvattenprover.

Medium	Analys	Analyskod	Antal
Jord (skruvprovtagning)	Alifater, aromater, BTEX, PAH16, 11 st. tungmetaller inkl. kvicksilver	PSL51	12
	Pesticider handelsträdgårdar (39 st.)	PLWAR	5
	TOC, beräknad	PSL19	6
	Arkivering av ej analyserade prover, 3 mån	SLODX	24
Jord (handgrävning)	PCB	PSLBR	2
Grundvatten	Alifater, aromater, BTEX, PAH16, 11 st. tungmetaller inkl. kvicksilver (lösta metaller, filtrerade prover)	Filtrering på labb: PSL5M	3
	11 st. tungmetaller inkl. kvicksilver (totalhalt, ofiltrerade prover)*	PSL3H	3
	Pesticider i grundvatten (26 st.)	PLW65	3

Kompletterande analyser

Med anledning av att höga halter av metaller kunde påvisas i flera av de ordinarie analyserna så utfördes kompletterande analyser av arkiverade prover för att möjliggöra avgränsning av föroreningar i djupled. Nio kompletterande analyser gjordes för metaller.

Vid provtillfället erhöles okulära indikationer på att jorden innehöll sulfid vilket gjorde att fem uttagna prover, som ansågs innehålla sulfidjord, analyserades med avseende på

järn, svavel och pH. För att avgöra ifall det var sulfidjord på den aktuella platsen gjordes en sammantagen bedömning av resultaten av nämnda parametrar.

6.4 Jämförvärden

6.4.1 Jord

Generella riktvärden

Jämförelser sker med Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark med avseende på känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Nuvarande och kommande verksamhet inom aktuellt område klassificeras som KM.

Riktvärdesindelningen förklaras närmare i rapport 5976 (Naturvårdsverket, 2009) och baseras på ett antal olika aspekter som exempelvis hälsorisker, skydd av grundvatten och skydd av markmiljö. Jämförelsen sker mot de reviderade riktvärdena för förorenad mark som gäller från 1 juli 2016. I riktvärdesmodellen används två olika typer av markanvändning för beräkning av Naturvårdsverkets generella riktvärden:

- Känslig Markanvändning (KM), där markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning. Alla grupper av människor kan vistas permanent inom området under en livstid. De flesta markekosystem samt grundvatten och ytvatten skyddas. KM gäller generellt för exempelvis bostadsmark.
- Mindre Känslig Markanvändning (MKM), där markkvaliteten begränsar val av markanvändning, till exempel kontor, vägar eller industrier. Exponerade grupper antas vara personer som vistas inom området under sin yrkesverksamma tid. Barn och äldre antas vistas tillfälligt inom området. Markkvaliteten ger förutsättningar för markfunktioner som är av betydelse vid mindre känslig markanvändning. Grundvatten (200 m nedströms området) samt ytvatten skyddas. MKM gäller generellt för

exempelvis fastigheter där industriell verksamhet förekommer.

Andra riktvärden; MRR och FA

Ur masshanteringssynpunkt relateras föroreningshalter även till Naturvårdsverkets nivåer för mindre än ringa risk (MRR) vid återvinning av avfall i anläggningsarbeten samt Avfall Sveriges rekommenderade koncentrationsgränser för klassificering av förorenade massor som farligt avfall (FA).

Sulfidjord

För att avgöra förekomsten av sulfidjord bedöms jordens försurningspotential. Detta görs genom att undersöka kvoten mellan mängden svavel och järn i jordprovet. En kvot på tre ger en mycket hög försurningspotential, medan försurningspotentialen är låg om kvoten är över 60. Ju högre försurningspotential, desto större är sannolikheten att jorden är en sulfidjord. Detta vägs även samman med en bedömning av jordens pH-värde, då pH-värden under tre ger en mycket hög försurningseffekt medan ett pH-värde över fem ger en låg försurningseffekt (Vägverket, 2007).

6.4.2 Grundvatten

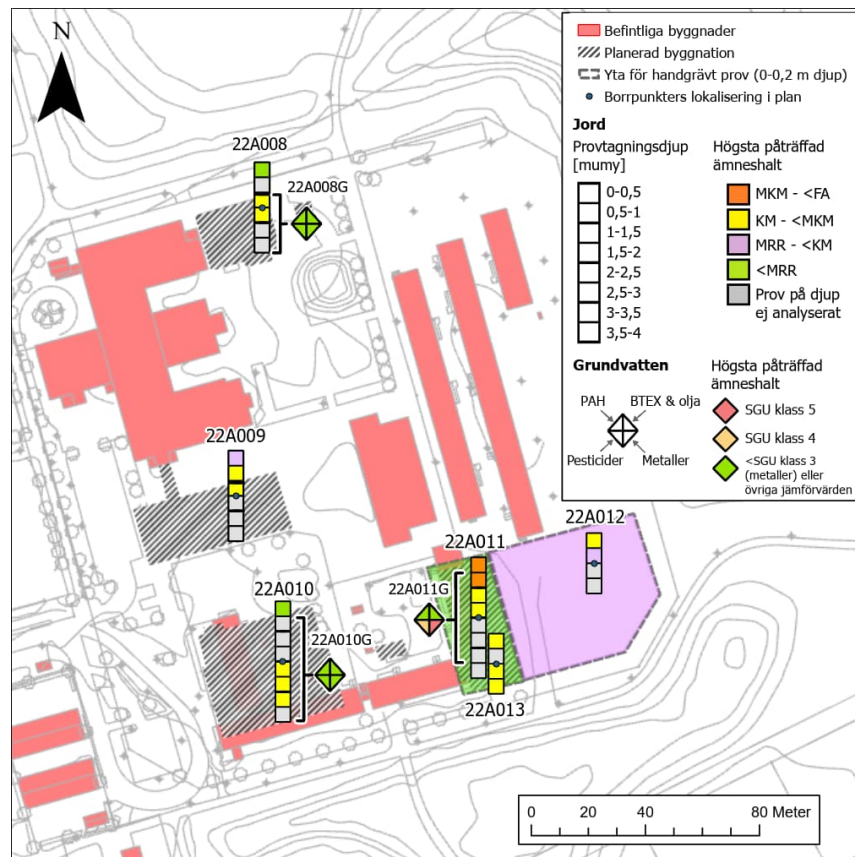
Analysresultat för grundvattenproverna relateras till följande jämförelser:

