

Bilaga 1E, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisåns huvudfåra, WRS 2024
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnrån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävaån och Olandsån med som åtgärder.



Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån

Uppsala kommun

Slutversion 1.0, 2021-09-30

TITEL	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån
RAPPORTNUMMER	2021-1573-A
BESTÄLLARE	Uppsala kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Caroline Holm, WRS
FÖRFATTARE	Jenny Näslund, Ebba af Petersens, Dimitry van der Nat, Hannes Öckerman, Caroline Holm, Malin Smith, Linus Halvarsson, Victoria Eriksson Russo, Maja Granath, Barbro Beck-Friis och Frida Hermansson, WRS.
GRANSKNING	Daniel Stråe och Jonas Andersson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion 1.0
DATUM	2021-09-30
OMSLAGSBILD	Jonas Andersson, fotograf
FOTON	Alla fotografier i rapporten tagna av WRS om inget annat anges

Sammanfattning

Kommunen har en nyckelroll i arbetet med att nå miljö kvalitetsnormerna för vattenförekomsterna inom kommunen. För arbetet behövs välunderbyggda handlingsplaner, så kallade åtgärdsprogram, som gör det möjligt för kommunen att prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapport är ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram för femton vattenförekomster i Sävjaåns avrinningsområde som helt eller till största delen ligger inom Uppsala kommun. Beställare av arbetet har varit stadsbyggandsförvaltningen på Uppsala kommun. WRS har fått uppdraget att ta fram ett underlag till det lokala åtgärdsprogrammet. Rapporten och dess bilagor ska fungera som beslutsunderlag för själva åtgärdsplanen och ska underlätta för Uppsala kommun att besluta vilka vattenvårdsåtgärder som ska implementeras och prioriteras för att säkerställa att recipienterna ska nå miljö kvalitetsnormen för god ekologisk och kemisk status.

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning har alla vattenförekomster i utredningsområdet måttlig ekologisk status. Ån uppnår heller inte god kemisk status. De huvudsakliga lokalt orsakade problemen är övergödning och hydromorfologiska brister. Enligt miljö kvalitetsnormen för Sävjaån ska god ekologisk och kemisk status uppnås senast 2027.

Den aktuella sträckan av Sävjaån omfattar femton vattenförekomster enligt Vattenmyndighetens indelning. Avrinningsområdet till dessa vattenförekomster är 525 km² stort och domineras av skogsmark, men rymmer också betydande inslag av Uppsalaslättnens jordbruksmark samt urbana ytor inom Uppsala och tätorterna Almunge, Gunsta, Gävsta, Lindbacken, Länna, Skölsta och Sävja. Även annan öppen mark ingår i avrinningsområdet.

Eftersom övergödningen är en av huvudorsakerna till den måttliga ekologiska statusen är fosfor en central parameter denna utredning fokuserar på. Betingen för minskad tillförsel av fosfor till vattenförekomsterna är mycket stora för avrinningsområden med betydande andelar av produktiv jordbruksmark. För sex av de femton vattenförekomsterna räcker inte dataunderlaget för en statusbedömning. För dessa kan således inget fosforbeting fastställas men på grund av tillståndet i närliggande vattenförekomster kan övergödning förväntas i dessa vattenförekomster ändå. Sammanlagt beting för alla vattenförekomsterna uppskattas till cirka 2,5 ton fosfor per år. Högst fosforbeting gäller åsträckan Sävjaån Storån-Spångtorp som har ett beting på 0,9 ton/år följt av Tomtaån motsvarande 0,5 ton/år.

Utredningen har analyserat och bearbetat befintliga data, men också tagit fram nya såsom förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, samt beräknade föroreningsmängder i dagvattnet från tätorterna utanför Uppsala. Näringsförlust för jordbruksmarken har beräknats med underlag från SMED PLC7 utifrån jordartsfördelning och för Mälardalen typisk fördelning av grödor. Näringsförluster för skog och övrig öppen mark har beräknats med uppgifter från Havs- och Vattenmyndigheten. Dagvattentillförsel från tätorter och E4:an har beräknats med programmet Stormtac efter en kartering av urban markanvändning i avrinningsområdena.

Den samlade fosfortillförseln från punktkällor och diffusa källor till Sävjaån beräknas till cirka 12,8 ton per år. Näringsförluster från jordbruksmarken står med 9,9 ton per år för knappt 80 % av fosfortillförseln till recipienterna. Skogsmark den näst största fosforbidragen och står för cirka 8 % av belastningen. Bidragen från dagvatten och enskilda avlopp motsvarar vardera cirka 5 % av totalbelastningen till recipienterna.

En viss rening av fosfor kan förväntas i befintliga dagvattenanläggningar och redan anlagda jordbruksvåtmarker. Utifrån en uppskattning av befintlig reningskapacitet, beräknas

nettotillförsel av fosfor som når recipienterna från de lokala avrinningsområdena till 12,7 ton per år.

Rapporten pekar ut 35 åtgärdsplatser inom utredningsområdet för att avskilja fosfor från jordbrukslandskapet. Tretton av åtgärderna prioriteras högst. Åtgärderna har prioritetsordnats utifrån en översiktlig analys av avskiljningspotential, juridisk och teknisk genomförbarhet samt kostnadsbild. Åtgärder av prioritetklass 1 och 2 beskrivs i detalj i Bilaga 1. Åtgärdsförslag med prioritetklass 3 bör betraktas som åtgärder som är mindre gynnsamma eller svårare att genomföra. Dessa åtgärder kan genomföras i mån av behov.

Åtgärderna för enskilda avlopp handlar om att åtgärda de avlopp som har bristfällig eller okänd rening, vilket beräknas kunna ge en minskning av fosfortillförseln med cirka 130 kg fosfor per år. Åtgärder för förbättrad gödselhantering på hästgårdar uppskattas kunna avskilja 180 kg per år. Fosforavskiljningen av åtgärdsförslagen för jordbruksmark uppskattas till cirka 960 kg fosfor per år.

Sammanlagt bedöms alla åtgärdsförslag för punktkällor och diffusa källor kunna avskilja cirka 1 270 kg fosfor per år vilket motsvarar cirka 50 % av det totala betinget.

Endast för vattenförekomsterna Funbosjön, Trehörningen och Fladån-Fladen Almunge räcker den förväntade avskiljningen i åtgärdsförslagen till för att nå de uppsatta betingen. Enbart för Fladån-Fladen Almunge räcker åtgärderna även till för att nå 150 % av betinget.

För de jordbruksdominerade avrinningsområdena på Uppsalaslätten (Sävjaån, mynning-Storån, Sävjaån, Storån-Spångtorp, Sävjaån, Funbosjön-Spångtorp, Tomtaån, Lejstaån och Fyrisån bäck från Trehörningen) uppnås betingen inte. De samlade åtgärderna bedöms för dessa vattenförekomsterna bara kunna uppnå mellan 20 % och 56 % av betingen.

Att betingen för dessa vattenförekomster kan uppnås med bibehållet produktivt jordbruk är mycket osannolikt. För att uppnå betingen i dessa avrinningsområden skulle produktiv åkermark behöva omvandlas till vallodling som läcker mindre fosfor och därför har lägre arealläckagekoefficient. Att överge produktiv åkermark står dock i direkt konflikt med målet för självförsörjning från Sveriges livsmedelsstrategi och bedöms inte som en lämplig åtgärd. Betingen för vattenförekomster med en stor andel produktiv jordbruksmark i avrinningsområdet bedöms därför vara orimliga att uppnå.

Hydromorfologi

Sävjaåns vattenförekomster har idag mestadels dålig eller otillfredsställande status med avseende på hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Åtgärdsbehovet för att uppnå god status är stort och innebär att konventionellt brukande av jord och skog behöver upphöra längs majoriteten av åsträckan med tillhörande sjöar. Denna utredning har därför avgränsats till att i första hand ta fram åtgärdsförslag för vandringshinder för att förbättra kvalitetsfaktorn *konnektivitet*.

Arbetsgången har inkluderat att sammanställa en GIS-databas och sammanställa underlag från bland annat dammregister, biotopkarteringar, inventeringar, historiska kartor, vattendomar, elfisken och provfisken. En bedömning av avrinningsområdets limniska värden och fiskfauna har genomförts. Synpunkter och information kring vandringshinder har även inhämtats från relevanta aktörer, intresseorganisationer och privatpersoner.

Efter fältbesök och inmätningar identifierades totalt tio platser med vandringshinder för fisk. För varje plats har åtgärdsförslag tagits fram med aspen som målart. Förslagen är endast principiellt idégivna och behöver detaljutredas före genomförande. Åtgärdsplatserna har även

prioriterats baserat på bedömd teknisk och praktisk genomförbarhet, kostnader och ekologisk effekt av åtgärd.

Vid genomförande av åtgärder för avlägsnande av vandringshinder (*konnektivitet*) förselsås att arbetet sker i geografiska kluster och i princip utifrån den prioritetsordnings som har tagits fram. Åtgärder för Långsjödammen (nr. 2) och Vixtorp (nr. 3) ges första prioritet. Därefter åtgärdas i ordning Torslund kvarndamm (nr. 5), Körlingedammen (nr. 7) och Lafsängsdammen (nr. 6), de tre vandringshindren vid Marielund (nr. 8, 9 och 10) och sist två vandringshinder vid Länna (nr. 1a och 1b).

Parallellt kan åtgärder för förbättrad *morfologi* och *hydrologisk regim* genomföras där åtgärdsvilja hos lokala markägare och dikningsföretag finns. Totalt har ett trettiootal sådana åtgärder identifierats under utredningsarbetet, i form av återställande av sänkta sjöar och återmeandring. För att uppnå god status med avseende på dessa två parametrar kräver dock än mer omfattande åtgärder. Det finns även ett behov av inventeringar, provfiske och andra biotopförbättrande åtgärder i ån, exempelvis restaurering och skapandet av strömsträckor och leklokaler.

Inom vattenförvaltningens statusklassning ges hydromorfologiska parametrar en lägre viktning relativt biologiska och fysikalisk-kemiska parametrar. Därför bör möjligen åtgärder för exempelvis minskad fosforbelastning prioriteras högre än hydromorfologiska åtgärder. Samtidigt är det inte troligt att vattenförekomsternas biologi får en god status utan att åtgärda en stor del av hydromorfologin.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund och syfte	9
2	Sävjaåns avrinningsområde.....	10
2.1	Allmän beskrivning	10
2.2	Sävjaån-Funbosjöns Natura 2000-område	14
2.2.1	Ingående arter enligt art- och habitatdirektivet – livsmiljöer och bevarandetillstånd.....	16
2.2.2	Hotbilder	17
2.3	Statusklassning	17
2.3.1	Hydromorfologi	20
2.4	Förbättringsbehov	22
2.4.1	Fosfor	22
2.4.2	Hydromorfologi	23
3	Underlag	25
3.1	Underlag punktkällor.....	25
3.2	Underlag diffusa källor	25
3.3	Underlag hydromorfologi	26
4	Metod	27
4.1	Metod tillförsel från punktkällor	27
4.1.1	Enskilda avlopp	28
4.1.2	Hästgårdar	30
4.2	Metod tillförsel från diffusa källor	31
4.2.1	Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark	31
4.2.2	Dagvatten från tätortsbebyggelse.....	37
4.3	Metod hydromorfologi	43
4.3.1	Avgränsning	43
4.3.2	Metod konnektivitet	43
4.3.3	Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd	44
5	Fosfor	46
5.1	Punktkällor	46
5.1.1	Enskilda avlopp	46
5.1.2	Reningsverk.....	49
5.1.3	Hästhållning	51
5.1.4	Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden	55
5.2	Diffusa källor	57
5.2.1	Jordbruksmark	59
5.2.2	Skogsmark och sankmark.....	60
5.2.3	Öppen mark.....	61

5.2.4	Atmosfärisk deposition av fosfor.....	61
5.2.5	Dagvatten	61
5.3	Sammanfattande slutsatser kring bruttotillförseln av fosfor.....	62
5.4	Genomförda åtgärder inom utredningsområdet	63
5.4.1	Åtgärder avseende punktkällor.....	63
5.4.2	Platsspecifika åtgärder inom jordbruket.....	64
5.4.3	Dagvattenåtgärder	71
5.4.4	Övriga genomförda åtgärder enligt vattenmyndigheten	72
5.5	Nettotillförsel av fosfor och beting	72
6	Hydromorfologi.....	76
6.1	Fiskfauna.....	76
6.2	Befintliga vandringshinder	80
6.3	Inventerade platser – ej vandringshinder.....	83
6.4	Genomförda åtgärder inom utredningsområdet	85
7	Åtgärdsförslag	87
7.1	Kunskapshöjande åtgärder	87
7.2	Åtgärder för punktkällor	87
7.2.1	Åtgärder för enskilda avlopp	87
7.2.2	Åtgärder för reningsverk	89
7.2.3	Åtgärder för hästgårdar.....	89
7.2.4	Åtgärder för tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden	94
7.3	Åtgärder för diffusa källor	94
7.3.1	Åtgärder för jordbruksmark	94
7.3.2	Åtgärder för tätortsbebyggelse.....	95
7.4	Åtgärder i sjöar	95
7.5	Åtgärder för förbättrad hydromorfologi.....	96
7.5.1	Åtgärder för förbättrad konnektivitet.....	96
7.5.2	Åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi.....	104
7.6	Övriga åtgärder.....	107
7.6.1	Strukturkalkning av jordbruksmark.....	107
7.6.2	Anpassade skyddszoner på åkermark.....	107
7.6.3	Ekologiska funktionella kantzoner.....	107
7.6.4	Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet	108
7.6.5	Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter.....	108
7.6.6	Ökade krav vid planläggning	108
7.6.7	Inventering och kartering av hydromorfologiska parametrar och fiskfauna	108
7.6.8	Biotopförbättrande åtgärder.....	108
7.6.9	Fiskeförbud.....	109
8	Genomförande av åtgärder – väg framåt.....	110
8.1	Åtgärder för punktkällor	110
8.2	Åtgärder för diffusa källor	110

8.3	Åtgärder för konnektivitet.....	114
8.4	Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi.....	115
8.5	Nås förbättringsbehov?.....	115
9	Referenser	118
	Bilaga 1. Platsspecifika åtgärdsförslag för minskad fosforbelastning	
	Bilaga 2. Identifierande vandringshinder och platsspecifika åtgärdsförslag för förbättrad konnektivitet	
	Bilaga 3. Platsspecifika åtgärdsförslag för hydrologisk regim och morfologi	

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Sävjaån är Fyrisåns största biflöde och avvattnar ett 730 km² stort område. Enligt Vattenmyndighetens statusklassning uppnår Sävjaån varken god ekologisk status eller god kemisk status. De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och hydromorfologiska brister, men i nedre delen av området även perfluoroktansulfonsyra (PFOS) och dess derivater.

I arbetet med att förbättra de ekologiska och kemiska förhållandena och nå miljö kvalitetsnormerna har kommunen en nyckelroll. Vattenmyndigheten tillhandahåller principiella åtgärdsförslag, men dessa anses inte kunna ligga till grund för beslut om prioriteringar och genomförande av åtgärder.

Enligt beslut i översiktsplanen (ÖP 2016) ska Uppsala kommun därför ta fram underlag till lokala åtgärdsprogram för vattenförekomsterna inom kommunen. Denna rapport utgör åtgärdsdelen i underlaget till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaåns delavrinningsområden inom Uppsala kommuns gränser.

Rapporten syftar till att ge kvantitativt relevanta och kostnadseffektiva åtgärdsförslag för avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom för punktkällor som avloppsreningsverk, större djurgårdar, enskilda avlopp och industrier. I rapporten ges också förslag på åtgärder för att förbättra konnektiviteten i vattendraget, alltså möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget. Eftersom Uppsala Vatten och Avfall AB (Uppsala Vatten) arbetar med reningsåtgärder för dagvatten från Uppsala tätort omfattar uppdraget inte att ta fram förbättringsförslag för dessa delar.

Åtgärdsförslagets reningseffekter, tekniska och juridiska genomförbarhet och kostnadsbild redovisas i rapporten på en översiktlig nivå och är tänkta att ligga till grund för förslag till kommande åtgärdsrioriteringar.

Vattenmyndigheten har vid pågående utredning inte beslutat Sävjaåns vattenförekomsters status för den tredje förvaltningscykeln (2017–2021) eller beslutat nya miljö kvalitetsnormer. Förslag finns dock att god ekologisk och god kemisk status ska uppnås senast 2027 eller 2033. De statusklassningar, förbättringsbehov och lokala beting som använts kommer från rapporten *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1- Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder* (Naturvatten AB, 2020).

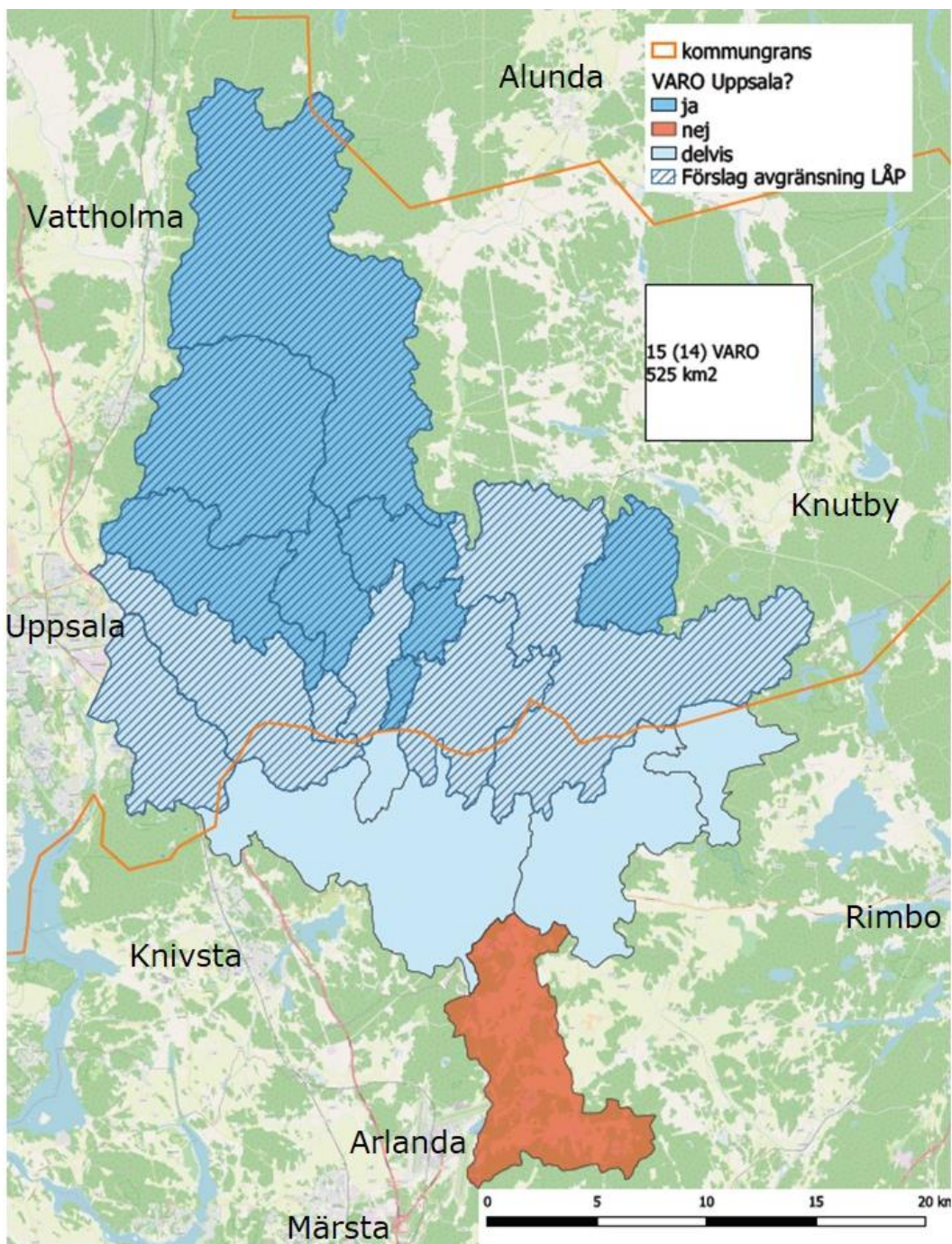
Med utgångspunkt i de beting som tagits fram för Sävjaåns delavrinningsområden har målsättningen varit att ta fram åtgärdsförslag motsvarande 150 % av behovet. Motivet till att lämna ett överskott av förslag har varit att ta höjd för att en del åtgärdsförslag, av ett eller annat skäl, i slutänden sannolikt inte kommer att kunna genomföras.

2 Sävjaåns avrinningsområde

2.1 Allmän beskrivning

Sävjaån är Fyrisåns största biflöde som mynnar vid Övre Föret i Fyrisån strax söder om Uppsala tätort. I Sävjaåns avrinningsområde finns flertalet sjöar och vattendrag. Sävjaån har sitt ursprung en bit öster om Almunge, där ån rinner i en västlig riktning och vid Långsjöarna ansluter Lejstaån från norr. Ån fortsätter sedan i en sydlig riktning och på sin väg mot Fyrisån passerar den näringsrika Funbosjön och rinner genom odlingslandskapet. Strax 8 km uppströms utloppet i Fyrisån viker ån västerut och biflödet Storån tillrinner från öster. Storån ingår inte i denna utredning på grund av att dess avrinningsområdet huvudsakligen ligger i Knivsta kommun.

Sävjaåns avrinningsområde inkluderar 20 vattenförekomster med en sammanlagd yta på drygt 730 km². Vattenförekomsterna ligger i kommunerna Uppsala, Knivsta, Sigtuna och Norrtälje. Eftersom detta uppdrag utfördes åt Uppsala kommun har utredningen begränsats till vattenförekomster med avrinningsområden som till största del ligger i Uppsala kommun (Figur 1). De 15 vattenförekomster som utredningen inkluderar utgör ett 525 km² stort område, se Figur 2.

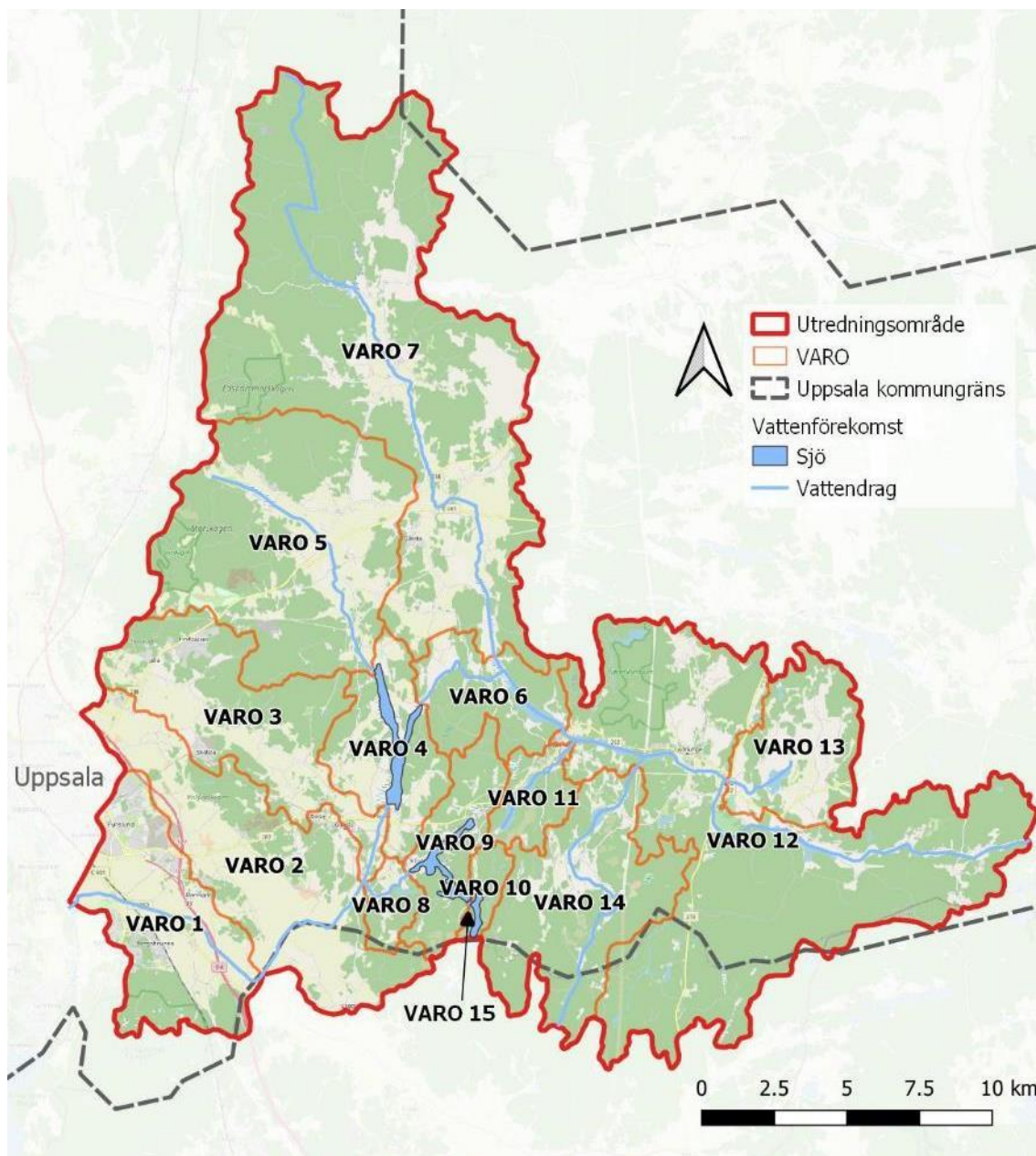


Figur 1. De 20 avrinningsområden till vattenförekomster (VARO – Vattenförekomsts AvRinningsOmråde) som ingår i Sävjaåns avrinningsområde. Streckade ytor indikerar VARO som inkluderats i utredningen. Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

Avrinningsområdet domineras av skogsmark (343 km²), framförallt i de nordliga och nordöstra delarna. Den näst största andelen av arealen utgörs av jordbruksmark (123 km²).

Jordbruksområdena domineras framförallt i de södra delarna (Uppsalaslätten) och sträcker sig längs med de större vattendragen. I området finns också mindre andelar öppen mark (40 km²), vattenytor (8 km²) samt urbana ytor (11 km²) som utgörs av Uppsala tätort (östra delarna) och samhällena Almunge, Länna, Gunsta, Gåvsta, Skölsta och Lindbacken.

De sydöstra delarna av Uppsala tätort, framförallt industri- och handelsområdena i Boländerna samt delar av stadsdelen Sävja, är de största områden som tillför dagvatten till Sävjaån. Den vältrafikerade E4:an korsar även områdets sydvästra del.



Figur 2. Sävjaåns avrinningsområde med de 15 vattenförekomsterna och deras vattenförekomstavrinningsområden (VARO) som ingår i utredningen. Se Tabell 1 för närmare beskrivning av respektive vattenförekomst. Observera att VARO 15 är mycket litet och inte går att urskilja på kartan. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Utredningsområdet för denna rapport utgörs av 15 vattenförekomster som ligger till största del i Uppsala kommun, vilka listas med fullständiga namn i Tabell 1. För att underlätta lokaliseringar av respektive vattenförekomst har vi i denna utredning valt att namnge vattenförekomsterna med varsitt nummer från 1–15. Varje vattenförekomstavrinningsområde (VARO) visas i Figur 2 och Tabell 1. Fem av vattenförekomsterna utgör delsträckor av Sävjaån. Två större vattendrag tillrinner Sävjaån. Lejstaån ansluter från norr och Tomtaån från nordväst. Även flera mindre vattenförekomster i form av bäckar ansluter till Sävjaån. Tre av de 15 vattenförekomsterna utgör sjöar där Funbosjön ligger centralt i området och ån ansluter från norr och fortsätter söder ut. Sjöarna Ramsen och Trehörningen tillrinner Sävjaån via en mindre bäck från öster. Förutom de 15 vattenförekomsterna finns även flera sjöar och vattendrag som enligt Vattenmyndigheten bedöms som övrigt vatten i området.

Tabell 1. Ingående namn på vattenförekomster, ID nummer enligt VISS. Vattenförekomstavrinningsområden (VARO) visas samt beräknat lokalt fosforbeting för respektive vattenförekomst som tidigare beräknats i "Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån Del 1 – Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder" (Naturvatten AB, 2020). Se Figur 2 för lokalisering av respektive vattenförekomst VARO.

Benämning	Namn	ID (VISS)	Vattenkategori	VARO area (km ²)	Sträcka (km)	Beting (kg P/år)
VARO 1	Sävjaån mynning – Storån*	WA82797609	Vattendrag	31.9	8	299
VARO 2	Sävjaån Storån – Spångtorp*	WA75155233	Vattendrag	46.2	5	861
VARO 3	Sävjaån Funbosjön – Spångtorp*	WA82042009	Vattendrag	35.4	3	360
VARO 4	Funbosjön*	WA86698985	Sjö	19.2	-	190
VARO 5	Tomtaån	WA23518679	Vattendrag	61.6	10	483
VARO 6	Sävjaån Vistebyån*	WA61369847	Vattendrag	16.4	4	0
VARO 7	Lejstaån	WA73538296	Vattendrag	123.4	27	309
VARO 8	Fyrisån - Bäck från Trehörningen	WA44144760	Vattendrag	4.6	2	12
VARO 9	Trehörningen	WA52862075	Sjö	14.2	-	17
VARO 10	Ramsen	WA60734924	Sjö	3.5	-	0
VARO 11	Bäck Lötsjön - Långsjön	WA50306430	Vattendrag	7.6	4	0
VARO 12	Sävjaån Almunge Långsjön	WA94521175	Vattendrag	105.3	23	0
VARO 13	Fladån Fladen - Almunge	WA85119916	Vattendrag	20.1	3	30
VARO 14	SE663708-162263 bäck mynnar Almunge Långsjön	WA71780179	Vattendrag	35.8	12	0
VARO 15	SE663632-161807 Norrstjärnan - Trehörningen	WA99714212	Vattendrag	0	0,12	0
Totalt				525	101	2 560

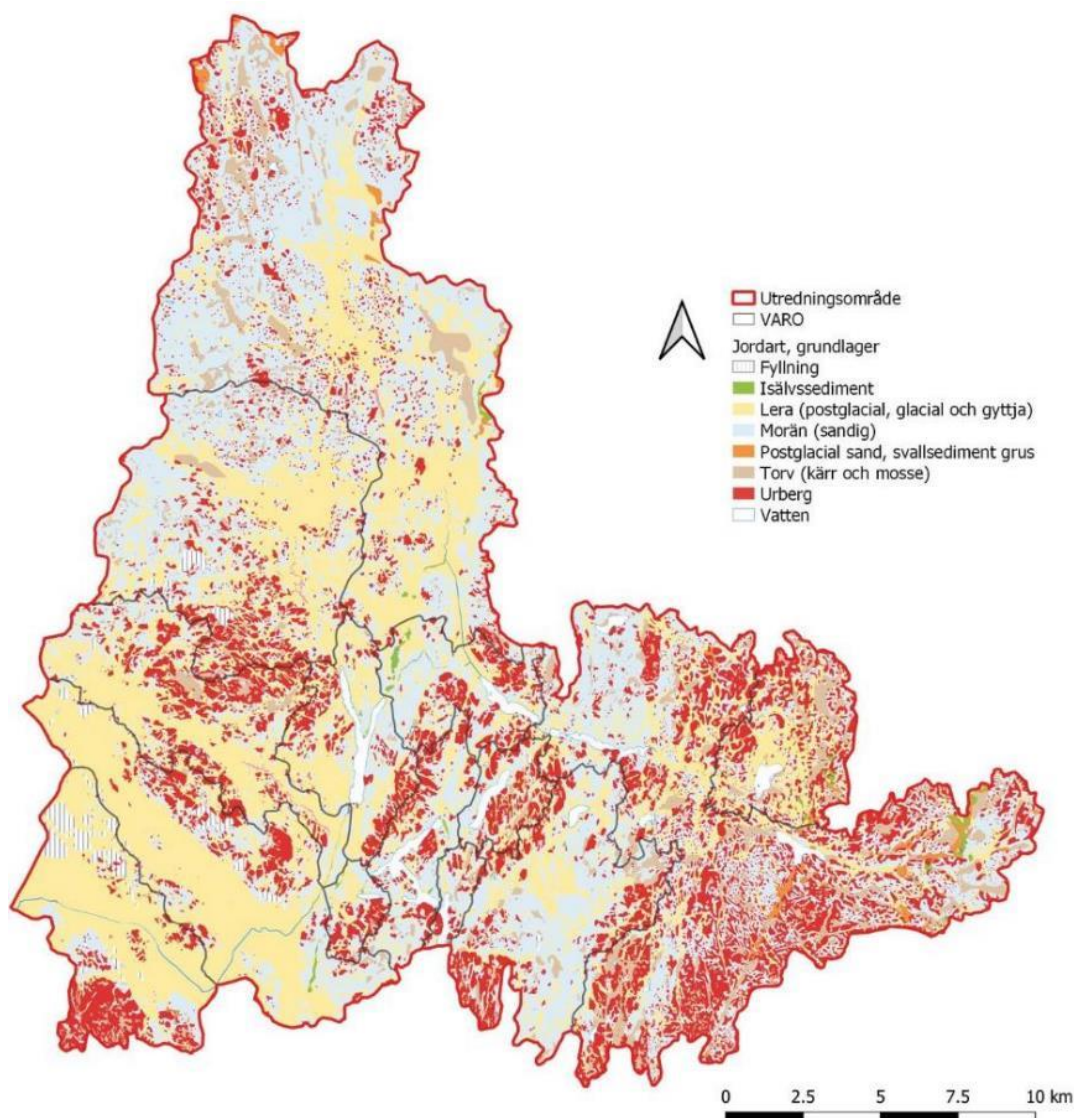
* Ingår i Natura 2000-området Sävsjön-Funbosjön SE0210345 (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017)

Sävsjöns nedre del från mynningen i Fyrisån upp till Funbosjön och Vistebyån utgör Natura 2000-område och klassas som ett *särskilt bevarandeområde* (SAC) enligt art- och habitatdirektivet. Funbosjön är en näringsrik och fiskrik slättsjö som tillsammans med åsystemet hyser en rik flora och fauna med sällsynta fiskarter som asp, nissöga och faren samt stam av utter (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Den rödlistade aspen utgör även Upplands landskapsfisk. En bevarandeplan finns för Natura 2000-området Sävsjön-Funbosjön (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Tabell 1 anger vilka vattenförekomster som berörs av Natura 2000-området. En mer detaljerad beskrivning vad Natura 2000-området innebär förklaras i avsnitt 2.2.

