

Hydrogeologisk utredning – påverkan på riksintressen väst om Fyrisån

Underlag till detaljplan D för kapacitetsstark kollektivtrafik Uppsala
kommun



Författare: Julian Kolesnik Lindgren
julian.lindgren@lektus.se

Granskning: Emil Friberg
emil.friberg@wsp.com

18220005 Uppsala Spårväg Beställarstöd

Innehåll

1. Inledning	3
2. Förutsättningar	3
2.1. Underlag.....	3
3. Geologi.....	4
4. Hydrogeologi	5
5. Ultuna Källa	6
5.1. Fältbesök	9
6. Dricksvattenproduktionen vid Bäcklösa	9
7. Planerad konstruktion för brostöd	10
8. Generella hydrogeologiska risker kopplade till grundläggningsarbetet.....	11
8.1 Pålning	11
8.2 Schaktning.....	12
9. Bedömning av påverkan riksintresset Ultuna källa.....	13
9.1 Pålning	13
9.2 Schaktning.....	13
10. Slutsatser	14
11. Källhänvisning.....	15

1. Inledning

Den planerade bron över Fyrisån har en sträckning som innefattar en brokonstruktion med 15 brostöd varav två landfästen och 13 mellanstöd, vilka ska grundläggas med pålar. Bron utgör en del av den planerade spårvägen i Uppsala och tillhör detaljplan för Kapacitetsstark kollektivtrafik delsträcka D. Inom området finns två utpekade riksintressen relaterade till grundvatten. Det ena avser Ultuna källa, ett riksintresse för naturvård och den andra är Bäcklösa vattenverk, som tillhör riksintresse för anläggningar för vattenförsörjning - Uppsalas dricksvattenanläggningar. Enligt Miljöbalken ska områden av riksintresse skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada dem, t.ex. om de värden som utgör grunden för riksintresset går förlorade.

Föreliggande rapport syftar till att beskriva nämnda riksintressen utifrån relevanta hydrogeologiska aspekter kopplat till planerat anläggningsarbete för bron över Fyrisån och delsträcka D. Vidare beskrivs vilken typ av risker som generellt är förknippade med grundläggningsarbete och som eventuellt kan påverka nämnda skyddsobjekt. Efter genomgång av risker följer en bedömning av eventuell skada på riksintressena.

