

Uppsala spårväg

PM – Föroreningsberäkningar och skyfallshantering – delsträcka C förbi Ångström

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

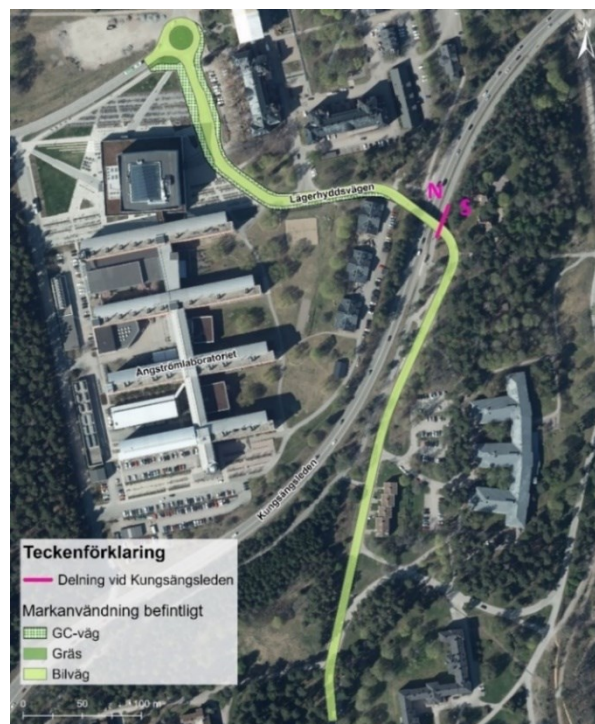
Tidigare sträckning av spårvägen på delsträcka C gör att elektromagnetiska fält riskerar att påverka känslig utrustning i Ångströmlaboratoriet. Därför föreslås ett alternativ där spårvägen går i linje med Lägerhyddsvägen. Detta PM syftar till att översiktligt utreda hur skyfallshantering och dagvattenföroreningar för spårvägen påverkas av den alternativa spårdragningen. Föroreningsbelastningen för de olika trafiklösningarna jämförs mellan de två alternativen och mot befintlig situation vars markanvändning redovisas i Figur 1-1. Det är alltså endast föroreningsbelastningen från de olika trafiklösningarna som jämförs. Eftersom området omfattas av hög känslighet ur grundvattensynpunkt ska förorenat dagvatten inte tillåtas infiltrera enligt Uppsala kommuns riktlinjer för markanvändning inom Uppsala - och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde. Därför förutsätts det att allt dagvatten för samtliga alternativ når recipienten. Det tidigare huvudalternativet (alternativ 0) är den förprojekterade dragningen (2022-03-01) med spårvägs-, gång- och cykelbro över Kungsängsleden som förläggs direkt öster om Ångströmlaboratoriet och som WSP:s översiktliga dagvattenutredning (2022) utgått ifrån. I föreliggande utredning, till skillnad från WSP:s, inkluderas även markanvändningen för den befintliga Lägerhyddsvägen då planerade ledningar kommer att påverka recipienten samt att det nya förslaget innebär rening av delar av vägen och således bör hela vägvägnittet tillsammans med spårvägen analyseras. Den alternativa sträckningen innebär att spårvägen förläggs till Lägerhyddsvägen mellan hållplatsen vid Ångström och fram till en anslutning till Ulleråkersvägen vid Hospitalet. Det nya förslaget (A1) utreds med utgångspunkt att spårvägen går i egen bana med ny bro för gata och GC-väg intill befintlig bro samt att rening sker i två separata dammar norr respektive söder om Kungsängsleden. Markanvändningen för respektive alternativ beskrivs nedan samt illustreras i Figur 1-2

A0: tidigare huvudalternativ

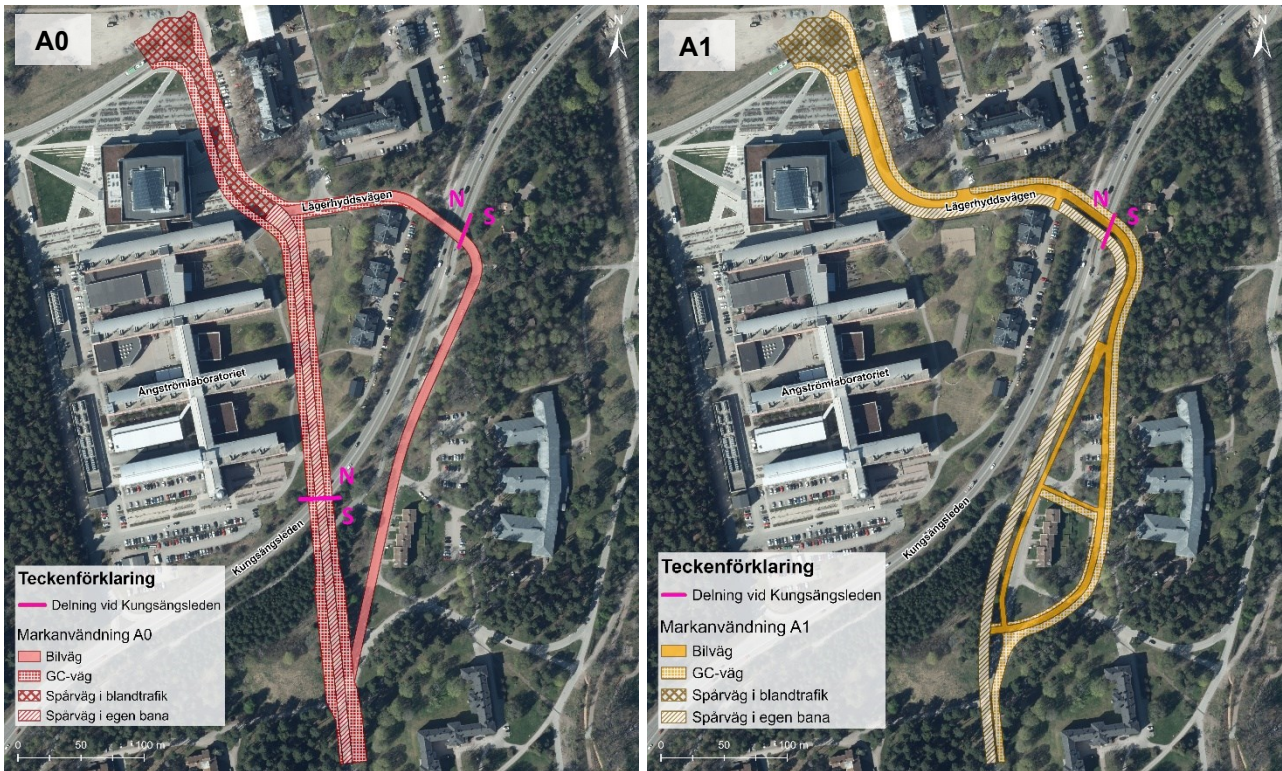
- Markanvändning spårväg i egen bana och i blandtrafik. Gång- och cykelväg samt befintlig bilväg (Lägerhyddsvägen)

A1: ny sträckning i Lägerhyddsvägen

- Markanvändning spårväg i egen bana samt ny bro för bilväg och GC-väg intill befintlig bro



Figur 1-1. Befintlig markanvändning.