I Sävsjöns avrinningsområde finns utpekade områden av riksintresse för kulturmiljövård enligt miljöbalken. Hela eller delar av följande områden omfattas:

- Området Rasbo-Funbo är ett odlingslandskap med mycket rikt innehåll av fornlämningsmiljöer samt herrgårdslandskap av medeltida ursprung.
- Området Långhundraleden har en forntida betydande kommunikationsmiljö och fornlämningsmiljö.
- Området Vaksala har omfattande fornlämningsmiljöer och visar på kolonisation från bland annat bronsåldern och äldre järnåldern. Området speglar även epoker knutna till Vaksala sockencentrum.
- Området nära Uppsala stad är starkt präglad av centralmakt, kyrka och lärdomsinstitutioner från medeltiden till nutid.

Enligt SGU:s jordartskarta domineras avrinningsområdet av lera, morän och urberg. I odlingslandskapen finns framförallt de finkorniga jordarterna postglacial lera eller gytjelera med inslag av glacial lera. Högre upp i terrängen och i avrinningsområdets nordliga delar dominerar istället morän och urberg med inslag av lera. Jordarterna redovisas översiktligt i Figur 3, där likartade jordarter återges med samma färg på grund av figurens begränsade upplösning.



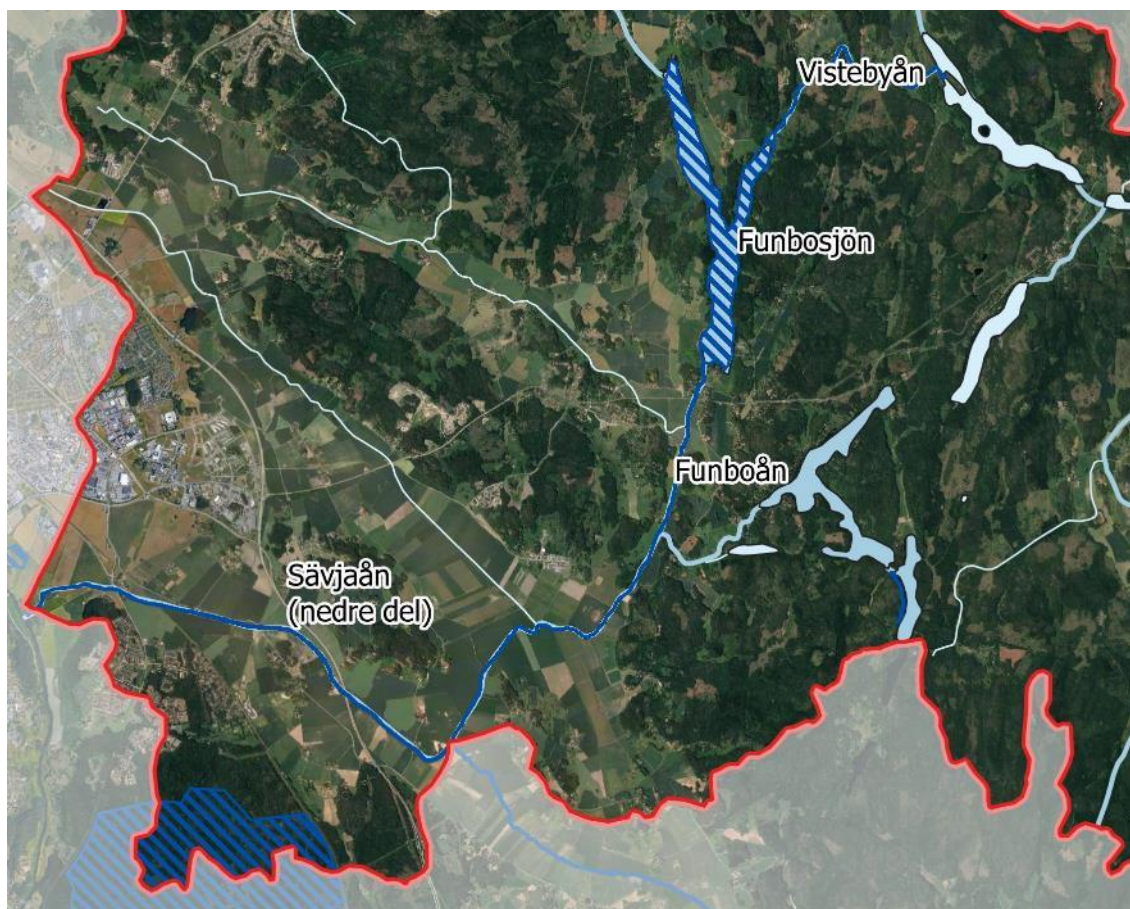
Figur 3. Jordarter (grundlager förenklad) inom utredningsområdet för de 15 ingående vattenförekomsterna inom Sävjaåns avrinningsområde. Källa: SGU.

2.2 Sävjaån-Funbosjöns Natura 2000-område

Natura 2000 är EU:s nätverk för att skapa värdefulla naturområden i enlighet med de så kallade naturvårdsdirektiven (art- och habitatdirektivet och fågeldirektivet). Direktivens syfte är att säkerställa den biologiska mångfalden inom EU genom att motverka utrotningen av djur och växter och stävja att deras livsmiljöer förstörs (Naturvårdsverket, 2017, 2020).

Sävjaån-Funbosjön är ett av cirka 4 000 Natura 2000-områden i Sverige där alla åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i området kräver ett särskilt tillstånd (Naturvårdsverket, 2017). Området innefattar Sävjaåns nedre delar, Funboån, Funbosjön samt Vistebyån (Figur 4) och är drygt 260 hektar stort (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Det är ett

så kallat *särskilt bevarandeområde* (SAC; Special Areas of Conservation) som fastställs utifrån art- och habitatdirektivet (EUR-Lex, 2020).



Figur 4. Sävjaån-Funbosjöns Natura 2000-område i mörkblått inkluderar Sävjaåns nedre delar, Funboån, Funbosjön och Vistebyån (i söder syns även Lunsens Natura 2000-område). Bakgrundskarta: © Google Earth.

Funbosjön är en näringsrik och fiskrik slättsjö med ett prioriterat bevarandevärde där utter och de sällsynta fiskarna asp, faren och nissöga påträffas, vilka ingår i art- och habitatdirektivet. Tillsammans med Sävjaån och Funboån inkluderar systemets artrikedom även det sällsynta gräset kasgräs (som förekommer endast i Funbosjöns norra del) och ovanliga sötvattenmusslor som äkta målarmussla och flat dammussla.

Sävjaån med biflöden är också en av få åar i Uppland där fisk vandrar relativt fritt och de tillhörande åsystemen har ovanligt få vandringshinder.

Sävjaån-Funboån-Funbosjön är även utpekad som ett ”värdefullt vatten” ur fisk- och natursynpunkt. Sveriges mest värdefulla sötvattensmiljöer har sammanställts av Naturvårdsverket, Fiskeriverket och Riksantikvarieämbetet tillsammans med länsstyrelserna inom arbetet med miljö kvalitetsmålet *Levande sjöar och vattendrag*. Sjö- och åsystemet anses vara värdefullt på grund av aspen men även på grund av de bevuxna, flacka och tidvis översvämmade stränderna kring Funbosjön som utgör viktiga lokaler för häckande och rastande fåglar (Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Framför allt de södra och nordvästra delarna av sjön är välkända fågellokaler (Upplands Fågelskådare, 2021).

2.2.1 Ingående arter enligt art- och habitatdirektivet – livsmiljöer och bevarandetillstånd

I områdets bevarandeplan anges att populationerna av asp, nissöga, stensimpa och utter ska vara livskraftiga. Dessutom ska Funbosjön bevaras som en naturligt näringsrik sjö med livskraftiga populationer av även faren och gös (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Som en eutrof sjö är Funbosjön känslig mot övergödning. Den hotas även av igenväxning i strandzonen vid upphörd beteshävd. Risk för förändrad artsammansättning finns om flytbladsvegetation regelbundet avlägsnas eller klipps samt vid ensidigt eller för intensivt fiske (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). I den senaste makrofyt-inventeringen av sjön (2006) bedömdes sjöns tillstånd som gynnsamt men i behov av kontinuerlig övervakning.

Asp

Aspen förekommer främst i oligotrofa och mesotrofa sjöar. Den vandrar upp i strömmande vatten på värdkanten där den letar lämpliga lekplatser över grus- och stenbottnar. Den kan också leka över mer växtrika områden med rent och syrerikt vatten. I Natura 2000-området bör de befintliga leklokalerna skyddas mot exploatering.

I Sävjaån och Funbosjön finns en liten men livskraftig population med asp. Storleken på populationen gör den sårbar för förändringar i miljön och den anses inte ha ett gynnsamt bevarandetillstånd i området (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Som en vandrande fisk påverkas aspen starkt negativt av vandringshinder. Den påverkas även negativt av ingrepp i vattenmiljön som damm- och brobyggnationer, muddring, årensning och andra fysiska ingrepp, framför allt i vegetationsrika strandmiljöer. Övergödning av vattendrag kan leda till försämrade lekbottnar och reproduktion. Att aspen ibland fångas som bifångst vid fiske kan eventuellt påverka bestånden negativt (Havs- och vattenmyndigheten, 2016a, 2017; Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Nissöga och stensimpa

Nissöga är en liten, decimeterlång fisk som trivs på mjuka och sandiga bottnar i grunda och lugna vatten, ofta i eutrofa slättlandssjöar som Funbosjön. Lämpliga bottnar är viktigt för arten, både som skydd mot rovfiskar och för födosökande. Fyrisån och Sävjaån utgör de nordligaste avrinningsområdena där arten har påträffats.

Stensimpan är också en mindre bottenlevande fisk, men trivs bättre i rinnande vatten bland sten och grus. Vattnet behöver vara klart och syrerikt.

Båda dessa arter är känsliga för avlägsnande av skuggande träd och buskar, förändrade bottenförhållanden samt försämrade syreförhållanden i bottarna. Precis som för aspen hindras även dess spridning av vandringshinder (Havs- och vattenmyndigheten, 2017).

Bevarandetillståndet för dessa två arter har dock inte kunnat bedömas på grund av bristande underlag (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Utter

Idag finns endast cirka 40 uttrar i Uppland (totalt 1 700 i hela Sverige) och de förekommer i hela Natura 2000-området med angränsande sjösystem. Stammen i Sävjaån är fåtalig men skyntas regelbundet, främst i den nedre delarna av åsystemet (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Spår av utter har konstaterats vid Nedre Långsjön men uppgifterna är äldre och osäkra (Brunberg och Blomqvist, 1998).

Uttern lever vid näringsrika vatten och varje individ rör sig över områden som kan vara flera kvadratmil. För ett livskraftigt bestånd krävs därför stora områden med sammanhängande vattensystem samt en begränsad belastning av miljögifter, biltrafik och reglering av vattendrag. Arten kan också störas av fasta fiskeredskap och det rörliga friluftslivet. Det bör enligt bevarandeplanen säkerställas uttersäkra passager vid samtliga broar över Sävjaån-Funboån-Vistebyån.

Precis som för nissöga och stensimpa är okunskapen stor gällande förekomsten av utter inom Sävjaån och beståndet behöver inventeras (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

2.2.2 Hotbilder

Natura 2000-området kan påverkas negativt av flertalet olika ingrepp i närområdet. Nedan listas en översikt av möjliga hotbilder (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

- Försämrade vattenkvalitet till följd av utsläpp från både jordbruk (både näringsämnen och bekämpningsmedel), dagvatten och punktkällor (t.ex. miljögifter)
- Exploatering av strandområden och en ökning av andelen hårdgjorda ytor som riskerar att orsaka flödesförändringar och grumling
- Förstörda eller försämrade fisklekplatser
- Vandringshinder, både befintliga och etablering av nya
- Fysiska ingrepp som förändrar flödet och riskerar att erodera bort lämpliga bottensubstrat, t.ex. rensning
- Övergödning till följd av intensivt jordbruk kan leda till igenväxta sjöar och försämrade bottenförhållanden
- Minskat bete i omkringliggande marker riskerar igenväxning av Funbosjöns strandzon
- Avverkning av skuggande sly och träd längs med vattendragen
- Intensivt sportfiske och fiskeredskap
- Biltrafik

2.3 Statusklassning

Enligt Vattenmyndighetens arbetsmaterial (ej beslutat ännu) för statusklassning av förvaltningscykeln, 2017–2021, bedöms samtliga 15 vattenförekomster till *måttlig* ekologisk status (daterad 2020-12-10 i VISS). De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och hydromorfologiska brister. Övergödning visas av att kvalitetsfaktorn näringsämnen (totalfosfor) och/eller kiselalger är klassificerade till sämre än god status till följd av höga näringshalter. Statusklassningen för näringsämnen bedöms till måttliga för samtliga vattenförekomster undantaget Sävjaån Funbosjön-Spångtorp (VARO 3, åsträckan vid utloppet från Funbosjön och Tomtaån) och bäcken som mynnar i Almunge Långsjön där vattenmyndigheten ej klassat näringsämnen. I flera av vattenförekomsterna finns även negativ påverkan på de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna som beskrivs nedan i avsnitt 2.3.1.

Samtliga vattenförekomster uppnår ej god kemisk status enligt Vattenmyndigheten avseende de överallt överskridande ämnen kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE). Gränsvärdet för dessa två ämnen bedöms överskridas för samtliga vattenförekomster i Sverige till följd av långväga luftburen spridning och atmosfärisk deposition. För övriga prioriterade ämnen som

ingår i bedömningen för kemisk status saknas, med några få undantag, underlag för en bedömning. PFOS och dess derivater klassas som ”uppnår ej god” i Sävjaåns nedre del (Sävjaån mynning – Storån) men god kemisk status uppnås för bly, kadmium och nickel i vattenfasen. Klassningen för PFOS baseras på endast två mätningar under 2016 och ytterligare provtagning behövs för att bättre bedöma föroreningssituationen. Parametrarna ammoniak och nitrat klassas till måttlig status i Tomtaån. I Funbosjön klassas de särskilda förorenade ämnena ammoniak och koppar till måttlig status. På grund av få mättillfällen bedömer VISS att både klassningen av PFOS i Sävjaåns nedre del och klassningen av ammoniak och koppar i Funbosjön har låg tillförlitlighet. Klassningen för nitrat och ammoniak i Tomtaån anses av VISS ha tillförlitlighetsklassning 2 (medel). Klassningen baseras dock endast på 12 månadsmätningar för år 2013. God kemisk status avseende bly och nickel uppnås för andra delsträckor (VARO 3, 5 och 6) av Sävjaån där tillräckligt underlag finns och Vattenmyndigheten gjort en bedömning. I Trehörningen är myndighetens bedömning att god kemisk status uppnås för bly, kadmium och nickel. En sammanfattning av statusklassningen för de 15 vattenförekomsterna ges i Tabell 2.

Tabell 2. Sammanfattning av statusklassning för de 15 vattenförekomsterna inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde. Källa: VISS (Länsstyrelserna m.fl., 2021)

VARO	Namn	Vatten-kategori	Status			Ekologisk status - Fysikalisk kemiskt				Kemisk status	
			Ekologisk status och potential	Kemisk status	Kemisk status utan överallt överskridande ämnen	Näringsämnen	Särskilda förorenande ämnen	Ammoniak	Nitrat	Prioriterade ämnen	PFOS - Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater
1	Sävjaån mynning - Storån	Vattendrag	M	U	-	M	G	G	G	U	U
2	Sävjaån Storån - Spångtorp	Vattendrag	M	U	-	M	-			U	-
3	Sävjaån Funbosjön - Spångtorp	Vattendrag	M	U	-	O	G	G	G	U	-
4	Funbosjön	Sjö	M	U	-	M	M	M	-	U	
5	Tomtaån	Vattendrag	M	U	-	O	M	M	M	U	-
6	Sävjaån Vistebyån	Vattendrag	M	U	-	M	G	G	G	U	
7	Lejstaån	Vattendrag	M	U	-	M	G	G	G	U	-
8	Fyrisån - Bäck från Trehörningen	Vattendrag	M	U	-	M	-			U	
9	Trehörningen	Sjö	M	U	-	M	G	G	G	U	
10	Ramsen	Sjö	M	U	-	M	-			U	
11	Bäck Lötsjön - Långsjön	Vattendrag	M	U		M					
12	Sävjaån Almunge Långsjön	Vattendrag	M	U	-	M	-	-		U	-
13	Fladån Fladen - Almunge	Vattendrag	M	U		M					
14	SE663708-162263 bäck mynnar Almunge Långsjön	Vattendrag	M	U	-	-	-			U	
15	SE663632-161807 Norrsjön - Trehörningen	Vattendrag	M	U	-	M	-			U	

	Ekologisk status	Kemisk status
H	Hög	God
G	God	
M	Måttlig	
O	Otillfredsställande	
D/U	Dålig	Uppnår ej god, otillfredsställande
-	Ej klassad	Ej klassad

Vattenmyndigheten har vid pågående utredning inte fastställt vattenförekomsternas status för den tredje förvaltningscykeln eller beslutat nya miljö kvalitetsnormer men förslag till förlängd tidsfrist att uppnå god status till antingen år 2027 eller 2033 finns för vattenförekomsterna. För detaljerad klassning av respektive vattenförekomst och ingående kvalitetsfaktorer se VISS.

2.3.1 Hydromorfologi

I tidigare underlag till lokala åtgärdsprogram för Uppsala kommun har fokus legat på fysikalisk-kemiska parametrar så som *Näringsämnen*. I detta underlag ingår även en utredning av hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, varför dessa beskrivs kortfattat nedan.

De tre hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna *konnektivitet*, *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* ingår i den ekologiska statusen. *Konnektivitet* kan ses som en beskrivning av tillståndet i vattenförekomsten som möjliggör spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendrag, längs grunda vatten i sjöar men även till omkringliggande mark. Den *hydrologiska regimen* beskriver vattenflödet och vattenståndsförändringar. Det *morfologiska tillståndet* ses som den fysiska formen hos vattenförekomsten och inkluderar exempelvis djup- och formförhållanden, bottensubstratet, svämplan med mera.

Alla kvalitetsfaktorer och dess ingående parametrar relaterar till ett referensförhållande som är det tillstånd som vattenförekomsten uppvisar vid ”ingen eller mycket liten mänsklig påverkan” (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Exempelvis kan ett dämme vid utloppet av en sjö påverka statusklassningen av *konnektivitet* negativt men inte en naturligt förekommande tröskel i en å, även om den skulle begränsa spridningen av fisk och organismer i vattendraget. På samma sätt påverkar inte snabba flödesförändringar under en kraftig vårflood statusklassningen för *hydrologisk regim*, däremot gör förändrade flöden vid hårdgörning eller markavvattning det.

Inget av de ingående vattendragen i Sävjaån uppnår idag god status med avseende på hydromorfologi. De flesta statusklassningarna är otillfredsställande eller dåliga (Tabell 3). Av de tre sjöarna som utgör vattenförekomsten har Funbosjön och Trehörningen hög status avseende hydrologisk regim. Trehörningen har även god status avseende morfologiskt tillstånd (Tabell 4). I övrigt uppnås inte god status. Det ska poängteras att många av de ingående parametrarna är oklassade för samtliga vattenförekomsten. I Tabell 3 och Tabell 4 anges statusklassningen för varje enskild parameter enligt VISS färgkodning.

Tabell 3. Sammanfattning av statusklassning för hydromorfologiska parametrar för de tolv vattendrag inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde.

Ej klassad
Dålig
Otillfredsställande
Måttlig
God
Hög



VARO nr.	Konnektivitet		Hydrologisk regim				Morfologiskt tillstånd							
	Upp- och nedströms	Sidled och svämplan	Specifik flödesenergi	Volymavvikelse	Avvikelse i flödets förändringstakt	Vattenståndets förändringstakt	Vattendragsfårans form	Vattendragets planform	Vattendragsfårans bottenstrat	Död ved i vattendrag	Strukturer i vattendraget	Vattendragsfårans kanter	Vattendragets närområde	Svämplanets strukturer och funktion
1	Yellow	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Orange	Red
2	Yellow	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Orange	Red
3	Yellow	Grey	Orange	Blue	Blue	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Orange	Red
5	Grey	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Orange	Orange
6	Red	Grey	Orange	Blue	Blue	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Green	Yellow
7	Yellow	Grey	Orange	Blue	Blue	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Orange	Orange
8	Red	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Yellow	Yellow
11	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Yellow	Green
12	Red	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Yellow	Orange
13	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Orange	Orange
14	Grey	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow	Orange	Orange
15	Green	Grey	Grey	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Blue	Blue

Tabell 4. Sammanfattning av statusklassning för hydromorfologiska parametrar för de tre sjöarna inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde.

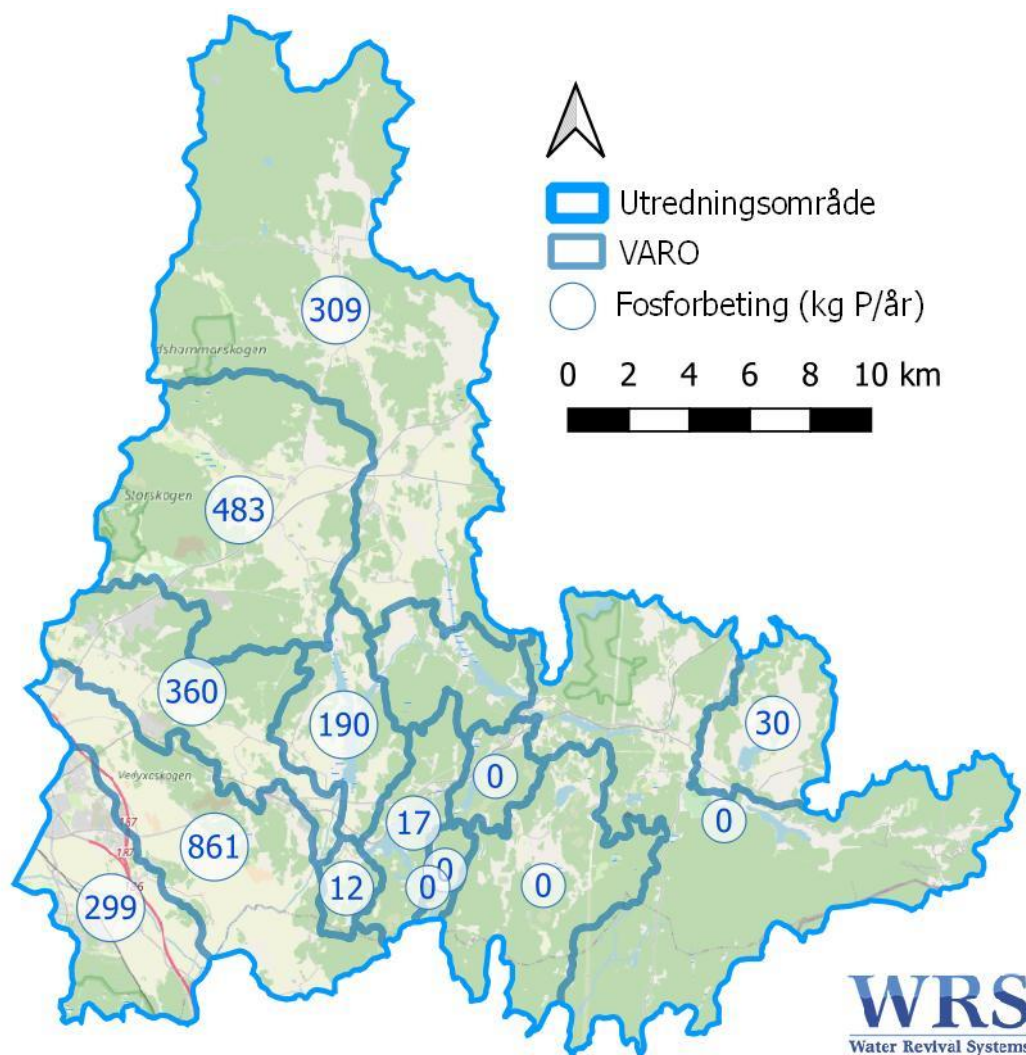
VARO nr.	Konnektivitet		Hydrologisk regim			Morfologiskt tillstånd				
	Långgående konnektivitet	Konnektivitet till närområde och svämplan	Vattenståndsvariation	Avvikelse vinter- och sommarvattenstånd	Vattenståndets förändringstakt	Förändring av sjöars planform	Bottenstrat i sjöar	Strukturer på det grunda vattenområdet	Närområdet runt sjöar	Svämplanets strukturer och funktion
4	Grey	Grey	Grey	Blue	Blue	Grey	Grey	Grey	Blue	Yellow
9	Yellow	Grey	Grey	Blue	Blue	Grey	Grey	Grey	Blue	Green
10	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Blue	Yellow

2.4 Förbättringsbehov

Ingen av de femton vattenförekomsterna uppnår god ekologisk status vilket i de flesta fall beror på kvalitetsfaktorn näringsämnen som visar på förhöjda halter av fosfor. I sötvatten begränsar och styr fosfor i regel primärproduktionen vilket gör att minskning av fosfortillförseln är centralt. Utredningens del kring näringsbelastning har därför valt att fokusera på minskad transport av fosfor och fosforreducerande åtgärder. Klassningen för de enstaka andra parameter som inte når god status, såsom PFOS i Sävjaån samt nitrat, ammonium och koppar i Tomtaån och Funbosjön anses av VISS ha låg eller som bäst medel tillförlitlighet. Det som främst behövs för dessa parameter innan ett förbättringsbehov kan tas fram eller åtgärder kan föreslås är införskaffandet av ett bättre dataunderlag genom ökad provtagning.

2.4.1 Fosfor

Förbättringsbehov avseende övergödningsparametrar beskriver mängden närsalt, i det här fallet fosfor, som behöver minska för att vattenförekomsterna ska uppnå god ekologisk status. Den minskade fosformängden brukar ofta benämnas ”beting” och beskriver åtgärdsbehovet. Naturvatten i Roslagen AB har tagit fram fosforbudgetar och beräknat beting för att vattenförekomsterna ska ges möjlighet att uppnå god ekologisk status. De beräknade fosforbetingen för utredningens vattenförekomster finns sammanställda i Tabell 1, avsnitt 2.1. För detaljerad metodbeskrivning av framräknande av beting hänvisas till Naturvattens rapport (2020). I de fall det varit möjligt har totalt beting samt lokalt beting för vattenförekomsterna tagits fram. Det totala betinget beskriver hur mycket mängden tillförd fosfor behöver minska, beräknat utifrån mätdata för vattenförekomsten. Det lokala betinget är det beting som kvarstår efter att god status för fosfor uppnåtts i uppströms belägna vattenförekomster. Det samlade lokala betinget för alla vattenförekomster, inom utredningsområdet, uppgår till 2 560 kg P/år. De största enskilda betingen återfinns i de vattenförekomster med störst andel jordbruksmark inom avrinningsområdet. Högst fosforbeting gäller åsträckan Sävjaån Storån-Spångtorp, där minskningsbehovet är 860 kg/år följt av Tomtaån med ett beting på 480 kg/år (Figur 5). För vattenförekomster där relevant mätdata saknats för bedömning av beting har det lägsta åtgärdsutrymmet som indikerats av modellberäkningarna använts enligt beskriven metodik (Naturvatten AB, 2020). Detta berör sex av de 15 vattenförekomsterna vilket resulterar i ett nollbeting, se Tabell 1. Trots avsaknaden av beting har dessa avrinningsområden analyserats för möjliga åtgärdsplatser som skulle kunna minska fosforbelastningen på aktuell vattenförekomst samt ge positiva effekter på nedströms belägna vatten. I prioritetsklassningen har dock dessa åtgärdsplatser fått lägre prioritet än åtgärder i avrinningsområden med beting.



Figur 5. Fosforbeting per vattenförekomst i utredningsområdet i kg fosfor per år. (Naturvatten AB, 2020). Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

I utredningens uppdrag anges att de framtagna åtgärderna för minskad externfosfortillförsel ska uppnås med 150 %. Detta för att i efterhand kunna välja bort åtgärder som visar sig vara svåra att genomföra utan att riskera att förbättringsbehovet inte uppnås.

För två av de tre sjöarna Funbosjön och Trehörningen är fosforbetinget 190 kg/år respektive 17 kg/år. För sjön Ramsen saknas underlag för att göra en bedömning av beting (Naturvatten AB, 2020). Parallellt med denna utredning har Naturvatten utrett om det sker en intern belastning i sjöarna, det vill säga att fosfor läcker från bottensedimentet till den fria vattenmassan. Slutsatsen av Naturvattens utredning är att även om dataunderlaget för bedömning ännu är knapphändigt är det mycket troligt att internbelastningen är kraftigt förhöjd i samtliga tre sjöar. Eventuella åtgärder för att reducera den interna fosforbelastningen bör dock först genomföras i ett läge då den externa näringspåverkan ligger på en acceptabel nivå.

2.4.2 Hydromorfologi

Vid klassning av ekologisk status är de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna underordnade på så sätt att om de biologiska eller fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna uppvisar sämre än god status blir dessa utslagsgivande. Det är först om de biologiska och fysikalisk-kemiska faktorerna visar minst god status som hydromorfologin kan bli utslagsgivande för den ekologiska statusen.

Dock bör det understrykas att goda hydromorfologiska betingelser ofta är en nödvändig förutsättning för att uppnå god status för de biologiska kvalitetsfaktorerna. Som exempel poängteras i aspens åtgärdsprogram att fisken kräver minst god status för flera hydromorfologiska parametrar för att uppnå gynnsam bevarandestatus (Havs- och vattenmyndigheten, 2016a).

För de hydromorfologiska parametrar som finns klassade i Tabell 3 och Tabell 4 har det i utredningen beräknats vilket åtgärdsbehov som finns för att dessa parametrar ska uppnå god status. Det totala åtgärdsbehovet för alla 15 vattenförekomster presenteras nedan. För att uppnå god status krävs att (*parameter som påverkas inom parantes*):

- Alla artificiella vandringshinder i avrinningsområdet åtgärdas, totalt tio stycken (se avsnitt 6.2) så att minst 75 % av alla vandringsbenägna fiskarter enligt referensförhållandet kan passera (*konnektivitet upp- och nedströms*)
- 58 av vattendragens totalt 101 kilometer ska utgå från markavvattningsföretag eller upphöra vara tydligt rätat (*specifik flödesenergi*)
- 69 av vattendragens totalt 101 kilometer får framledes ej påverkas genom grävning, rensning eller markavvattning (*vattendragsfårans form och vattendragsfårans kanter*)
- Närområdet, definierat som inom 30 meter från vattendraget, för 26 av vattendragens 101 kilometer ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark* (*vattendragets närområde*)
- Svämplanet för 39 av vattendragens 101 kilometer ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark* (*svämplanets strukturer och funktion*)
- 13 % av Funbosjöns svämplan och 8 % av Ramsens svämplan ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark* (*svämplanets strukturer och funktion*)

* Som brukad mark räknas kalhyggen, aktivt brukad åkermark och fruktodling (men inte bete och slåttervall). Som anlagda ytor räknas hårdgjorda ytor i samband med exploateringar av olika slag, t.ex. bebyggelse, hus, väg eller järnväg.

Förbättringsbehovet för hydromorfologin är alltså stort och åtgärdsbehoven går i många fall emot andra samhällsintressen. En avgränsning för hydromorfologin har därför gjorts inom detta uppdrag, vilket beskrivs i avsnitt 4.3.

3 Underlag

Vattenförekomsternas beräknade beting för fosfor som används som underlag i denna utredning kommer från rapporten *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1-Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder* och där till tillhörande bilagor av Naturvatten AB (2020). Övrigt underlagsmaterial för utredningen har bestått av flertalet olika källor som presenteras i detalj nedan.