- SPI:s branschspecifika riktvärden för grundvatten vid bensinstationer (SPI, 2010).
- Sveriges Geologiska Undersöknings bedömningsgrunder för grundvatten (SGU, 2013).
- Nederländska riktvärden för grundvatten har använts för att komplettera riktvärden för barium, kobolt och vanadin (VROM, 2000).

6.5 Resultat

6.5.1 Allmänt och översikt

Analysresultaten från den utförda undersökningen beskrivs nedan i text och bildform. En översikt över erhållna resultat kan ses i Figur 15. För mer analysresultat, se jämförelsetabeller mot generella riktvärden för jord i bilaga 3 samt jämförvärden för grundvatten i bilaga 4.



Figur 15. Påträffade ämneshalter för jord och grundvatten i förhållande till jämförvärden. Klammarna bredvid staplarna för jordprovtagning visar nivåer för grundvattenrörets vattenintag.

6.5.2 Fältobservationer och fältanalyser

Totalt analyserades 34 stickprov av jordproverna med ett PID-instrument för att detektera flyktiga organiska kolväten (VOC). Samtliga prover visade på en halt under 5 ppm, se fältprotokoll i bilaga 1.

Genom okulär undersökning av upptagna jordprover har det bland annat påträffats tegelbitar i fyllnadsmaterialet. Det

fanns även indikationer på inslag av sulfidlera i vissa provpunkter då dessa hade mörkare gråsvarta partier, vilket ofta är signifikativt för sulfidlera.

6.5.3 Laboratorieanalyser Jord

Metaller

Halter av ämnet arsenik har överskridit MKM i 2 av 21 analyserade jordprover. Utöver detta har arsenikhalter mellan KM och MKM påträffats i ytterligare sju prover. Medelvärdet av de uppmätta halterna arsenik i jordproverna överskrider KM.

Det har även påträffats halter mellan KM och MKM av metallerna kobolt (12 av 21 undersökta jordprover), nickel (8 av 21 undersökta jordprover) samt barium (5 av 21 undersökta jordprover), se Tabell 4.

Halter mellan MÄRR och KM har påvisats för metallerna kadmium, krom, koppar, zink samt bly, se bilaga 3.

PAH, pesticider och PCB

I ett av tolv analyserade jordprover har polycykliska aromatiska kolväten med hög molekylvikt (PAH-H) påträffats i en halt som överskrider KM.

Vid analys av bekämpningsmedel har det i ett av fem jordprover påvisats DDT, dock i halter som underskrider riktvärdet. I resterande jordprover så underskrider laboratoriets rapporteringsgräns för bekämpningsmedel.

De två handgrävda samlingsproven som har analyserats för PCB visar på halter som underskrider laboratoriets rapporteringsgräns.

TOC

TOC-mängden i jordproverna varierar mellan 0,34 – 2,6 %.

Sulfid

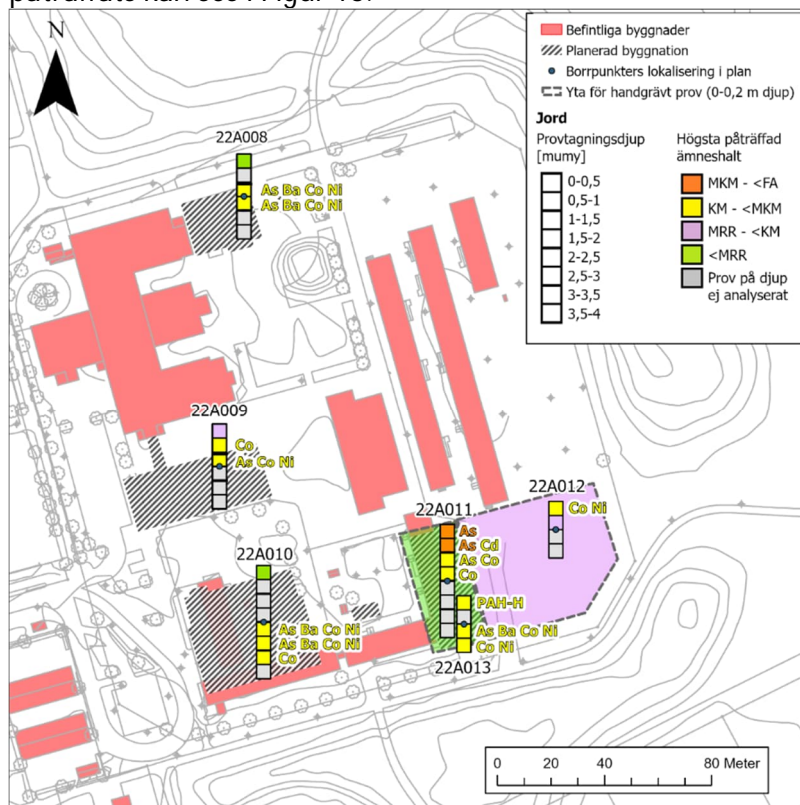
Baserat på utförda laboratorieanalyser av järn, svavel och pH bedöms jordproverna ej betecknas som sulfidlera.