Figur 1-2. Indelning av markanvändning för respektive spårvägsalternativ A0 och A1. Delningen vid Kungsängsleden avgör vilken dagvattenanläggning som renar spårvägen norr och söder om delningslinje

1.2 Befintlig dagvattenhantering

Då utredningsområdet enbart omfattar utbredningen av själva trafiklösningarna fångas inte potentiella reningseffekter från intilliggande grönytor upp av föroreningsberäkningarna. Dessutom förutsätts dagvatten från den befintliga Lägerhyddsvägen ledas via dagvattenledningar direkt till recipient. Dagvatten från en kortare sträcka av Lägerhyddsvägen leds till ett dike vid korsningen vid Ulleråkersvägen (Figur 1-3) enligt avrinningsanalys i Scalgo. Denna yta utgör ungefär 6% av ytan av Lägerhyddsvägen söder om Kungsängsleden. På grund av osäkerheter kring dikets kapacitet och att avrinningsområdet till diket utgör en liten del av det totala avrinningsområdet antogs ingen rening för den befintliga Lägerhyddsvägen.

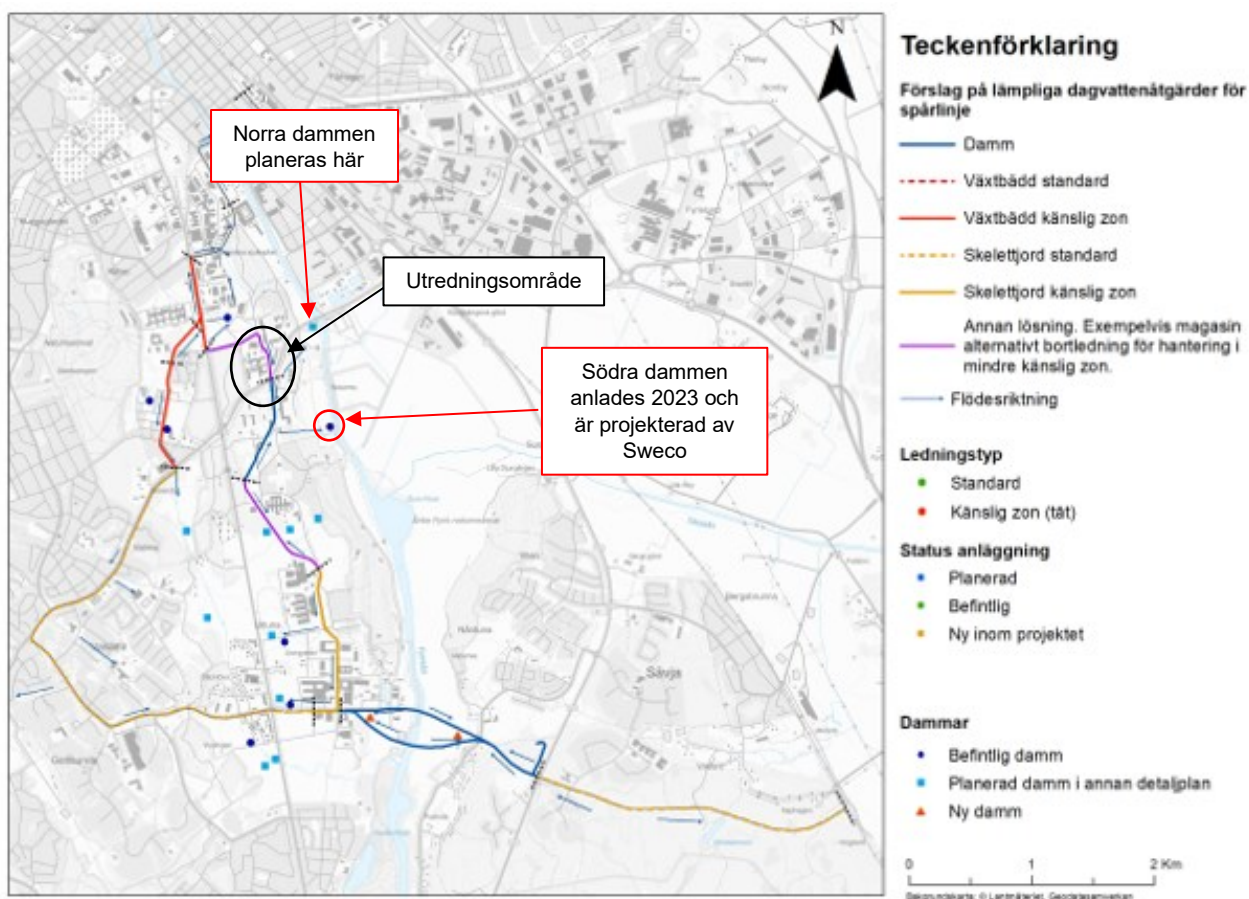


Figur 1-3. Lägerhyddsvägens bombering medför att en del av dagvattnet (skrafferad yta) rinner ner i ett dike (vars ARO redovisas i ljusblått) söder om Kungsängsleden.

1.3 Föreslagen dagvattenhantering

WSP (2022) har tagit fram en översiktlig systemlösning för dagvattenhantering för Uppsala spårväg. I Figur 1-4 redovisas föreslagen dagvattenhantering i flera steg; dels i anslutning till spåret, dels där ytterligare dagvattenhantering krävs för rening eller fördröjning (anges på kartan med symboler som visar typ av anläggning). Färgen på symbolerna i Figur 1-4 anger om anläggningen är befintlig, planerad eller ny inom projektet Uppsala spårväg men förslagen och statusen kan ha ändrats sedan utredningen gjordes. Flödespilarna på kartan visar flödesriktningen i föreslaget system.

Indelningen för delsträcka C förbi Ångströmlaboratoriet bestod inledningsvis av "annan lösning" för sträckningen norr om Kungsängsleden och damm söder om Kungsängsleden. Idag ska rening från avrinningsområdena både norr och söder om Kungsängsleden ske i dammar. En nordlig damm är planerad strax söder om Kungsängsbron över Fyrisån och den är tänkt att ta emot vatten både från spårvägen och Kungsängsleden. Den södra dammen som omhändertar centrala Ulleråker och spårvägen är projekterad av Sweco och byggdes klart 2023. Dagvattenledningarna till den norra och södra dammen har samordnats med Uppsala kommun och Uppsala Vatten men behöver ses över i detalj under projekteringskedet.



Figur 1-4. WSP:s föreslagna systemlösning (WSP, 2023). "Damm N" som ska omhänderta dagvattnet från spårvägen norr om Kungsängsleden är planerad strax söder om Kungsängsbron. "Damm S" ska bland annat omhänderta dagvattnet från spårvägen söder om Kungsängsleden. Dammen anlades 2023 och är projekterad av Sweco.

2 Föroreningsberäkningar

2.1 Förutsättningar

Föroreningsberäkningarna har utförts i StormTac v.24.2.1 med följande antaganden som beskrivs i den översiktliga vattenutredningen för Uppsala spårväg utförd av WSP (2022):

- Årsnederbörden sattes till 544 mm/år i enlighet med SMHI:s dataserier med okorrigerade normalvärden för perioden 1961–1990 (SMHI, 2018)
- Markanvändningen för bilväg och spårväg i blandtrafik har bedömts som "Väg 4" (5 000 fordon/dygn) i StormTac med avrinningskoefficient $\varphi = 0,85$.
- För spårväg i egen bana med gräsbeläggning har markanvändningstypen "banvall i betong, trafikerad av höghastighetsjärnväg" använts med avrinningskoefficient $\varphi = 0,31$.
- GC-bana – "Gång och cykelväg" i StormTac har använts med avrinningskoefficient $\varphi = 0,85$.

En sammanställning av parametrar för respektive delavrinningsområde redovisas i Tabell 1.

Delavrinningsområdena visas i Figur 1-2. Suffixen -N och -S betecknar om delavrinningsområdet ligger norr eller söder om Kungsängsleden då rening sker i två separata dammar, delningslinjen visas i Figur 1-2.