3.1 Underlag punktkällor

För beräkning av tillförsel av fosfor från punktkällor till Sävjaån med tillflöden, har underlag om enskilda avlopp, hästgårdar, reningsverk och andra punktkällor används. Framförallt har dessa underlag använts:

- Miljörapporter för Gåvsta och Lagga reningsverk och utsläppsdata från Lövsta reningsverk.
- Uppgifter om enskilda avlopp (status, lokalisering med mera) från Miljöförvaltningen, Uppsala kommun.
- Utdrag ur slamregistret (lokalisering), Knivsta kommun.
- Schablonsiffror för föroreningsbelastning från Havs- och vattenmyndighetens allmänna råd (HVMFS 2016:17) om små avloppsanläggningar för hushållspillvatten.
- Ortofoton och allmänt tillgängliga kartor, hemsidor och annat underlag för identifiering av hästgårdar.
- Länsstyrelsens register över potentiellt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

3.2 Underlag diffusa källor

Vid beräkning av tillförsel av fosfor till de 15 recipienterna har olika GIS-underlag bearbetats och använts för att representera avrinningsområdena olika markanvändningstyper. Underlag som används i utredningen för beräkning av fosfortillförsel via diffusa källor är:

- SMHI:s avrinningsområden (VARO 2016) för respektive recipient.
- Dagvattenverksamhetsområden och dagvattenledningsnät för tätorterna Almunge, Länna, Gunsta, Gåvsta, Lindbacken, Skölsta, Sävja och Uppsala från Uppsala Vatten.
- Markhöjdmodell GDS-Höjddata, grid 2+ © Lantmäteriet via geodatasamverkan.
- Årsmedeldygnstrafik (ÅDT) från nationell vägdatatabas (Trafikverket, 2021).
- Markanvändning och föroreningsbelastning för delar av Uppsala och Sävja tätort från Uppsala Vatten och Avfall AB (2015) samt årsmedelnederbörd (636 mm/år) som användes av Uppsala Vatten vid beräkningarna av föroreningsbelastning.
- Jordbruksverkets jordbruksblock för år 2020, inkluderande stödberättigade våtmarker (Jordbruksverket, 2020).
- Jordartskarta, raster 25x25m, representerande egenskaper i åkermarkens matjord (Jordbruksverket, 2015a).
- Våtmarksdatabasen för identifiering av anlagda våtmarker (SMHI, 2020a).

- Lantmäteriets GSD-väggkarta i vektorformat (daterad 2020-05-28). Heltäckande GIS-lager för markanvändning my_riks användes för skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor medan lager vl_riks användes för större vägar inom området (Lantmäteriet, 2020).
- För näringsläckage från åkermark användes läckagekoefficienter (kg/ha och år) framtagen i SMED rapport Nr 5 år 2019, *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark* (Johnsson m.fl., 2019).
- Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 med typhalter (mg/l) för läckage från skogsmark, sankmark och öppen mark (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b).
- Specifik avrinning (mm/år) inom området för perioden 1981-2010 (medelvärde) användes från SMHI:s delavrinningsområden (SMHI, 2020b).
- Atmosfärisk fosfordeposition (kg/km²) till vattenytor inom avrinningsområdena (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018).
- Naturvårdsverkets kartverktyg skyddad natur (2021).

3.3 Underlag hydromorfologi

Både GIS-underlag och annat tryckt material har använts för att kartera och utreda potentiella åtgärdsplatser för förbättrad hydromorfologisk status. Dessa inkluderar bland andra:

- Damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
- Historiska kartor (Häradsekonomiska kartan 1859-1869 och 1901-1906, ekonomiska kartan 1952 och 1978) från Lantmäteriet (2021).
- Intervjuer och samtal med tjänstemän, intresseorganisationer och privatpersoner.
- Länsstyrelsernas Biotopkarteringsdatabas (2018) med data om vandringshinder och dammar.
- Naturvårdsverkets kartverktyg skyddad natur (2021).
- Rapporter av särskild betydelse för utredningsarbetet innefattar den så kallade "Vattenbibeln" *Vatten i Uppsala län 1997* (Brunberg och Blomqvist, 1998), *Fria vandringsvägar i Mälar- och Hjälmarmynnade vattendrag* (Länsstyrelserna, 2009) och *Aspens leklokaler i Uppsala län* (Berglund, 2006).
- SMHI:s dammregister (2013) med både geografisk och hydrologisk information.
- Svenskt elfiskeregister (SERS) och Nationellt Register över Sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2021a, 2021b).
- Vattendomar inhämtade från Uppsala Vatten och Länsstyrelsen i Uppsala län.

4 Metod

Den övergripande metodiken för arbetet med åtgärdsförslag har bestått i att:

- Analysera data om enskilda avlopp i avrinningsområdet erhållna från miljöförvaltningen, se avsnitt 4 och 5.1.1.
- Studera data på utsläpp från avloppsreningsverk samt bräddningar från avloppledningsnätet, se avsnitt 4 och 5.1.2.
- Studera förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, se avsnitt 4 och 5.1.3.
- Beräkna diffus fosfortillförsel från jordbruksmark utifrån underlagsmaterial från Jordbruksverket och SMED, se avsnitt 4.2.1.
- Kartering av urban markanvändning och modellering av fosfortillförsel via dagvatten från tätorter med modellverktyget Stormtac, se avsnitt 4.2.2.
- Undersöka och kartlägga naturvärden, skyddade områden och fiskfauna, se avsnitt 2.2 och 6.1.
- Undersöka konstaterade och potentiella artificiella vandringshinder för fisk, se avsnitt 6.2 och 6.3.
- Beräkna förbättringspotential för enskilda avlopp, reningsverk och hästgårdar, se avsnitt 5.1 och 7.2.
- Identifiera strategiska platser för åtgärder för minskad tillförsel av fosfor från jordbruksmark och tätortsbebyggelse genom kartanalys och fältbesök och sedan beräkna avskiljningspotential, se avsnitt 4.2 och 7.3 samt Bilaga 1.
- Prioritetsordna åtgärder för minskad tillförsel av fosfor utifrån beting, kostnadseffektivitet, avskiljningspotential och genomförbarhet, se avsnitt 8 och Bilaga 1.
- Beskriva platsspecifika åtgärdsplatser och åtgärdsförslag för minskad tillförsel av fosfor, se Bilaga 1.
- Föreslå åtgärder för fri passage vid identifierade vandringshinder, se avsnitt 7.5.1 och Bilaga 2.
- Beskriva och prioritetsordna åtgärder för vandringshinder utifrån åtgärdsbehov och genomförbarhet, se avsnitt 8.3 och Bilaga 2.

4.1 Metod tillförsel från punktkällor

Punktkällorna inkluderar enskilda avlopp, reningsverk, hästhållning samt förorenade områden och tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet. Uppgifter om enskilda avlopp har erhållits från Miljöförvaltningen i Uppsala och Renhållningsavdelningen i Knivsta. I avsnitt 4.1.1 beskrivs vilka antaganden som gjorts och hur tillförseln av fosfor från enskilda avlopp har beräknats. Uppgifter om utsläpp från reningsverk har inhämtats från miljörapporter. Förekomst, lokalisering och bestämning av storlek på hästgårdar har gjorts genom studier av ortofoton samt genom besök i området, och detta beskrivs i avsnitt 4.1.2. För bedömning av fosforbelastning

från övriga punktkällor har utgått från Länsstyrelsens register över potentiella och konstaterade förorenade områden samt tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

4.1.1 Enskilda avlopp

Belastningsberäkning

Beräkningar av utsläpp från enskilda avloppsanläggningar till Sävjaån har gjorts utifrån typ av avloppsanläggning, närvarograd och avstånd till recipient. Beräkningarna har gjorts med hjälp av schablonvärden.

Inkommande mängder till avloppsanläggningarna har beräknats utifrån de schablonsiffror för innehåll i avloppsvatten som anges i de allmänna råden för små avloppsanläggningar (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b) och av SMED (SMED, 2011). Eftersom de flesta människor tillbringar viss tid av dagen utanför hemmet, t.ex. då de arbetar, har hemmavaron antagits vara 65 % för permanentboende. Antalet boende i varje fastighet har antagits vara 2,4 personer utifrån SCB:s nationella statistik. För fritidshus har en närvarograd på 49 % för en person räknats fram utifrån SMED:s antagande om 180 persondagar (personer x dagar) per år för fritidshus. Detta motsvarar en närvarograd på 16 % per person om det istället är 3 personer som nyttjar fritidshuset. Schablonsiffror för beräkning av inkommande belastning anges i Tabell 5.

Tabell 5. Schablonsiffror som använts för beräkningar av inkommande fosforbelastning till enskilda avloppsanläggningar.

	Permanentboende	Fritidsboende
Specifik P-belastning WC+BDT (g/pers. dygn)	1,7	1,7
Specifik P-belastning BDT (g/pers. dygn)	0,15	0,15
Närvarograd (%)	65	49*
Antal personer/hushåll	2,4	1,0
Mängd till reningsanläggning (kg P/hushåll och år)	0,97	0,31

*beräknat utifrån 180 persondagar per år med 100 % hemmavaro

För beräkning av fosforreduktion i olika typer av avloppsanläggningar har schablonsiffror använts enligt Tabell 6.

Tabell 6. Reduktion av fosfor i olika avloppsanläggningar för enskilda avlopp. Avskiljning i procent av inkommande belastning (Svenska Miljö Emissions Data, 2011).

Anläggningstyp	Reduktion i anläggning (%)
WC+BDT	
A Enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande	15
B Infiltration/markbädd	50
C Minireningsverk	80
E Markbädd med fosforfälla	80
F Sluten tank för WC + infiltration/markbädd för BDT	95
BDT	
G Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	90
H Torrtoalett och BDT-rening	95
Övrigt	
I Ej indraget vatten	100

Status på anläggningar

I underlagsmaterialet från Uppsala kommun finns en mängd förkortningar och noteringar om olika tekniker för avloppsrening. Utifrån informationen i underlaget har anläggningarna delats upp i åtta olika anläggningstyper (se Tabell 6). Följande antaganden har gjorts:

- Markbädd, infiltration och minireningsverk har antagits ta emot både BDT- och WC-avlopp, oavsett vad som anges i underlaget.
- Anläggningar för WC, BDT eller WC och BDT som är noterade med ”ej klassad” eller ”förbud” har antagits kategori A (enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande).
- Torra system för fritidsboende och andra icke-permanenta boenden som är noterade med ”ej klassad” utan information om BDT-hantering har antagits kategori G (Torrttoalett och enkel/ingen BDT-rening).
- Torra komposterande system utan information om BDT-hantering, oberoende av bostadstyp, har antagits kategori G.
- Hushåll utan indraget vatten har antagits inte heller ha något avlopp.

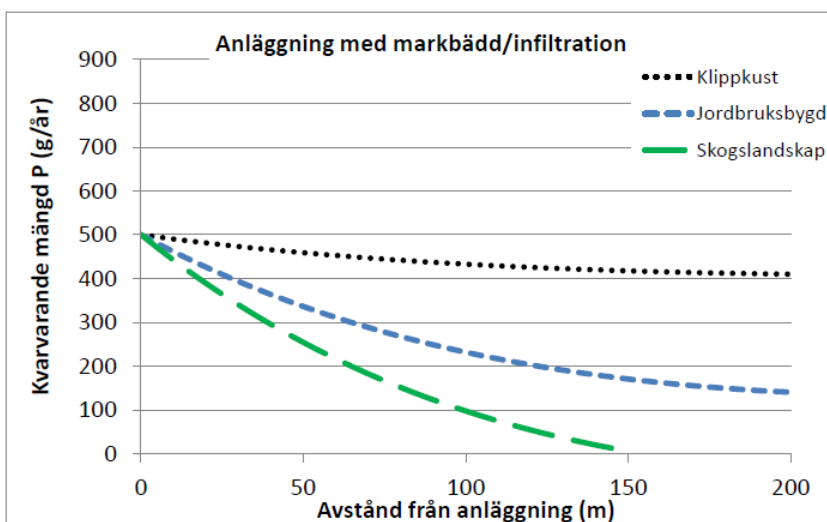
För den del av avrinningsområdena som ligger i Knivsta kommun har renhållningsavdelningens slamregister använts som underlag, då miljökontorets uppgifter inte var tillgängliga. I slamregistret ingår alla avloppsanläggningar som slamtöms regelbundet, det vill säga anläggningar med slamavskiljare eller slutna tank. Specifik information om anläggningstyp finns endast om anläggningar med slutna tank. Övriga anläggningar, de med slamavskiljare, har antagits ha en efterföljande rening enligt samma fördelning mellan de åtta kategorierna i Tabell 6 som anläggningarna i Uppsala kommun.

Retention

Behandlat vatten från en enskild avloppsanläggning tas ofta emot av omgivande mark. I marken sker ytterligare avskiljande processer som kvarhåller fosfor, så kallad retention. Retentionen kan vara betydande och reducerar då risken för påverkan på ytvatten. Beräkningarna har utförts så att retentionen i marken beror av avstånd till Sävjaån, liksom till Sävjaåns anslutande biflöden och större jordbruksdiken. Antagen retention är baserad på en rapport om markretention för enskilda avlopp och beskrivs i Tabell 7 och Figur 6 (Ridderstolpe m.fl., 2018). Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten och baseras på en omfattande litteraturgenomgång. Ytterligare ett antagande som gjorts är att alla enskilda avlopp i utredningsområdet för Sävjaån ligger i ”jordbruksbygd”, vilket motsvarar medelhög retention.

Tabell 7. Antagen retention (kg P/år) vid olika avståndintervall till närmaste sjö, vattendrag, anslutande biflöde eller jordbruksdike. Baserad på (Ridderstolpe m.fl., 2018).

Avstånd till recipient (m)	Retention (kg P/hushåll och år)		
	Klippkust	Jordbruksbygd	Skogslandskap
0-20	0	0,05	0,05
20-100	0,05	0,20	0,3
>100	0,08	0,25	0,4



Figur 6. Kvarvarande mängd fosfor i avloppsvattnet efter utsläpp till mark från ett hushåll med markbaserad anläggning. Baserad på (Ridderstolpe m.fl., 2018).

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Sävjaån

Den utsläppta mängden fosfor per hushåll har beräknats enligt följande:

$$\text{Mängd fosfor [kg/år]} = \text{Belastning per hushåll och år} * \text{antal hushåll} * (1 - \text{reduktion i anläggningen} - \text{retention i mark})$$

4.1.2 Hästgårdar

Inventeringsmetod

Det finns inget heltäckande register över hästgårdar, antal hästar eller var hästar finns, vare sig nationellt eller regionalt. Det beror bland annat på att den person som är registrerad ägare till hästen ofta bor på en annan plats än där hästen finns.

Hästgårdar har lokaliserats genom sökningar på Internet och via ortofoto över utredningsområdet för Sävjaån genom att identifiera fastigheter med ridbanor, hästtransporter och gödselplattor. Uppföljande fältbesök har gjorts till ett tiotal av dessa för att bekräfta gjorda iakttagelser. Antal hästar per gård har uppskattats utifrån uppgifter på hemsidor, storlek på stall och rastgårdar, antal hästtransporter med mera.

Beräkningar

Utifrån ett antal antaganden har beräkningar gjorts för mängd producerad fosfor i hästgödsel, fördelning mellan stall, rastfällor/bete nära stallet respektive sommarbete, samt hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Sävjaån årligen.

I beräkningarna har vi utgått från följande:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005)
- Varje häst konsumerar 8 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder och mineraler (Jordbruksverket)
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Sävjaån (egen bedömning)

- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (höst, vinter, vår).
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning).
- Fosforläckage till Sävjaån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 30 %.
- 90 dagars sommarbete som inte mockas, och där ingen tillskottsutfodring sker.
- Om sommarhagarna är stora, antalet hästar inte är för högt och ingen tillskottsutfodring sker så har det antagits att det är balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

Vid beräkning av möjlig minskning av fosforbelastningen från hästgårdar till Sävjaån har vi utgått från ovanstående antaganden, men gjort vissa förändringar. Detta beskrivs i avsnitt 7.2.3.

4.2 Metod tillförsel från diffusa källor

Vid beräkning av teoretisk fosfortillförsel från land till recipient sammanställdes tillgängligt GIS-underlag för olika typer av markanvändning inom området. Den diffusa näringstillförseln från land är beroende av flertalet faktorer och lokala förutsättningar. Markanvändning, markens läckagekoefficient, jordart och dess egenskaper samt klimatfaktorer är några av de styrande faktorerna för transporten av näringsämnen. Vid bearbetning av överlappande GIS-underlag prioriterades marktyper enligt följande prioritetsordning: verksamhetsområde för dagvatten, Jordbruksverkets jordbruksblock följt av vägar (E4:an) och markskikt från GSD-väggkartan (skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor). Mindre andel marktyper som inte ingick i ovan nämnda kategorier, vilket främst berör glesbebyggda område utanför verksamhetsområde för dagvatten, inkluderades i kategorin öppen mark vid belastningsberäkningar. I öppen mark ingår annars generellt obrukade grönytor, vägkanter och gårdsplaner.

Den diffusa näringstillförseln redovisas i denna utredning indelat på jordbruksmark, dagvatten inklusive E4:an, skogsmark, sankmark samt öppen mark. Utöver detta redovisas även mängden atmosfärisk fosfordeposition för vattenytor inom avrinningsområdet. Bruttobelastning beräknades för de diffusa källorna, det vill säga den teoretiska näringsbelastningen som tillrinner respektive VARO årligen. Den näringsreduktion som befintliga åtgärder bidrar med inom respektive VARO drogs ifrån bruttobelastningen så att en nettobelastning erhöles. Befintliga åtgärder inkluderar stödberättigade våtmarker inom jordbruksområden samt befintliga dagvattendammar.

4.2.1 Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark

Jordbruksblocken för år 2020 innehåller den stödberättigande jordbruksmarken enligt EU:s definition med indelning av ägoslag: ”åker”, ”åkermark med långliggande vall” alternativt ”åkermark med permanenta grödor”, ”betesmark” och till mindre andel definierat som ”okänt” och stödberättigade ”våtmarker”. Vid beräkning av fosfortillförsel från dessa områden grupperades ägoslagen ”betesmark”, ”åkermark med långliggande vall”, ”åkermark med permanenta grödor” och kategorin ”okänt” till en enda kategori som i beräkningar har betraktats som betesmark. Fortsättningsvis benämns denna kategori som ”bete/övrig åkermark” i denna rapport, marken bedöms som mindre produktiv jordbruksmark med lägre läckagekoefficient. Mark tillhörande kategorin åker bedöms som mer produktiv åkermark och räknas därmed separat och benämns vidare som ”åker”. Våtmarksytor beräknades inte bidra med näringsämnen utan istället sker en viss avskiljning i dessa system.

I SMED:s arbete med beräkning av den svenska åkermarkens näringsförluster till omgivande hav som används vid rapportering till HELCOM:s PLC7 (Pollution Load Compilation) har noggranna beräkningsmodeller tagits fram (Johnsson m.fl., 2019). I denna utredning har SMED:s framtagna läckagekoefficienter för aktuell region (region 6, Mälars- & Hjälmarsbygden) används vid beräkning av jordbruksmarkens ("åkermark" samt "bete/övrig mark") årliga tillförsel av fosfor. Modellerna bygger bland annat på klimatdata, fosforhalter i marken, jordartsförhållande (förutom organiska jordar), markens lutning samt grödor som odlas (Johnsson m.fl., 2019). Modellens resultat är förväntade normalläckage för olika grödor, jordarter och regioner inom Sverige.

Flertalet faktorer som påverkar fosforläckage från jordbruksmark ändras med åren, bland annat nederbörd, avrinning, temperatur och val av odling. Förutom nederbörd och avrinningsförhållanden inom jordbruksmarken har jordartens egenskaper stor betydelse för fosforläckage. Områden med lerjordar, som ger upphov till makroporer i markprofilen och områden med hög erosionskänslighet har generellt högre fosforläckage. Vid beräkning av fosforförlust för "åker" och "bete/övrig åkermark" användes markens jordartsfördelning (Jordbruksverket, 2015a) och tillhörande läckagekoefficient (Johnsson m.fl., 2019). För varje åker bestämdes mittpunkten där jordarten avlästes ur rastret med jordartsfördelningen i GIS. För åkrar där mittpunkten låg utanför polygonen (till exempel L- och U-formade åkrar) bestämdes en slumpmässig punkt inuti polygonen för avläsning av rastret i GIS. För fosforläckage från "åker" användes därefter jordartens genomsnittliga läckagekoefficient och för "bete/övrig mark" användes läckagekoefficient från vall. För att inte underskatta näringsförluster för de jordarter utan angiven läckagekoefficient, har störst läckagekoefficient från närmaste jordart enligt FAO:s (FN:s Food and Agriculture Organisation) klassificeringssystem valts. Detta berör jordarterna sandy clay loam och silt (ungefär sandig lättlera och mjåla). Underlag kring fosforläckage relaterat till olika grödor har inte använts i denna utredning och anses inte vara relevant då grödor ändras över tid.

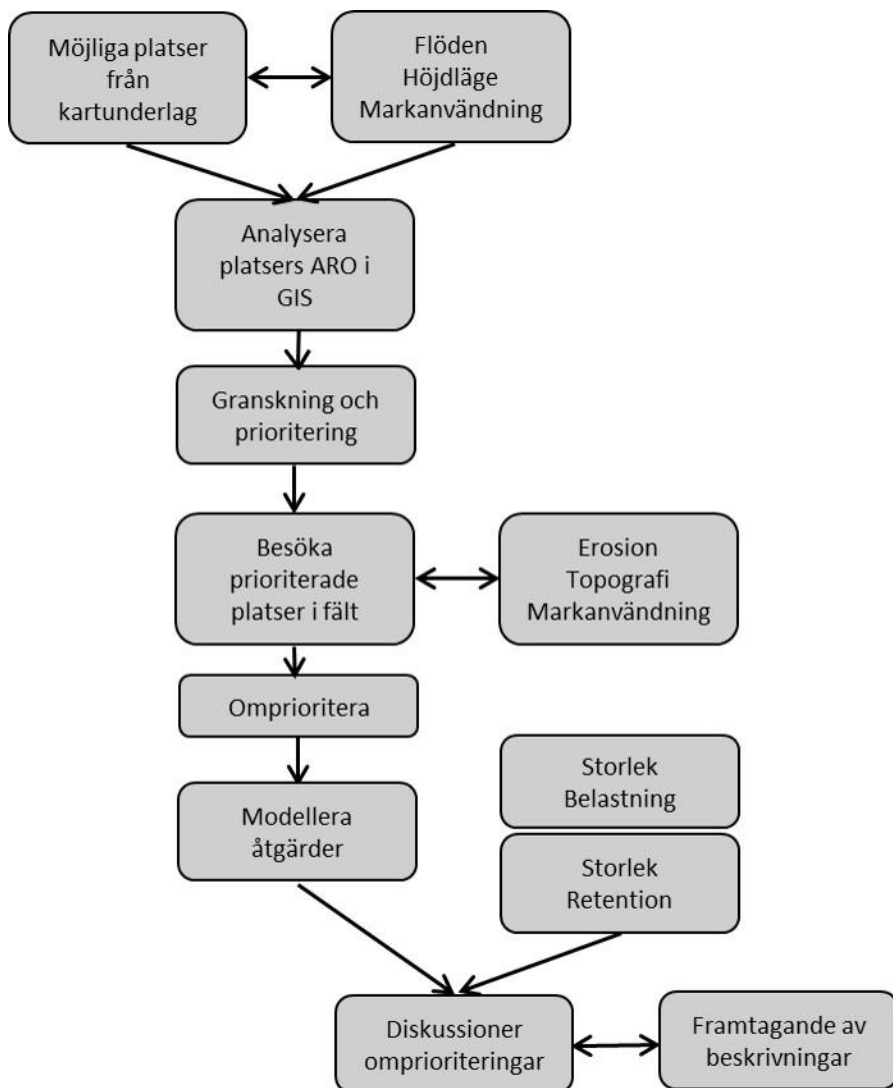
Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 anger för regionen fosforläckage från skogsmark, sankmark och öppen mark som typhalt i mg per liter (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b), vilket tillsammans med den specifika avrinning (mm/år) för området (SMHI, 2020b) användes vid beräkning av fosforläckage för dessa tre markkategorier.

Val av åtgärdsplatser

Arbetet med att ta fram åtgärdsplatser i avrinningsområdet har utförts i flera steg med olika analysmetoder. Figur 7 visar den övergripande metodiken som använts vid bearbetning av potentiella åtgärdsplatser. Som första steg har topografiska förhållanden, olika kartunderlag samt ortofoton analyserats och har en bruttolista med tänkbara platser upprättats. Tillrinningsområden för respektive platsförslag har bedömts utifrån höjdmodellen. Intern granskning av de utvalda platserna har använts för att tilldela platserna en prioritetsklass enligt en fyrgradig skala med högst prio (1) till lägst prio (4), där prio 4 innebär att åtgärdsförslaget avfärdades. Åtgärdsförslagen med prio 1 och 2 besöktes på plats. Vid platsbesöket undersöktes platsernas lämplighet bland annat utifrån topografiska förhållanden, släntlutningar och eventuella spår av erosion samt nuvarande markanvändning och genomförbarhet. Eventuell justering av lokalisering och prioritering gjordes baserat på lokala förutsättningar. Granskningen och fältbesökets resulterade således i en nettolista med platsförslag av prioritet 1, 2 och 3. Åtgärdsförslag av prioritet 1 och 2 presenteras i detalj i Bilaga 1. Platser med prioritet 3 bör ses som möjliga åtgärder att fortsätta arbetet mot god ekologisk och kemisk status med, efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2.

För de åtgärdsplatser som valdes ut till prio 1 och prio 2 karterades tillrinningsområdena med hjälp av Lantmäteriets höjdmödel 2x2 m i Scalgo Live (2021). Eftersom modellen saknar information om bl.a. täckdiken och mindre vägtrummor korrigerades tillrinningsområdena dels utifrån fältobservationer och dels utifrån täckdikessystem från Länsstyrelsens kartsikt för markavvattningsföretag (2021). Områdets markanvändning samt ett platsspecifikt förslag togs fram.

Teoretisk fosfortillförsel för tillrinnande mark beräknades enligt tidigare nämnd metodik i avsnitt 4.2.1. Åtgärdsförslagen dimensionerades därefter och åtgärdens reningsförmåga beräknades utifrån litteraturuppgifter på avskiljningsförmåga. En slutlig prioritering av åtgärdsförslagen gjordes därefter med hänsyn till förväntad fosforavskiljning och åtgärdens genomförbarhet och kostnadseffektivitet. De platsspecifika åtgärderna beskrivs i Bilaga 1 och den slutliga prioriteringen mellan åtgärdsförslagen finns beskrivet i avsnitt 8.2.



Figur 7. Översiktligt flödesschema för val av åtgärdsplatser i avrinningsområdet (ARO).

Åtgärdstyper

I detta kapitel beskrivs de åtgärdstyper som bedöms vara mest lämpliga för att minska tillförseln av fosfor från jordbrukslandskapet till vattenförekomsterna i utredningsområdet.

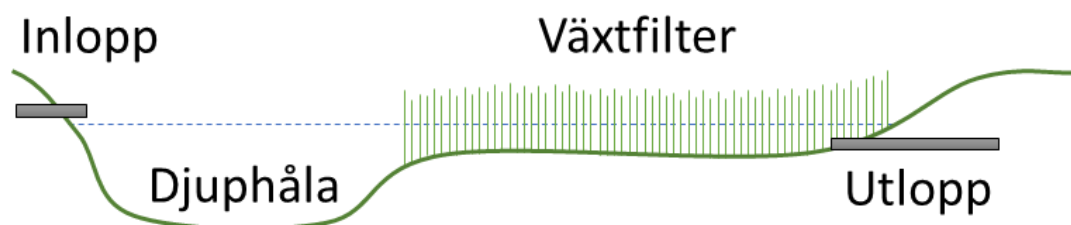
Litteraturuppgifter på åtgärdernas avskiljningsförmåga har använts för att beräkna de föreslagna åtgärdernas reningspotential.

Den fosfor som avrinner från åkermark är främst i partikulär form, det vill säga bunden till jordpartiklar. De största fosforförlusterna från mark sker i regel när avrinningen är stor. Åtgärder med syfte att avskilja och sedimentera partiklar kan anläggas för att minska transporten av fosfor från land till berörda recipienter. Sedimentation av partiklar stimuleras genom att minska vattnets hastighet. När hastigheten avtar hinner partiklar sjunka till botten och näringsämnen bundna till dessa avskiljs innan de når recipienten. Effektiva sedimentationsåtgärder är anläggande av fosfordammar för små tillrinningsområden eller våtmarker för större tillrinningsområden. För att uppnå maximal avskiljningsgrad i en anläggning bör den placeras där förlusterna av fosfor är som störst. En annan metod att åstadkomma fosforavskiljning är att anlägga tvåstegsdiken där växter bidrar med filtrering av vattnet vid högre flöden. Nedan beskrivs funktionen hos fosfordammar, våtmarker och tvåstegsdiken.

Anläggande av våtmarker över 5 hektar, anläggande av tvåstegsdiken samt återställande av sjöar är tillståndspliktigt. Anläggande av våtmarker och fosfordammar under 5 hektar samt anläggande av tvåstegsdiken utanför markavvattningsföretag är anmälningspliktiga.

Fosfordammar

Fosfordammar anläggs vanligtvis i jordbruksdominerade områden och har visat sig ge en hög fosforavskiljning i relation till använd markyta. Fosfordammens yta ska motsvara minst 1 ‰ av tillrinningsområdets storlek för att ha en bra funktion, men bör ha en yta som utgör upp till 5 ‰ av tillrinningsområdets om plats finns (Jordbruksverket, 2010; Hushållningssällskapet, 2012). Vid mindre yta minskar avskiljningen betydligt i dammarna (Kynkäänniemi, 2014). Dammen består av två delar där vattnet först passerar en djupare del för sedimentation och därefter filtreras genom en grundare del med rik våtmarksvegetation, se Figur 8. Undersökningar visar att djuphålan har en viktig funktion för sedimentering (Kynkäänniemi, 2014). Den djupare delen bör vara 20–30 % av dammytan med ett djup på 1–1,5 m (Hushållningssällskapet, 2012). Den vegetationsrika och grunda delen ska motsvara resterande 70–80 % av dammytan och ha ett djup på 0,2–0,4 m. Dammens slänter ska vara någorlunda flacka, cirka 1:3, för att undvika erosionsrisk. Den grundare vegetationsdelen har olika funktioner, exempelvis sänka vattenhastigheten för att gynna sedimentation men också sprida flödet jämnt över dammen. Växterna bidrar även till att stabilisera botten och tar upp näring och gynnar även biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2010). För att fosfordammen ska ha en god funktion är det viktigt med ett bra längd-breddförhållande (Kynkäänniemi, 2014) där en långsmal damm är att föredra.



Figur 8. Illustration av fosfordamm med djuphåla och efterföljande vegetationsdel.
Illustration: WRS.

Ett rimligt antagande för uppskattning av reningspotentialen i en fosfordamm är strax under 50 % avskiljning av inkommande fosfor (Jordbruksverket, 2015b). Avskiljningen styrs i sin tur av flertalet faktorer, exempelvis inkommande närings- och hydraulisk belastning (Kynkäänniemi, 2014). För att underlätta skötsel av dammen i form av släntklippning och

sedimenttömning är det viktigt att dammen placeras åtkomligt för traktor och grävmaskin. Vid rensning av fosfordammar i dammen kan det därefter återföras till åkermarken (Hushållningssällskapet, 2012). Viktigt att beakta vid anläggande av fosfordammar på produktiv åkermark är att ersättningen är jämförbar med inkomst från marken (Malgeryd m.fl., 2015), se Bilaga 1 avsnitt 3 möjliga stöd för åtgärder.

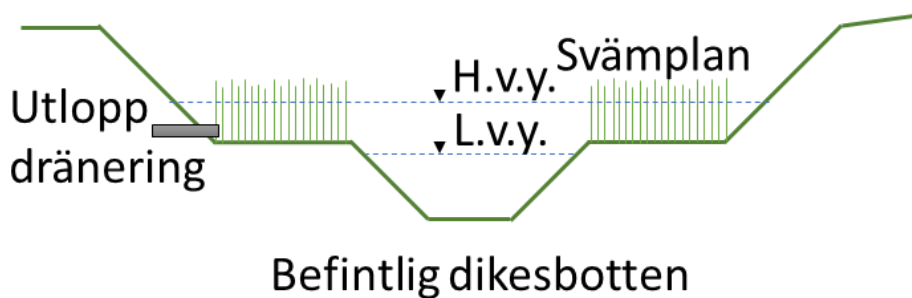
Våtmarker

Våtmarker anläggs ofta för att minska näringstransporten i vattendraget samt även bidra till biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2015b). Våtmarker anläggs oftast längre ned i avrinningsområdet vilket innebär att de är betydligt större än fosfordammar. Vanligtvis har anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet en yta motsvarande 0,5–1,0 % av avrinningsområdet (Jordbruksverket, 2010). Dock kan även våtmarker som är betydligt mindre än 0,5 % avskilja betydande mängder närsalter om tillförseln är tillräckligt hög (Jordbruksverket, 2015b). Utöver sedimentering av partikelbunden fosfor i dess djupare delar bidrar våtmarker även till avskiljning av kväve via nitrifikation och denitrifikation. Då våtmarken oftast anläggs längre ned i systemet kommer större jordpartiklar redan ha fastnat på vägen dit, bland annat i diken, vilket leder till att de partiklar som når våtmarken är mindre och kräver längre uppehållstid för att sjunka till botten. Att våtmarkers avrinningsområde är större än för fosfordammar gör att koncentrationen av fosfor är något lägre då vattnet ofta späds med näringsfattigare vatten från skogsmark. Både ovannämnda faktorer bidrar till en något lägre avskiljningsgrad, per anlagd åtgärdsyta, i våtmarker än i fosfordammar (Jordbruksverket, 2015b). Enligt Jordbruksverket finns dock potential att förbättra avskiljningseffekten i våtmarker genom riktade placeringar i de odlingslandskap med högst näringsförlust och med fokus på näringsreduktion när våtmarker gestaltas. Om dessa prioriteringar beaktas kan avskiljning som uppgår till 50 kilo fosfor och 500 kväve per hektar och år våtmark uppnås (Jordbruksverket, 2015b).