Tabell 4. Analyserade jordprover med halter överskridande MRR och KM.

Ämne (mg/kg TS)		Arsenik	Barium	Kadmium	Kobolt	Nickel	Bly	PAH-H	
Riktvärden	MRR	10	-	0,2	-	35	20	0,5	
	KM	10	200	0,8	15	40	50	1	
	MKM	25	300	12	35	120	400	10	
	FA	1000	50000	1000	1000	1000	2500	50	
Provpunkter (Djup: m u my)	22A008	0-0,4	2,3	30	< 0,20	6,1	7,8	8,4	< 0,11
		1-1,65	11	220	0,26	21	47	22	< 0,11
		1,65-2	11	230	0,3	22	49	22	
	22A009	0-0,6	7,1	110	0,22	13	28	18	< 0,11
		0,6-1	9,1	120	< 0,20	17	34	18	< 0,11
		1-1,5	10	180	0,37	19	41	22	
	22A010	0-0,5	< 1,9	22	< 0,20	4,3	4,8	7,8	< 0,11
		2,2-2,5	11	250	0,47	26	53	22	
		2,5-3	11	230	0,26	22	44	23	< 0,11
		3,2-3,5	8,4	160	0,39	16	33	20	
	22A011	0-0,5	25	17	< 0,20	4	5,1	5,2	< 0,11
		0,5-0,9	63	17	2,1	3,9	5	5,5	
		0,9-1,5	20	150	0,25	16	34	14	< 0,11
		1,5-2,0	< 13*	140	< 0,68*	17	33	14	
	22A012	0-0,4	8,6	180	0,24	19	42	22	< 0,11
		0,4-1	5,6	120	< 0,20	14	30	14	< 0,11
	22A013	0-0,7	5,4	110	0,25	12	22	17	1,2
		1-1,5	10	230	0,31	22	47	24	
1,5-2		6,8	170	0,23	19	40	18	< 0,11	

*Med anledning av tillfälligt förhöjd rapporteringsgräns för laboratoriet är det osäkert om dessa värden ligger över eller under riktvärdet.

En överblick över föroeningarna som har påträffats i de olika provpunkterna inom området, samt vilket djup dessa har påträffats kan ses i Figur 16.



Figur 16. Påträffade ämneshalter i jord på olika provtagningsdjup. Svarta punkter i staplarnas mitt markerar var i plan borringarna utfördes och staplarnas höjd motsvarar totalt borrhjup.

6.5.4 Laboratorieanalyser Grundvatten

Analysresultat visar att prover från ett av de tre rören i det övre magasinet överstiger klass 3 (måttlig halt) när de jämförs med SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten. Detta gäller grundvattenrör 22A011GÖ för metallerna arsenik och zink, samt bekämpningsmedlet terbutylazin-2-hydroxy. Högst påträffad metallhalt i grundvattenprovet motsvarar SGU:s bedömningsklass 5 (mycket hög halt), detta gäller för arsenik där halterna är över tre gånger högre än gränsen för att klassas som mycket hög halt. I samma grundvattenrör har det påvisats halter av terbutylazin-2-hydroxy som överskrider bedömningsklass 4 (hög halt) samt halter av metallen zink som överskrider bedömningsklass 3 (måttlig halt), se Tabell 5.

Övriga ämnen och metaller når antingen inte över laboratoriets rapporteringsgräns eller också finns de endast i mycket låga eller låga halter enligt SGU:s bedömningsgrunder (klass 1 eller 2), se bilaga 4.

Tabell 5. Analysresultat för arsenik, zink och bekämpningsmedel som påträffats i grundvattenprover i halter över klass 2 i relation till SGU:s bedömningsgrunder.