2. Förutsättningar

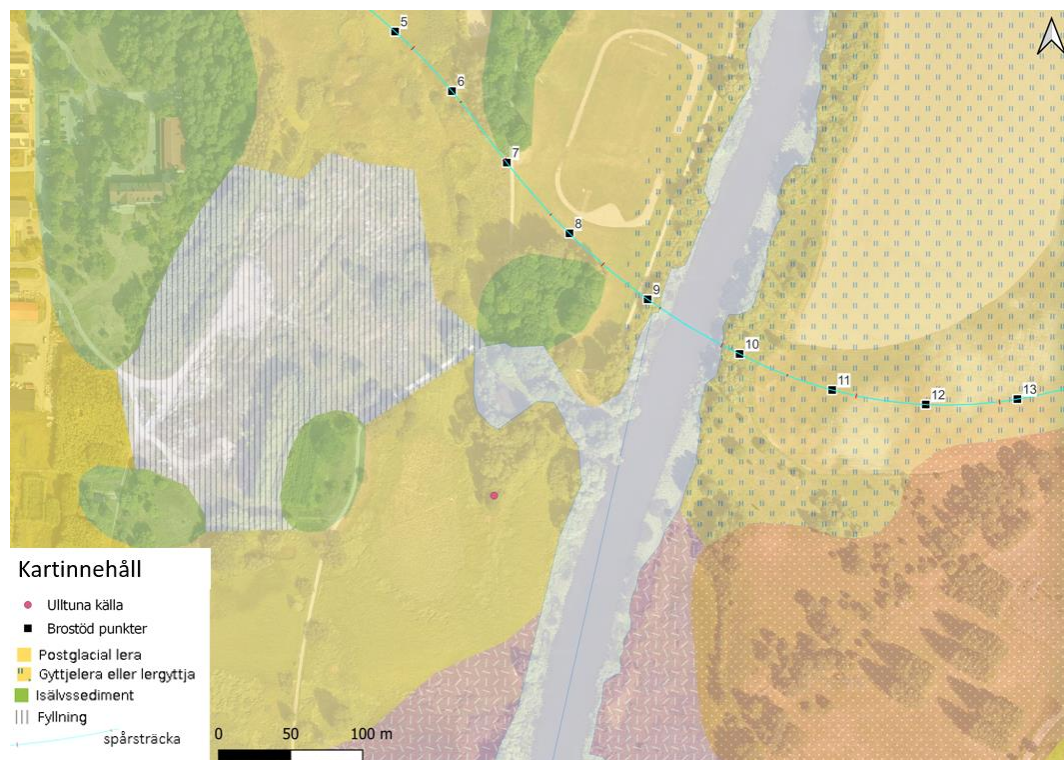
2.1. Underlag

Följande rapporter har utgjort underlag till föreliggande PM:

- Projekterings PM geoteknik – Spårvägen, bro över Fyrisån (WSP, 2023)
 - Inledande PM för hydrogeologiska förutsättningar samt projektpåverkan på vattenförekomsternas MKN (Bjerking, 2020)
 - Karta över förslag till riksintesseområde för anläggningar för dricksvattenförsörjning (Uppsala vatten, 2024)
 - Beslut över RI Uppsala (havochovatten, 2016)
 - Ultuna källor, områdesnummer NRO03078 (Länsstyrelsen, 2005)
-

3. Geologi

Den planerade spårsträckan passerar väster om Fyrisån, ett område dominerat av postglacial lera som överlagrar rullstensåsen som utgörs av isälvsediment som ställvis går i dagen, se Figur 1. Närmare ån vid spårsträckan och norröver samt på den östra sidan om ån förekommer ett vidsträckt område av gyttjelera.



Figur 1. Jordarstkarta med underlag från SGU, här ses även brostöd nr 5 till 13.

Enligt de geotekniska sonderingar som har utförts i området (WSP, 2023) för de närmast planerade brostöden (brostöd 8–10) utgörs undergrunden av 3,8 m, 4,6 m respektive 8 m kohesionsjord, dvs lera. Isälvsedimentet under lerlagret undersöktes inte närmare men sondering utfördes ned till 33 m, 39 m respektive 57 m utan att påträffa berg.

4. Hydrogeologi

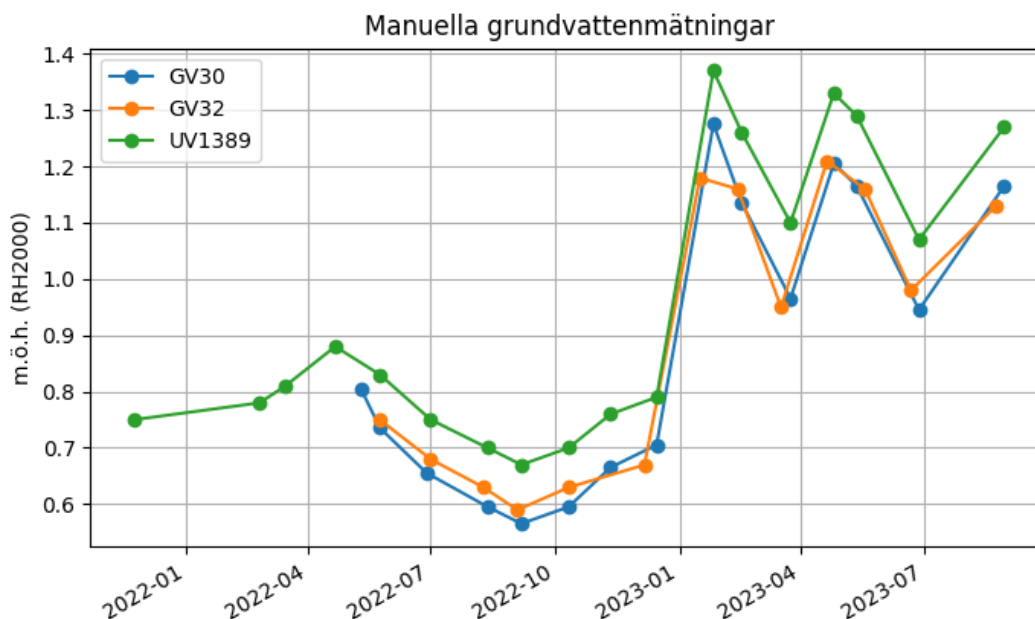
Hydrogeologin präglas av Uppsalaåsens utbredning som generellt går i nord-sydlig riktning. Åsen utgörs av isälvsediment som kännetecknas av en god vattenförande förmåga. Utifrån projektets grundvattenrör är strömningsriktningen sydlig, vilket stämmer överens med den översiktliga kännedomen om åsen. Figur 2 visar de närliggande grundvattenrörrens placering i förhållande till den planerade bron över Fyrisån och Ultuna källa. I dessa punkter har mellan 10 och 20 mätningar skett sedan 2022 ca 1 gång i månaden, se Figur 3 och sammanställningen i Tabell 1. I januari 2024 installerades ytterligare två grundvattenrör väster om Fyrisån men är ej inkluderade i sammanställningen med anledning av den begränsade mätserien.