Tvästegsdike

En metod som visat sig fungera bra i USA är att gräva om diken till så kallade tvästegsdiken. Detta görs genom att man cirka 50 cm ovanför dikesbotten schaktar fram en plåtå på vardera sida om diket. Dessa plåtåer ska vara 1–2 gånger så breda som dikesbotten (Figur 9). Vid normal vattenföring ligger vattenytan i den gamla dikesfåran. Under perioder med högre avrinning kommer vattnet att brädda upp på de växtbevuxna sidorna där fosfor kan silas av.

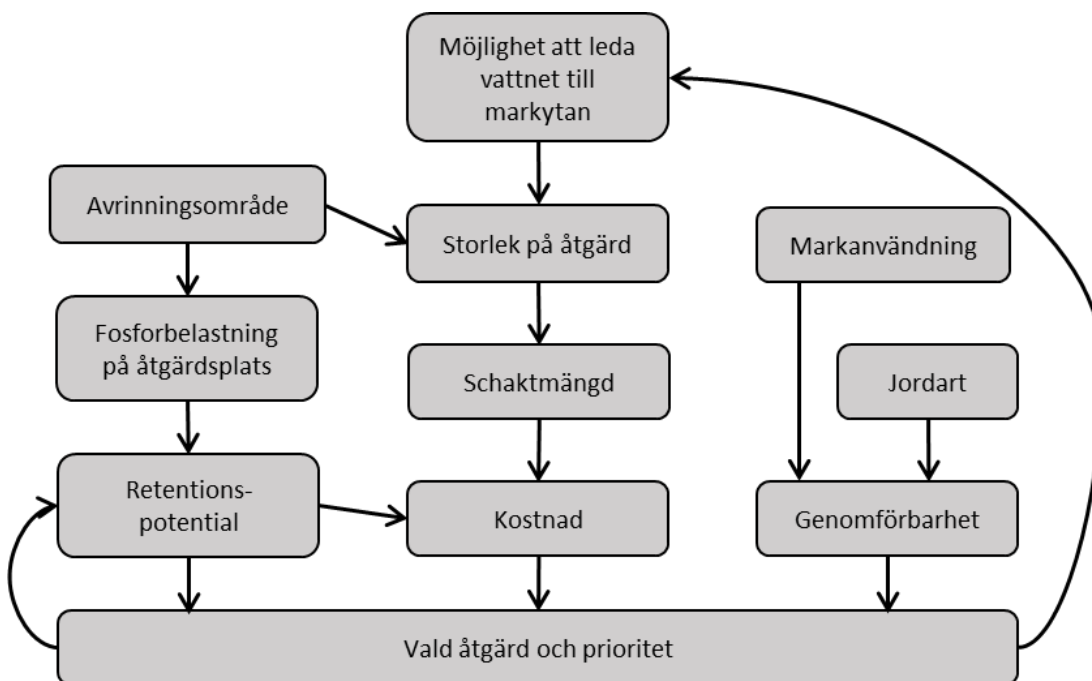
Ett tvästegsdike bör ha en längd på minst 800 m för att ge önskad effekt. Fosforavskiljningen har hittills bara kvantifierats i studier utförda i USA och varierar mellan 10 % och 40 % av den totala fosforhalten i vattnet. Studier av tvästegsdiken pågår även i Sverige, men i dagsläget saknas kvantitativa data på reningseffekter (Aronsson m.fl., 2019). Förutom näringsavskiljningen ökar dikets kapacitet betydligt med de breda avsatserna och risken för översvämningar kan således minskas. Med en tät växtlighet utmed kanterna minskar även erosionskadorna på diket (Hushållningssällskapet, 2012). En osäkerhet med tvästegsdiken är att det inte med önskvärd tydlighet framgår hur avskiljningen av fosfor går till, om dikesplåtåerna måste rensas för långvarig funktion och vilka risker för erosion sådan rensning då medför.



Figur 9. Principsektion på ett tvåstegsdike. Illustration WRS.

Val av åtgärdstyp och prioritering av åtgärder

De parametrar som vägts in vid val av åtgärdstyp och prioritering framgår av diagrammet i Figur 10. De parametrar som getts störst vikt vid prioriteringen har varit den teoretiska fosforavskiljningen för åtgärden och åtgärdens bedömda genomförbarhet.



Figur 10. Konceptuell skiss över vilka parametrar som vägts in vid val av åtgärder och prioritering av dessa.

Vi vill belysa att det är av stor betydelse att i ett tidigt skede koordinera åtgärdsförslag med berörda markägare för att åtgärder ska bli genomförda och bidra med positiva effekter för recipienten och miljön. Detta eftersom de flesta åtgärder för jordbruksmark inte är bindande. Effektivast är om myndigheter kan bistå lantbrukaren med rådgivning om konkreta åtgärder som lantbrukaren kan genomföra direkt utan att det påverkar ekonomin negativt. Ofta finns det skäl till att åtgärder som föreslås inte blir genomförda. Dessa skäl kan vara lagstiftning, regelverk kring EU-stöd, åkermarkens värde, oro för påverkan på grannfastigheter och brist på tid eller pengar. Åtgärder som inte inkräktar på produktionen och dessutom får stöd för merkostnaden har störst chans att bli genomförda. I Bilaga 1, avsnitt 3 redogörs för vilka stöd som kan sökas.

Anpassning av åtgärder för förbättrad hydromorfologi (HÖ)

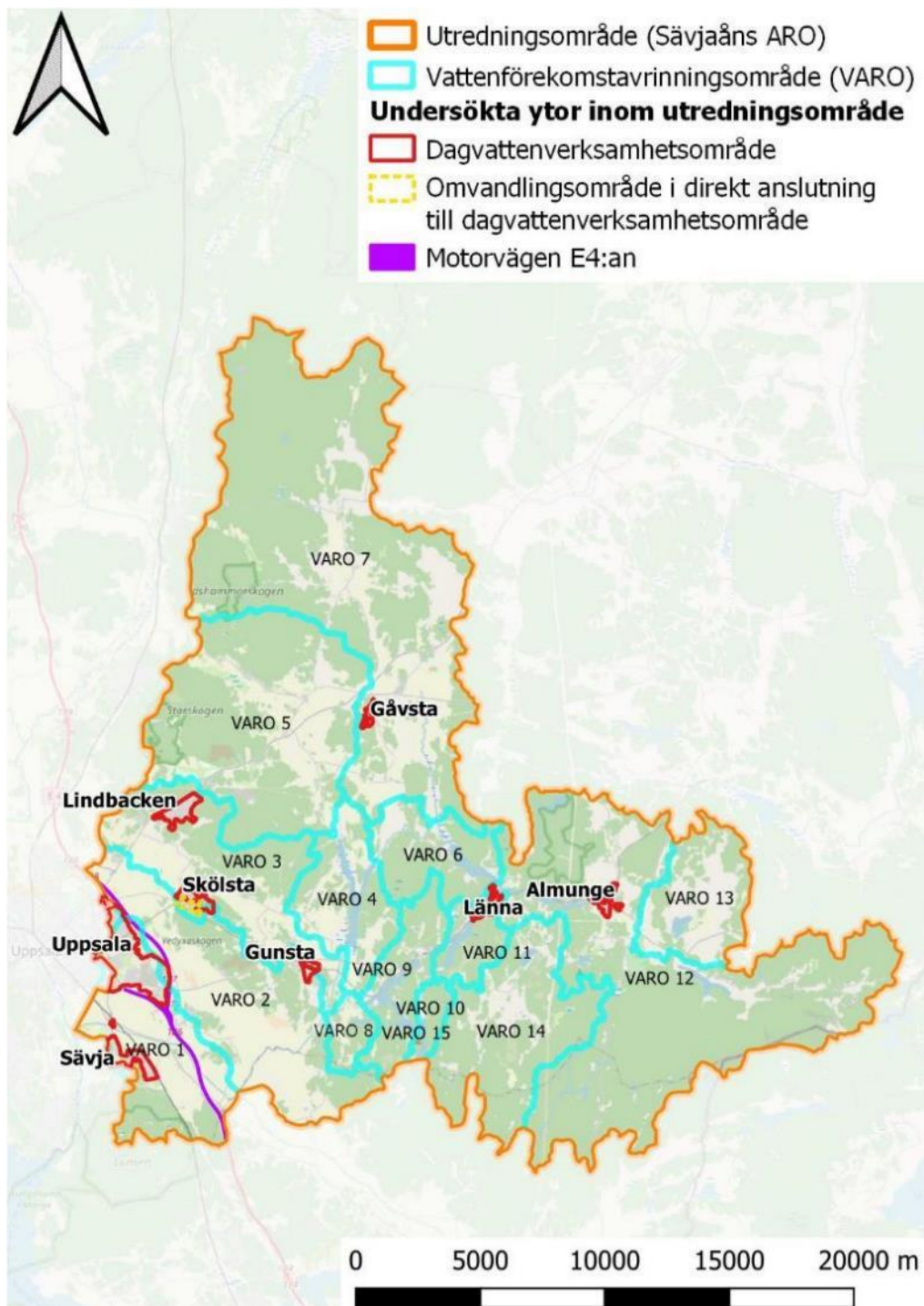
Alla 15 vattenförekomsterna i denna utredning har hydromorfologiska kvalitetsfaktorer för ekologisk status som bedöms till otillfredsställande eller dålig status, se avsnitt 2.3.1. Att uppnå det morfologiska förbättringsbehovet för Sävjaåns vattenförekomster, se avsnitt 2.4.2, kommer vara en stor utmaning då ån på långa sträckor är rensat till förmån för markavvattningsföretag och på grund av att åns närområde präglas av intensivt jordbruk.

Markavvattningsföretagen har både rättighet och skyldighet att rensa ån för att bevara nuvarande avvattningsförhållanden; något som försvårar genomförande av åtgärder för förbättrad konnektivitet, hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Sävjaåns närmiljö, särskild på Uppsalaslätten, brukas intensivt och saknar ekologiskt funktionella kantzoner. Problemen kan åtgärdas genom restaureringsinsatser, men lagstiftning saknas för att få till stånd flera av åtgärderna. Andra åtgärder kan kräva omfattande utredningar och eventuell omprövning av vattendomar innan de kan genomföras. Att återställa hela åns svämplan till naturligt tillstånd skulle medföra stora ingrepp på den intilliggande produktiva åkermarken till orimliga kostnader. Den offentliga finansieringen som stödprogram och medel för lokala natur- och vattenvårdprojekt (Lona och Lova) är också otillräcklig för att genomföra alla åtgärder som skulle behövas.

Vid val och utformningsförslag för de åtgärder som rör avskiljning av fosfor från jordbrukslandskapet har denna utredning dock försökt att ta så mycket hänsyn som möjligt till eventuella synergieffekter som bidrar till förbättrad hydromorfologi. Bland annat kan detta inkludera att vid åtgärdsförslag för jordbruksmark (åter)skapa svämplan, meandra ut- och inloppsdikeyn och säkerställa vandringsväg för fisk (om nödvändigt). Många av åtgärderna förbättrar även naturligt hydromorfologin endast med sin implementering, så som tvåstegsdiken, buffertzoner, kantzoner och våtmarker.

4.2.2 Dagvatten från tätortsbebyggelse

Inom utredningsområdet (Sävjaåns avrinningsområde) har dagvattenpåverkan undersökts inom varje dagvattenverksamhetsområde samt för motorvägen E4:an (Figur 11).



Figur 11. Undersökta ytor (dagvattenverksamhetsområden samt motorvägen E4:an) inom utredningsområdet och varje vattenförekomstavrinningsområde. Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

Bakgrundsmaterial

Bakgrundsunderlag inhämtades från Uppsala Vatten och Uppsala kommun i form av GIS-lager med bland annat avgränsning av verksamhetsområden för dagvatten, dagvattensystem (huvudledningar och serviser), befintliga och planerade dagvattendammar (Uppsala Vatten). Höjddkurvor togs fram utifrån den digitala höjdmodellen över Sverige. (Lantmäteriet)Årsmedeldygnstrafik (ÅDT) inhämtades från Trafikverket (2021).

Markanvändning och föroreningsbelastning för delar av Uppsala och Sävja tätort hämtades från Uppsala Vatten och Avfall AB (2015).

Dagvattenverksamhetsområdena inom Sävjaåns avrinningsområde ligger inom åtta tätorter: Almunge, Gunsta, Gåvsta, Lindbacken (del av Jälla tätort), Länna, Skölsta, Sävja och Uppsala. Inom Skölsta har även ett villaområde (omvandlingsområde) utanför, men i direkt anslutning till, verksamhetsområdet för dagvatten inkluderats. (Detta område inkluderas härnäst i termen 'dagvattenverksamhetsområde'.) För Sävja och Uppsala har enbart de delar av dagvattenverksamhetsområdena som avrinner till Sävjaån inkluderats. Vissa av dagvattenverksamhetsområdena sträcker sig över två vattenförekomstavrinningsområden (Figur 11).

De två största dagvattenverksamhetsområdena, Uppsala och Sävja, utgör totalt cirka 64 % (680 hektar) av den totala arean (1 100 hektar) för de undersökta dagvattenverksamhetsområdena. Därefter följer Lindbacken (10 %) och Skölsta (8,7 %) som utgör cirka 200 hektar av de undersökta områdena.

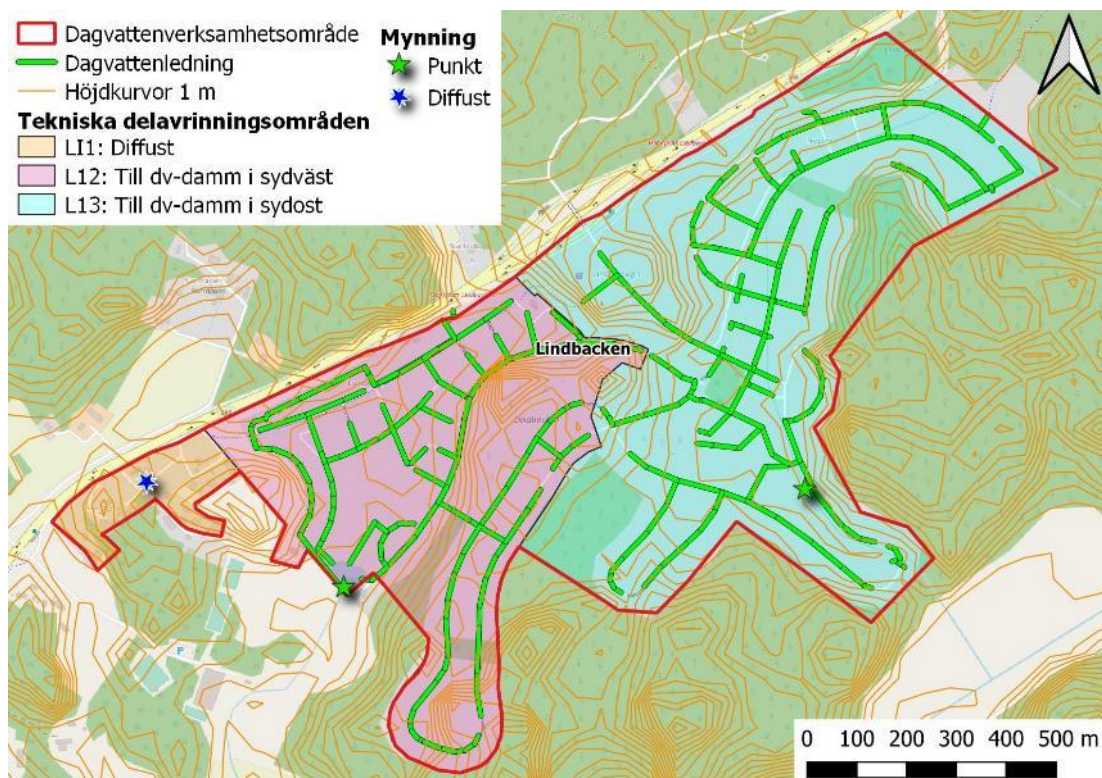
Tabell 8. Yta för dagvattenverksamhetsområdena samt E4:an inom Sävjaåns avrinningsområde. Avrundat till två värdesiffror.

Område	Area (ha)	Area (%)
Almunge	41	3,9
Gunsta	35	3,3
Gåvsta	24	2,3
Lindbacken	110	10
Länna	43	4,0
Skölsta*	92	8,7
Sävja	130	12
Uppsala	540	51
E4:an	41	3,9
Totalt	1 100	100

*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill dagvattenverksamhetsområdet

Tekniska avrinningsområden

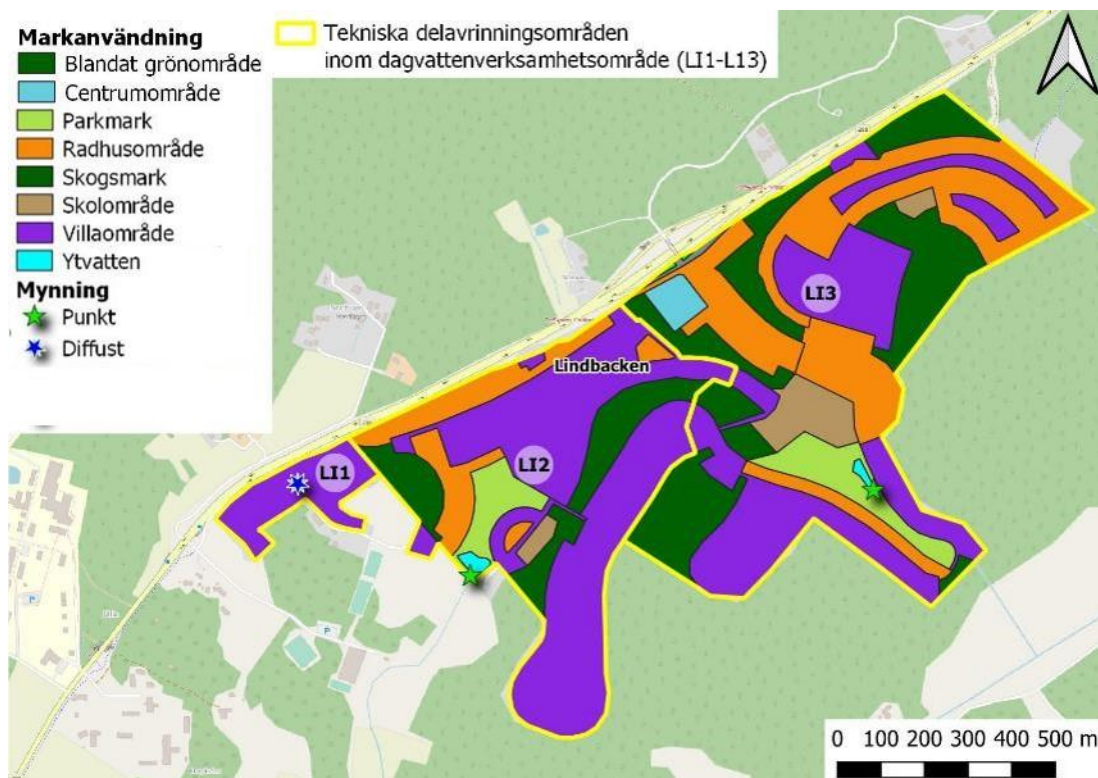
Utifrån dagvattenledningsnätet och höjdkurvor delades dagvattenverksamhetsområdena upp i olika tekniska avrinningsområden. Information om dagvattenledningars lutning användes tillsammans med topografin för att bestämma de tekniska avrinningsområdena och deras mynningspunkter. Diken och vissa dagvattenledningar (till exempel privata) saknades i underlaget och då har gränserna uppskattats utifrån befintligt ledningsnät och höjdkurvor. En yttre begränsning av avrinningsområdena sattes vid dagvattenverksamhetsområdenas yttre gräns, förutom för Skölsta där ett intilliggande villaområde (omvandlingsområde) togs med. Exempelvis delades Lindbacken in i tre tekniska avrinningsområden med hjälp av underlaget (Figur 12).



Figur 12. Exempel på kartering av tekniska avrinningsområden inklusive mynningspunkter i Lindbacken tillsammans med underlag i form av huvudledningar för dagvatten och höjdkurvor. Källor Uppsala Vatten och Lantmäteriet. Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

Markanvändning

En manuell kartering av alla ytor inom dagvattenverksamhetsområdena utfördes med hjälp av ortofoton (Scalgo, 2021; Google Satellite, u.å.), Google street view (Google, 2021) och en viss lokalkännedom samt informationssökning om aktuella verksamheter, aktiviteter och planerade byggnationer inom dagvattenverksamhetsområdena. Varje yta tilldelades en markanvändningskategori enligt de kategorier som används i programmet Stormtac (2021). Mindre lokalgator och kvartersgator ingår i dessa markanvändningar; undantaget är huvudvägar som går genom tätorterna samt E4:an. Dessa vägar karterades separat och data om årsmedeldygnstrafik (ÅDT) inhämtades från Trafikverkets nationella vägdatabas (2021). Exempel på markanvändning syns för Lindbacken i Figur 13.



Figur 13. Markanvändning Lindbacken. Bakgrundskarta: Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

För Uppsala och Sävja användes markkarteringen från Uppsala Vatten och Avfall (2015). Ytor utanför dagvattenverksamhetsområdena och Sävjaåns avrinningsområde exkluderades. För ytor inom dagvattenverksamhetsområdena som saknade markkartering gjordes kompletterande markkartering.

Den dominerande markanvändningen är villaområde som totalt utgör 350 hektar (34 %) av den totala ytan (Tabell 9). Därefter kommer industriområde (220 hektar, 21 %). Ingen annan enskild markanvändning utgör mer än 7 % av den totala markanvändningen. Totalt sett är hårdgörningsgraden relativt låg med en beräknad sammanvägd volymavrinningskoefficient (φ) på 0,35. Avrinningskoefficienten är 0,22 för de minst hårdgjorda och 0,39 för de mest hårdgjorda dagvattenverksamhetsområdena. För E4:an har den satts till 0,8.

Tabell 9. Area av olika markanvändningsslag (hektar) i olika dagvattenverksamhetsområden inom Sävjaåns avrinningsområde, samt verksamhetsområdenas sammanvägda volymavrinningskoefficienter (ϕ).

Markanvändning	Almunge	Gunsta	Gävsta	Lind- backen	Länna	Skölsta	Sävja	Uppsala	E4	Summa
Banvall	0,49				0,12					0,62
Begravningsplats			1,1							1,1
Bensinstation					0,14					0,14
Blandat grönområde	0,77	15	0,47	18	2,5	11	11	1,4		60
Centrumområde	2,0	0,24	2,2	1,0	1,0		3,9	63		73
Flerfamiljshusområde	2,9	3,5	0,25		4,5			41		52
Gräsyta	0,10	0,31	2,1	0,10	0,93			21		24
Gård vid jordbruksmark					1,1					1,1
Industriområde	0,37				4,0		0,36	220		220
Jordbruksmark						1,7				1,7
Koloniområde								0,42		0,42
Parkering								7,3		7,3
Parkmark		0,78	0,17	5,4			4,1	43		54
Radhusområde	0,38	3,2	3,4	25	1,2					33
Skogsmark	2,1			4,9	7,9		12	17		44
Skolområde	0,66	0,23	3,9	3,5	1,3	1,0				11
Villaområde	30	12	11	47	17	78*	99	60		350
Väg 1, ÅDT 400						0,90				0,90
Väg 2, ÅDT 600				0,28						0,28
Väg 3, ÅDT 3000	0,69									0,69
Väg 4, ÅDT 4000					0,83					0,83
Väg 5, ÅDT 9000									6,2	6,2
Väg 6, ÅDT 10 000							0,67	3,3		4,0
Väg 7, ÅDT 11 000									5,9	5,9
Väg 8, ÅDT 14 000									14,8	15
Väg 9, ÅDT 19 000									14,5	14
Väg, ÅDT osäker**							0,78	11		11
Ytvatten				0,37		0,12				0,49
Återvinningscentral	0,13									0,13
Ängsmark							0,59	49		50
Totalt	41	35	24	105	43	92	130	540	41	1 050
ϕ	0,29	0,22	0,30	0,25	0,27	0,24	0,24	0,39	0,80	0,35

*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill Skölstas dagvattenverksamhetsområde

**Stormtac-beräkningar gjordes av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015). WRS har inte tillgång vilken ÅDT Uppsala Vatten ansatte för respektive väg.

Stormtac-beräkningar

För att beräkna uppskattad årsbelastning av näringsämnen, tungmetaller, suspenderat material och Bens(a)pyren (BaP, ett polyaromatiskt cancerframkallande kolväte) användes programvaran Stormtac v20.2.2 (2021). Markanvändningskategoriernas respektive area användes som indata i Stormtac tillsammans med årsmedelnederbörd. Årsmedelnederbörden ansattes till 636 millimeter, samma årsmedelnederbörd som användes i Uppsala Vattens beräkningar för Uppsala och Sävja Uppsala Vatten och Avfall AB (2015). Detta för att kunna relatera och jämföra föroreningsbelastningen från Uppsala Vattens beräkningar med de nya beräkningarna.

För att kunna redovisa belastningsdata på olika sätt delades markanvändningen som användes som indata i Stormtac upp på följande tre sätt:

1. per dagvattenverksamhetsområde och E4:an
2. per delavrinningsområde inom dagvattenverksamhetsområdena och E4:an

3. per VARO (vattenförekomstavrinningsområde)

För tätort inom Uppsala och Sävja beräknades enbart föroreningsbelastningen från mark som ej fanns med i belastningsberäkningarna som utförts av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015). Föroreningsmängderna adderades därefter till Uppsala Vattens mängder för att erhålla total mängd för respektive delavrinningsområde.

4.3 Metod hydromorfologi

4.3.1 Avgränsning

Sävjaån med biflöden är starkt påverkat av framför allt jordbruk med tillkommande dikning och markavvattning. Tillsammans med avsänkning och reglering av i princip alla sjöar i avrinningsområdet, är den hydromorfologiska statusen dålig eller otillfredsställande.

För att uppnå god status krävs att en stor del av Sävjaåns åsträcka upphör vara rätad, dikad, rensad och markavvattnad. En stor del av dess närområde och svämplan behöver dessutom upphöra vara anlagda ytor eller aktivt brukad mark. För att i realiteten uppnå god status med avseende på *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* krävs alltså betydande förändringar av markanvändning kring åfåran vilket rimligen medför stora intressekonflikter. Åtgärderna bedöms vara av sådan magnitud att de varken ryms inom detta uppdrag eller kan anses vara genomförbara inom en överskådlig framtid.

Med detta som bakgrund inriktades uppdraget för hydromorfologi huvudsakligen på åtgärder som avser kvalitetsfaktorn *konnektivitet*. Arbetsmetoder för *konnektivitet* respektive *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* beskrivs nedan.

4.3.2 Metod konnektivitet

1. En GIS-databas framarbetades som bland annat sammanställde underlag från biotopkarteringar av vandringshinder (Länsstyrelserna, 2018) och ett dammregister (SMHI, 2013). En preliminär sammanställning av vandringshinder (se avsnitt 6.2) togs fram utifrån dessa digitala databaser. Viss information om vandringshindrens bredd, fallhöjd, konstruktion, samt om de var definitiva eller partiella hinder fanns i databaserna men var till stor del bristfällig.
2. Kartering av ytterligare vandringshinder samt kompletterande information om vandringshindren gjordes med hjälp av skriftliga källor, främst den senaste upplagan av *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998) och en inventering av Mälarmynnande vattendrag (Länsstyrelserna, 2009).
3. Ytterligare komplettering av detta register av vandringshinder gjordes med hjälp av historiska kartor från arkiv tillhörande Rikets allmänna kartverk, Lantmäteristyrelsen och Lantmäterimyndigheterna (Lantmäteriet, 2021) samt ett damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
4. Eventuella vattendomar som påverkar vandringshindren inhämtades från Uppsala Vatten och Länsstyrelsen.
5. En bedömning av fiskfauna och de limniska värdena i Sävjaåns huvudfåra och biflöden sammanställdes med grund i de inventeringar som finns registrerade i Svenskt elfiskeregister (SERS) och det Nationella Registret över Sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2021a, 2021b), samt icke-registrerade provfisken beskrivna i *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998).

6. Relevanta aktörer, intresseorganisationer och privatpersoner kontaktades för att få ytterligare lokalkännedom om vandringshinder samt synpunkter kring potentiella åtgärdsförslag. De aktörer som har medverkat eller fått möjlighet att medverka i utredningen inkluderar: Länsstyrelsen i Uppsala län, Upplandsstiftelsen, Sportfiskarna, Naturskyddsföreningen Uppsala län, Upplands Fågelskådare (UOF), Lantbrukarnas Riksförbund Mälardalen, Friluftsrådet, Anders Larsson, f.d. VD Fyrisåns vattenförbund, Roland Jonsson, fiskeentusiast från Almunge samt ytterligare tre privatpersoner; en boende på Marielunds gård, fastighetsägaren av Söderby kvarndamm och ordförande för fiskevårdsföreningen Lötsjön.
7. Utifrån insamlat underlag gjordes en preliminär bedömning och prioritering av åtgärder för vandringshinder. Bedömningen baserades främst på genomförandepotential och förbättringspotential för den ekologiska statusen och fiskfaunan, det vill säga hur stor del av åfåran som skulle öppnas upp genom åtgärdandet av ett vandringshinder, samt om det bedömdes att fisk skulle söka sig in i den öppnade åfåran utifrån potentiella lekplatser och storlek på flöden. Målart för åtgärder har varit aspen men hänsyn har även tagits till andra fiskarter. Aspen valdes som målart för dess status som *Nära hotad* på Rödlistan och som ingående art i Sävjaån-Funbosjöns Natura 2000-område. Aspen är dessutom relativt känslig för grumligt och bubblig vatten och inte den mest starksimmande arten, vilket gör att fiskvägar som anpassas för aspen också fungerar för många andra fiskar.
8. Platsbesök genomfördes för att undersöka de fysiska förutsättningarna för fiskvägar och andra åtgärdsalternativ. Vid varje platsbesök gjordes mätningar av nivåer på dikesbotten, vattenyta, mark och dämlagen. Vandringshindren dokumenterades med fotografier och fältprotokoll med observationer kring utformning, vattenföring, markförhållanden, kulturmiljö med mera.
9. Efter fältbesök gjordes en mer detaljerad prioritering av åtgärder baserad på genomförbarhet, kostnadsuppskattning och bedömd effekt av åtgärd, se avsnitt 7.5.1.
10. Varje åtgärdsförslag, det vill säga fiskväg eller liknande, listas i avsnitt 7.5.1 och beskrivs i Bilaga 2. Bilagan inkluderar en kort teknisk beskrivning och skiss av åtgärden, bedömning av genomförandepotential (markägarförhållanden, jordart, topografi, tillgänglighet, eventuell berörd vattendom eller markavvattningsföretag, intressekonflikter, hävd och kulturmiljö), en kostnadsuppskattning (investering, drift och stödmöjligheter) och bedömd effekt av åtgärd (på konnektivitet, fiskfauna, rekreation och eventuella negativa effekter). Även behov av framtida utredningsarbete identifierades.

4.3.3 Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd

1. I samma GIS-databas som för konnektivitet inkluderades även nationella äldre historiska kartor som de häradsökonomiska kartorna från 1859-1869 och 1901-1906 (Lantmäteriet, 2021).
2. Underlag som bland annat register över sänkta och torrlagda sjöar (SMHI, 1995) togs fram.
3. Inför framtagandet av en bruttolista med åtgärder för diffus tillförsel av fosfor (se avsnitt 6.1) hölls en intern projektgenomgång där det togs fram översiktliga förslag på hur åtgärder i jordbrukslandskapet kan utformas för att bidra till förbättrad hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Dessa åtgärder inkluderar exempelvis tvåstegsdiken,

ekologiskt funktionella kantzoner samt åtgärder som att våtmarker och fosfordammar anläggs med meandrande inloppsdiken, svämplan och vandringsväg för fisk. Dessa utformningar för förbättrad hydromorfologi har alltså integrerats i åtgärdsförslagen för minskad fosforbelastning i Bilaga 1.