Parameter	Enhet	SGU:s bedömningsgrunder för grundvatten					Provtagningspunkter
		Klass 1 Mycket låg halt	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Måttlig halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt	
							22A011GÖ Filterdjup: 0,6–3 (m u my)
Arsenik As	µg/l	<1	1–2	2–5	5–10	≥10	35
Zink Zn	µg/l	<5	5–10	10–100	100– 1000	≥1000	50
Terbutylazin-2- hydroxy	µg/l	<0,01	0,01–0,025	0,025– 0,05	0,05–0,1	≥0,1	0,06

7 MÅsen: Utredning av grundvattenpåverkan

7.1 Bakgrund

7.1.1 Allmänt

Kommunens mål är att grundvattenförekomsterna Uppsala- och Vattholmaåsarna ska uppfylla miljö kvalitetsnormerna (MKN) för grundvatten samt gränsvärden för dricksvatten enligt Livsmedelverkets föreskrifter. Uppsala kommun vill säkerhetsställa skyddet av grundvattenförekomsternas tillrinningsområden vid nuvarande markanvändning och framtida exploatering i Uppsala med omnejd. Uppsala kommun har därför tagit fram riktlinjer för marken inom tillrinningsområdet som ska användas vid bedömning av markens förutsättningar för ny exploatering utifrån risker för grundvattnet. Riktlinjerna redovisas i rapporten *Riktlinjer för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde* (Uppsala kommun, 2018).

Nedan förklaras kort tillrinningsområdenas olika känslighetsklasser samt de olika stegen i en riskhanteringsprocess. För detaljerad metodikbeskrivning avseende riskbedömning av grundvattenpåverkan hänvisas till Geosigmas rapport *Risikanalyis av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. Slutrapport Måsen Etapp 2* (Geosigma, 2018).

7.1.2 Känslighetsklasser

Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde har delats in i fyra känslighetsklasser som utgår från tillrinningsområdets geologiska och hydrogeologiska förhållanden. Med känslighet avses hur känslig en specifik plats är för att en förorening på eller i marken ska påverka grundvattnet i Uppsala- och Vattholmaåsarna så att de inte kan användas som resurs för dricksvattenförsörjning. Följande fyra känslighetsklasser beskrivs mer ingående i Tabell 6:

- Klass 1: Extrem känslighet
- Klass 2: Hög känslighet
- Klass 3: Måttlig känslighet
- Klass 4: Låg känslighet

Tabell 6. Definition av känslighetsklasserna hög, måttlig och låg. Källa: (Geosigma, 2018).

<p>H. Hög känslighet</p> <p>a) Lera med mäktighet mindre än 5 m som överlagrar isälvsmaterial.</p> <p>b) Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar isälvsmaterial och som avvattnas mot områden i klass extrem.</p> <p>c) Lera som överlagrar morän och som avvattnas mot områden i klass extrem.</p> <p>d) Morän och bergområde inom 1000 m från kontaktytan mellan morän och utbredning isälvsmaterial med hydraulisk kontakt med isälvsmaterial.</p> <p>M. Måttlig känslighet</p> <p>a) Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar isälvsmaterial och som avvattnas mot klass hög.</p> <p>b) Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar morän och som avvattnas mot klass hög.</p> <p>c) Lera med mäktighet mindre än 5 m som överlagrar morän som inte avvattnas mot områden i klass extrem.</p> <p>d) Morän och bergområde på ett avstånd större än 1000 m från kontaktytan mellan morän och utbredning isälvsmaterial med hydraulisk kontakt med isälvsmaterial.</p> <p>e) Morän och bergområde inom 1000 m från kontaktytan mellan morän och utbredning isälvsmaterial utan hydraulisk kontakt med isälvsmaterial.</p> <p>L. Låg känslighet</p> <p>a) Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar isälvsmaterial och som inte avvattnas mot områden i klass extrem eller hög.</p> <p>b) Lera med mäktighet större än 5 m som överlagrar morän och som inte avvattnas mot områden i klass extrem eller hög.</p> <p>c) Morän- och bergområden på ett avstånd större än 1000 m från kontaktytan mellan morän och isälvsmaterial utan hydraulisk kontakt med isälvsmaterial.</p>
--

7.1.3 Riskhanteringsprocess

Riskhanteringsprocessen inkluderar följande steg:

- Riskinventering: Inventering av riskobjekt som kan hota grundvattenförekomsten och på vilket sätt (utifrån befintlig och planerad markanvändning) samt identifiering av skyddsobjekt.
- Riskanalys: Riskerna för skadehändelser och vilken typ av förorening de kan ge upphov till analyseras samt föroreningens mängd och farlighet. Sannolikheten beskrivs, dvs. hur ofta skadehändelsen kan förväntas inträffa, och vad konsekvensen kan bli om de inträffar.

En skadehändelse riskklassas därefter utifrån bedömd sannolikhet samt konsekvenserna av skadehändelsen. Beroende på områdets känslighet, som nämns i kap. 7.3.2 har konsekvenserna olika mycket påverkan.

- Riskhantering och skyddsåtgärder: Riskvärdering och förslag på riskreducerande åtgärder för de skadehändelser som identifierats. Behov av skyddsåtgärder utgår från dess riskklassning som i sin tur bestäms av sannolikhetsklasser och konsekvenser.

7.2 Tidigare utförd riskbedömning

7.2.1 Allmänt

Ramboll genomförde i mars, 2022, en riskbedömning av grundvattenpåverkan vid Årsta 27:1, se *PM Riskbedömning av grundvattenpåverkan - Årsta Skola och Förskola* (Ramboll, 2022).