Figur 2. Grundvattenrör i närhet till Ultuna Källa. Grundvattenröret från Uppsala Vatten visas ej i kartbilder p.g.a. sekretess.

Tabell 1. Uppmätta grundvattennivåer i grundvattenrör, angivet i + nivåer (RH2000).

ID	Marknivå	Min	Median	Medel	Max	Meter under markyta	Antal mätvärden
GV30	1,53	0,57	0,77	0,86	1,28	0,25–0,96	14
GV32	1,28	0,59	0,85	0,88	1,21	0,07–0,69	12
UV1389	ca 2	0,67	0,81	0,93	1,37	0,63–1,33	17



Figur 3. Grundvattennivåer i närmast belägna grundvattenrör till Ultuna källa.

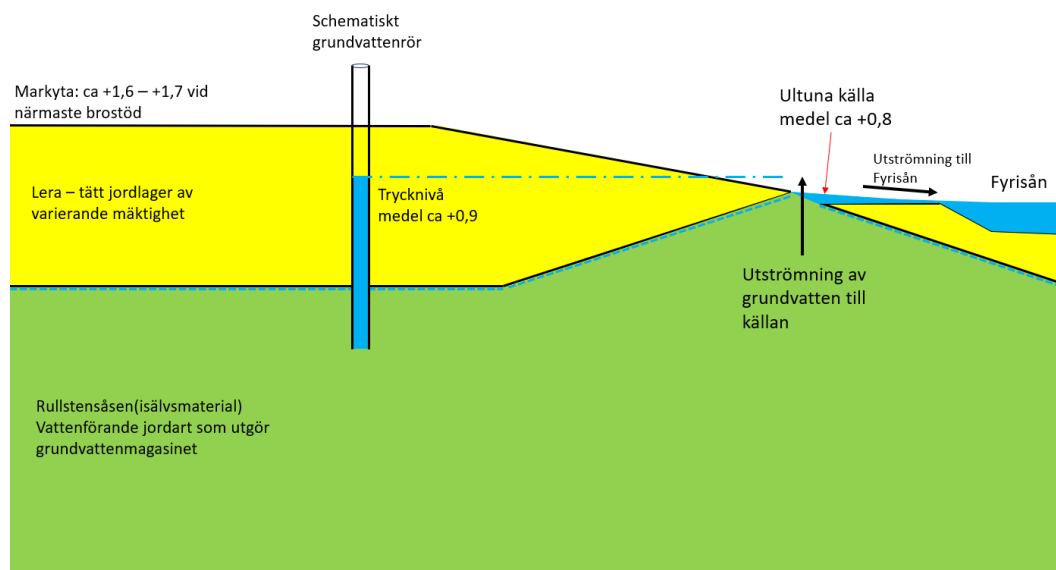
5. Ultuna Källa

Söder om Ultuna sker ett utläckage av grundvatten i Ultuna källa. En källa utgörs av en distinkt plats inom ett utströmningsområde där grundvatten avrinner som ett ytvatten. För att ett utflöde ska klassas som en källa behöver utströmning ske stor del av året och inte enbart vid tex snösmältning¹.

Ultuna källa utgörs av ett litet område där åsen kommer i dagen i en omgivning av lera. Grundvattentrycket vid detta läge är högre än marknivån och följaktligen strömmar grundvattnet i en uppåtgående riktning för att ansamlas och därefter strömma vidare enligt markens topografi ut mot Fyrisån. Flödet har i SGU:s källarkiv uppskattats till mellan 10–50 l/s. Generellt är grundvattentrycket högre i magasinet än nivån i källan, se Figur 5. Därmed fyller grundvattenmagasinet källan med vatten.