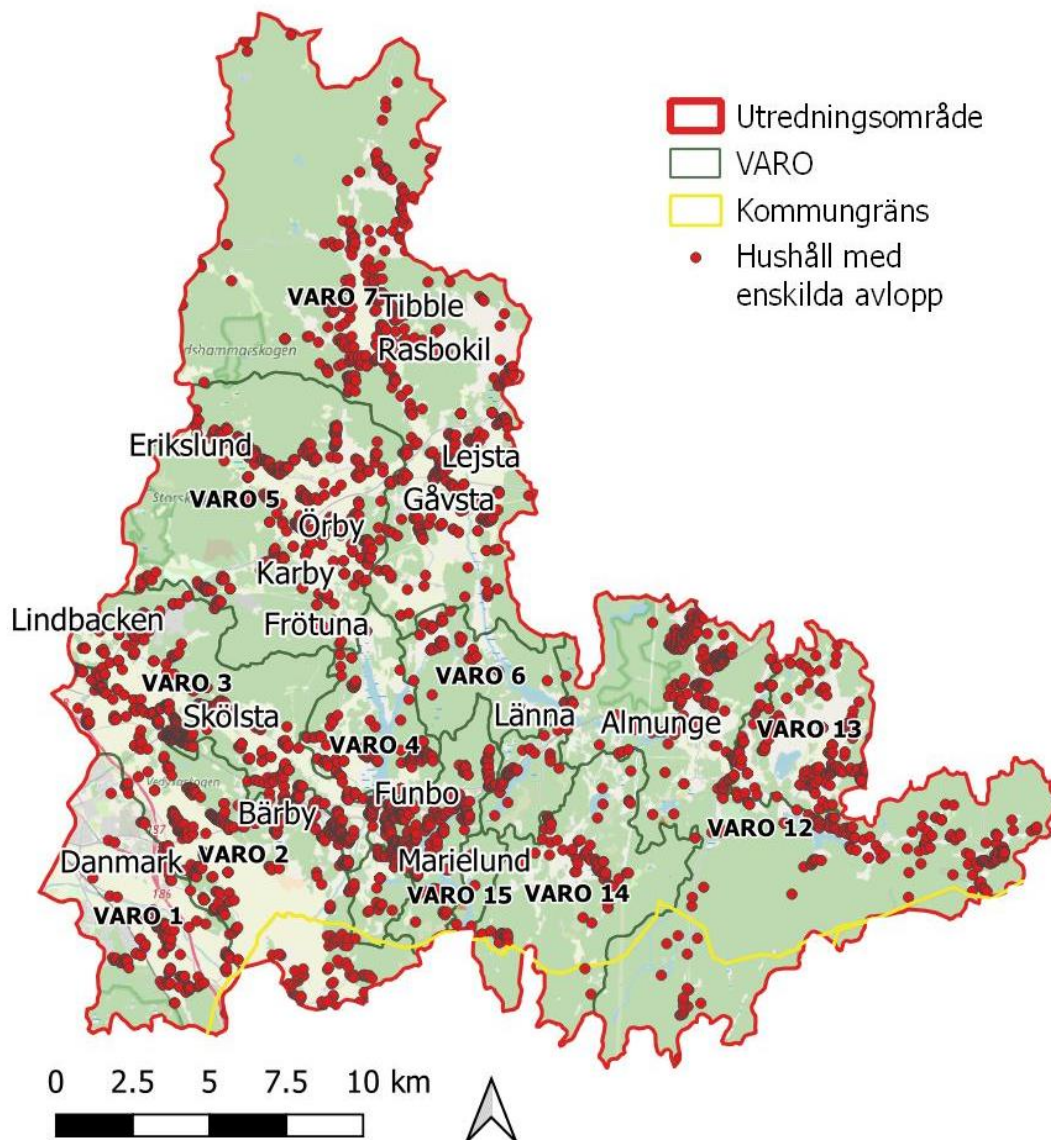
4. Förutom åtgärder enligt punkt 3 togs en bruttolista fram med åtgärder som återställande av avsänkta sjöar och återmeandring av åsträckor, se Bilaga 4. Dessa åtgärder identifierades dels under arbetet med att ta fram åtgärder för minskad fosforbelastning (men dessa åtgärder ansågs inte bidra nämnvärt till minskad fosforbelastning), dels genom att översiktligt kartera utredningsområdet i GIS med underlag från punkt 1 och punkt 2 ovan.
5. Åtgärdsförslagen för återställande av avsänkta sjöar och återmeandring av åsträckor (Bilaga 3) beskrevs sedan översiktligt utifrån tillgängligt kartmaterial. De har prioriterats utifrån genomförbarhet, främst topografi och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk, men ej besökts i fält.

5 Fosfor

5.1 Punktkällor

5.1.1 Enskilda avlopp

Enligt underlag från Uppsala kommun och Knivsta kommun finns 3388 hushåll med enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån (se Figur 14), varav 3285 i Uppsala kommuns del av utredningsområdet hushåll och 103 stycken i Knivsta kommun. Av dessa ligger 679 stycken mindre än 100 meter från Sävjaån, anslutande biflöden till Sävjaån eller större jordbruksdiken. Antalet enskilda avlopp i respektive VARO samt fördelning mellan Uppsala och Knivsta kommuner visas i Tabell 10.



Figur 14. Hushåll med enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån. De mörkgröna linjerna visar gränser för respektive VARO som ingått i utredningen och gul linje är kommungränsen mellan Uppsala och Knivsta. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 10. Antal hushåll med enskilda avlopp i utredningsområdet fördelat på VARO och kommun.

Avrinningsområde	Antal hushåll med enskilda avlopp Uppsala	Antal hushåll med enskilda avlopp Knivsta	Antal hushåll med enskilda avlopp totalt
VARO 1	129	1	130
VARO 2	412	80	492
VARO 3	436	0	436
VARO 4	274	0	274
VARO 5	394	0	394
VARO 6	42	0	42
VARO 7	573	0	273
VARO 8	33	1	34
VARO 9	237	0	237
VARO 10	4	0	4
VARO 11	38	0	38
VARO 12	448	19	467
VARO 13	170	0	170
VARO 14	95	2	97
VARO 15	0	0	0
Summa	3285	103	3388

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Sävjaån

De enskilda avloppen inom utredningsområdet för Sävjaån beräknas, med hänsyn taget till retention i mark, belasta Sävjaån med cirka 700 kg fosfor årligen, se Tabell 11. Om alla avlopp leddes ut direkt från anläggningen till vattendrag via ledningar och ingen retention således kunde ske, skulle belastningen av fosfor från de enskilda avloppen vara ungefär dubbelt så stor.

Tabell 11. Beräknade årliga mängder fosfor från enskilda avlopp inom utredningsområdet som belastar Sävjaån.

Typ av reningsanläggning	Antal hushåll	Belastning (kg/år)	Reduktion anläggning (%)	Utsläpp från anläggning (kg/år)	Retention (kg/år)	Till Sävjaån (kg/år)
Enbart slamavskiljning	343	332	15	283	82	200
Infiltration/markbädd	2021	1957	50	978	480	499
Minireningsverk	401	388	80	78	78	0
Fosforfälla Infiltration/markbädd	75	73	80	15	15	0
Sluten tank + infiltration BDT	390	377	95	19	19	0
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	77	24	90	2	2	0
Endast BDT m rening	62	19	95	1	1	0
Ej indraget vatten	18	0	100	0	0	0
Summa:	3388	3170		1375	676	699

I Tabell 12 nedan redovisas beräknad tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån.

Tabell 12. Beräknad årlig tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom utredningsområdets olika VARO till Sävjaån fördelat på Uppsala och Knivsta kommuner.

Avrinningsområde	Kg P/ år Uppsala	Kg P/ år Knivsta	kg P/ år totalt
VARO 1	41	0	41
VARO 2	92	17	108
VARO 3	83	0	83
VARO 4	46	0	46
VARO 5	87	0	87
VARO 6	9	0	9
VARO 7	122	0	122
VARO 8	12	0	12
VARO 9	43	0	43
VARO 10	1	0	1
VARO 11	9	0	9
VARO 12	74	4	79
VARO 13	39	0	39
VARO 14	20	0	21
VARO 15	0	0	0
Summa	680	20	700

5.1.2 Reningsverk

Gåvsta reningsverk

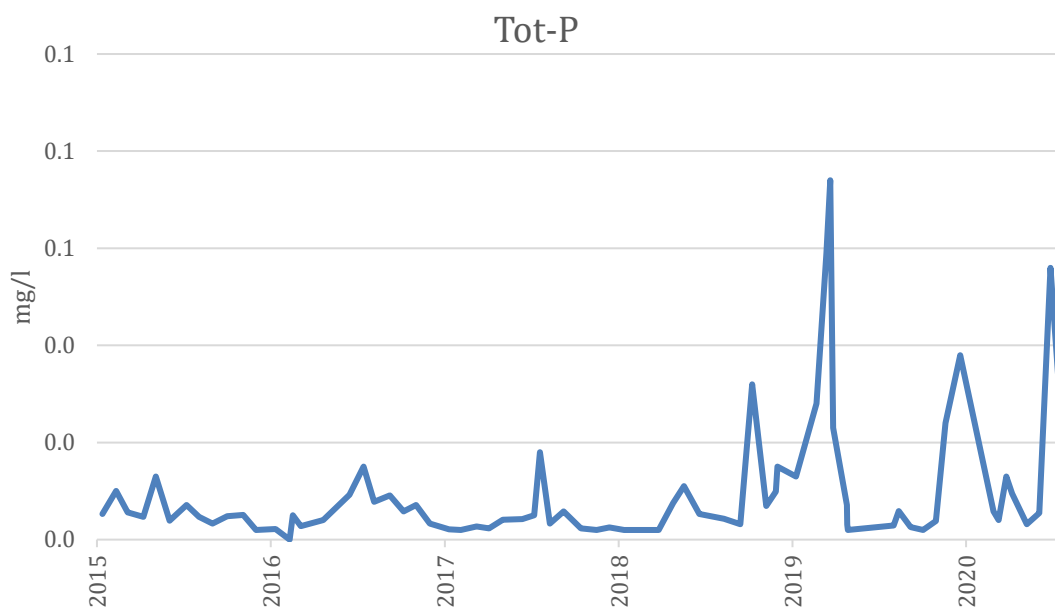
Inom utredningsområdet för Sävjaån inom Uppsala kommun finns ett kommunalt reningsverk – Gåvsta reningsverk. Reningsverket är dimensionerat för 900 personekvivalenter (pe) och har idag cirka 740 anslutna personer. Reningsverket behandlar cirka 300 m³ avloppsvatten/dygn. Recipient för utgående vatten från reningsverket är ett dike som ansluter till Lejstaån vilken senare mynnar i Långsjön. Gåvsta reningsverk ligger inom VARO 7.

Avloppsvattnet behandlas mekaniskt med rensfilter och ett sandfång. Avloppsvattnet renas sedan biologiskt i en luftningsbassäng. Efter bädden följer kemisk fällning med järnklorid och slamavskiljning i en sedimenteringsbassäng. Reningsgraden för fosfor är cirka 98 % och mindre än 10 kg fosfor släpps ut varje år (Tabell 13).

Tabell 13. Utgående halter och mängder BOD, fosfor och kväve från Gåvsta reningsverk samt reningsgrad, årsmedelvärden 2017 och 2018. Uppgifter från Uppsala Vatten och Avfall.

Parameter	Utgående halt mg/l		Utgående mängd kg/år		Reningsgrad	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
BOD ₇	<3	<4	150	475	98 %	94 %
Fosfor	0,03	0,07	1,6	5	99 %	98 %
Kväve	18	23	1400	2200	20 %	20 %

Figur 15 visar utgående halter från Gåvsta ARV under perioden 2015–2020. Halterna ligger ganska jämnt under runt 0,1 mg/l förutom vid några enstaka tillfällen. Dessa provtagningsstillfällen sammanfaller med höga flöden beroende på riklig nederbörd och stort inläckage av dagvatten i ledningsnätet. Höga flöden orsakar slamflykt och ger höga fosforhalter i utgående vatten. Uppsala Vatten och Avfall undersöker om det finns några felkopplingar så att dagvatten leds in i spillvattensystemet, och hoppas kunna minska detta problem i framtiden.



Figur 15. Utgående halter totalfosfor från Gåvsta reningsverk åren 2015–2020.

Under perioden 2017–2019 har inga bräddningar skett vid reningsverket. Bräddningar har dock skett vid några tillfällen från två pumpstationer.

Lagga reningsverk

Ett av de tre mindre kommunala reningsverk som finns i Knivsta, Lagga reningsverk i Lagga kyrkby, ligger inom utredningsområdet för Sävjaån i VARO 2. Reningsverket är dimensionerat för 150 personekvivalenter och ett flöde på 60 m³ per dygn. Vid årsskiftet 2019/2020 var 27 permanentboende personer anslutna. Avloppsvattnet renas i slamavskiljare, öppna markbäddar, dammar och med kemisk fällning. Det behandlade avloppsvattnet mynnar i ett dike som i sin tur mynnar ut i Funboån och vidare till Sävjaån. Producerat slam transporteras vidare till ett annat reningsverk för behandling och omhändertagande (Roslagsvatten, 2019).

Under 2019 var flödet ut från reningsverket totalt 4436 m³. Utgående halter BOD₇ och totalfosfor visas i Tabell 14 tillsammans med beräknad årlig utsläppsmängd. Utgående halter baseras på ett medelvärde av sex stycken provtagningar under 2019. Utgående mängd totalfosfor är knappt 0,5 kg per år.

Tabell 14. Provtagen halt och mängd BOD₇ och totalfosfor i utgående vatten från Lagga reningsverk baserad på sex stycken dygnsstickprov som tagits under 2019 (Roslagsvatten, 2019).

Parameter	Utgående halt [mg/l]	Utgående mängd [kg/år]
BOD ₇	6,5	29
Totalfosfor	0,1	0,44

I VA-planen för Knivsta kommun ingår Lagga kyrkby i ett område med befintlig bebyggelse för vilka allmänt VA planeras att byggas ut under perioden 2022-2026 (Knivsta kommun, 2017).

Lövsta reningsverk

Lövsta avloppsreningsverk tar huvudsakligen emot hushållspillvatten från Lövsta Lantbruksforskning, som är en forskningsstation ägd av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) samt närliggande bostäder och verksamheter. Anläggningen är dimensionerad för 500 pe, och består av ett biosteg, ett kemsteg och en våtmark för efterpolering. Anläggningen ligger inom VARO 2.

Utgående flöde från våtmarken var 52 m³/dygn 2019 och 58 m³/dygn 2020. Utgående mängd fosfor var cirka 0,5 kg per år (Tabell 15).

Tabell 15. Utgående halter och mängder från Lövsta reningsverk. Årsmedelvärden 2019 och 2020. Uppgifter från Uppsala kommun.

Parameter	Utgående halt mg/l		Utgående mängd kg/år	
	2019	2020	2019	2020
BOD ₇	3,1	1,5	57	32
Fosfor	0,02	0,02	0,41	0,5
Kväve	33	39	618	818

Ytterligare avloppsreningsverk enligt EBH-kartan

Enligt Länsstyrelsens karta över potentiellt förorenade områden (EBH-kartan) ska det utöver ovan nämnda avloppsreningsverk även finnas ett avloppsreningsverk i Gunsta, ett i Länna och ett mellan Lindbacken och Skölsta. Dessa reningsverk är numera nedlagda och fastigheterna är anslutna till Kungsängverket.

5.1.3 Hästhållning

Fosfor i hästgödsel

En vuxen häst avger lika mycket fosfor med träck och urin som den tar upp med fodret. Fosformängden i den vuxna hästens träck och urin beror således på hur mycket den äter, vilket i sin tur beror på hästens storlek och hur den används. Till exempel producerar en tävlingshäst på 500 kg 10 kg fosfor, i träck och urin, per år. Det är framförallt träcken som innehåller fosfor, 90 %, och resten, 10 %, återfinns i urinen (Steinbeck, S. m.fl., 1991).

Enligt Jordbruksverket är tumregeln att en 500 kg tung häst producerar 8–10 ton gödsel per år. Varje ton gödsel innehåller cirka 1 kg fosfor vilket innebär att 8–10 kg fosfor genereras per häst och år. Från en ponny i lätt träning är mängden gödsel betydligt mindre och mängden fosfor drygt 5 kg per år.

Fosforläckage från hästgårdar

Kännetecknande för många hästgårdar är att fosformängden i hästgarna ackumuleras. Det beror på att det inte sker något uttag av fosfor från hästgarn. Det hästarna äter återförs till marken med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder i form av hö och kraftfoder. Många hästgarn är dessutom hårt upptrampade och saknar vegetation, speciellt vid grindhål och utfodringsplatser. I en studie har man från ett antal rastfällor för hästar i Uppsalatrakten gjort mätningar på fosforläckage (Parvage, M. M., u.å.). Rastfällorna har haft varierande lerhalt och olika antal hästar. Den bedömda tillförda mängden fosfor i rastfällorna per hektar var 60 kg/år, vilket kan jämföras med den tillåtna mängden organiska gödselmedel på åkermark som är 22 kg per hektar och år för (SJVFS 2015:21). I studien framkom att fosforläckage från rastfällorna var i genomsnitt 1,1 kg per hektar. Från åkermark kan förlustnivån variera mellan 0,03–1,5 kg/hektar och år med medelvärdet 0,4 kg/hektar och från vanlig betesmark är medelvärdet 0,1 kg fosfor per hektar, Tabell 16. För att inte överskrida den maximala gränsen för spridning av fosfor med stallgödsel på 22 kg så kan man ha en hästäthet på max 2,5 hästar per hektar (Larsson, M., 2018).

Tabell 16. Beräknat fosforläckage från hästgårdar vid olika markanvändning.

Markanvändning	Fosforläckage kg P/ha år
Hästrastfällor (Parvage, M. M. m.fl., 2011)	1,1
Betesmark (Brandt, M. och Ulén, B., 1988)	0,1
Åkermark (Jordbruksverket, 2008)	0,4

Faktorer som påverkar fosforläckage från betesmark är jordart, topografi, ytvattenhantering (om ytvatten rinner in i hagen från omgivningen) och dräneringsförhållanden med öppna och täckta diken samt skyddsåtgärder för kvarhållning av avrinnande vatten och fosfor. Hur intensivt hagarna utnyttjas och sköts påverkar också i hög grad.

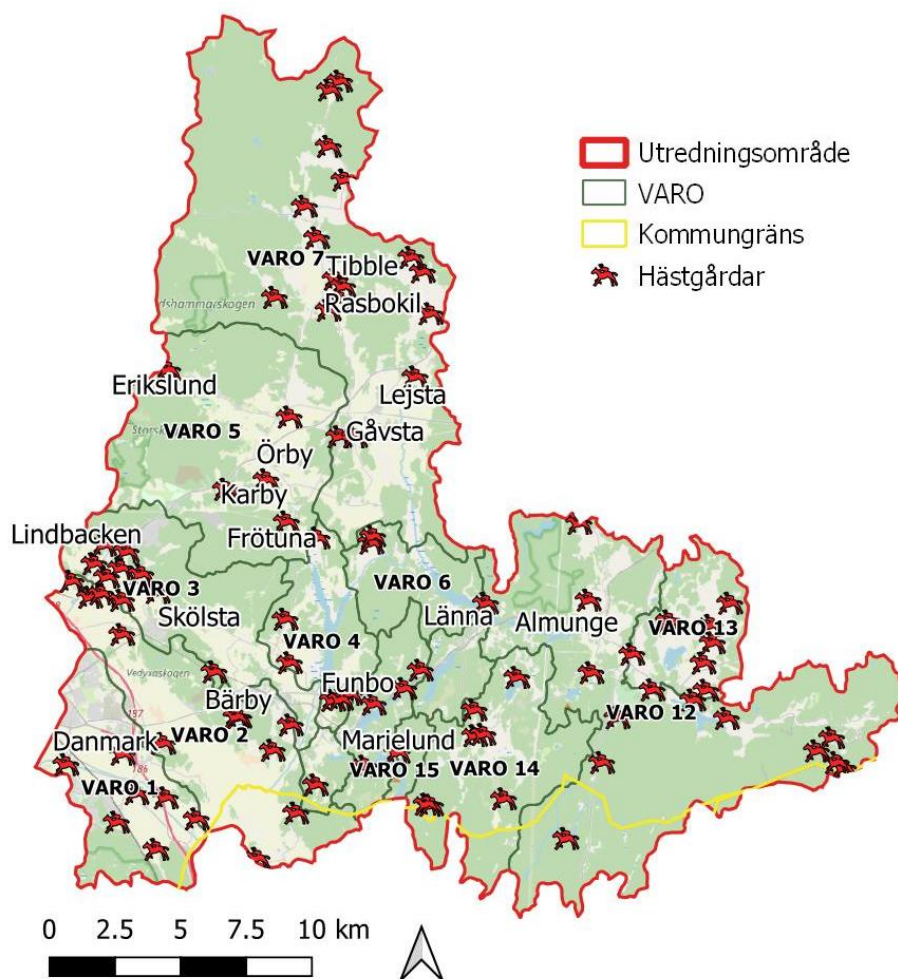
Om vuxna hästar på sommarbete inte tillskottsodras, är det balans mellan upptag av fosfor och återförd fosfor genom gödseln. Däremot kan en rumslig omfördelning ske inom hagen.



Figur 16. Under regniga höstar är risken för trampskador stora i grindhål och vid utfodringsplatser. Foto: Barbro Beck-Friis, WRS.

Resultat

91 hästgårdar har identifierats inom utredningsområdet för Sävjaån (Figur 17).



Figur 17. Identifierade hästgårdar inom utredningsområdet för Sävjaån, 91 stycken. De mörkgröna linjerna visar gränser för respektive VARO som ingått i utredningen och gul linje är kommungränsen mellan Uppsala och Knivsta. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Uppskattat antal hästgårdar och antal hästar per VARO inom utredningsområdet för Sävjaån visas också i Tabell 17.

Tabell 17. Uppskattat antal hästgårdar och antal hästar inom utredningsområdet för Sävjaån.

Avrinningsområde	Antal hästgårdar	Antal hästar
VARO 1	6	50
VARO 2	11	90
VARO 3	10	117
VARO 4	6	31
VARO 5	5	48
VARO 6	2	15
VARO 7	17	119
VARO 8	1	3
VARO 9	4	18
VARO 10	1	5
VARO 11	0	0
VARO 12	13	111
VARO 13	8	90
VARO 14	7	68
VARO 15	0	0
Summa	91	765

Drygt 30 av dessa gårdar, med tillsammans cirka 300 hästar, har gödselplatsen närmare än hundra meter från Sävjaån, större diken eller biflöden. Ytterligare cirka 10 gårdar med cirka 100 hästar har rastfällor närmare än 100 m från större diken eller vattendrag som leder till Sävjaån.



Figur 18. Det är inte ovanligt att hästhagar ligger nära diken, vattendrag eller sjöar.

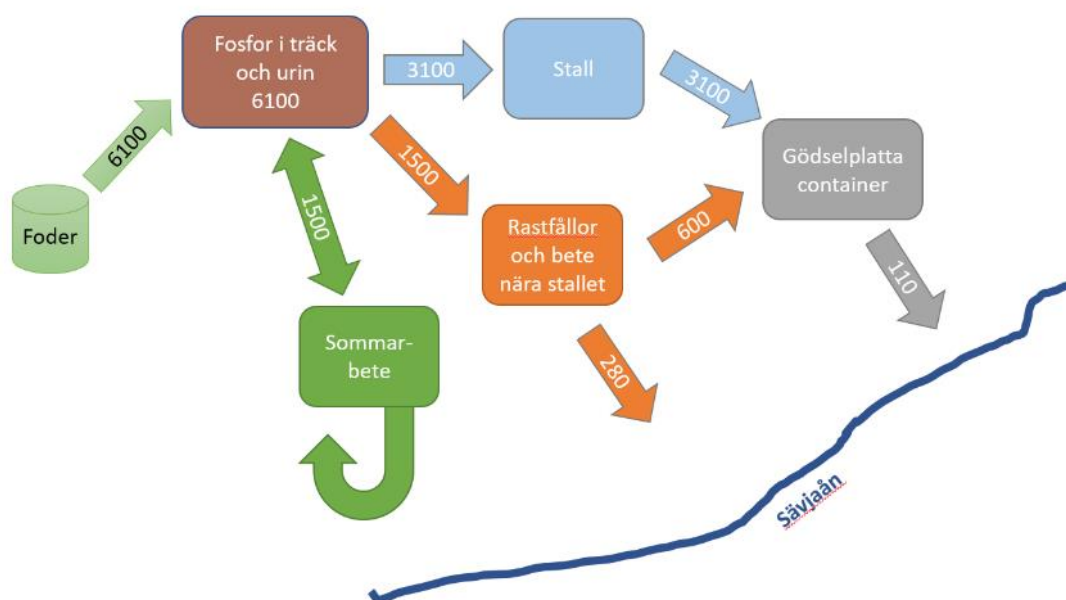
I inventeringen identifierades 91 hästgårdar inom utredningsområdet för Sävjaån. Cirka åtta-tio av dessa bedöms medföra särskilt hög risk för fosforläckage, på grund av närhet till diken och vattendrag som leder till Sävjaån.

Det totala antalet hästar inom utredningsområdet för Sävjaån uppskattades till cirka 750 – 800 stycken.

Gödseln från hästgårdar i Sävjaåns avrinningsområde innehåller drygt 6 ton fosfor per år. Av detta antas cirka hälften hamna inne i stallet och flyttas vidare till gödselplatta, en fjärdedel i rastfällor och beten nära stallet, och en fjärdedel ute på sommarbetet (Figur 19). Rastgårdar och beten nära stallet antas mockas till 40 % (se avsnitt 4.1.2). Läckage från gödselhantering och rastgårdar beräknas till nästan 400 kg/år (Tabell 18).

Tabell 18. Uppskattad årlig fosforbudget i kg för hästhållningen inom Sävjaåns avrinningsområde (ARO) beräknat för 765 hästar.

Fosforbudget hästhållning	Totalt kg P/år
Träck och urin totalt	6100
Till gödselplatta/container (mockning inne och ute)	3700
Kvar i rastfällor och beten nära stallet efter mockning	900
Gödsel i hage sommarbete	1500
Läckage gödselplatta	110
Läckage från rastfällor och beten nära stallet	280
Totalt läckage hästverksamheten	390



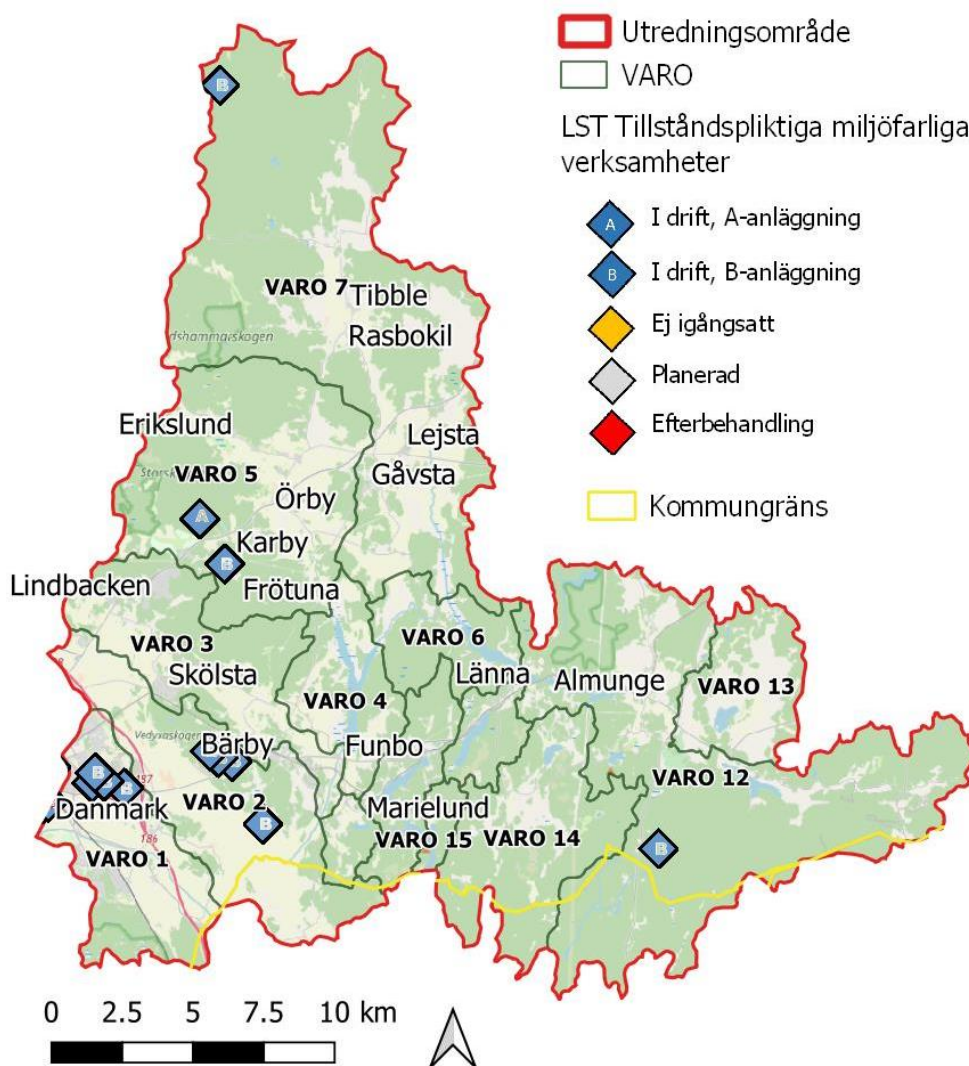
Figur 19. Fosforbudget (kg/år). Uppskattad mängd fosfor i träck och urin från hästar i Sävjaåns avrinningsområde årligen, hur denna mängd fördelas till stall, rastfällor/bete nära stallet samt till sommarbete, och hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Sävjaån. I beräkningarna har för sommarbetet antagits en balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

5.1.4 Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

Inom utredningsområdet för Sävjaån finns 12 stycken verksamheter som av Länsstyrelsen klassas som tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet. Av dessa har 11 stycken provningspliktkategori B och en har provningsplikt i kategori A (Figur 35). Bland annat finns industriell tillverkning genom kemisk eller biologisk reaktion av kväveinnehållande organiska föreningar utanför Fyrislund. Deponier finns i Vedyxa. Övriga nämnda verksamheter förväntas inte släppa ut eller läcka någon fosfor till Sävjaån.

Hovgårdens avfallsanläggning för farligt avfall är den enda tillståndspliktiga verksamheten i kategori A. Vad gäller fosforutsläpp överskrids inte några gränsvärden enligt en miljörapport från Uppsala Vatten och Avfall (2018).

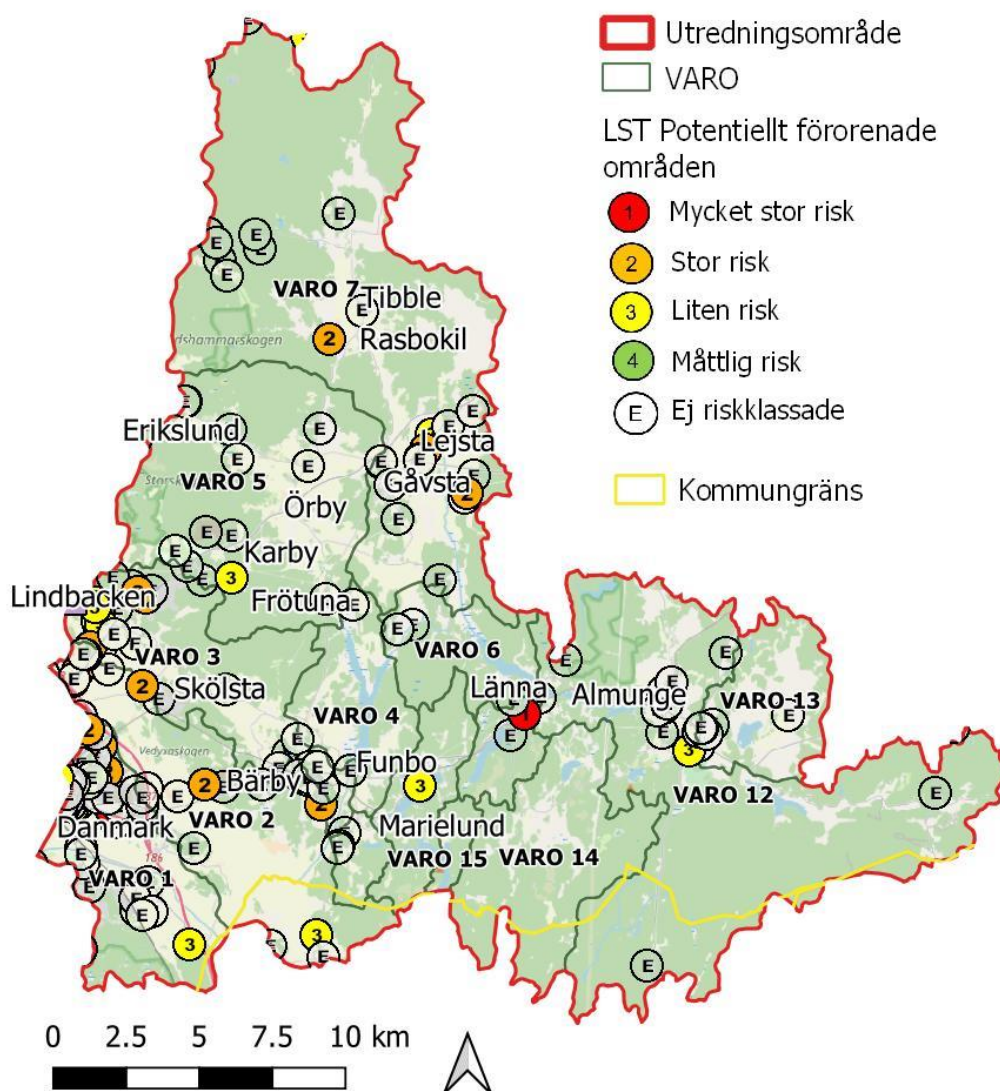
En bergtäkt finns söder om Hovgårdens avfallsanläggning samt även längst i norr inom Sävjaåns utredningsområde. Ytterligare en bergtäkt finns cirka fem kilometer söder om Almunge. Från en bergtäkt kan det ske avsevärda läckage av främst kväve som kan bidra till eutrofiering i recipienten. Det finns dock i nuläget inget förbättringsbehov för kvävehalterna i Sävjaån.