I övrigt har "typiska" defaultvärden angivna i StormTacs databas använts som indata till föroreningsberäkningarna. I alternativ 0 inräknas även föroreningsbelastningen från den befintliga Lägerhyddsvägen eftersom de alternativa sträckningarna innebär att södra delen av vägen renas, till skillnad från idag. Endast skillnader i föroreningsbelastning från trafiklösningarna redovisas. Inga grönytor har tagits med i beräkningarna.

Val av redovisade föroreningar grundar sig på WSP:s tidigare utredning: Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, SS, P, N och olja. I StormTac anges en klassificering av schablonhalterna utifrån säkerhet, och majoriteten av halterna för banvall är osäkra eller mycket osäkra. De mest osäkra ämnena (kvicksilver, PAH16 och BaP) är därför inte redovisade (WSP, 2022). Resultatet av föroreningsberäkningarna (Figur 2-1 till Figur 2-5) är grupperat och uppdelat efter mängd för att tyda skalan bättre.

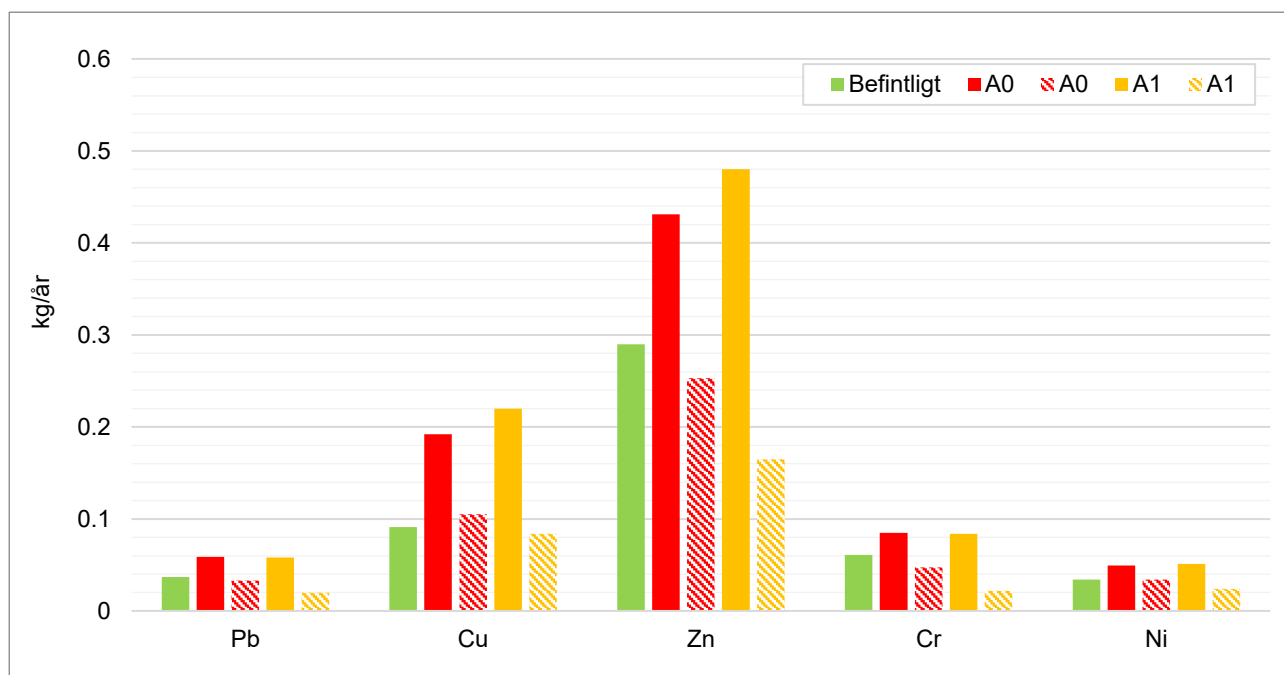
Tabell 1. Markanvändning, reningsanläggning och area per delavrinningsområde (DARO). N och S betecknar om delavrinningsområdet ligger norr eller söder om Kungsängsleden.

DARO	Markanvändning (beskrivning)	Rening	Area (ha)	φ (-)	Red. Area (ha)
Befintlig	Gräs	Ingen	0,04	0,1	0
	Gång- och cykelväg	Ingen	0,19	0,85	0,16
	Väg 4 (Lägerhyddsvägen)	Ingen	0,67	0,85	0,57
Summa			0,9*	0,82	0,74
A0-N	Banvall i betong, trafikerad av höghastighetsjärnväg	Damm N	0,2	0,31	0,06
	Gång- och cykelväg	Damm N	0,53	0,85	0,45
	Väg 4 (spårväg i blandtrafik)	Damm N	0,18	0,85	0,15
	Väg 4 (Lägerhyddsvägen)	Ingen	0,24	0,85	0,2
A0-S	Banvall i betong, trafikerad av höghastighetsjärnväg	Damm S	0,16	0,31	0,05
	Gång- och cykelbana	Damm S	0,31	0,85	0,26
	Väg 4 (Lägerhyddsvägen)	Ingen	0,28	0,85	0,24
Summa			1,88	0,75	1,4
A1-N	Banvall i betong, trafikerad av höghastighetsjärnväg	Damm N	0,24	0,31	0,07
	Väg 4 (separat bilväg)	Damm N	0,24	0,85	0,2
	Väg 4 (rondellen - spårväg i blandtrafik)	Damm N	0,18	0,85	0,15
	Gång- och cykelväg	Damm N	0,24	0,85	0,2
A1-S	Banvall i betong, trafikerad av höghastighetsjärnväg	Damm S	0,36	0,31	0,11
	Väg 4 (separat bilväg)	Damm S	0,34	0,85	0,29
	Gång- och cykelväg	Damm S	0,34	0,85	0,29
Summa			1,94	0,67	1,33

*Notera att utredningsområdet för befintlig situation är betydligt mindre än för A0 och A1 då endast arean för de olika trafikslagen har beaktats.