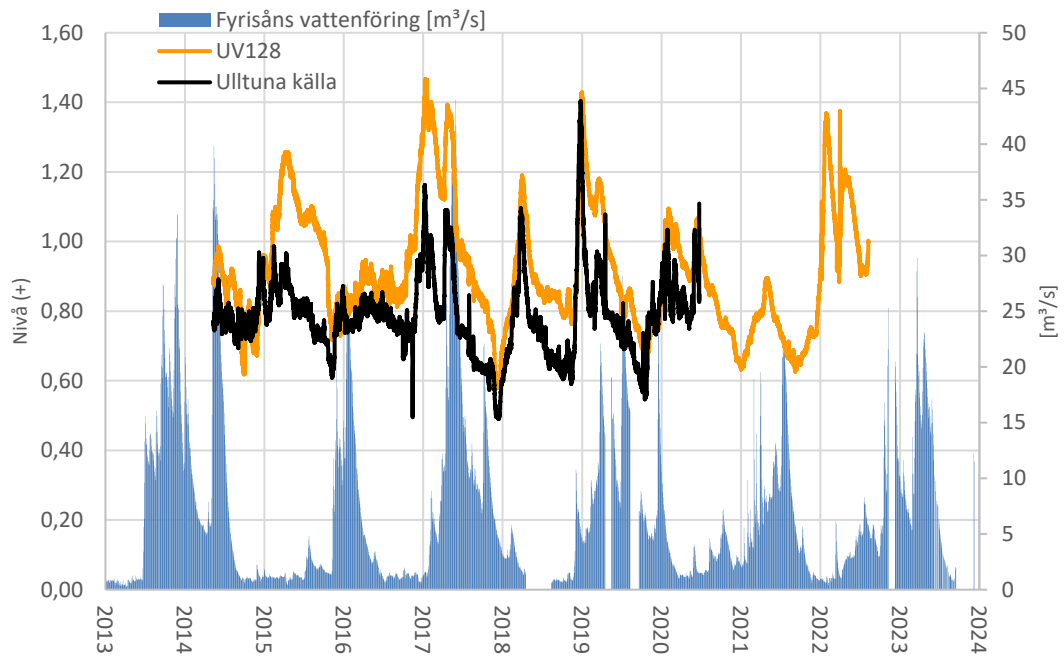
En schematisk profil för Ultuna källa har tagits fram (se Figur 4). Schematisk figur över jordartsförhållanden respektive grund- och ytvatten. Där illustreras hur åsen till stor del täcks av lera, men i några punkter går isälvssediment i dagen (motsvarande gröna områden i Figur 2 ovan). Vid dessa kan grundvattnet i åsen få kontakt med ytvatten.

¹ Källor i Sverige, Källakademin, 2012



Figur 4. Schematisk figur över jordartsförhållanden respektive grund- och ytvatten.

Vattennivån i Ultuna källa är aningen lägre än ett närliggande grundvattenrör, vilket är väntat för att en utströmning ska kunna ske. Det finns dock några kortare perioder när nivån i källan är högre än grundvattennivån i röret. Detta innebär att ytvatten från källan då kan återinfiltrera ned i grundvattenmagasinet eller att vattenmassorna hamnar i jämvikt under marknivå. Den höga nivån sammanfaller dock inte med hög vattenföring i Fyrisån, se Figur 5. Det är dock ovanligt att vattennivån i källan är högre än grundvattennivån och det sker enbart under en kortare tid.



Figur 5. Sammanställning av grundvattennivå i UV128, ytvattnet i Ulltuna källa samt vattenföringen i Fyrisån.

5.1. Fältbesök

Från fältbesök den 7 september 2023 observerades följande:

Källans omfattning där grundvattnet strömmar ut bedöms vara i storleksordningen några meter i diameter.

Strömningsriktning bedöms ske från isälvsediment vid källmyrningen via en norrgående passage för att sedan utströmma i Fyrisån. Huruvida strömningsriktningen var strömningsdriven eller endast temporärt vinddriven vid besöket är osäkert. Vattenspegeln var konstant från källan ut till Fyrisån.

Djup till botten varierar. Vid källan bedömdes djupet uppgå till ca 1 m. Vid ”passagen” norrut bedömdes djupet vara grundare.



Figur 6. Sediment vid källan, bedömt som sand / isälvsediment.



Figur 7. Vattenansamlingen närmast i bild är den norrgående ”passagen” som utgår från källan och leds till vänster om bilden ut mot den borte vattenansamlingen som står i kontakt med Fyrisån.