Figur 20. Det finns 12 stycken verksamheter med tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet inom utredningsområdet för Sävjaån (Länsstyrelserna, 2021). Bakgrundskarta: ©OpenStreetMap, bidragsgivare.

Det finns 190 områden som enligt Länsstyrelsens karta över förorenade områden är potentiellt eller konstaterat förorenade inom Sävjaåns utredningsområde (Figur 21). Det handlar om avfallsdeponier för icke-farligt avfall, avloppsreningsverk (beskrivs i avsnitt 5.1.2), bilverkstäder och bilskrotor, gruvor och upplag, deponier, kemtvätt, motorbanor, plantskolor, skjutbanor och industrier med mera. Ett område av dessa har bedömts innebära mycket hög risk, i Länna (röd nr. 1). Detta har historiskt varit en masugn som sedan blev ett sågverk och som nu är en dryckeshandel.

Inget av dessa förorenade områden bedöms bidra till fosforbelastningen på Sävjaån, med undantag för avloppsreningsverken som beskrivits i avsnitt 5.1.2 ovan. Det kan dock uppmärksammas att växtskyddsmedel som används i växthus har påträffats i ytvatten nedströms växthus på flertal platser, bland annat enligt en rapport om svenska växthusvatten från Hushållningssällskapet Skåne (2019). Det innebär att plantskolor vars odling inte sker i helt täta system även kan läcka fosfor. Med dagens kunskapsläge har det dock inte kunnat kvantifieras för denna utredning.

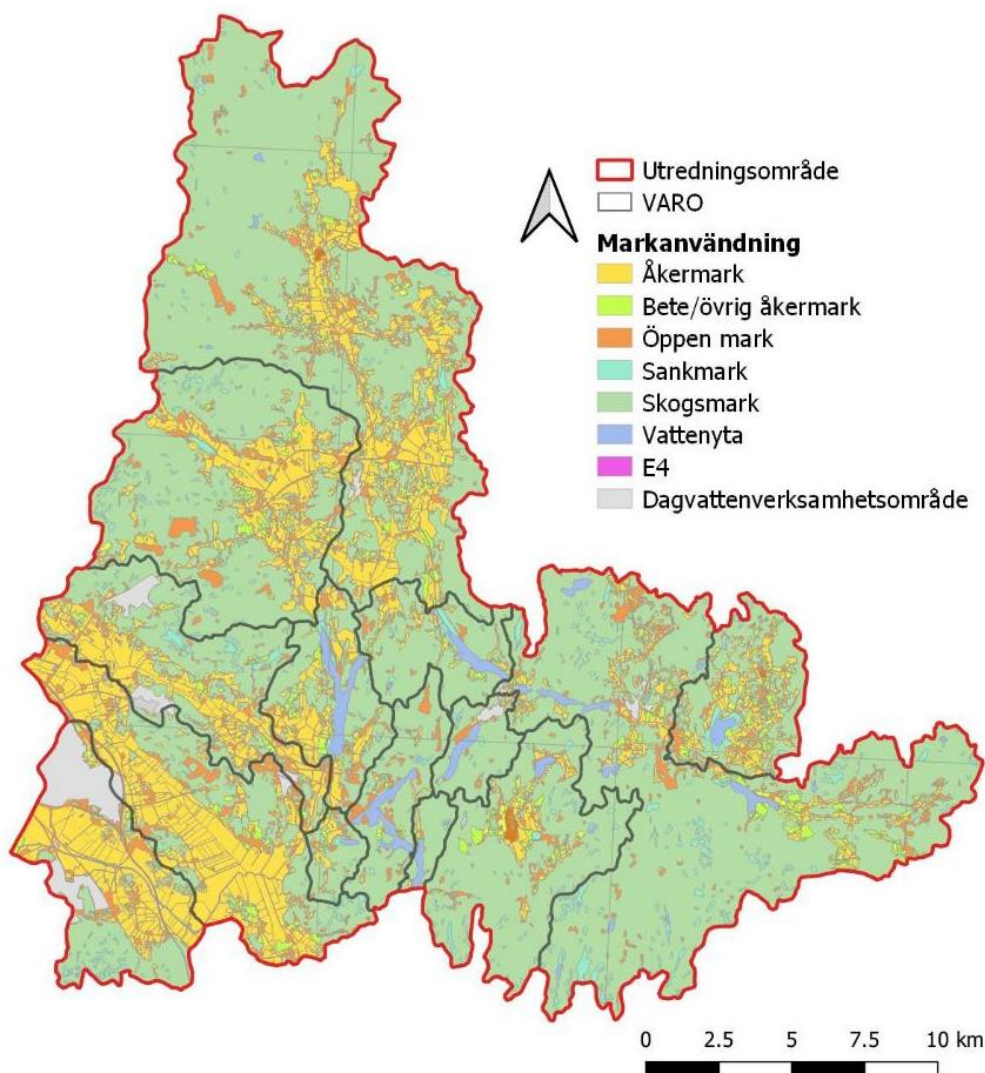


Figur 21. Potentiella och konstaterade förorenade områden inom Sävjaåns utredningsområde. Området med mycket hög risk, i Länna (röd nr. 1), var historiskt en masugn som sedan blev ett sågverk och som nu är en dryckeshandel. Källa: (EBH-kartan, 2021). Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

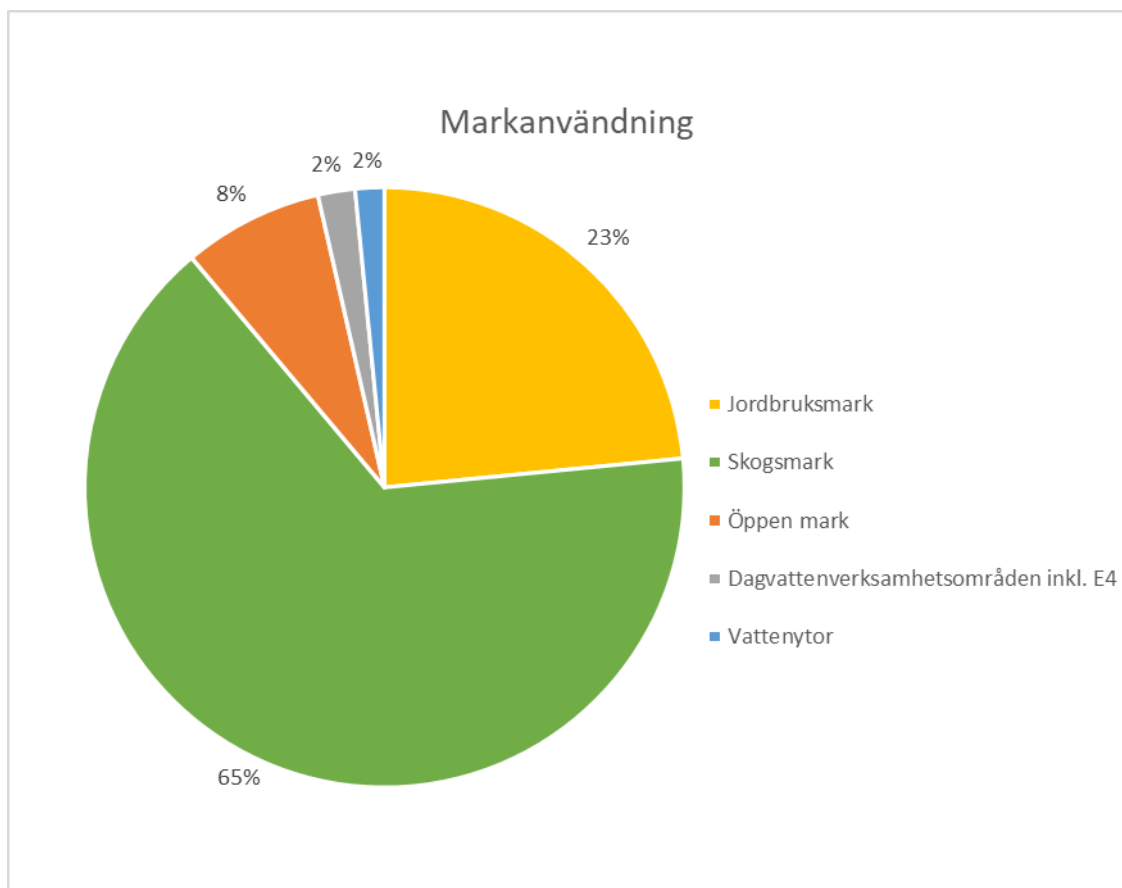
5.2 Diffusa källor

I detta avsnitt redovisas modellerad tillförsel av fosfor från diffusa källor indelat på jordbruksmark, skogsmark respektive sankmark samt öppen mark. Avsnittet beskriver även tillförseln av fosfor via dagvatten samt tillförsel av andra dagvattenföroreningar. För vattenytor inom avrinningsområdena har atmosfärisk deposition av fosfor beräknats.

Utredningsområdets totala yta uppgår till 525 km². Figur 22 åskådliggör översiktligt hur markanvändningen fördelas inom området och varje VARO. Skogsmark utgör den största andelen (65 %) av den totala markanvändningen (Figur 23) och dominerar framförallt i avrinningsområdets mest uppströms belägna områden. Jordbruksmark är den näst vanligaste markanvändningen (23 %) och dominerar framförallt längs vattendrag och i de nedströms belägna avrinningsområdena. Resterande markkategorier (öppen mark och vattenytor) utgör mindre andelar av området. De områden som bidrar med dagvatten motsvarar totalt 2 % av markanvändning, där Uppsala, Sävja och E4:an är de största ytorna vilka bidrar med störst fosfortillförsel (se avsnitt 5.2.5). Tabell 19 sammanställer markanvändningen för de ingående VARO.



Figur 22. Markanvändning inom utredningsområdet för Sävjaån med de 15 ingående vattenförekomstavrinningsområdena (VARO) för beräkning av diffusa källor. Inga detaljer går att utläsa av figuren med anledning av områdets storlek och skala. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.



Figur 23. Fördelning av markanvändning inom utredningsområdet, totala yta 525 km².

Tabell 19. Markanvändning fördelat på vattenförekomstavrinningsområde (VARO) inom utredningsområdet.

VARO	Jordbruksmark ha	Skogsmark ha	Öppen mark ha	DV-verksamhets- områden inkl. E4 ha	Vattenytor ha	Totalt ha
VARO 1	1306	855	312	696	21	3190
VARO 2	2563	1399	575	46	5,1	4588
VARO 3	1186	1811	343	200	0,33	3541
VARO 4	608	944	187	0	170	1908
VARO 5	1516	4100	536	0	1,6	6154
VARO 6	205	1255	94	0	85	1638
VARO 7	2703	8819	775	24	18	12 340
VARO 8	88	324	36	0	10	458
VARO 9	60	1094	132	0	133	1418
VARO 10	13	291	10	0	40	354
VARO 11	12	600	45	38	63	758
VARO 12	977	8770	526	46	198	10 516
VARO 13	675	1065	222	0	49	2011
VARO 14	397	2993	166	0	29	3585
VARO 15	0	1	0	0	0,27	1,3
Totalt	12 310	34 320	3 960	1 050	825	52 500
Andel (%)	23	65	8	2	2	

Tabell 20 visar fördelningen av fosforbelastning för de diffusa källorna. Sammantaget uppgår den modellerade fosforbelastningen för hela området till 11,7 ton per år, där jordbruksmark är den största bidragande källan och står för 85 % av den diffusa belastningen. Den externa (diffusa) fosforbelastningen är som störst för VARO 7 och 2 med nästan 2,4 ton per år vardera. VARO 1 är det tredje mest belastande området, med 1,8 ton per år. Om belastningen sätts i relation till ytan för varje VARO är fosforläckaget som störst för mark i VARO 1 och 2 vilket beror på stor andel jordbruksmark och/eller urban mark (dagvatten) i dessa områden.

Tabell 20. Fosforbelastning (kg/år) per vattenförekomstavrinningsområde (VARO) inom utredningsområdet för diffusa källor: jordbruksmark, skogsmark, öppen mark, dagvattenverksamhetsområden (inklusive E4) samt atmosfärisk deposition av fosfor.

VARO	Jordbruksmark kg/år	Skogsmark kg/år	Öppen mark kg/år	DV-verksamhets- områden inkl. E4 kg/år	Atm. P-deposition kg/år	Totalt kg/år
VARO 1	1248	22	15	516	1,1	1802
VARO 2	2262	36	28	30	0,26	2357
VARO 3	979	47	16	72	0,016	1114
VARO 4	446	25	9,0	0	8,5	488
VARO 5	1240	107	26	0	0,079	1373
VARO 6	156	33	4,5	0	4,2	197
VARO 7	2104	229	37	10	0,92	2382
VARO 8	60	8	1,7	0	0,52	70
VARO 9	42	28	6,3	0	6,6	83
VARO 10	9,1	8	0,49	0	2,0	19
VARO 11	10	16	2,2	17	3,2	48
VARO 12	576	228	25	19	9,9	858
VARO 13	471	28	11	0	2,5	512
VARO 14	271	78	8,0	0	1,5	358
VARO 15	0	0,026	0	0	0,013	0,040
Totalt	9873	892	190	664	41	11 661
Andel (%)	85	8	2	6	0,35	

Åtgärder som redan vidtagits inom området, exempelvis odlingsfria kantzoner och strukturkalkning, är inte inräknade i denna beräkning. Det gäller även den rening som sker i anlagda våtmarker inom jordbrukslandskapet samt dagvattenrelaterade dammar. Befintliga åtgärders avskiljningsförmåga och deras bidrag till rening redogörs i avsnitt 5.4 *befintliga åtgärder inom utredningsområdet*. Åtgärdernas rening räknas sedan bort från den externa bruttobelastningen för att få fram en nettobelastning, vilket beskrivs i avsnitt 5.5.

I följande avsnitt redovisas beräknad fosforbelastningen för området indelat per markanvändningskategori.

5.2.1 Jordbruksmark

Fosforläckage från jordbruksmark påverkas av många faktorer och lokala förutsättningar, inte minst jordart, avrinning och val av gröda. Vid beräkning av jordbruksläckage användes SMED:s framtagna läckagekoefficienter för regionen (Johnsson m.fl., 2019). Baserat på markens jordartsfördelning och regionens genomsnittliga läckagekoefficient, oavsett val av gröda, beräknades fosforläckage för åkermark. För mark tillhörande bete/övrig åkermark beräknades

läckaget på samma sätt men baserat på kategorin vall som läckagekoefficient. Fosforläckage i relation till gröda har inte tillämpats i denna utredning då det inte anses relevant då val av gröda ändras över tid.

Inom utredningsområdet totala area på 525 km² utgör jordbruksmark 123 km² (23 %) och utgörs av åkermark och bete/övrig åkermark, baserat på jordbruksblockdata från Jordbruksverket (2020). Som tidigare beskrivits varierar andelen jordbruksmark mellan de ingående VARO. Sett till respektive områdes markanvändning dominerar andelen jordbruksmark inom framförallt VARO 1–2 men finns till stor utsträckning även i VARO 3–5, 7 och 13, se Figur 22 och Tabell 19.

Av jordbruksmarkens 123 km² är 83 % produktiv åkermark och resterande 17 % utgör bete/övrig åkermark. Totalt beräknades jordbruksmarken årligen tillföra cirka 9,9 ton fosfor till Sävjaån, se Tabell 20 för uppdelning per VARO. Åkermarken står för cirka 9,2 ton per år. Även om jordbruksmark inte är den dominerande markanvändningen så bidrar läckage från denna mark med störst mängd fosfor till recipienterna, se Tabell 20, vilket förklaras av läckagekoefficienterna. Åkermarkens läckagekoefficient för utredningsområdet är i medel 0,91 kg P/ha och år och varierar mellan 0,76 till 1,03 kg P/ha och år för olika VARO. Variationen av läckagekoefficient beror på åkermarkens jordartsfördelning. Lerjordar dominerar inom åkermarken, vilka är de jordar som har störst modellerade läckagekoefficient av fosfor. Åkermarken i området domineras av ”silty clay”, ”clay”, ”silty clay loam” samt ”clay loam”. Medelfosforläckaget för regionen är 0,87 kg/ha och år enligt SMED (Johnsson m.fl., 2019). Utredningsområdets beräknade medelläckagekoefficient avviker följaktligen inte nämnvärt från regionens medelvärde.

Av jordbruksmarkens årliga tillförsel av 9,9 ton fosfor utgör bete/övrig åkermark en mindre del, 0,68 ton per år. Medelfosforläckaget för denna markkategori beräknades till 0,34 kg P/ha och år för området. Läckaget varierade mellan de olika VARO med som lägst 0,25 kg P/ha och år till som högst 0,40 kg P/ha och år. Detta är jämförbart med SMED:s beräknade medelläckage för regionen av vall på 0,36 kg P/ha och år (Johnsson m.fl., 2019). Likt åkermarken i området dominerar lerjordar även på mark brukad som bete/övrig åkermark, där följande jordar dominerar i fallande ordning ”silty clay”, ”silty clay loam”, ”clay” och ”clay loam”.

5.2.2 Skogsmark och sankmark

Skogsmark och sankmark bidrar likt jordbruksmark med fosforläckage även om det specifika läckaget är betydligt lägre. För regionen är fosforläckage för dessa två markanvändningskategorier 0,013 mg/l och år (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b). Beräknat med en specifik avrinning (medel av perioden 1981-2010) för området på 200 mm/år (SMHI, 2020b) resulterar det i en tillförsel på cirka 0,026 kg P/ha och år för skogs- respektive sankmark. Inom utredningsområdet finns cirka 343 km² skogs- och sankmark där merparten är skogsmark och årligen bidrar med en fosfortillförsel motsvarande 892 kg. Fördelningen av skogs- respektive sankmark varierar mellan VARO men bägge markanvändningar har störst relativ andel av den totala arealen framförallt i de mest uppströms belägna VARO som domineras av skogsmark. VARO 5, 7 och 12 har alla stora arealer skogs- och sankmark och således även de större beräknade mängderna fosfor från dessa marker. Trots detta är belastningen från skogs- och sankmarker liten i relation till den totala belastningen i dessa VARO, jordbruket står ändå för den största delen. Tabell 20 sammanställer fosforläckaget från skogs- och sankmark för respektive VARO.

5.2.3 Öppen mark

Öppen mark är den mark som inte ingår i någon av de övriga markkategorierna. Generellt representerar öppen mark obrukade grönytor och vägkanter samt glesbebyggda områden utanför verksamhetsområde för dagvatten. Öppen mark omfattar totalt cirka 40 km² vilket är en mindre andel (8 %) av områdets markanvändning, se Tabell 19. Fosfortillförseln från öppen mark beräknades på samma sätt som för skogs- och sankmark, baserat på en medelhalt på 0,024 mg/l och år. Detta resulterade i en fosfortillförsel på 0,048 kg/ha och år för öppen mark i området motsvarande en årlig belastning på 190 kg.

5.2.4 Atmosfärisk deposition av fosfor

För årlig atmosfärisk deposition av fosfor användes mängden 5 kg/km², vilket används inom HELCOM vid beräkning av deposition av fosfor till Östersjön (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018). Då utredningsområdet ligger i nära anslutning till Östersjön anses belastningen vara representativ även här. Totala vattenytan inom området uppgår till 825 ha, där de största enskilda ytorna utgör sjöar och den årliga atmosfärisk deposition av fosfor har beräknats till 41 kg. Några av de stora sjöarna är Funbosjön, Trehörningen, Nedre- och Övre Långsjön, Lötsjön och Södersjön. Atmosfärisk deposition av fosfor kan variera mycket enligt Karlsson och Phil Karlsson (2018), vilket gör beräkningen osäker men samtidigt är belastningen från atmosfärisk deposition liten i jämförelsen med bidragen från andra källor.

5.2.5 Dagvatten

Utifrån markanvändning och årsmedelnederbörd har den årliga fosformängden i dagvatten innan befintlig och planerad rening inom dagvattenverksamhetsområdena och E4:an beräknats till 660 kg (Tabell 21)), varav 420 kg (cirka 64 %) kommer från Uppsala tätort. Därefter är fosforbelastningen störst för E4:an (62 kg/år; 9 %), Sävja (49 kg/år; 7 %), Lindbacken (38 kg/år; 6 %) och Skölsta (33 kg/år; 5%). För E4:an bör dock observeras att det faktiska utsläppet till recipienterna sannolikt är betydligt lägre på grund av fastläggning av dagvattenburna föroreningar i vägslänter och vägdiken (Andersson, J. m.fl., 2018) som inte tas hänsyn till i schablonhalter i Stormtac.

Tabell 21. Föroreningsbelastning (kg/år) för dagvattenverksamhetsområdena samt E4:an inom Sävjaåns avrinningsområde. Avrundade till 2 värdesiffror.

Område	P
Almunge	17
Gunsta	12
Gåvsta	10
Lindbacken	38
Länna	18
Skölsta*	33
Sävja**	49
Uppsala**	420
E4:an***	62
Total	660

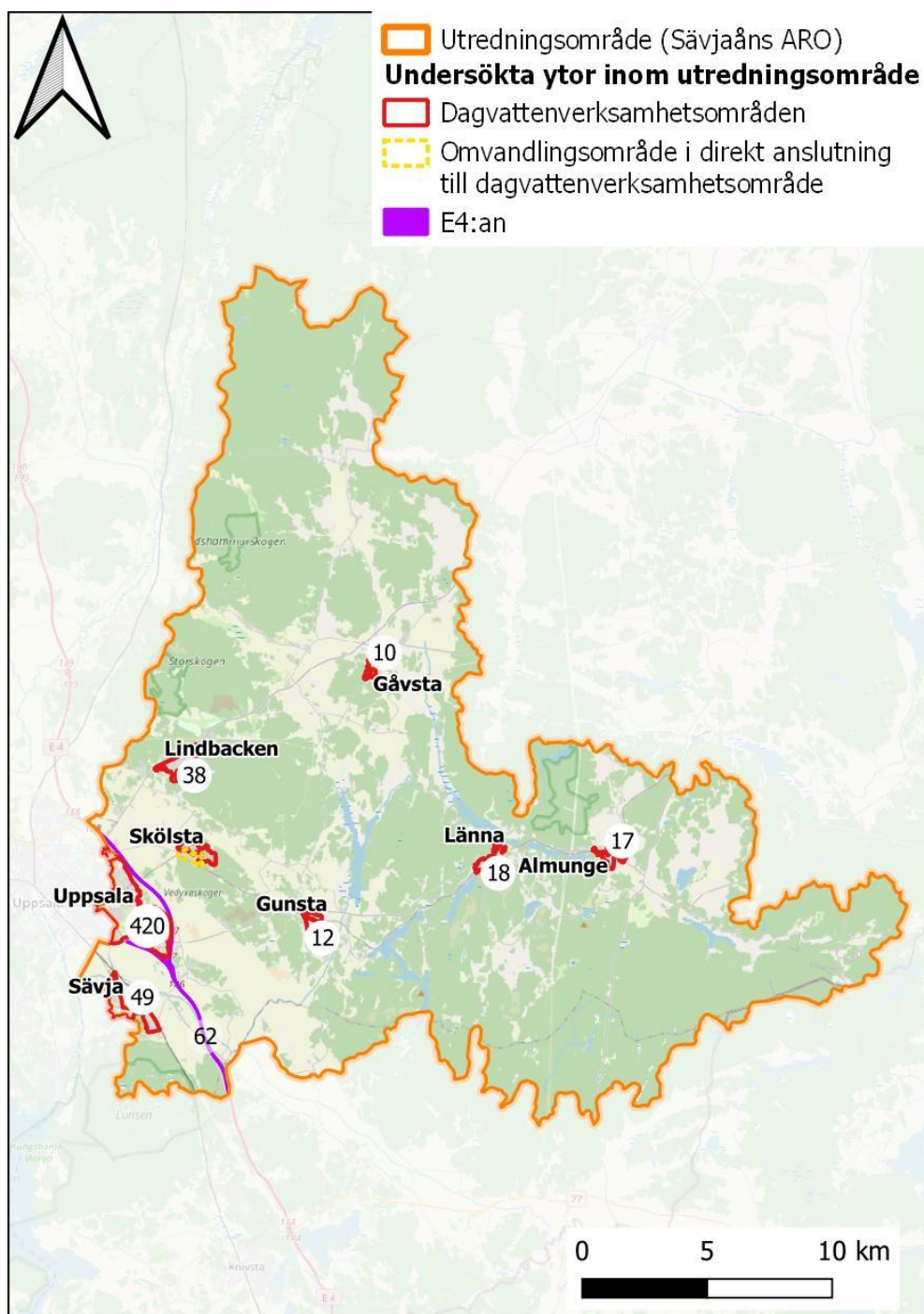
*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill dagvattenverksamhetsområdet

** Siffror framtagna genom att lägga ihop föroreningsbelastning beräknad av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015) med föroreningsbelastning för de områden som saknades i Uppsala Vattens beräkningar.

*** Mängder på E4:an tar ingen hänsyn till avskiljning i vägslänter och diken och är därmed sannolik en överskattning

Av andra undersökta föroreningar uppgår exempelvis mängden kväve till 5 300 kg/år, koppar 93 kg/år och zink 480 kg/år (Tabell 21).

Fosforbelastningen per område innan befintlig och planerad rening ses i Figur 24.



Figur 24. Belastning av fosfor (angivet i cirklarna i [kg/år]) från de olika dagvattenverksamhetsområdena och E4:an. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

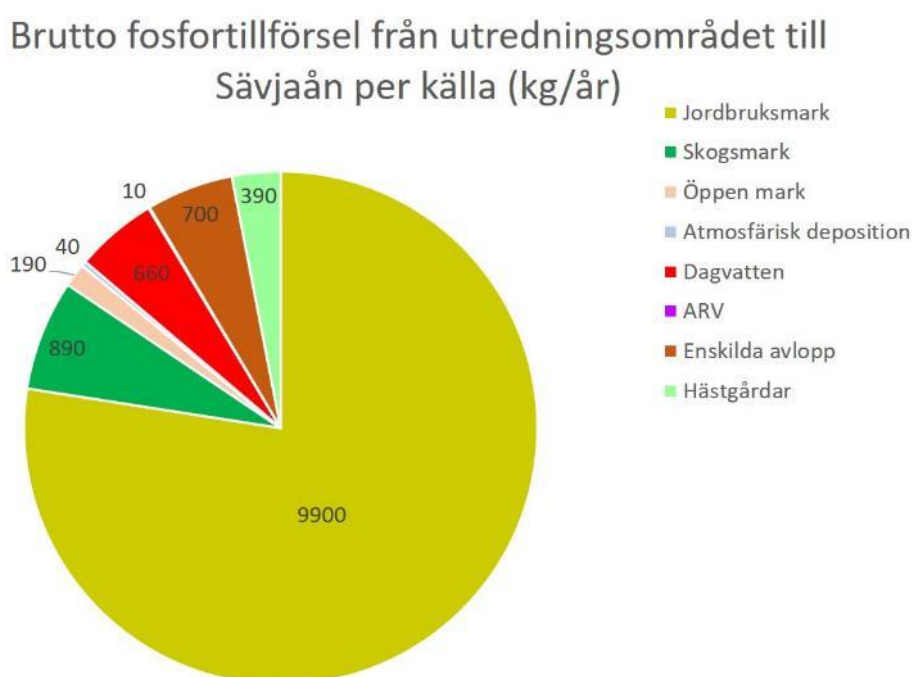
5.3 Sammanfattande slutsatser kring bruttotillförseln av fosfor

Jordbruksmarken beräknas tillföra cirka 9,9 ton fosfor per år till Sävjaån. Bidraget från skogs- och skogsbruksmark beräknas till cirka 890 kg per år. Näringsförlust från övrig öppen mark har

beräknats till cirka 190 kg per år. Atmosfärisk deposition på vattenytor har uppskattats till cirka 40 kg per år. Verksamhetsområden för dagvatten och E4:an beräknas bidra med 660 kg fosfor per år. Bidragen från diffusa källor blir således sammantaget cirka 11,7 ton fosfor per år.

Från punktkällor belastas Sävjaån med cirka 10 kg fosfor per år från Gåvsta avloppsreningsverk och de övriga små reningsverken. Enskilda avlopp beräknas bidra med cirka 700 kg fosfor per år. Hästgårdar uppskattas bidra med 390 kg fosfor per år.

Den samlade tillförseln från punkt- och diffusa källor till avrinningsområdet i denna utredning beräknas således till cirka 12,8 ton per år. Jordbruksmarken står för drygt ¾ av tillförseln (Figur 25). Skogsmark är det näst största bidraget med cirka 7 %. Bidragen från enskilda avlopp motsvarar cirka 5 % av totalbelastningen.



Figur 25. Fördelning av årlig bruttotillförsel av fosfor (kg/år) från olika diffusa källor och punktkällor i utredningsområdet.

5.4 Genomförda åtgärder inom utredningsområdet

5.4.1 Åtgärder avseende punktkällor

Tillsyn av enskilda avlopp pågår kontinuerligt och bristfälliga avlopp åtgärdas som ett resultat av den tillsynen. När VA-verksamhetsområden utökas och enskilda avlopp ansluts till de kommunala reningsverken minskar utsläppen från enskilda avlopp lokalt och det utsläpp som ändå sker hamnar på en annan plats via utgående vatten från reningsverket. I beräkningarna av avloppens påverkan på Sävjaån har vi utgått från kommunens register över status på enskilda avlopp, och därmed bör hänsyn ha tagits till eventuella tidigare åtgärder rörande enskilda avlopp.

Reningsverkens reningsresultat sammanfattas i årsrapporter och eventuella brister uppmärksammas i samband med detta. Begränsningsvärde för utsläpp (oftast mätt som en halt) finns i reningsverkens utsläppstillstånd. Som beskrivits i avsnitt 5.1.2 har några mindre

reningsverk lagts ner de senaste åren och de anslutna hushållen har anslutits till Kungsängsverket som har en högre reningsgrad och som ligger utanför utredningsområdet.

Tillsyn av miljöfarlig verksamhet görs av länsstyrelsen. Alla verksamheter som måste ha tillstånd för att bedriva sin verksamhet är skyldiga att årligen lämna in en miljörapport. Vid misstanke om att den miljöfarliga verksamheten inte följer bestämmelser i miljöbalken anmäls detta till Polismyndigheten eller Åklagarmyndigheten.

5.4.2 Platsspecifika åtgärder inom jordbruket

Genomförda åtgärder inom jordbruket

Inom utredningsområdet för Sävjaån finns idag flera befintliga platsspecifika åtgärder/våtmarksområden (Figur 26) som främst är anlagd för näringsreduktion men också för att gynna biologisk mångfald med ersättning från Jordbruksverket (SMHI, 2020a). I denna utredning har markanvändning tagits fram och fosfortillförsel beräknats för tillrinnande mark för dessa våtmarker på samma sätt som tidigare beskriven metodik. Våtmarkernas potentiella avskiljning av fosfor har beräknats på samma sätt som för de föreslagna åtgärder som tagits fram i och med denna utredning (om inte annat anges), se avsnitt 11.3. Samtliga platser har besökts i fält under våren 2021 där det kunde fastställas att en av våtmarkerna som enligt registret skulle ha anlagts 2019 inte fanns ännu. Det saknas uppgifter om anledningen till att denna våtmark inte är/har blivit anlagd. Den aktuella platsen ligger nordväst om sjön Fladen inom VARO 13 och beskrivs inte närmare i denna utredning.

De anlagda våtmarkerna och fosfordammarna med ersättning från Jordbruksverket beskrivs nedan och potentiell avskiljning redovisas i Tabell 22.



Figur 26. Position av genomförda och planerade åtgärder mot närsaltsförluster från jordbruket. Källa SJV. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 22. Befintliga åtgärder anlagda för näringsreduktion samt biologisk mångfald med ersättning från Jordbruksverket (SMHI, 2020a). Platsernas tillrinningsområde, årlig fosfortillförsel samt potentiella avskiljning har karterats och beräknats.

WRS namn	VARO	Åtgärdsyta (ha)	Tillrinningsområde (ha)	Beräknad fosfortillförsel (kg/år)	Beräknad potentiell avskiljning (kg/år)
04_bef_01	4	10	125	41	18
04_bef_02	4	0,25	60	25	11
07_bef_01	7	0,53	9,6	2	0,9
12_bef_01	12	2,3	378	51	22
14_bef_01	14	5,9	69	2	0,80
Summa					53

Frötuna våtmark (04_bef_01)

Strax norr om inloppet till Frötunaviken i Funbosjön har en större våtmark anlagts med jordbruksstöd under år 2014 (SMHI, 2020a). Våtmarken ligger i VARO 4 och är totalt cirka 10 ha stor med både permanenta vattenytor och ytor för överdämning samt anlagda öar, se Figur 27. Vid fältbesöket noterades att området runt våtmarken används som betesmark samt att våtmarken utgör en attraktiv miljö för fåglar. Tillrinningsområdet för våtmarken är cirka 125 ha stort och utgörs av åker- och betesmark samt även skogsmark. Totala fosfortillförsel beräknades till 41 kg/år och den potentiella fosforavskiljningen till 18 kg P/år.



Figur 27. Våtmark (04_bef_01) vid Frötuna inom VARO 4, cirka 10 ha stor.

Våtmark Frötuna viken (04_bef_02)

Under 2020 har en våtmark anlagts vid Frötunaviken västra strand på fastigheten Rasbo-Årby 5:1. Våtmarken har ett tillrinningsområde på cirka 60 hektar som till en tredjedel består av åkermark. Vattenytan för våtmarken uppgår till cirka 2 500 m² och fosforavskiljningen uppskattas till cirka 11 kg per år.