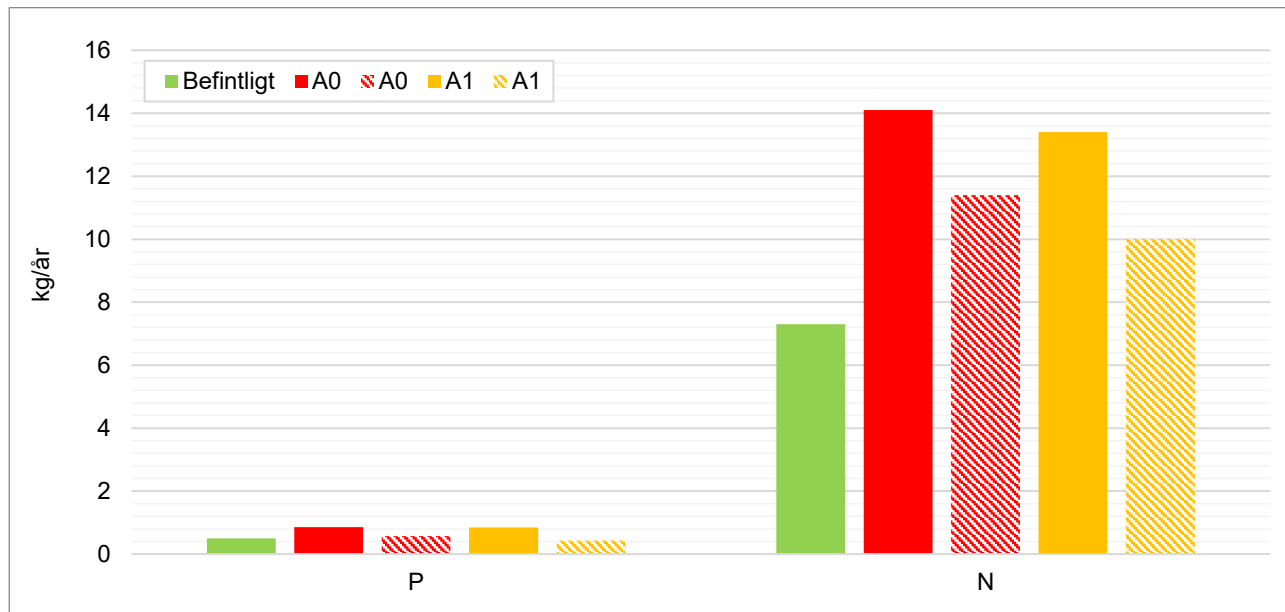
2.2 Resultat

Resultatet för ämnena bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), krom (Cr) och nickel (Ni) redovisas i Figur 2-1 för respektive spårvägsalternativ, före och efter rening. Alternativ 1 står för störst föroreningsmängd före rening för samtliga ämnen utom bly och krom där alternativ 0 har något högre bidrag. Efter rening kvarstår störst föroreningsmängd för A0 för samtliga ämnen. Föroreningsmängden efter rening för alternativ 1 understiger den för befintlig situation för samtliga ämnen.



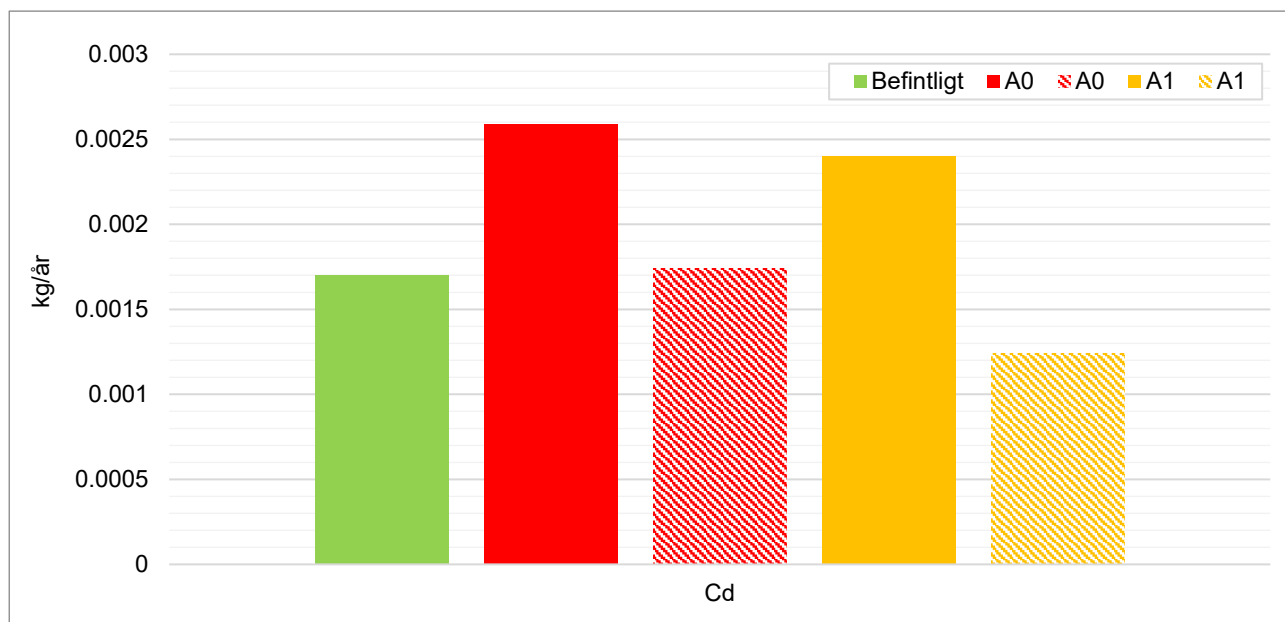
Figur 2-1. Föroreningsmängder (kg/år) av Pb, Cu, Zn, Cr och Ni. Helfärgade staplar redovisar resultatet innan rening och skrafferade staplar efter rening.

Resultatet av föroreningsberäkningarna för näringsämnen fosfor (P) och kväve (N) redovisas i Figur 2-2. Föroreningsmängden är störst för A0 både före och efter rening. Efter rening av alternativ 1 är föroreningsmängden av kväve större än för befintlig situation.



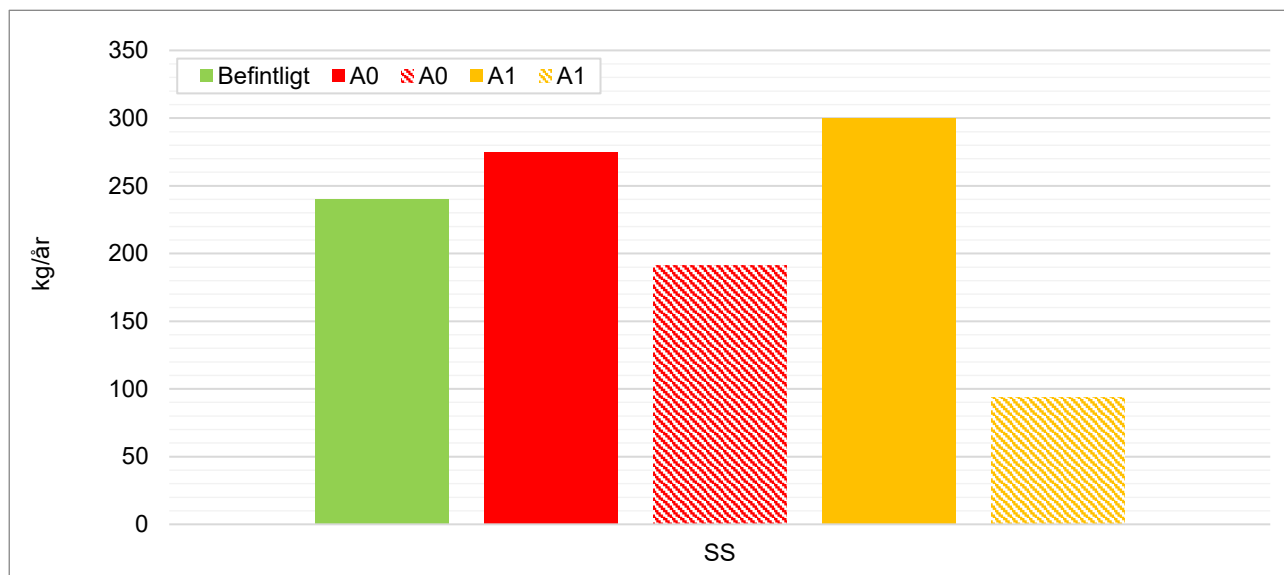
Figur 2-2. Föroreningsmängder (kg/år) av P och N. Helfärgade staplar redovisar resultatet innan rening och skrafferade staplar efter rening.

Resultatet av föroreningsberäkningarna för kadmium (Cd) redovisas i Figur 2-3. Föroreningsmängden är störst för A0 både innan och efter rening.