7.2.2 Riskanalys

I Rambolls riskbedömning av grundvattenpåverkan (Ramboll, 2022) för nuvarande och planerad markanvändning inom Årsta 27:1 utfördes en riskanalys utifrån identifierade skadehändelser, resultaten av denna redovisas i Bilaga 7. Enligt den riskanalys som Ramboll har genomfört bedöms riskklassningen vara mindre än måttlig.

7.3 Uppdaterad riskbedömning

7.3.1 Allmänt

Den tidigare utförda riskbedömningen genomfördes innan geo- och miljötekniska undersökningen var påbörjad, varav det nu har tillkommit information i och med sagda undersökningars genomförande. Detta betyder att Rambolls tidigare utförda riskbedömning kan uppdateras.

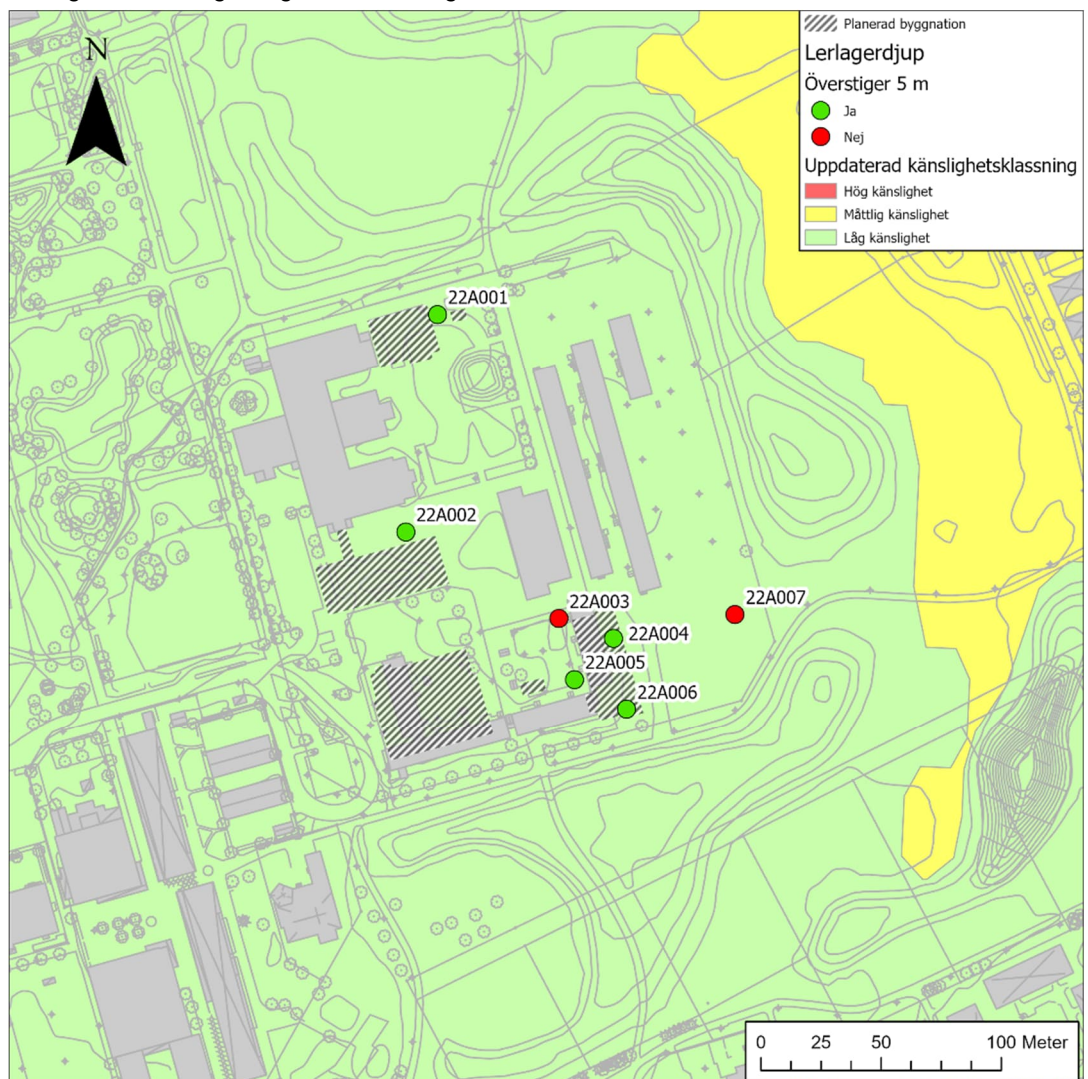
7.3.2 Riskinventering

Känslighetsklassning

Enligt Uppsala kommuns känslighetskarta för grundvatten (daterad 18-04-2023) ligger planområdet inom ett område med låg känslighetsklassning, se Figur 17. Detta överensstämmer bra med resultaten från undersökningar av grundvattennivåer och jordlager som AFRY genomförde 2022.

Lerans mäktighet överstiger i de flesta punkter 5 m och interpolation av grundvattnets nivåer i det undre magasinet under leran visar att grundvattnet flödar i sydsydostlig riktning. Området bedöms inte ha hydraulisk kontakt med isälvsmaterial inom ett avstånd på 1000 m. Baserat på detta bedöms området omfattas av definition c) för låg känslighet, se Tabell 6.