6. Dricksvattenproduktionen vid Bäcklösa

Vattenverket i Bäcklösa förses med råvatten i form av grundvatten som pumpas ur Uppsalaåsen från ett antal uttagsbrunnar i brunnsområde Sunnersta. Information om uttagsbrunnarnas lägen är sekretessbelagd och kan därför inte redovisas i föreliggande

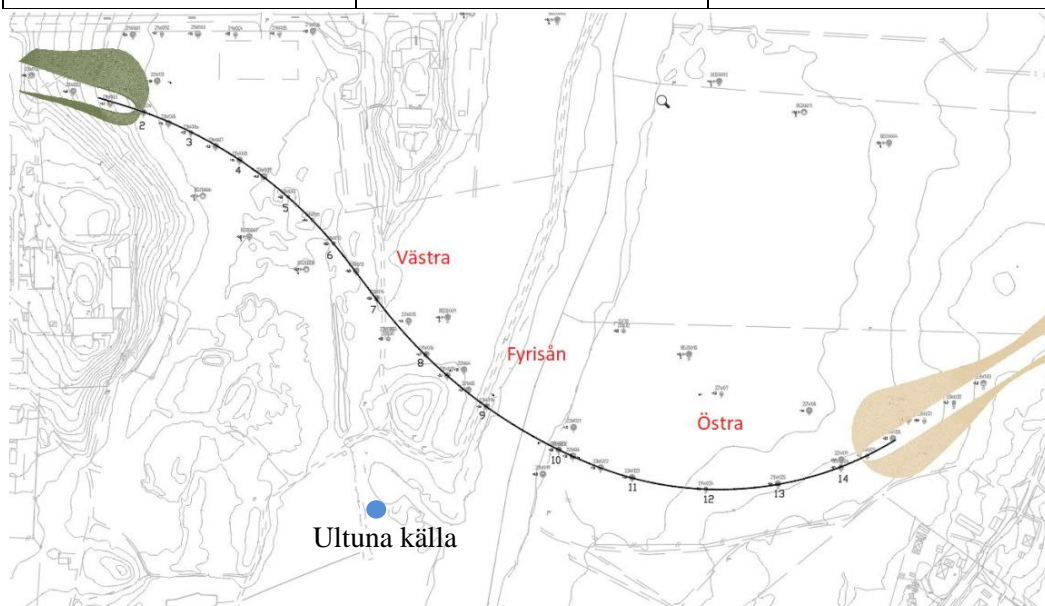
PM. Det närmaste avståndet från spårsträcka D till uttagsbrunnarna sker vid bron över Fyrisån och överstiger då 1 km. Ingen påverkan på de kvantitativa uttagsmöjligheterna kommer därför att ske. Endast råvattenledningen från uttagsbrunnarna till vattenverket är den del av vattensystemet som kommer att utsättas för ett riskmoment där denna korsas av spårsträckan. Råvattenledningen kommer där att läggas om och förflyttas något i sidled. Tillbörliga säkerhetsavstånd kommer att tillämpas och vattenledningen kommer även att förläggas i skyddsror vid spårsträckan.

7. Planerad konstruktion för brostöd

Den planerade bron över Fyrisån kommer att anläggas med 15 brostöd varav två landfästen. Brostöden planeras att grundläggas med 48 pålar per brostöd till fast botten. Schaktning behöver ske vid brostöden under byggskedet och schaktens utformning och djup utreds under pågående systemhandlingsprojektering. Brostöd 8, 9 och 10 ligger närmast källan, se Figur 8 samt Tabell 2.

Tabell 2. Avstånd från Ultuna källa till de närmast planerade brostöden. Avståndet har en liten felmarginal då underlaget utgörs av en georefererad plankarta.

Avstånd brostöd 8	Avstånd brostöd 9	Avstånd brostöd 10
170 m	190 m	200 m

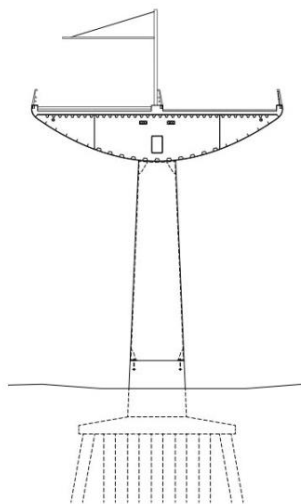


Figur 8. Från Projekterings PM geoteknik, WSP 2023. Observera att landfästena inte ingår i numreringen.