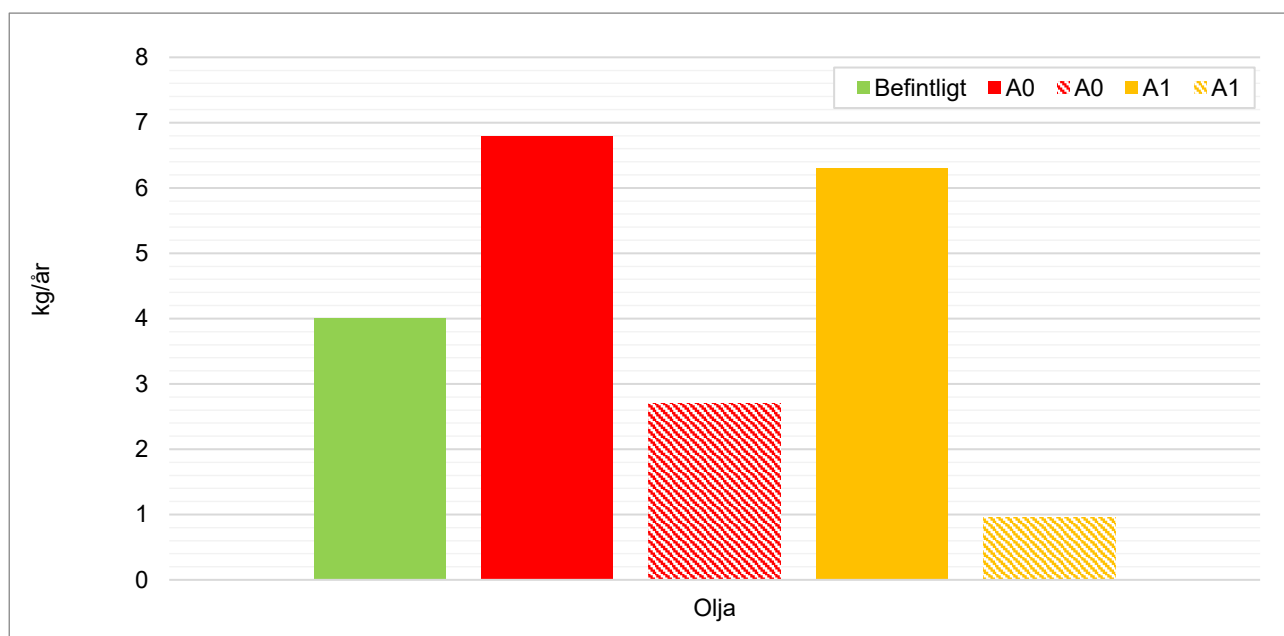
Figur 2-3. Föroreningsmängder (kg/år) av Cd. Helfärgade staplar redovisar resultatet innan rening och skrafferade staplar efter rening.

Figur 2-4 redovisar föroreningsbelastningen för suspenderad substans (SS). Alternativ A1 har högst föroreningsbelastning innan rening. Efter rening är föroreningsbelastningen däremot mindre för A1 eftersom sträckningen, som förläggs till Lägerhyddsvägen, nu renas till skillnad från A0.



Figur 2-4. Föroreningsmängder (kg/år) av SS. Helfärgade staplar redovisar resultatet innan rening och skrafferade staplar efter rening.

Figur 2-5 redovisar föroreningsbelastningen från olja. Mängden olja per år är högst för A0 innan och efter rening.



Figur 2-5. Föroreningsmängder (kg/år) av olja. Helfärgade staplar redovisar resultatet innan rening och skrafferade staplar efter rening.

2.3 Sammantagen bedömning

Tabell 2 redovisar den procentuella skillnaden i föroreningsmängd mellan den alternativa sträckningen och alternativ 0. Efter rening är A0 det alternativ som har störst negativ påverkan ur dagvattensynpunkt eftersom till skillnad från A1 renas inte Lägerhyddsvägen utan förutsätts ledas direkt till recipient.

Tabell 2. Procentuell skillnad (%) i föroreningsmängd mellan A0 och A1. Negativa värden innebär att föroreningsmängden är lägre för A1 än för A0.

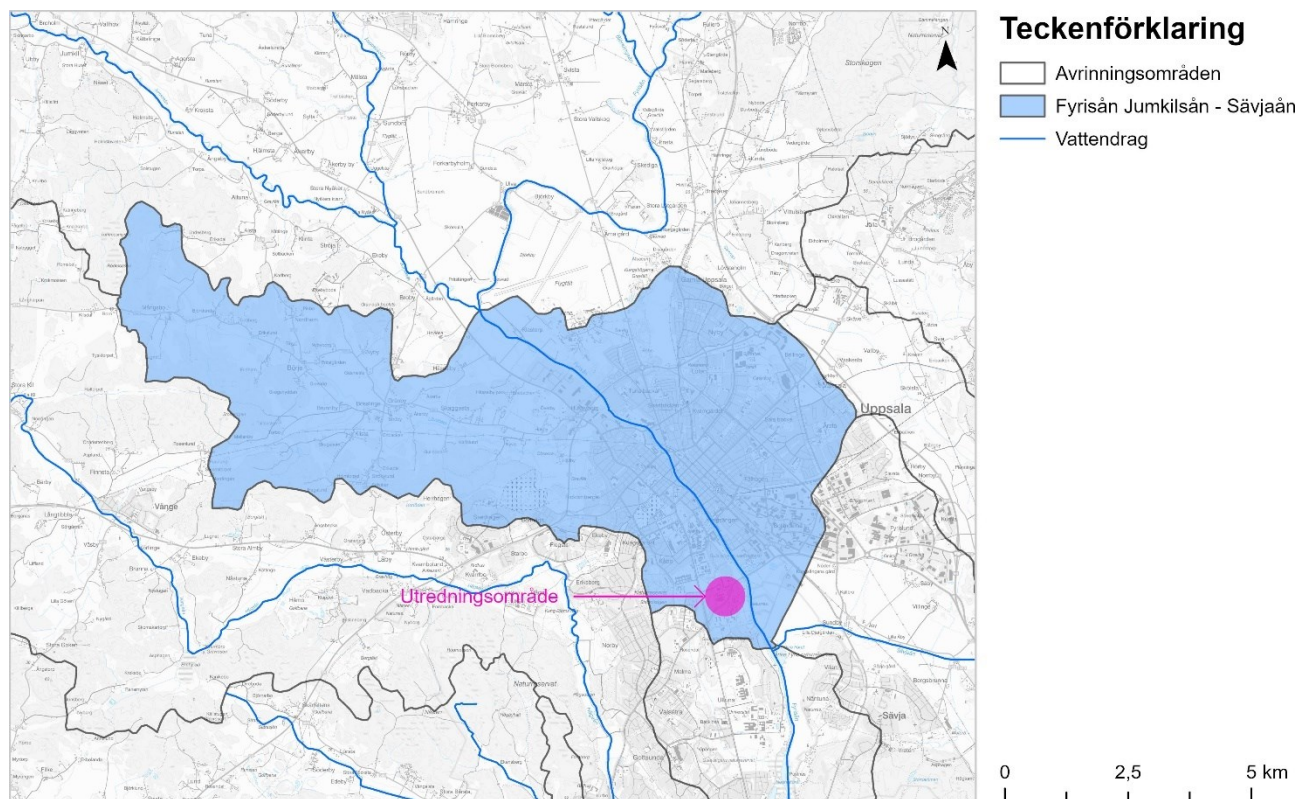
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Olja
Innan rening	-1	-5	-1	13	10	-8	-1	3	8	-8
Efter rening	-33	-14	-67	-25	-53	-40	-115	-42	-103	-184

När befintlig situation jämförs med de två spårvägsalternativen (Tabell 3) ses alternativ 0 och 1 bidra med en ökning för samtliga föroreningar före rening. Efter rening bedöms föroreningssituationen förbättras för samtliga ämnen och alternativ utom fosfor, kväve, koppar och kadmium för A0 samt kväve för A1.