En översikt över Uppsala kommuns känslighetsklassning och lerlagrets mäktighet går att se i Figur 17.



Figur 17. Uppdelning av borrhypor med lerlagermäktighet under och över 5 m, samt känslighetsklassningen för grundvattnet. Källa: Känslighetskartan, (Uppsala kommun, 2023).

För områdesbeskrivning, se kap. 3. Se kap. 9 för ytterligare information gällande fältobservationer samt analysresultat från utförd provtagning.

Risikinventering- Föroreningar

Det har, i jordprover, påträffats arsenik i halter över MKM i en punkt inom undersökningsområdet. Utöver det har det kunnat påvisas halter mellan KM och MKM av arsenik, barium, kobolt och nickel i flertalet punkter. Dessutom har det i en punkt påträffats PAH-H i halter mellan KM och MKM.

I en av provpunkterna har det, i grundvattnet, påträffats arsenik över SGU:s riktvärde för klass 5 (mycket hög halt). I samma punkt har det, i grundvattnet, även påträffats halter av bekämpningsmedlet terbutylazin-2-hydroxy som ligger över SGU:s riktvärde för klass 4 (hög halt) samt halter av zink som är över SGU:s riktvärde för klass 3 (måttlig halt).

7.3.3 Riskanalys

Då diverse metaller samt PAH-H har påträffats i jorden inom undersökningsområdet kompletteras tidigare utförd riskanalys med en riskbedömning för spridning av dessa föroreningar till grundvattnet.

I detta fall har Naturvårdsverkets beräkningsverktyg använts för att kunna bedöma exponeringsrisken via grundvattnet för respektive påträffat ämne.

PAH-H

Enligt Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden är riktvärdet för PAH-H avseende skydd av grundvatten 5,3 mg/kg och riktvärdet för intag av dricksvatten är 28 mg/kg. Högsta påträffade halt av PAH-H i jord inom undersökningsområdet är 1,2 mg/kg, vilket understiger riktvärdena för skydd av grundvatten samt intag av dricksvatten.

PAH-H är mycket svårslösligt i vatten och förekommer därför ofta i låga koncentrationer i vatten. PAH binds huvudsakligen till, och transporteras med, partiklar och organiskt material.

Förmågan att binda sig till en fast fas gör att PAH-H kan förbli i marken under mycket lång tid. Utifrån ovanstående bedömer AFRY att farligheten hos PAH-H i detta fall är måttlig avseende grundvatten, i enlighet med Geosigmas klassificering av farlighet för PAH-H. Detta skiljer sig från Rambolls riskbedömning, där samtliga exponeringsvägar verkar ha inkluderats. I deras rapport har farligheten hos PAH-H bedömts som mycket stor.

Barium

Beräkningsverktyget för riktvärden redovisar att riktvärdet för barium för skydd av grundvatten är 6 100 mg/kg medan intag av dricksvatten är 2 600 mg/kg. Högsta påträffade halt av barium i jord inom undersökningsområdet är 250 mg/kg vilket understiger ämnets riktvärden med tanke på exponering via grundvatten.

Barium är giftigt i höga koncentrationer och kan leda till bland annat skador på hjärta och njurar, men är ej cancerogent. Potentialen för bioackumulering av barium är låg (Naturvårdsverket, 2006). Då barium inte bedöms vara giftigt i låga koncentrationer i kombination med riktvärden för grundvatten och dricksvatten gör AFRY bedömningen att farligheten för barium är måttlig med avseende på grundvatten.

Kobolt

För kobolt är riktvärdet för skydd av grundvatten 240 mg/kg medan intag av dricksvatten är 45 mg/kg. Högsta påträffade halt av kobolt i jord inom undersökningsområdet är 26 mg/kg vilket understiger ämnets riktvärden med tanke på exponering via grundvatten.

Vid höga koncentrationer anses kobolt vara cancerogent och kan även störa reproduktionen för vissa vattenlevande djur (Naturvårdsverket, 2006). Då kobolt inte bedöms vara giftigt i låga koncentrationer i kombination med riktvärden för grundvatten och dricksvatten gör AFRY bedömningen att farligheten för kobolt är måttlig med avseende på grundvatten.

Nickel

Riktvärdet för skydd av grundvatten för nickel är 43 mg/kg och intag av dricksvatten är 390 mg/kg. Högsta påträffade halt av nickel i jord inom undersökningsområdet är 49 mg/kg vilket överskrider riktvärdet för skydd av grundvatten.

Nickel kan ackumuleras i näringskedjan och vid höga koncentrationer leda till att jordens grobarhet försämras då den mikrobiella aktiviteten påverkas (Naturvårdsverket, 2002) Höga koncentrationer av nickel kan leda till akut nickelförgiftning som kan resultera i illamående, yrsel och huvudvärk. Med dessa faktorer i åtanke gör AFRY bedömningen att nickels farlighet är måttlig med avseende på grundvatten.