8. Generella hydrogeologiska risker kopplade till grundläggningsarbetet

Vid anläggning av brostöd, se Figur 9 för tvärsnitt, finns risk för grundvattenpåverkan i huvudsak utifrån två scenarier:

- Att pålar som ska bära brostöden penetrerar leran på ett sådant sätt att grundvatten börjar flöda uppåt längs pålarna eller att dämning sker av flödet i det undre grundvattenmagasinet. Se vidare avsnitt Pålning nedan.
- Att schakter för brostöd behöver torrläggas/länshållas från inträngande grundvatten alternativt att grundvattentrycket i undre grundvattenmagasin behöver sänkas genom pumpning i anlagda brunnar för att undvika hydraulisk bottenuppträckning i schaktbotten. Se vidare avsnitt Schaktning nedan.



Figur 9. Tvärsnitt för brostöd. (WSP, 2023)

8.1 Pålning

Vid pålning kan en flödesväg för grundvatten bildas runt pålarna om ett mindre utrymme skapas mellan pålarna och lerlagret och om leran inte återtätas. Denna risk finns i synnerhet om pålning sker genom borrhning. Vidare ökar risken med större grundvattentryck under leran och det kan vara mycket svårt att täta och stoppa uppkomna flöden i efterhand. Om pålarna i stället slås ned blir risken mindre.

Pålar tillverkade av betong transporterar vatten bättre än lera eftersom lera är en mycket tät jordart. Om många pålar installeras på en mindre yta kan därmed en ökad kontakt ner till undre grundvattenmagasinet skapas. Även detta är relevant vid de brostöd där det förekommer stora övertryck under leran samt om ett stort antal pålar installeras på en mindre yta.

Vid anläggningsarbete med pålning riskerar en ökad turbiditet i grundvattnet att ske. I ett liknande projekt när pålning i ett vattenskyddsområde skulle genomföras tog man fram ett kontrollprogram för att undersöka turbiditeten i vattentäkten. Resultaten påvisade då inte

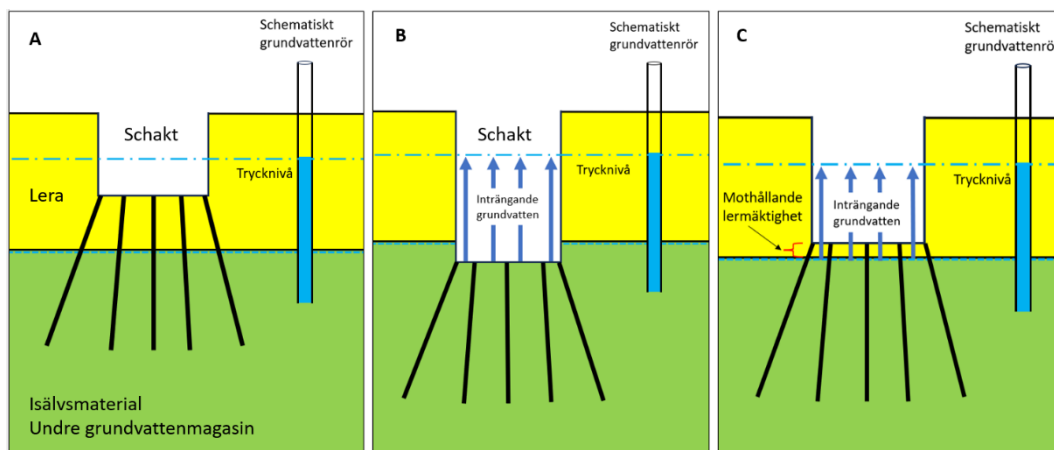
någon ökad turbiditet ovan gränsvärden (WSP, 2023). I det generella fallet bedöms att ingen långvarig påverkan sker och risken minskar även med slagna pålar.