Tabell 3. Procentuell skillnad (%) i föroreningsmängd mellan sträckningarna A0 och A1 och befintlig markanvändning. Negativa värden innebär att föroreningsmängden är lägre för respektive sträckning och förorening än för befintlig markanvändning.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Olja
Innan rening										
A0	42	48	37	53	33	34	28	31	13	41
A1	41	46	36	59	40	29	27	33	20	37
Efter rening										
A0	12	36	-12	13	-15	2	-29	0	-26	-48
A1	-16	27	-87	-8	-76	-37	-177	-42	-155	-321

2.4 Recipient och MKN

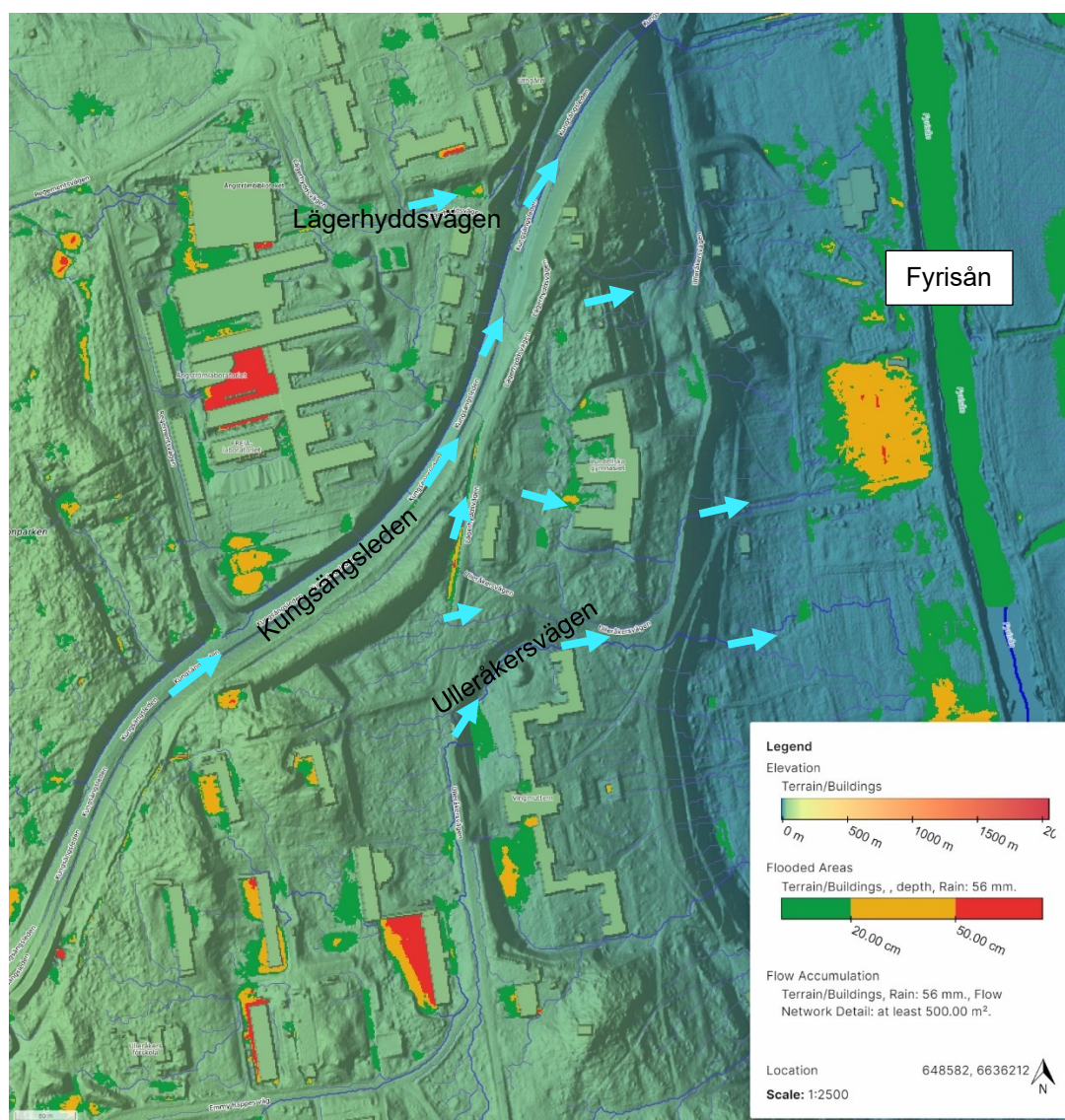


Figur 2-6. Recipienten Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån är recipient till delsträcka C förbi Ångström. Kartdata från LST Vattenmyndigheternas öppna data.

Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån är recipient till delsträckan förbi Ångströmlaboratoriet. Recipienten bedöms ha måttlig ekologisk status, bland annat på grund av belastning av näringsämnen och påföljande övergödning (VISS, 2023). Med hänsyn till påverkan på miljökvalitetsnormen (MKN) kan man konstatera att föroreningsbelastningen är lägre för fosfor och kväve för alternativ 1 jämfört med alternativ 0 innan och efter rening. Till skillnad från alternativ 0 bidrar alternativ 1 med en förbättring med avseende på fosfor efter rening jämfört med befintlig situation. Sett till Fyrisån Jumkilsån-Sävjaåns åtgärdsbehov för dagvatten på 743 kg fosfor per år (VISS, 2023) utgör förbättringen på 0,07 kg/år för A1 ca 0,009%. Däremot bidrar både alternativ 0 och 1 med en ökning av kväve med 36% respektive 27% jämfört med befintlig situation efter rening. Vidare är statusen för de särskilt förorenade ämnena koppar och zink klassat som god i Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån (VISS, 2023). Efter rening sker en ökning av kopparmängden med omkring 13% för alternativ 0. Denna skillnad anses däremot liten nog att inte orsaka en otillåten försämring av miljökvalitetsnormen för koppar.