Kadmium

Med hänvisning till Naturvårdsverkets beräkningsverktyg är riktvärdet för skydd av grundvatten för kadmium 7,2 mg/kg medan intag av dricksvatten är 3,1 mg/kg. Högsta påträffade halt av kadmium i jord inom undersökningsområdet är 2,1 mg/kg, vilket underskrider riktvärdet för skydd av grundvatten. AFRY gör, med bakgrund i detta, bedömningen att kadmiums farlighet är måttlig med avseende på grundvatten.

Arsenik

Enligt Naturvårdsverkets beräkningsverktyg för riktvärden är riktvärdet för arsenik för skydd av grundvatten 22 mg/kg och riktvärdet för intag av dricksvatten är 0,83 mg/kg. Högsta påträffade halt av arsenik i jord inom undersökningsområdet är 63 mg/kg, vilket överstiger både riktvärdet för skydd av grundvatten och intag av dricksvatten. Dessutom har det, i ett av grundvattenproverna, påvisats halter av arsenik på 0,035 mg/l vilket överstiger SGU:s riktvärde för klass 5 (Mycket hög halt).

Med hänsyn till de relativt låga riktvärdena och dess akuttotoxicitet gör AFRY bedömningen att farligheten för arsenik är stor med avseende på grundvatten.

Övergripande riskbedömning

Med bakgrund i detta gör AFRY den sammanvägda bedömningen att riskklassningen för spridning av förorenade ämnen ska höjas från måttlig till stor risk, se Tabell 7. Bedömningen är genomförd med hjälp av riskmatriser, framtagna av Geosigma, (Geosigma, 2018).

Tabell 7. AFRY:s riskanalys utifrån skadehändelse för spridning av påträffad förorening i jord till grundvattnet, baserat på geosigas riskmatriser.

Skadehändelse	Påträffad förorening i jord	Mängd	Farlighet	Mängd/farlighet	Konsekvens	Sannolikhet	Risk
Spridning/ökad spridning från kända förorenade områden	Arsenik	Stor	Stor	Stor	Stor	5	Stor risk
Spridning/ökad spridning från kända förorenade områden	Barium	Liten	Måttlig	Måttlig	Måttlig	3	Förhöjd risk
Spridning/ökad spridning från kända förorenade områden	Kobolt	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	3	Förhöjd risk
Spridning/ökad spridning från kända förorenade områden	Nickel	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	3	Förhöjd risk
Spridning/ökad spridning från kända förorenade områden	Kadmium	Liten	Stor	Måttlig	Måttlig	3	Förhöjd risk
Spridning/ökad spridning från kända förorenade områden	PAH-H	Liten	Måttlig	Liten	Lindrig	3	Förhöjd risk

7.3.4 Riskhantering och skyddsåtgärder

Då risken för skadehändelsen "Spridning från kända förorenade områden", i detta fall spridning av arsenik till grundvattnet, riskklassas som "Stor risk" bedömer AFRY att riskreducering för denna skadehändelse är erforderlig med tanke på risken för grundvattnet.

Rambolls tidigare bedömning av riskreducerande åtgärder behöver därför kompletteras. Ramboll har tagit fram förslag på skyddsåtgärder för följande aktiviteter/platser som kan medföra skadehändelser:

- Körbara ytor och upplag
- Infiltration av dagvatten
- Dagvatten- och spillvattenledningar
- Brandbekämpning
- Mark- och schaktarbeten

För mer information om tidigare föreslagna skyddsåtgärder hänvisas till Rambolls rapport.

8 Bedömningar och rekommendationer

8.1 Inledning

8.1.1 Allmänt

AFRY har, inom fastighet Årsta 27:1, utfört jordprovtagning med skruvborr samt med handgrävning. Grundvattenrör har installerats med efterföljande grundvatten-provtagning. Uttagna prover har skickats på analys för att undersöka potentiella föroreningar.

Bedömningarna nedan baseras på utförda provtagningar av jord och grundvatten.

8.1.2 Förorenande ämnen

Arsenik har påträffats i halter över MKM i en av provpunkterna och över KM i tre av de resterande punkterna. Högst halter har påträffats inom den översta metern i jordlagret (fyllnadsmaterial). Utöver dessa har halter över KM även påträffats av metallerna barium, kobolt och nickel i sex andra provpunkter.

I en av provpunkterna har polycykliska aromatiska kolväten med hög molekylvikt (PAH-H) påträffats i en halt som överskrider KM. Övriga analyserade parametrar påträffades endast i låga halter eller i halter under laboratoriets rapporteringsgräns.

I ett av de uttagna grundvattenproverna påvisades halter av arsenik över SGU:s riktvärde för klass 5, mycket hög halt. I samma rör har det även påträffats halter av zink som överstiger bedömningsklass 3 samt halter som översteg SGU:s bedömningshalt 4 av bekämpningsmedlet Terbutylazin-2-hydroxy. Övriga ämnen har antingen uppmätts i låga halter eller varit under laboratoriets rapporteringsgräns.

8.2 Riskbedömning – mark och grundvatten

8.2.1 Jord - exponeringsrisk på fastigheten

Föroreningar har påträffats i yttlig jord vilka bedöms kunna medföra en stor risk för direkt exponering via hudkontakt, inandning av damm och/eller oralt intag. Exponering bedöms även kunna förekomma av djupare belägna föroreningar i samband med schaktningsarbeten.