Figur 28. Bild över den nedre delen av våtmarken vid Frötunaviken. Källa Sören Eriksson Naturvård AB. Fotograf Sören Eriksson.

Frötuna fosfordamm (07_bef_01)

Vid Frötuna finns förutom ovan beskriven våtmarker även en mindre fosfordamm anlagd under 2011 med ersättning från Jordbruksverket (SMHI, 2020a). Fosfordammen ligger i VARO 7 och är cirka 0,5 ha stor med ett mindre tillrinningsområde (10 ha) med låg beräknad fosfortillförsel på cirka 2 kg/år. Anläggningens potentiella avskiljning har beräknats till 1 kg/år. Figur 29 visar den anlagda fosfordammen vid Frötuna.



Figur 29. Fosfordamm/våtmark (07_bef_01) vid Frötuna inom VARO 7.

Hagby våtmark (12_bef_01)

Vid Hagby finns en anlagd våtmark från 2014 avsedd för bland annat näringsreduktion (SMHI, 2020a). Våtmarken ligger inom VARO 12 och har en total yta på 2,3 ha med både permanent vattenyta och överdämningsytor, se Figur 30. Tillrinningsområdet är cirka 378 ha stort. Närmast våtmarken ligger åker- och betesmarker men tillrinningsområdet domineras av skogsmark och våtmarken tillförs också vatten från Jönsbolssjön. Fosfortillförseln för området har beräknats till 51 kg/år och den potentiella avskiljningen i våtmarken är cirka 22 kg/år.



Figur 30. Våtmark (12_bef_01) vid Hagby inom VARO 12.

Nyhems våtmark (14_bef_01)

Vid Nyhem öster om Fjällnora finns en cirka 6 ha stor våtmark som anlades/restaurerades under 2008 med ersättning av Jordbruksverket med huvudsyftet att öka den biologiska mångfalden, se Figur 31. Tillrinnande mark utgörs av skogsmark och fosforbelastningen till våtmarken är därmed låg (beräknad till cirka 2 kg/år). Även om våtmarkens primära syfte är biologisk mångfald beräknas våtmarken kunna avskilja cirka 1 kg P/år. Våtmarken ligger inom VARO 14.

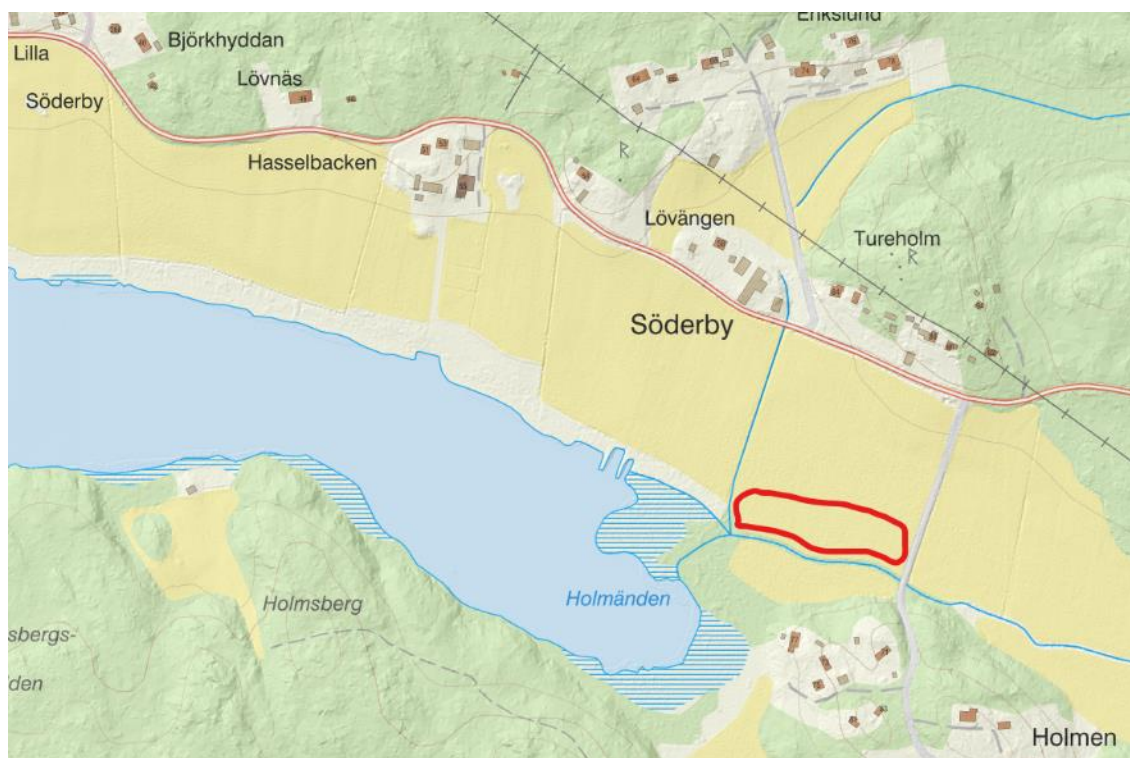


Figur 31. Våtmark (bef_14_01) vid Nyhem inom VARO 14. Karta: © Google Earth.

Planerade åtgärder inom jordbruket

Strax uppströms inloppet till Södersjön planeras en cirka 3 ha stor våtmark att anläggas, se Figur 32. Den planerade våtmarken ligger inom VARO 12 i de östra delarna av Sävjaåns avrinningsområde. Våtmarken har ett stort tillrinningsområde på minst 2100 ha enligt projektplanen (Hushållningssällskapet, u.å.). Syftet med våtmarkens är att avskilja näringsämnen från tillrinnande vatten för att motverka igenväxning av sjön, men den ska även bidra till en ökad biologisk mångfald. Våtmarken är projekterad att anläggas genom att djupare och grundare ytor grävs samt att mindre öar anläggs/behålls och tillrinnande vatten leds in i anläggningen. I projektplanen beskrivs inte våtmarkens reningspotential för näringsämnen. Då den planerade våtmarken är liten i relation till tillrinningsområdet har inte den potentiella fosforavskiljningen beräknats på samma sätt som för andra åtgärder i denna utredning. I stället har avskiljningen uppskattats utifrån undersökningar av några svenska våtmarker med likande förutsättningar. Dessa har uppvisat näringsavskiljning av fosfor inom spannet 2–10 kg per hektar våtmark och år (WRS AB & Vattenresurs AB, 2008). Detta kan jämföras med en global studie som sammanställde anlagda och restaurerade våtmarkers effektivitet avseende näringsavskiljning. Studien visade att våtmarkerna i genomsnitt avskilde 12 kg fosfor per hektar

våtmark årligen (Land m.fl., 2016). Baserat på detta intervall (2–12 kg avskild P/ha våtmark och år) bedöms våtmarken på 3 ha kunna avskilja mellan 6–36 kg P/år. För att inte överskatta framtida våtmarkens reningspotential har 6 kg P/år använts i fortsatta beräkningar.



Figur 32. Planerad våtmark (12_pla_01) innan inloppet till Södersjön, inom VARO 12, vid Söderby. Bakgrundskarta © Lantmäteriet.

5.4.3 Dagvattenåtgärder

Befintlig och planerad dagvattenrening undersöktes för att beräkna hur dessa påverkar belastningen av fosfor. Enligt underlag från Uppsala Vatten samt studier av ortofoton (Google, 2021) finns befintliga dagvattendammar i Lindbacken, Skölsta och Uppsala. Dessutom finns planerade dagvattendammar i Gunsta och Skölsta. Avskiljningsgraden hos en dagvattendamm beror på olika faktorer, såsom inflöde (t.ex. föroreningskoncentrationer), utformning (t.ex. vegetation och längd-breddförhållande) samt lokala förhållanden (t.ex. väder och årstid) (Blecken, 2016). För en korrekt utformad damm kan fosforavskiljningen uppskattas till cirka 50 % (Stockholm Vatten och Avfall, 2016).

Genom att anta att dammarna är/blir rätt utformade enligt gällande principer för god fosforsavskiljning uppskattades fosforreningen till 50 % för dagvattendammar i industriområden (inom Uppsala) och 40 % för dammar i villaområden (inom Gunsta, Lindbacken och Skölsta), på grund av lägre inkommande föroreningskoncentration i villaområden. Fosforbelastningen beräknad i Stormtac korrigeras genom att subtrahera fosforreningen för de delavrinningsområden inom tätorterna där det finns dagvattendammar.

Med befintliga och planerade dagvattendammar avskiljs ungefär 90 kg fosfor (14 %) från dagvattnet (Tabell 23). Efter rening i dessa anläggningar har den årliga fosforbelastningen från dagvatten inom Sävjaåns avrinningsområde beräknats till 570 kg (Tabell 23). Uppsala tätort står fortfarande för majoriteten (360 kg/år; 63 %) av den totala fosforbelastningen från dagvatten. Därefter är fosforbelastningen störst för E4:an (62 kg/år; 11 %), Sävja (49 kg/år; 9 %), Skölsta (25 kg/år; 4 %) och Lindbacken (23 kg/år; 4 %), se Tabell 23.

Tabell 23. Fosforbelastning innan och efter rening i befintliga och planerade dagvattendammar (inom vissa delavrinningsområden i Gunsta, Lindbacken, Skölsta och Uppsala) inklusive avskiljning per område.

Område	P innan rening [kg/år]	P efter rening [kg/år]	Avskiljning [%]
Almunge	17	17	0
Gunsta	12	7,6	37
Gåvsta	10	10	0
Lindbacken	38	23	39
Länna	18	18	0
Skölsta*	33	25	25
Sävja**	49	49	0
Uppsala**	420	360	15
E4:an	62	62	0
Total	660	570	14

*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill dagvattenverksamhetsområdet

** Siffror framtagna genom att lägga ihop föroreningsbelastning beräknad av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015) med föroreningsbelastning för de områden som saknades i Uppsala Vattens beräkningar

5.4.4 Övriga genomförda åtgärder enligt vattenmyndigheten

De åtgärder som genomförts i eller omkring vattenförekomsterna för att förbättra vattenkvalitén och för att uppnå de fastställda miljökvalitetsnormerna enligt Vattenmyndigheten finns redovisade i VISS. Totalt 79 genomförda åtgärder finns registrerade (VISS, 2021-07-14) för de ingående vattenförekomsterna vilka inkluderar genomförande av dagvattendammar i Uppsala och Lindbacken samt åtgärder för att minska tillförseln från jordbruksmark (VISS - Vatteninformationssystem Sverige, 2020) och åtgärder för enskilda avlopp. Åtgärder för enskilda avlopp har främst bestått av anslutning till kommunalt VA. Genomförda åtgärder i jordbrukslandskapet är anlagda våtmarker för näringsreduktion vilka är beskrivna i avsnitt 5.4.2.1. Andra åtgärder som genomförts i jordbrukslandskapet är olika former av miljöersättningar till miljöskyddsåtgärder, ekologisk odling (utan bekämpningsmedel), gräsbevuxna skyddszoner och extensiv vallodling. Strukturkalkning för att minska sedimenttransport och fosforförluster från lerjordar inom jordbruket har även genomförts (2015–2016). Då dessa åtgärder redan har genomförts och betingen är beräknade utifrån nyligen utförda vattenprovtagningar, det vill säga efter åtgärdernas implementering, görs inget avdrag från betingen för dessa åtgärder. Ytterliga strukturkalkning har genomförts efter 2016 som inte har tagits med i beräkningar för befintliga åtgärder.

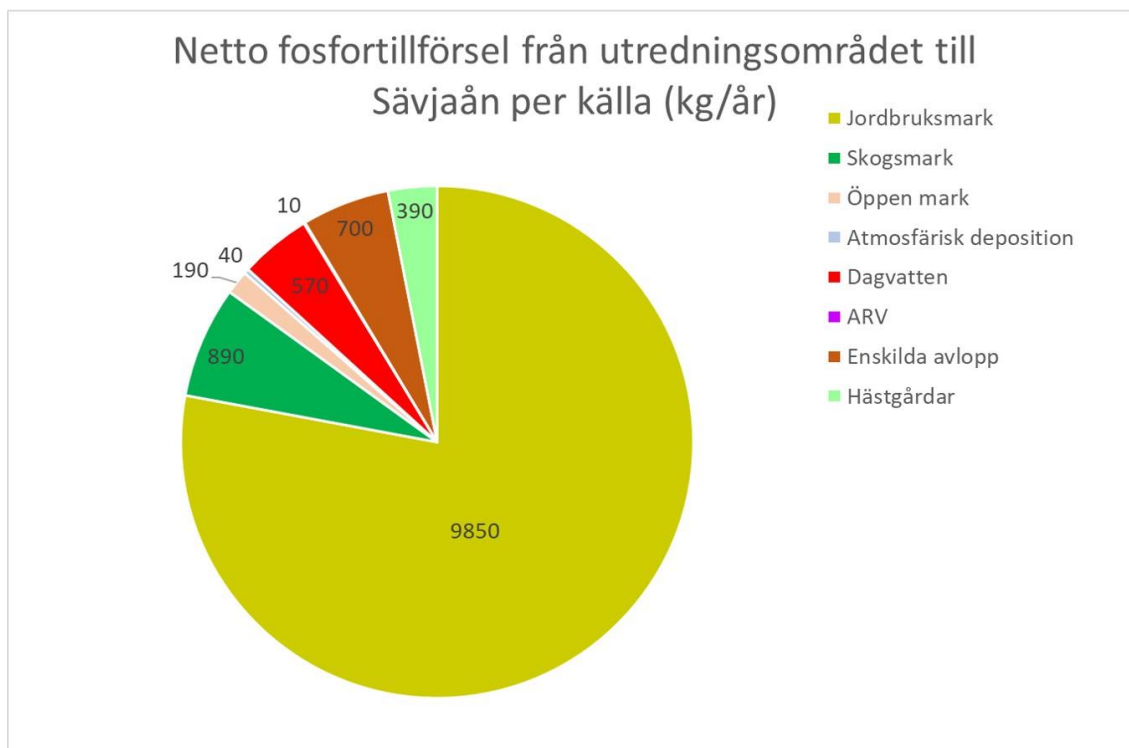
Vattenmyndigheten listar även möjliga åtgärder som ej är genomförda ännu. Dessa åtgärdsförslag överlappar till stor del de åtgärder som föreslås i denna utredning.

5.5 Nettotillförsel av fosfor och beting

Summerad avskiljning från befintliga våtmarker och dagvattendammar i vattenförekomsternas avrinningsområden uppgår till cirka 145 kg eller (Tabell 24), som innebär en minskning med endast 1,1 % av bruttotillförseln som redovisas i avsnitt 5.3. Nettotillförsel av fosfor som når recipienterna från deras lokala avrinningsområden beräknas till 12 700 kg per år. Fördelningen av nettotillförsel över de olika källorna redovisas i Figur 33.

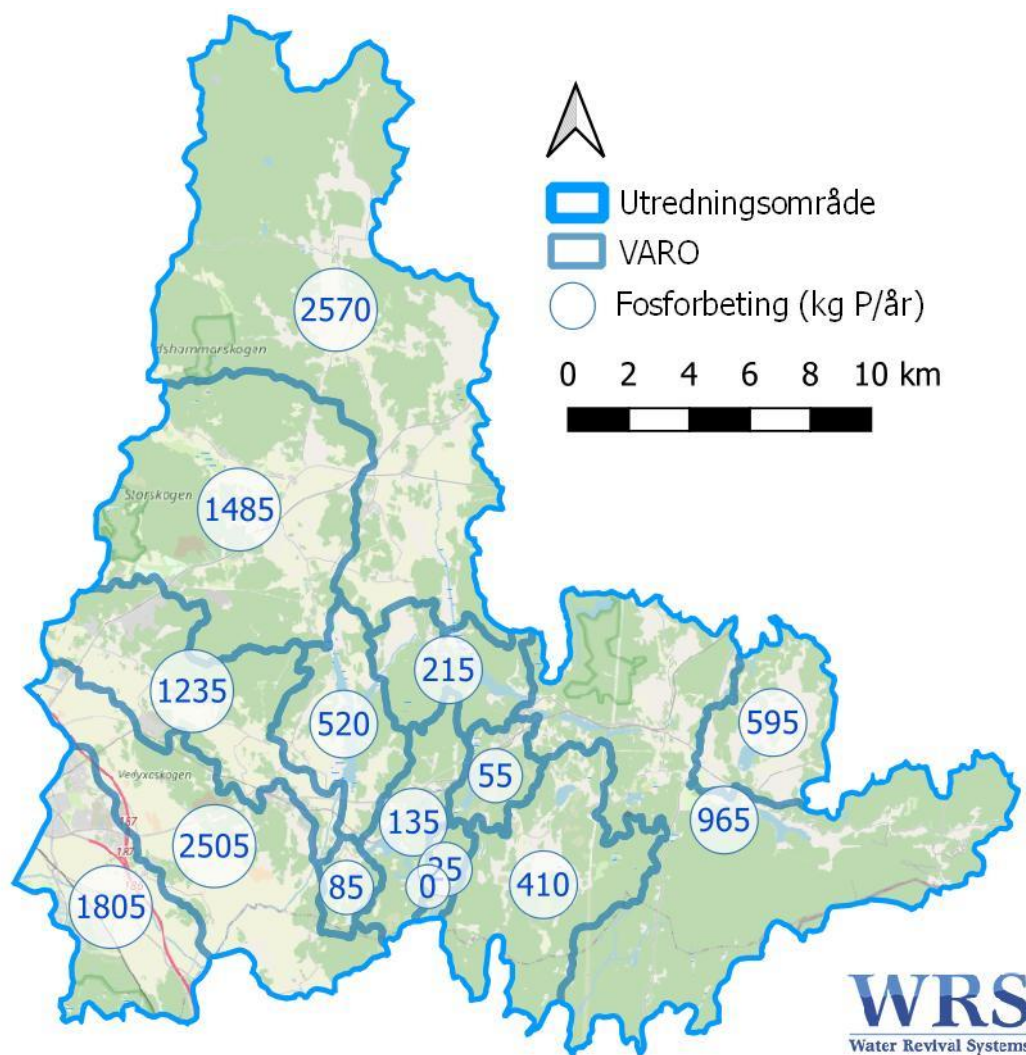
Tabell 24. Summerad bruttofostillförsel från diffusa och punktkällor, avskiljning i befintliga våtmarker och dagvattendammar och resulterande netttofostillförsel från utredningsområdet till Sävjaån i kg per år.

Brutto P-tillförsel diffusa källor (kg/år)	Brutto P-tillförsel punktkällor (kg/år)	Summa brutto (kg/år)	Avskiljning våtmarker (kg/år)	Avskiljning dagvatten dammar (kg/år)	Netto (kg/år)
11 700	1 100	12 800	53	90	12 700



Figur 33. Fördelning av årlig nettotillförsel av fosfor (kg/år) från olika diffusa källor och punktkällor i utredningsområdet med hänsyn till avskiljning i befintliga dagvattendammar och jordbruksvåtmarker.

Beräknad nettobelastning av fosfor för de ingående VARO visas i Figur 34.



Figur 34. Nettobelastning av fosfor från per VARO från diffusa- och punktkällor. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Det samlade lokala betinget för alla vattenförekomster, inom utredningsområdet, uppgår till 2 560 kg P/år (se avsnitt 2.4.1). De största enskilda betingen föreligger för de vattenförekomster som har störst andel jordbruksmark inom avrinningsområdet. Högst fosforbeting har åsträckan Sävjaån Storån-Spångtorp på 860 kg/år följt av Tomtaån på 480 kg/år (Figur 5 och Tabell 25). I utredningens uppdrag anges att de framtagna åtgärderna för minskad externfosfortillförsel ska uppnås med 150 %. Detta för att i efterhand kunna välja bort åtgärder som visar sig vara svåra att genomföra utan att riskera att förbättringsbehovet inte uppnås. De relativa betingen som redovisas i Tabell 25 anger vilken andel av nettotillförseln från avrinningsområdena som behöver avskiljas för att uppnå betingen. För de jordbruksdominerade avrinningsområdena på Uppsalaslätten ligger de relativa betingen kring 30 % med undantag för VARO 1 där det relativa betinget är drygt 16 % (Tabell 25). Om 150 % av betingen ska uppnås ligger de relativa betingen på Uppsalaslätten på cirka 50 %. Då de flesta åtgärder för avskiljning av fosfor från jordbruksmark baseras på sedimentation, med typiska avskiljningsgrader på cirka 50 %, betyder 150 % betingen att nästan allt tillrinnande vatten till recipienterna ska genomgå någon form av rening. Med tanken på kostnaderna och hur mycket produktiv jordbruksmark skulle behövas tas i anspråk för att rena allt tillrinnande vatten, bedöms betingen som orimliga.

Tabell 25. Netto fosfortillförsel (kg/år), fosforbeting (kg/år), fosforbeting om 150 % av betingen ska uppnås (kg/år), samt relativt beting i procent som ska uppnås per VARO.

VARO	Netto P-tillförsel (kg P/år)	P-beting 100 % (kg P/år)	P-beting 150 % (kg P/år)	Relativt beting (%)	Relativt beting 150 % (%)
1	1805	299	449	16,6	24,9
2	2505	861	1292	34,4	51,6
3	1235	360	540	29,1	43,65
4	520	180	270	34,6	51,9
5	1485	483	725	32,5	48,75
6	215	0	0	0	0
7	2570	309	464	12	18
8	85	12	18	14,1	21,15
9	135	17	26	12,6	18,9
10	25	0	0	0	0
11	55	0	0	0	0
12	965	0	0	0	0
13	595	30	45	5	7,5
14	410	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
Summa	12 600	2 560	3 840		

6 Hydromorfologi

6.1 Fiskfauna

Överlag är fiskfaunan i Sävjaåns åsystem dåligt känd. De senaste större inventeringarna skedde med elfiske 1990 på fyra lokaler i ån (Gullberg m.fl., 1993), samt 1993 med bottennät i nio av sjöarna. Ett mindre omfattande elfiske utfördes 2002 vid Funbo kyrka och bottennätsfiske 2008 i Funbosjön och Trehörningen. Inventeringen 1990 har bland annat använts som underlag till det senaste sammanställningen av *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998), även känd som ”Vattenbibeln”.

Limniska värden

I ”Vattenbibeln” bedöms Sävjaån hysa några av de högsta limniska värdena i länet. Sävjaåns huvudfåra mellan Funbosjön och utloppet till Fyrisån, vid Övre Föret, är värdefull trots en stark påverkan från jordbruket och dikning. Detta då denna del av Sävjaån är det enda biflödet till Fyrisån som är en öppen vandringsled för fisk.

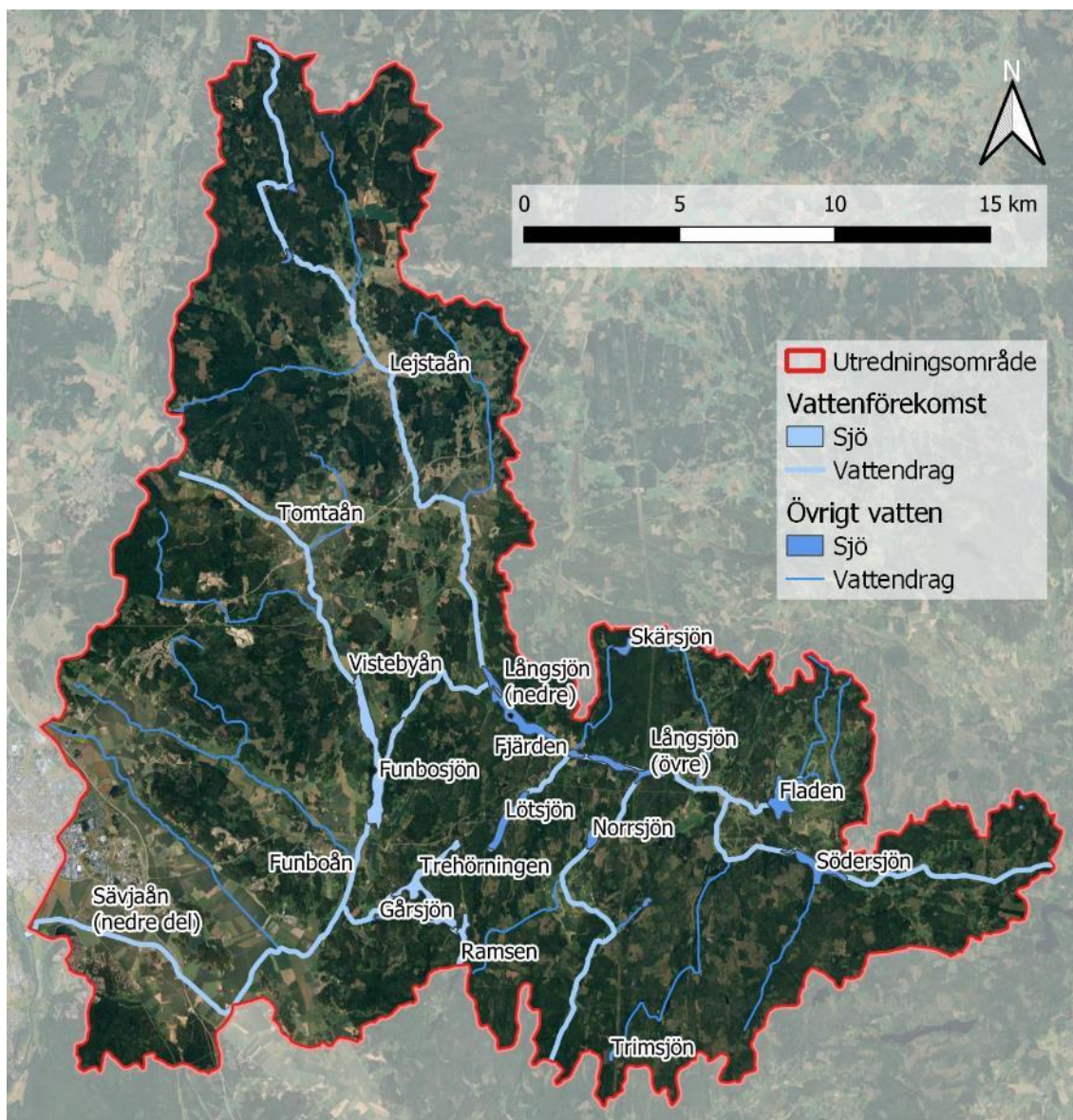
Flertalet sjöar och sjösystem pekas också ut med särskilt höga limniska värden, varav systemet med sprickdalssjöarna Trehörningen-Ramsen-Norrnsjön-Edasjön¹ är ett. De anses relativt opåverkade av mänskliga ingrepp och är dessutom viktiga rekreatiomsområden. Den näringsrika slättsjön Funbosjön är en annan viktig sjö, som ingår i Natura 2000-området (se avsnitt 2.2) och hyser ett bestånd av den rödlistade aspen, Upplands landskapsfisk, som vandrar upp från Mälaren.

På grund av mänsklig påverkan har ett antal aspbestånd isolerats från Mälarens bestånd. Ett sådant bestånd finns i sjösystemet öster om Funbosjön; Nedre Långsjön, Fjärden, Övre Långsjön och Norrsjön (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Längre uppströms i Södersjön, sydöst om Almunge, finns också en isolerad population av asp (Lifvendahl, 2020, muntlig ref.). Ett annat isolerat aspbestånd ska även finnas i Lötsjön vid Länna (Brunberg och Blomqvist, 1998; Berglund, 2006) men uppgifterna är gamla och det finns troligen ingen asp kvar i Lötsjön idag (Bernardsson, 2021, muntl. ref.).

Uppströms Övre Långsjön finns flertalet sjöar med mycket höga limniska värden, bland andra de relativt opåverkade skogssjöarna Skärsjön i norr och Trimsjön i södra delen av avrinningsområdet (Brunberg och Blomqvist, 1998). Se Figur 35 för översikt av sjöar och vattendrag som bedöms ha höga limniska värden, samt där inventering av fisk har utförts (se även Tabell 26).

I övriga delar av Sävjaån och dess biflöden, framför allt de norra delarna som Tomtaån och Lejstaån, saknas inventeringar och underlag för att göra en bedömning om eventuella limniska värden.

¹ Norrsjön och Edasjön ligger utanför utredningsområdet då de tillhör Knivsta kommun.



Figur 35. Utredningsområde för Sävjaåns avrinningsområde med namn på sjöar och vattendrag som antingen har inventerats (eller noterats) avseende fisk alternativt bedöms ha limniska värden. Bakgrundskarta: © Google Earth.

Förekommande arter

I det nationella registret över sjöprovfisken (NORS) och databasen för svenskt elfiskeregister (SERS) finns standardiserade och utförda fisken registrerade (SLU, 2021b, 2021a). Tabell 26 visar en sammanställning av de arter som fångats inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde samt noterats i äldre och mera osäkra data. Utav dessa arter noteras även vilka som finns på Rödlistan och riskerar att dö ut i Sverige (SLU, 2020).

Med tanke på att en mer omfattande elfiskeinventering inte har utförts på drygt 30 år bör kunskapen om förekommande arter anses något osäker. Sammanställningen (Tabell 26) visar dock att abborre, asp, björkna, braxen, mört, gärs, gädda är arter som finns i många av systemets delar. Även gös, id, lake, löja, ruda, sarv och sutare har fångats eller påvisats på ett antal platser. Faren finns i Funbosjön men fanns tidigare även längre uppströms i Nedre Långsjön, vilket skulle kunna bero på vandringshinder (Jonsson, 2021; muntl. ref.)

Enligt äldre uppgifter kan det åtminstone periodvis även finnas stäm, flodnejonöga och nors i Vistebyån (Wallsten och Blomqvist, 1982) och småspigg ska tidigare ha fångats i Funbosjön (Brunberg och Blomqvist, 1998). Enligt ett gammalt fynd från Naturhistoriska riksmuseet så ska också grönling ha fångats i Lejstaån, men det anses vara en ganska osäker uppgift (Loreth, 2020; Persson, 2020; e-post).

Aspen får anses vara den ekologiskt viktigaste förekommande fiskarten då den både är rödlistad (*Nära hotad*), en skyddsvärd art enligt bevarandeprogrammet för Natura 2000-området Sävjaån-Funbosjön (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017; SLU, 2020) och skyddad enligt artskyddsförordningen (SFS 2007:845). Även nissöga (påträffad i Sävjaåns nedre delar och i Ramsen) och stensimpa (har ej påträffats vid fiskinventeringar) ingår i Natura 2000-områdets skyddsvärda arter. Lake, som finns både i huvudfåran och långt uppströms i Tomtaån, är *Sårbar*. Vid ett elfiske i Funboån 2002 ska ål (*Akut hotad*) ha påträffats. Ål ska också ha påträffats längre upp i åsystemet vid provfisken innan 1990 (Brunberg och Blomqvist, 1998). Flodkräfta är en annan *akut hotad* art som något oväntat fångades i Funboån vid elfisket 1990 (Gullberg m.fl., 1993).

Övriga fiskarter som med säkerhet finns i ån är *Livskraftiga* enligt rödlistan. Med tanke på det bristfälliga och föråldrade underlaget finns det dock ett behov av ytterligare fiskinventering för att kunna ta fram förslag till exempelvis biotopförbättrande åtgärder (Persson, 2020, e-post).

Uppgifter om inplanterad fisk i olika sjöar redovisas inte här. De anses inte utgöra underlag för prioriteringar av åtgärder. Det har heller inte funnits några data eller information om att inplanterad fisk i någon betydande utsträckning skulle påverka den endemiska fiskfaunan sett till Sävjaåns hela avrinningsområde.

Tabell 26. Fiskarter som har inventerats i Sävjaån och dess biflöden en sammanställning av provfiske, elfiskeinventeringar samt äldre och mer osäkra uppgifter. Utredningsområdet har delats in i fyra områden: Sävjaåns huvudfåra, östra, nordöstra och norra delen.

Art	Kategori rödlistan	Natura 2000	Sävjaåns huvudfåra				Östra delen				Nordöstra delen						Norra delen		
			Sävjaån (nedre del)	Funboån	Funbosjön	Vistebyån	Funboån (Marielund)	Ramsen	Gårsjön	Trehörningen	Nedre Långsjön	Fjärden	Lötsjön (vid Länna)	Övre Långsjön (vid Almunge)	Norrnsjön	Skärsjön	Fladen	Södersjön	Tomtaån (Landbro såg)
Abborre	Livskraftig		/	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Asp	Nära hotad	X	X	X	X	X				X	X	*	X	X		*	*		
Björkna	Livskraftig				X			X	X	X		X				*	X		
Braxen	Livskraftig				X			X	X	X		X	*	X	X	*	X		
Faren	Livskraftig				X	*													
Flodkräfta	Akut hotad			X															
Flodnejonöga	Livskraftig					*													
Grönling	Livskraftig																		*
Gädda	Livskraftig				*		X	X	X	X		*				*	X		
Gärs	Livskraftig				X	X		X	X	X		X	*	X	X	X	*	X	
Gös	Livskraftig				X	*					X		X					X	
Id	Livskraftig		/	/	*												*		
Lake	Sårbar			X	X							*				*		X	
Löja	Livskraftig			X	X				X		X			X	X	*	X		
Mört	Livskraftig		/	X	X	X		X	X	X		X		X	X	*	X		
Nissöga	Livskraftig	X	/	*				X									*		
Nors	Livskraftig					*													
Ruda	Livskraftig				X				X								*		
Sarv	Livskraftig				X			X	X		X		X	X		*			
Småspigg	Livskraftig				*														
Sutare	Livskraftig				X						X		X			*			
Stensimpa	Livskraftig	X																	
Stäm	Livskraftig					*													
Ål	Akut hotad			X	*							*				*			

X) arter som har noterats vid inventeringar genom provfiske och/eller elfiske

/) arter som finns enligt uppgifter som är yngre än 30 år men inte kommer från inventeringar

*) arter som kan finnas; uppgifter äldre än 30 år eller osäkra uppgifter

Inventerade leklokaler och strömsträckor

Det finns flertalet kända och potentiella leklokaler och värdefulla strömsträckor för aspen längs med Sävjaåns huvudfåra, i Funboån, Vistebyån, och även till viss del längre uppströms (Berglund, 2006; Länsstyrelserna, 2009; Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Totalt beskrivs tre värdefulla leklokaler i nedre delen av Sävjaåns huvudfåra, fem lokaler i Funboån, åtta i Vistebyån och ytterligare åtta i sjösystemet uppströms Vistebyån (Tabell 27).