8.2 Schaktning

Schaktning för brostöden och landfästena kan innebära en grundvattenpåverkan beroende på schaktets djup, tid det står öppet samt rådande jordlagerförhållanden. Nedan beskrivs tre olika scenarier för schaktning:

- Scenario A: Om grund schaktning sker i lera där lermäktigheten är stor uppstår ingen grundvattenbortledning. Enbart länshållning av nederbörd kommer då att ske (scenario A, Figur 10).
- Scenario B: Om schaktbotten är belägen i åsens isälvssediment och arbete med grundläggning av brostöd behöver ske i torrhet kommer det bli nödvändigt med länshållning av inträngande grundvatten (scenario B, Figur 10). Alternativt behöver grundläggningsarbetet ske i grundvattenfyllda förhållanden.
- Scenario C: Om schaktbotten är belägen i det översta lerlagret blir grundvattenbortledning nödvändig om lerans tjocklek under schaktbotten är tunn för att stå emot det uppåtriktade grundvattentrycket. För att undvika hydraulisk bottenuppträckning av schaktbotten måste då grundvattentrycket sänkas (scenario C, Figur 10), eller schaktbotten höjas.

I fall B och C sker länshållning av grundvatten från åsen om inte anläggning av fundament kan ske i vattenfyllda schakt.



Figur 10. Illustration över schaktbotten i två olika jordlager, benämnda A, B och C.

9. Bedömning av påverkan på riksintresset Ultuna källa

9.1 Pålning

Vid brostöden närmast belägna Ultuna källa (brostöd 8–10) förekommer inte något artesiskt grundvattentryck. När grundvattennivåerna är höga kan det dock förekomma artesiskt grundvattentryck under kortare perioder, vid området för brostöd 4–7. Avståndet för dessa brostöd till Ultuna källa är för långt (minst 240 m) för att kunna ge någon påverkan. Vidare är lermäktigheterna i området för brostöd 4–7 cirka 11–26 meter vilket innebär god marginal ned till grundvattenmagasinet i åsen.

Eftersom pålningen kommer att utföras genom nedslagning och inte borring bör vertikala flöden av grundvatten från det undre grundvattenmagasinet kunna undvikas. Vid ett scenario där en flödesväg öppnas under byggnationen är grundvattentrycket normalt för lågt för att flöda från magasinet till ovan marknivå vid brostöden närmast Ultuna källa. Detta ger därmed en god möjlighet för att åtgärda en sådan flödesväg. Därmed är bedömningen att det inte föreligger någon risk att få okontrollerat flöde längs pålarna som kan bidra med att sänka grundvattentrycket vid schakten.

Eftersom brostödens pålar utgör en mindre del av ytan i profil där isälvsavlagringen utbreder sig (se PM hydrogeologi) bedöms dämning endast bli marginell och grundvattnets strömningsriktning förbli opåverkad. Den goda vattenförande förmågan i den geologiska formationen och den rådande gradienten i magasinet är de drivande faktorerna.

9.2 Schaktning

För den stora majoriteten av brostöden kommer schakt att kunna anläggas enligt scenario A i lera. Vid undantag från detta scenario har det vid projekteringen av brons grundläggning varit en förutsättning att grundvattenbortledning från schakt belägna i isälvsmaterial närmast Ultuna källa ej får ske. Därmed kan grundläggningsarbete komma att ske i grundvattenfyllda schakt för några få brostöd (eventuellt brostöd 8 och 9). Av den anledningen kan det konstateras att ingen tryckavsänkning kommer att ske i grundvattenmagasinet vid brostöden närmast Ultuna källa.

10. Slutsatser

- Riksintresset Bäcklösa vattenverk kommer ej att påverkas hydrogeologiskt då uttagsbrunnarna inom brunnsområdet i Sunnersta är belägna på ett för stort avstånd ifrån spårsträckan och bron över Fyrisån. Endast råvattenledningen utgör ett riskmoment men tas hänsyn till i projekteringen då den behöver förflyttas i sidled på grund av spårdragningen vid Bäcklösa vattenverk. Vid spårsträckan kommer den sedan att förläggas i skyddsror vilket sammantaget utgör ett utökat skydd.
 - Då ingen grundvattenbortledning kommer att ske vid schaktarbetet i isälvsmaterial vid brostöden närmast Ultuna källa undviks tryckförluster i grundvattenmagasinet som kan påverka riksintresset Ultuna källa.
 - Pålningarbetet kommer att ske med slagna pålar och grundvattentrycket är huvudsakligen inte beläget ovan marknivå, därför kommer ingen okontrollerad grundvattenbortledning ske ifrån dessa. Turbiditet bedöms inte bli ett problem givet erfarenheten från kontrollprogram i liknande miljö samt att pålarna slås ned.
-

11. Källhänvisning

(WSP, 2023) Gävle Sättra 108:20 Utlåtande om grundläggning och skydd av grundvatten.