Bortschaktning av särskilt ytligt belägna föroreningar medför en minskad risk för exponering.

8.2.2 Grundvattenkvalitet

Av de tre grundvattenrör som har använts för provtagning är det grundvattenrör 22A011GÖ, beläget på den södra delen av planområdet, som sticker ut vad gäller analysresultat. I nämnda provpunkt har det påträffats halter av arsenik som överstiger SGU:s bedömningsklass 5 (mycket hög halt). I samma rör har det även påträffats halter av zink som överstiger bedömningsklass 3 (måttlig halt). Övriga metaller har antingen uppmätts i låga halter eller varit under laboratoriets rapporteringsgräns.

Utöver metaller har det, i nämnda grundvattenrör, påträffats halter som översteg SGU:s bedömningshalt 4 (hög halt) av Terbutylazin-2-hydroxy som är en nedbrytningsprodukt av

ogräsmedlet Terbutylazin, vilket har varit förbjudet att användas i Sverige sedan 2003. Då terbutylazin-2-hydroxy har en relativt hög benägenhet att lösas i vatten, vilket gör det mer lättroligt, går det inte att utesluta att ämnet har transporterats dit från annan plats med hjälp av grundvattnet.

8.2.3 Skydd av grundvatten - MÅsen

AFRY bedömer att påträffade halter av arsenik i jord föranleder behov av riskreducerande skyddsåtgärder med avseende på spridning av föroreningen till grundvattnet. Om förorenade jordmassor schaktas bort för att minska riskerna för direkt exponering kommer detta även att minska risken för grundvattnet.

Vid eventuell framtida pålning, vid byggnation, föreslås att övre fyllnadsmassor där det har påträffats föroreningar grävs bort. Detta för att undvika att förorening förs ned i markprofilen i riktning mot grundvattnet.

Med hänsyn till undersökningsområdets geografiska placering i förhållande till närliggande grundvattenförekomster, saneringsåtgärder, samt Rambolls identifierade skyddsåtgärder, bedöms risken för påverkan på MKN för grundvattenförekomsten fortsatt vara liten.

8.3 Överskottsmassor

Tolv av 21 jordprover visade på metallhalter mellan MRR och KM, vilket betyder att jorden inte kan återanvändas på annan fastighet utan anmälan eller tillstånd från ansvarig miljömyndighet. Information om förorenade ämnen behöver delges mottagningsanläggning dit eventuella schaktmassor skickas för vidare behandling och återvinning eller deponering. Olika deponiägare kan ha olika krav på dokumentation av massornas kemiska innehåll.

9 Rekommendationer

AFRY rekommenderar att en kompletterande markundersökning med borrhavn utförs i syfte att avgränsa påträffade föroreningar.

Då Naturvårdsverkets riktvärden är generella rekommenderar AFRY att platsspecifika riktvärden (PSRV) tas fram för påträffade ämnen, som anpassas efter lokala förhållanden i området. Detta för att på ett bättre sätt kunna bedöma vilka halter som kan vara kvar på fastigheten.

Föroreningar vars halter är över PSRV kan behöva schaktas bort. Utöver det kan ett kontrollprogram inför schaktning behöva tas fram.

10 Myndighetskontakter

Miljöförvaltningen i Uppsala kommun behöver underrättas om påvisade föroreningar enligt 10 kap. 11§ miljöbalken.

Minst 6 veckor innan påbörjade schaktarbeten i förorenade massor behöver en anmälan om avhjälpande åtgärder enligt 28§ förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd lämnas in till Uppsala kommuns miljöförvaltning.

11 Referenser

- Bjerking. (2020). *PM Miljö- och Geoteknik Norra Salabackestråket*. Daterad 2020-03-03.
- Geosigma. (2018). *Risکانالys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. Slutrapport Måsen Etapp 2*.
- Naturvårdsverket. (1999). *Metodik för inventering av förorenade områden - Bedömningsgrunder för miljö kvalitet*. Rapport 4918.
- Naturvårdsverket. (2002). *Spårelement i mark, grödor och markorganismer*. Rapport 5158.
- Naturvårdsverket. (2006). *Metallers mobilitet i mark*. Rapport 5536.
- Naturvårdsverket. (2009). *Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning*. Rapport 5976.
- Polygon/AK. (2020). *Miljöinventering Årsta skola, Idrottshallen*. Daterad 2020-11-12.
- Ramboll. (2022). *PM Riskbedömning av grundvattenpåverkan - Årsta Skola och Förskola*. Daterad 2022-03-18.
- SGU. (2013). *Bedömningsgrunder för grundvatten*. SGU-Rapport 2013:01.
- SPI. (2010). *SPI Rekommendation, Efterbehandling av förorenade bensinstationer och dieselanläggningar*.
- Uppsala kommun. (2023). *Kommunkarta*. Hämtat från <https://kartportal.uppsala.se/> [2023-08.23]
- VRM. (2000). *Streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering. Staatscourant 24 februari 2000, nr 39*.
- Vägverket. (2007). *Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordmassor*. 2007:100.
- WSP. (2015). *Översiktlig miljöteknisk undersökning för fastighet Årsta 85:1*. Daterad 2015-03-26.