3 Skyfallshantering

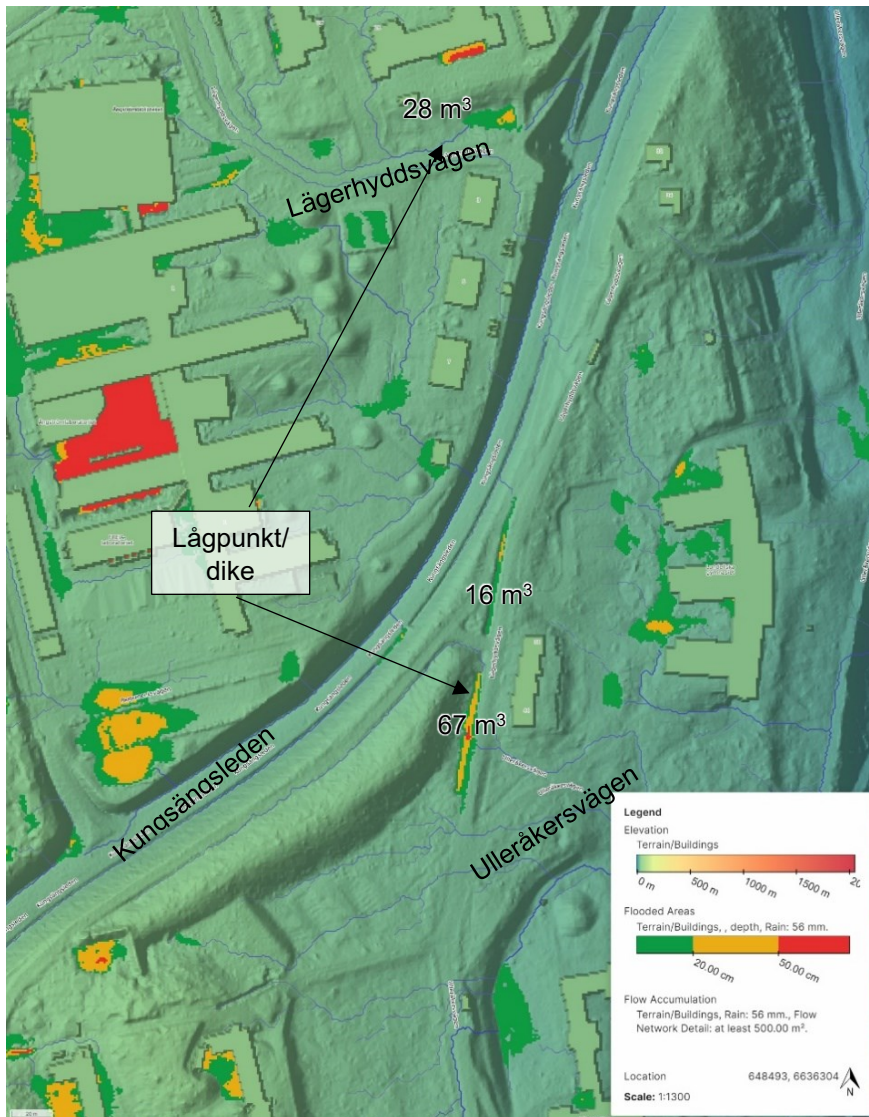
För att uppskatta hur spårvägen påverkas vid skyfall för den nya sträckningen har det aktuella området analyserats i Scalgo Live och jämförts med skyfallsmodellen från (Norconsult, 2023) som är baserad på Uppsalas översiktliga skyfallsmodell (DHI, 2021). Lantmäteriets 1x1 m grid (daterat 2021) har använts för befintlig situation och för alternativ 1 med separerad trafik har marknivåerna interpolerats översiktligt från Lägerhyddsvägens befintliga nivåer och bredden på vägen har utökats enligt ritning. Bilvägen och GC-vägen antas ligga i samma nivå som befintlig mark och här bör befintliga flödesvägar behållas. För alternativ 0 har höjdmodellen för befintlig situation används tillsammans med projekterad markmodell för spårvägen. Figur 3-1 redovisar en översikt över rinnvägar och lågpunkter för befintlig situation. Vatten rinner generellt åt ost mot Fyrisån.



Figur 3-1. Översikt över lågpunkter och rinnvägar för befintlig situation. Blå pilar redovisar flödesstråk.

3.1 Befintlig situation

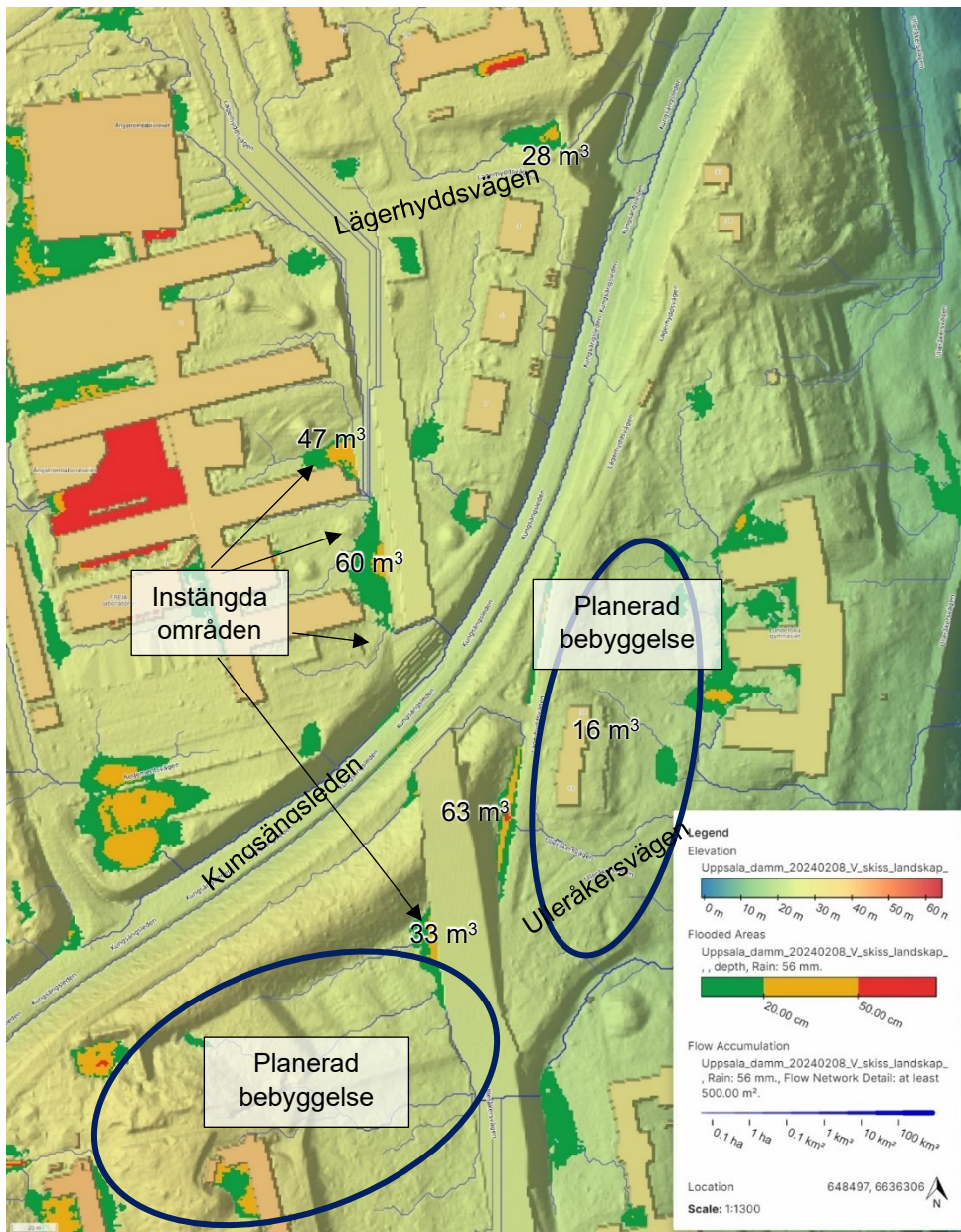
För befintlig situation finns en mindre lågpunkt norr om Lägerhyddsvägen på den västra sidan av Kungsängsleden samt ett dike på den västra sidan om vägen söder om Kungsängsleden, se Figur 3-2. Lägerhyddsvägen får inget stående vatten.



Figur 3-2. Lågpunkter och volymer vid befintlig situation.

3.2 Alternativ A0

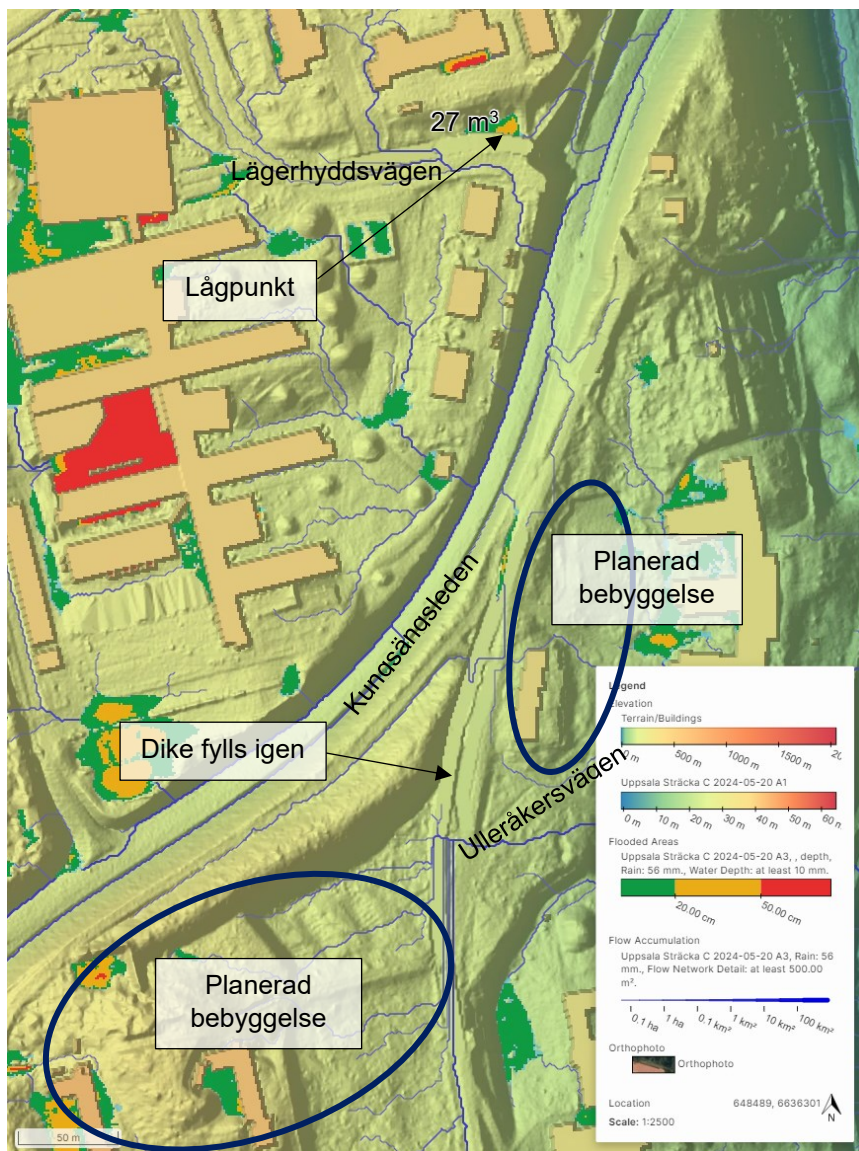
För alternativ 0 skär spårvägen av ett antal flödesvägar och skapar instängda områden mot Ångströmlaboratoriet och en grönyta väster om Ulleråkersvägen, se Figur 3-3 och även (Norconsult, 2023).



Figur 3-3. Lågpunkter och rinnvägar vid tidigare sträckning. Ett antal lågpunkter vid Ångströmlaboratoriet behöver hanteras.

3.3 Alternativ A1

Alternativ 1 med separerad trafik gör att lågpunkten norr om Lägerhyddsvägen på den västra sidan av Kungsängsleden fylls igen något, se Figur 3-4. Volymen på lågpunkten får inte minska för att inte förvärra översvämningsrisken på Kungsängsleden och således behöver denna grävas ut något. Diket på den västra sidan om Lägerhyddsvägen fylls igen vilket riskerar att öka flödet åt ost. Det behöver säkerställas att befintlig och planerad bebyggelse inte påverkas av detta ökade flöde så att vatten kan rinna åt ost längs Ulleråkersvägen mot Fyrisån.



Figur 3-4. Lågpunkter och rinnvägar vid för alternativet med separerad trafik och ny bro för bil- och GC-väg (A3).

4 Slutsatser och rekommendationer

Det nya alternativet med spårväg längs Lägerhyddsvägen innebär inte några hinder med avseende på dagvattenföroreningar och skyfall och mängden näringsämningen och instängda områden minskar med alternativ A1 jämfört med det tidigare huvudalternativet A0. Viss hänsyn behöver dock tas till utformningen av spårvägen, se nedan.

4.1 Dagvatten

Vid tolkning av resultaten bör följande uppmärksammas:

- Schablonhalterna i StormTac är osäkra, särskilt för dagvatten från spårväg (WSP, 2022).
- Reningseffekter genom retention i intilliggande grönytor och diken (gäller främst befintliga Lägerhyddsvägen) är ej inkluderade för något av.
- Utredningen jämför olika trafiklösningar och skillnader i föroreningsbelastning i förhållande till (WSP, 2022). Endast ytor med väg, gc-väg och spårväg har beaktats och exempelvis markanvändning på omkringliggande grönytor har inte tagits med i föroreningsberäkningar.

Sammantaget har alternativ 0, som förläggs direkt öster om Ångströmlaboratoriet och innefattar både spårvägs-, gång- och cykelbro över Kungsängsleden, större negativ påverkan ur dagvattensynpunkt jämfört med den alternativa spårdragningen och jämfört med befintlig situation.

Med hänsyn tagen till påverkan på MKN är föroreningsbelastningen mindre för fosfor och kväve för A1 jämfört med A0 efter rening. Jämfört med befintlig situation bidrar alternativ 1 med störst förbättring avseende rening av fosfor. Förbättringen på 0,07 kg/år utgör däremot enbart 0,009% av Fyrisån Jumkilsån-Sävjaåns åtgärdsbehov av fosfor per år (743 kg/år). Efter rening sker en ökning av kväve med 36% respektive 27% för A0 och A1 jämfört med befintlig situation.

Möjligheten att leda vatten från spårvägen till den norra och södra dammen har kontrollerats med Uppsala kommun och Uppsala Vatten men behöver ses över i detalj under projekteringskedet. Det kan vara utmanande att leda dagvattnet från norra sidan av Kungsängsleden till dammen söder om Kungsängsbron, vilket behöver studeras i ett senare skede.

4.2 Skyfall

Den nya dragningen av spårvägen riskerar ej att översvämmas vid skyfall och skapar inte några instängda områden. Dock byggs ett dike bort för alternativ A1 vilket ökar volymen vatten som flödar nedströms mot befintlig bebyggelse. Hänsyn behöver därför tas vid mer detaljerad utformning av höjdsättningen av spårvägen så att inte vatten flödar direkt mot befintlig byggnad. Lågpunkten som ligger direkt väster om Kungsängsleden fylls upp något och denna volym behöver kompenseras för att inte öka översvämningsrisken på Kungsängsleden. Skyfallssituationen för spårvägen och Ångströmlaboratoriet förbättras jämfört med det tidigare huvudalternativet eftersom inget instängt område skapas mot Ångströmlaboratoriet.

5 Referenser

DHI. (2021). *Skyfallskartering Uppsala tätort*. Uppsala.

Lektus. (2024). *PM Behovsbedömning vattenverksamhet samt dispens från vattenskyddsföreskrifter – delsträcka C förbi Ångström*. Uppsala kommun.

Norconsult. (2023). *Skyfallsutredning Uppsala spårväg sträcka A-C*.

SMHI. (2018). Hämtat från <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354>

VISS. (2023). *Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA93715408>

WSP. (2022). *Uppsala spårväg - Översiktlig vattenutredning*.

WSP. (2023). *KOMPLETTERANDE PM – FÖRORENINGSBERÄKNINGAR*.