Tabell 27. Kända och potentiella leklokaler (tillika strömsträckor) i Sävjaåns utredningsområde.

Vatten	Kända och potentiella leklokaler
Sävjaån (nedre)	3 (Kuggebro, Åby järnvägsbron, Falebro)
Funboån	5 (Väsby, Spångtorp, Funbo järnvägsbro, Funbo vägbro, Funbo kyrka)
Vistebyån	8 (Enbyle, Visteby, Vixtorp, uppströms Vixtorp, nedströms Flånkbron, Flånkbron, uppströms vägen mot Brännbol, Långsjöns utlopp)
Sträckan Nedre Långsjön-Fjärden-Övre Långsjön-Fladen	8 (Länna vägbro, Länna Kolbo, Länna järnvägsbron, Utloppet Övre Långsjön, Almunge nedre, Almunge mellersta, Åkroken, Förgreningen)

I åsträckan nedströms Funbosjön (Sävjaån nedre och Funboån) klassas totalt fem av åtta lekplatser som klass 3 – mycket goda eller optimala lekmöjligheter (Länsstyrelserna, 2009). Vid dessa lekplatser tros även fiskebestånd från Mälaren och Funbosjön mötas, vilket gör denna sträcka viktig för exempelvis aspen och andra lekande fiskar. I Vistebyån är en av åtta lokaler av klass 3 (Länsstyrelserna, 2009). Utav de åtta övriga leklokalerna uppströms bedömdes ingen vara av klass 3 (Berglund, 2006).

Övriga biflöden till Sävjaån är inte inventerade med avseende på lekplatser för aspen.

Flera lekplatser i Sävjaån och Vistebyån är dock i behov av biotopvård, ofta på grund av hård rensning och dikning. Lekplatsen närmast Uppsala, Kuggebro, hotas dessutom av planer på ett nytt bostadsområde söder om ån (Länsstyrelserna, 2009).

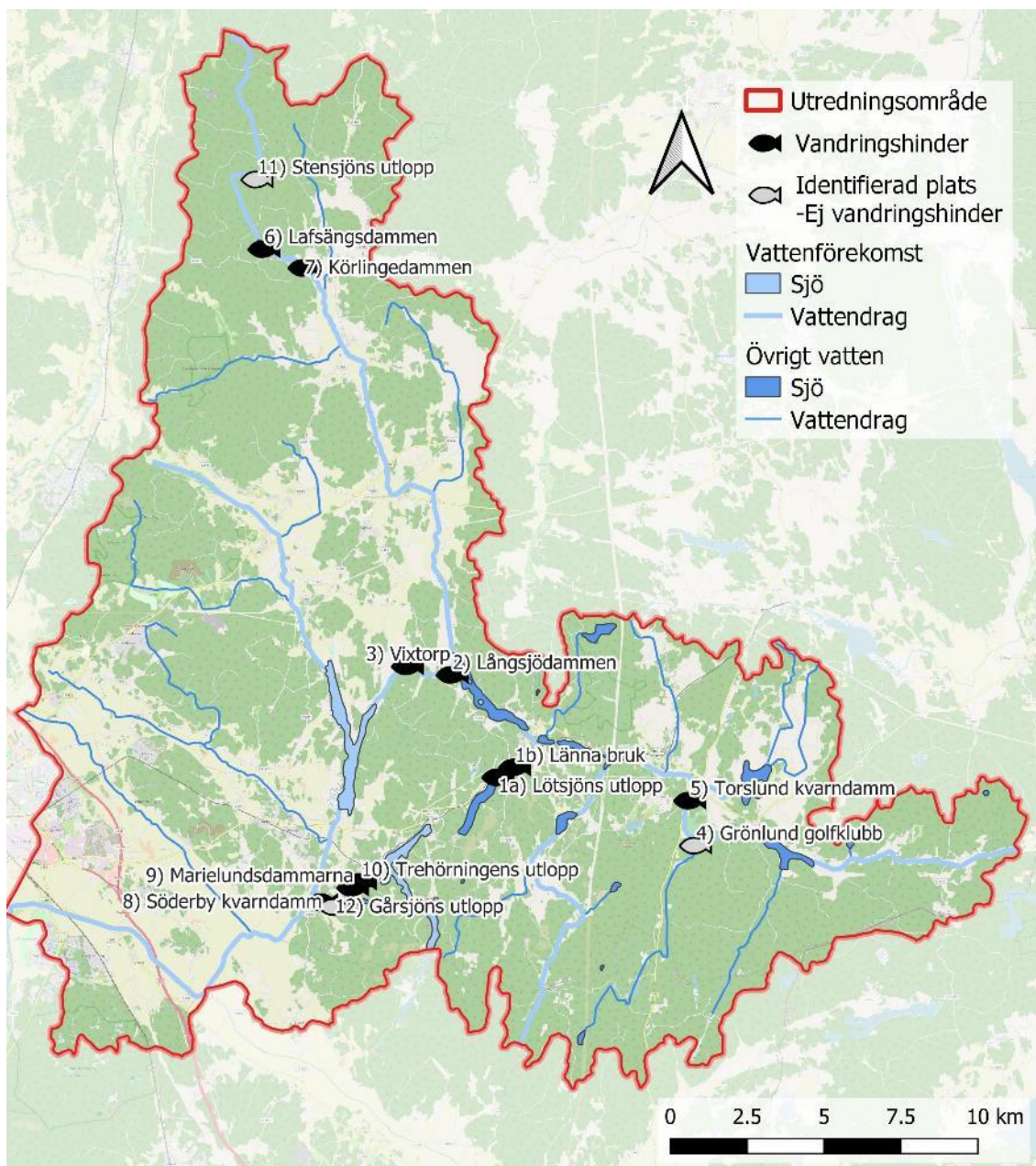
6.2 Befintliga vandringshinder

Människans nyttjande av sjöar, åar och älvar för exempelvis anläggning av dammar, kvarnar och infrastruktur, samt sjösänkningar, uträtningar och markavvattning har skapat vandringshinder för sötvattenfisken. Mängden fisk i våra vatten skulle kunna vara betydligt större om de kunde utnyttja större områden för vandring och fortplantning än vad som är fallet idag. Fiskars vandringsfas sker vanligtvis under vår och sommar då förflyttningar sker mellan lek-, uppväxt- och födoområden samt för övervintring eller för att undvika temporärt ofördelaktiga förhållanden. Vikten av intakt konnektivitet där fiskar kan röra sig fritt över hela sitt naturliga habitat främjar fiskfaunan direkt och hela den akvatiska mångfalden indirekt (exempelvis stormusslor vars larver sprids med fisk).

Inom utredningsområdet identifierades initialt tolv potentiella vandringshinder. Under fältbesök tillkom ytterligare ett vandringshinder medan tre avfärdades som vandringshinder efter platsbesök (avsnitt 6.3). Även ett tidigare vandringshinder som har åtgärdats under utredningens gång besöktes (se avsnitt 6.4). Totalt genomfördes fjorton platsbesök under mars 2021.

Många av vandringshindren är placerade direkt i vattendragen eller i utloppen till anslutande sjöar. Vandringshindrens karaktär, huvudsakliga syfte samt historik skiljer sig åt. Exempelvis har några vandringshinder gamla anor men har sedan byggts om under senare årtionden, andra vandringshinder har tillkommit under 2000-talet.

En sammanställning av identifierande vandringshinder samt avfärdade vandringshinder finns nedan i Figur 36 och Tabell 28. De tre platser som har inventerats men som inte bedöms vara vandringshinder beskrivs kort i avsnitt 6.3. De tio vandringshinder som finns inom avrinningsområdet beskrivs mer i detalj i Bilaga 2 tillsammans med framtagna åtgärdsförslag för varje vandringshinder.



Figur 36. Karta över vandringshinder och identifierade platser som vid fältbesök inte bedömdes som vandringshinder inom Sävjaåns utredningsområde. Bakgrundskarta: ©OpenStreetMap.

Tabell 28. Identifierade vandringshinder inom Sävjaåns avrinningsområde (utredningsområdet) med beskrivning av vandringshindrets karaktär och egenskaper. Uppgifter som saknas eller är osäkra är markerade med ett streck (-). Identifierade platser men ej vandringshinder visas längst ned i tabellen. För geografisk placering se Figur 36.

Nr.	Namn	VARO nr.	Typ	Konstruktion	Åtgärdshöjd*	Passerbart för**	
					(m)	Mört	Öring
1a	Lötsjöns utlopp	11	Dämme/manuell reglering	Betong	0,38	Nej	Nej
1b	Länna bruk	11	Dämme/manuell reglering	Sten, betong med mera	5***	Nej	Nej
2	Långsjödammen	6	Spärrdamm/manuell reglering	Betong	0,57	Nej	Partiellt
3	Vixtorp	6	Fast tröskel/överfall	Block och sten	0,3	Partiellt	Partiellt
5	Torslund kvarndamm	12	Dämme för kvarn	Block och sten	0,54	Nej	Ja
6	Lafsängsdammen	7	Västra: (a) Vall med (b) bräddutlopp Södra: (c) dämme	(a) Jord och (b, c) betong	2,2	Nej	Nej
7	Körlingedammen	7	Fast dämme	Stål	2,1	Nej	Nej
8	Söderby kvarndamm	8	Dämme för kvarn	Betong med mera	2,9	Nej	Nej
9	Marielundsammarna	8	Spärrdamm/manuell reglering	Betong	1,3	Nej	Nej
10	Trehörningens utlopp	9	Spärrdamm/manuell reglering	Betong	0,55	Nej	Nej
Inventerade platser - ej vandringshinder (avsnitt 6.3)							
4	Grönlund golfklubb	12	-	-	0	Ja	Ja
11	Stensjöns utlopp	7	Förfallet dämme	Trä och plåt	0	Ja	Ja
12	Gårsjöns utlopp	8	Klack i moränen	Naturliga stenar	0,15	-	-

* Åtgärdshöjden har uppskattats som den höjd som behöver åtgärdas för att den tröskel som vandringshindret utgör helt ska försvinna. Detta kan exempelvis vara fallhöjden vid ett dämme eller skillnaden i nivå på vattenytan precis uppströms och precis nedströms ett hinder (helst vid normalvattenföring). Åtgärdshöjden bör ses som ungefärlig för de vandringshinder där höjden kan variera med exempelvis i- och uttagande av träsättar i ett dämme. Se detaljer för respektive åtgärdsförslag i Bilaga 2.

** Ett vandringshinder i vattenförvaltningen definieras som ett hinder där mindre än 5 % av vandringsbenägna fiskarter kan passera. Definitiva och partiella vandringshinder för mört och öring har bedömts i Länsstyrelsernas Biotopkarteringsdatabas (2018).

*** Grov uppskattning, ej inmätt.

6.3 Inventerade platser – ej vandringshinder

Vandringshinder 4. Grönlund golfklubb

I vattenförekomsten *Sävjaån Almunge Långsjön* finns en bevattningsdamm för Grönlund golfbana (SMHI, 2013). Dammen finns dock inte med i Länsstyrelsens biotopkartering (2018) och bedöms inte utgöra ett vandringshinder då den är sidoställd från åfåran. Ingen dämning sker alltså i själva ån.

Enligt uppgifter från driftpersonal på golfklubben sker pumpning från en breddning av åfåran till golfklubbens dammar. Pumpning sker framförallt under sommarperioder för att reglera vattennivån i dammarna. Enligt uppgift är flödesvariationerna i vattendraget stora under året där åfåran nästan går torr sommartid och svämmar över delar av golfbanan vid snösmältning och högflöden.

Vandringshinder 11. Stensjöns utlopp

Högst upp i *Lejstaåns* avrinningsområde, uppströms Lafsängsdammen (vandringshinder nr. 6), finns den lilla skogssjön Stensjön. Sjöns vattennivå har tidigare hållits uppe av ett trädämme vid utloppet som var starkt förfallet redan på 1990-talet (Brunberg och Blomqvist, 1998). Vid fältbesök (2021-03-19) noterades att ett eventuellt dämme i princip var helt borta och det fanns endast enstaka rester kvar av plank/stockar och takplåt vid sjöns utlopp (Figur 37). Bäverbon noterades även på samma plats. Platsen bedömdes inte utgöra något vandringshinder, troligen inte heller under lågflöden. Istället regleras antagligen Stensjön tidvis vid högflöden av en trumma (ø800 mm) under en korsande skogsväg cirka 300 meter nedströms utloppet.



Figur 37. Stensjöns utlopp ligger högt upp i Lejstaåns avrinningsområde. Vattennivån vid fältbesök (2021-03-19) var högt. Inget dämme noterades vid utloppet, endast rester av takplåt och stockar.

Vandringshinder 12. Gårsjöns utlopp

Nära utloppet från Trehörningen finns den grunda Gårsjön, som troligen fungerat som gammal kvarndamm till Skällerö och Lunds kvarnar (Beronius Jörpeland m.fl., 2013). Idag används den som privat badsjö men är kraftigt igenvuxen (Larsson, 2021). En höjning av sjöns vattenyta är önskvärd för att förhindra igenväxning och syrebrist i sjön (Brunberg och Blomqvist, 1998) men är troligen svår genomförbar på grund av lågt liggande omgivande mark.

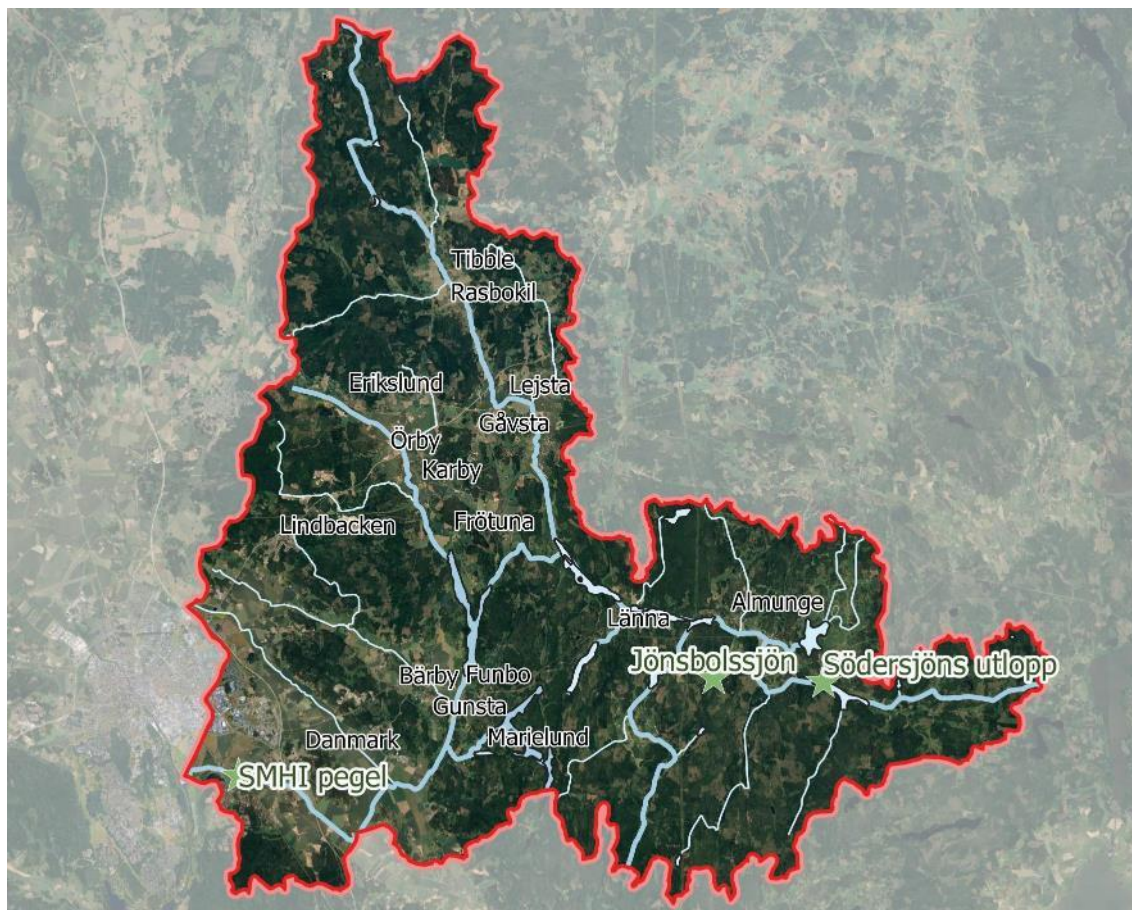
Drygt 100 meter nedströms sjön finns rester av vad som kan vara ett förfallet dämme. En sektion med sten bildar en klack på cirka 0,30 m (Figur 38). Troligen kan tröskeln skapa ett vandringshinder vid lägre flöden. Det bör vara relativt enkelt att antingen riva ut klacken eller tröskla upp åsträckan nedströms för att höja vattenytan i ån som är relativt djupt nedskuren i den omgivande moränterrängen. Då ån här leds i parallella fåror finns även möjlighet för fisk att vandra i den norra åfåran.



Figur 38. En mindre tröskelsektion cirka 100 m nedströms Gårsjöns som möjligen kan vara rester av ett dämme. Fältbesök 2021-03-26.

6.4 Genomförda åtgärder inom utredningsområdet

Tidigare genomförda åtgärder i utredningsområdet för att förbättra Sävjaåns hydromorfologi som framkommit under utredningen listas nedan och visas i Figur 39. En aktiv kartläggning av genomförda åtgärder har inte ingått i uppdraget varför listan på intet sätt ska ses som heltäckande.



Figur 39. Från utredningen framkomna genomförda åtgärder för hydromorfologi. Bakgrundskarta: © Google Earth.

SMHI:s pegel

Strax uppströms Ostkustbanans järnvägsbro i Sävjaåns huvudfåra fanns tidigare en fast tröskel med en fallhöjd på cirka 0,3 m i vattendraget. Tröskeln i betong utgjorde en bestämmande sektion där vattennivån över tröskeln mättes med en pegel och användes av SMHI för vattenföringsdata (Figur 40). Den bedömdes utgöra ett vandringshinder för fisk vid framför allt lågflöden (Länsstyrelserna, 2009).

Vid Länsstyrelsens kartläggning av vandringshinder (2009) ansågs det högprioriterat att åtgärda pegeln. Efter en tillsynskampanj beslutades det att hindret skulle rivas, vilket genomfördes i december 2020 (Berglund, 2020, e-post). Detta möjliggör för fisk och andra vattenlevande organismer att vandra och sprida sig upp- och nedströms i systemet. Inte minst är utrivningen gynnsam för aspen som har flertalet kända leklokaler uppströms den utrivna pegeln i både Funboån och i Vistebyån (Länsstyrelserna, 2009). Rivningen (Figur 40) möjliggör även att aspens leklokaler i biflödet Storån (ingår ej i utredningsområdet) lättare tillgängliggörs från Fyrisån.



Figur 40. T.v. SMHI:s pegel vid lågvatten före utrivning. Foto: Anders Larsson.
T.h. Pegeln revs i december 2020. Bild från fältbesök 2021-03-26.

Jönsbolssjön

Drygt 2 kilometer söder om Almunge ligger Jönsbolssjön som är en tidigare avsänkt sjö. Den började dikas ut i slutet av 1800-talet och torrlades helt 1931 för att bereda plats för åkermark. Fram till 1997 pumpades vatten regelbundet ur sjön men sjön tilläts därefter att sakta försumpas igen. Fem år senare initierades ett restaureringsprojekt för Jönsbolssjön och vattennivån höjdes genom att skapa en dammvall i sjöns östra delar, där ängarna också hålls öppna med betande djur. Våren 2004 blev restaureringen klar och har sedan dess även fungerat som en välbesökt fågellokal (Upplands Fågelskådare, 2021).

Södersjöns utlopp

Det pågår ett restaureringsarbete vid Södersjöns utlopp, drygt 4 kilometer sydöst om Almunge. Det tidigare utloppet från sjön bestod av ett dämme med en plank som utgjorde ett vandringshinder vid låg- och normalflöden. Utloppet har nu utformats med ett nedsänkt utskov i mitten för lågflöden. Bakom och framför utskovet har det skett en upptröskling med grus för att skapa slutningar som fisk kan vandra uppför. Den slutgiltiga utformningen och nivån på sjön kommer dock att fastställas senare då vattendomen för närvarande är uppe i domstol (Jonsson, 2021, muntl. ref.).

7 Åtgärdsförslag

7.1 Kunskapshöjande åtgärder

Sex av de 15 ingående VARO har enligt Naturvatten (Naturvatten AB, 2020) inget angivet beting för fosfor (se Tabell 1, Tabell 25 och Figur 5). Som framgår av Naturvattens översiktliga redovisning av status avseende övergödning och miljögifter saknas i stor utsträckning mätdata för bedömning av status, miljöproblem och beting för dessa vattenförekomster. Även klassningen för andra parameter som inte når god status som PFOS i Sävjaån, och nitrat, ammonium och koppar i Tomtaån och Funbosjön anses av VISS ha låg eller som bäst medel tillförlitlighet. Det som främst behövs för dessa parameter, innan ett förbättringsbehov kan tas fram eller åtgärder kan föreslås, är införskaffandet av ett bättre dataunderlag genom ökad provtagning. Underlaget bedöms därmed inte tillräckligt vara sig för beräkning av referensvärde eller för statusklassificering. I syfte att komplettera bilden av Sävjaåns miljötillstånd, inte minst som underlag för åtgärdsplanering, har Naturvatten tagit fram förslag till förändrat miljöövervakningsprogram för dessa vattenförekomster. Nedan sammanfattas Naturvattens förslag. För en detaljerad redovisning där programmet beskrivs i sin helhet hänvisas till bilagan till Naturvattens huvudrapport. För att nå god kostnadseffektivitet utformades programmet med övervakning av olika omfattning och intensitet för olika vattenförekomster (Tabell 29).

Tabell 29. Omfattning av Naturvattens förslag till utökat miljöövervakning sett till kvalitetsfaktorer/parametrar samt undersökningsfrekvenser vid olika övervakningsnivåer

Nivå	Vattendrag	Sjöar
Intensiv	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år Kiselalger 1 gång/år Bottenfauna 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år Klorofyll 1 gång/år Växtplankton 2 gånger/6 år Kiselalger 2 gånger/6 år Nätprovfiske 1 gång/6 år Vattenvegetation 1 gång/6 år
Intermediär	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år, vart 6 år Kiselalger 2 gånger/6 år	-
Extensiv	Kiselalger 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år, 3 gånger/6 år Klorofyll 1 gång/år, 3 gånger/6 år

För vissa vattenförekomster föreslås ingen övervakning. Övervakningens omfattning avgjordes bland annat av vattenförekomstens läge i avrinningsområdet, där mer omfattande övervakningsinsatser föreslås för åns huvudfåra och större biflöden. Även status och påverkansanalys påverkade utformningen.

7.2 Åtgärder för punktkällor

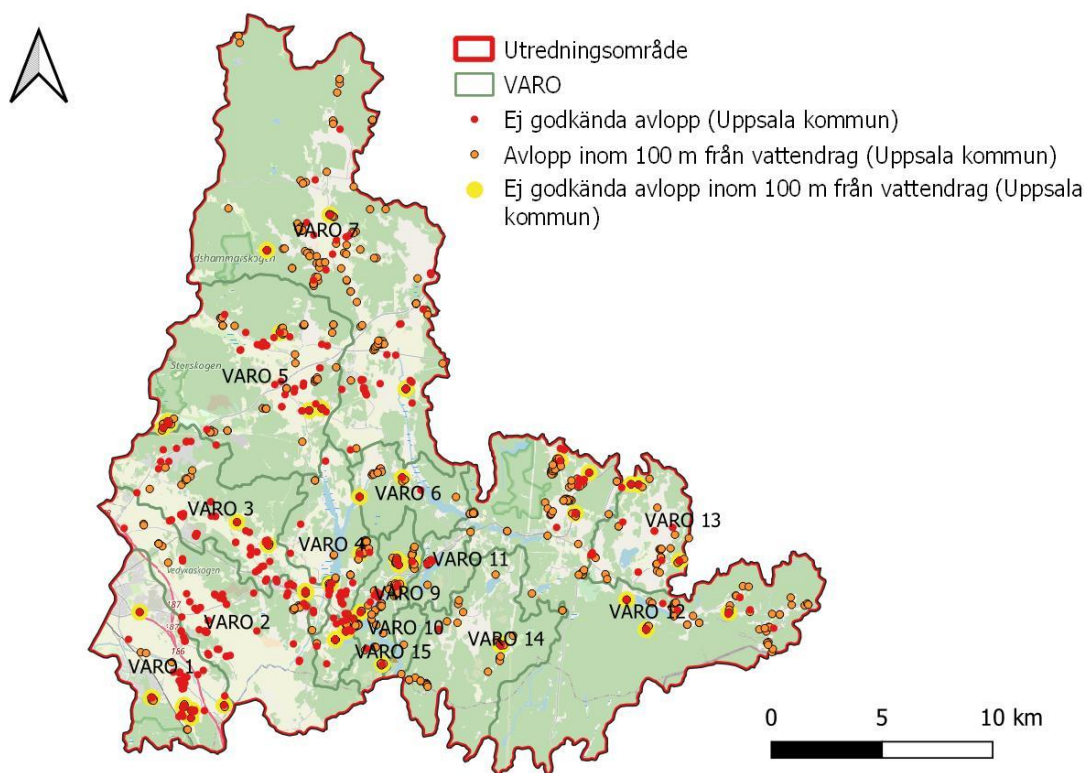
7.2.1 Åtgärder för enskilda avlopp

Enligt Uppsala kommuns underlag och enligt uppskattningar för Knivsta kommun finns det idag ungefär 340 hushåll med enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån som har bristfällig eller okänd rening. När dessa åtgärdas med en ny markbädd eller infiltration motsvarande normal skyddsnivå, beräknas fosforbelastningen till Sävjaån minska med cirka 120

kg årligen. Det motsvarar 17 % av den beräknade fosfortillförseln från enskilda avlopp idag. Vid tillsyn prioriteras de sämsta avloppen först så detta är någonting som förväntas ske inom de närmaste åren. Åtgärderna görs inte enbart för att förbättra fosforreningen utan även minska risken för förorening av dricksvattenbrunnar och minska utsläpp av smittämnen, syreförbrukande ämnen och kväve till vattendragen.

Av de avlopp inom Uppsala kommun som har bristfällig eller okänd rening ligger cirka 70 stycken närmare än 100 meter från Sävjaån eller anslutande biflöden (Figur 41).

Uppgifter saknas om lokalisering av bristfälliga avlopp inom Knivsta kommun. Om dessa 70 stycken skulle uppgraderas till en reningsnivå motsvarande hög skyddsnivå för fosfor (90 % reduktion) och övriga till motsvarande normal skyddsnivå som beskrivits ovan, skulle fosforbelastningen enligt beräkningar kunna minska med ytterligare 20 kg, det vill säga totalt cirka 140 kg fosfor årligen jämfört med dagens belastning. Det motsvarar 20 % av den beräknade totala fosforbelastningen från enskilda avlopp idag. Den merkostnad som extra fosforrening motsvarande kraven för hög skyddsnivå medför beräknas till cirka 15 000 kr per kg fosfor, att jämföra med andra åtgärder för minskning av fosforbelastningen på Sävjaån. Bedömning huruvida krav ska ställas på normal eller hög skyddsnivå för avloppsreningen ska dock alltid göras i det enskilda fallet.



Figur 41. Enskilda avlopp som inte är godkända och/eller ligger mindre än 100 meter från Sävjaån, biflöden eller större diken inom Uppsala kommun. Ej godkända avlopp nära ån bör åtgärdas snarast, ej godkända längre från ån så snart som möjligt. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Om samtliga 343 hushåll med enskilda avlopp som har bristfällig eller okänd rening idag uppgraderades till en reningsnivå motsvarande hög skyddsnivå för fosfor skulle fosforbelastningen enligt beräkningar kunna minska med totalt 200 kg årligen. Det motsvarar en minskning på nästan 30 % jämfört med fosforbelastningen från enskilda avlopp idag. Åtgärden bedöms dock ha dålig kostnadseffektivitet och därför inte önskvärd att genomföra. Den

merkostnad som extra fosforrening motsvarande kraven för hög skyddsnivå medför beräknas till minst 19 000 kr per kg fosfor, att jämföra med andra åtgärder för minskning av fosforbelastningen på Sävjaån. Den totalt sett begränsade reningspotentialen i förhållande till stora kostnader för den enskilde, gör att det bedöms tveksamt att införa högre reningskrav än normala för de avlopp som ligger längre än 100 m från Sävjaån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken.

I Tabell 30 sammanfattas den potentiella minskningen av fosfor till Sävjaån med de tre diskuterade åtgärderna ovan, vilka alla utgår från avlopp som inte har godkänt tillstånd idag och ändå behöver åtgärdas. Den potentiella minskningen redovisas per VARO och totalt för hela utredningsområdet. Minskningspotentialen per VARO baseras på andel hushåll med ej godkänt avlopp i respektive VARO.

Tabell 30. Potentiell minskning av fosforbelastning på Sävjaån i och med åtgärdande av a) bristfälliga enskilda avlopp till markbädd/infiltration, b) bristfälliga enskilda avlopp till hög skyddsnivå (90 % P-reduktion) närmare än 100 m från vattendrag och till markbädd/infiltration längre bort än 100 m samt c) samtliga enskilda avlopp till en reningsgrad motsvarande hög skyddsnivå.

Åtgärd	a)	b)	c)
	Normal skyddsnivå	Hög skyddsnivå nära vattendrag	Hög skyddsnivå
Avrinningsområde	Minskning kg P/år	Minskning kg P/år	Minskning kg P/år
VARO 1	13	16	23
VARO 2	19	22	33
VARO 3	21	25	37
VARO 4	7	8	12
VARO 5	14	16	23
VARO 6	1	1	2
VARO 7	13	15	22
VARO 8	5	6	9
VARO 9	7	8	12
VARO 10	0	0	0
VARO 11	1	1	2
VARO 12	9	10	15
VARO 13	6	7	10
VARO 14	1	1	2
VARO 15	0	0	0
Summa	120	140	200

7.2.2 Åtgärder för reningsverk

De tre reningsverk som finns inom Sävjaåns avrinningsområde fungerar bra och utsläppen av fosfor är låga enligt den provtagning som görs. Åtgärder för förbättrad fosforavskiljning i form av efterbehandling eller åtgärder i reningsverken bedöms därför inte bli kostnadsmissigt rimliga. Däremot är det viktigt att minimera inläckage på ledningsnätet för att bibehålla en stabil drift och undvika bräddningar som kan leda till fosforutsläpp.

7.2.3 Åtgärder för hästgårdar

Nedan listas en rad generella åtgärder som är svåra att kvantifiera reningen för men som kan ha god effekt på många platser för att minska näringsläckaget. Åtgärdsförslagen utgår från

generella åtgärder föreslagna av SLU, Jordbruksverket. Länsstyrelsen, WRS och Hushållningssällskapet (Parvage, M. M., 2015, Dahlin, S. & Johansson, G., 2008, Isaksson, J., Eriksson, S. & Hermansson, A., 2017, Hellblom, F. & Rybak, F., 2019, (Jordbruksverket, 2017), (Owenius, 2012).

- Etablera rasthagar på säkert avstånd från diken och vattendrag.
- Anlägga skydds-zoner mot vattendrag för att förhindra jorderosion.
- Anlägga beten med grässorter som är trampåliga och toleranta för fuktiga förhållanden
- Kringdika hagar nära Sävjaån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken för att fånga upp ytavrinnande vatten som rinner in eller ut från hagen.
- Anlägga svackdiken för att kvarhålla avrinnande vatten och näringsämnen. Svackdiken är en typ av buffertzona där en gräsbevuxen del av terrängen vid höga flöden fylls med vatten men som i normalfallet är torrlagda. Svackdiket måste dimensioneras efter storleken på hagen.
- Erosionsskydda marken på särskilt utsatta och upptrampade ställen, till exempel vid grindhål, vid foderhäckar och vattenkoppar.
- Ge hästarna tillräckliga ytor för bete och utevistelse - begränsa antalet hästar per hektar till maximalt tre.
- Minimera spill vid utfodring ute.
- Skapa en säker gödselhantering – platta, container, kompostering, spridning, tak över platta.
- Ändra markanvändningen från rasthage till något annat efter 10–20 år.
- Anlägga fosfordammar för att förhindra att näringsrikt vatten når Sävjaån.

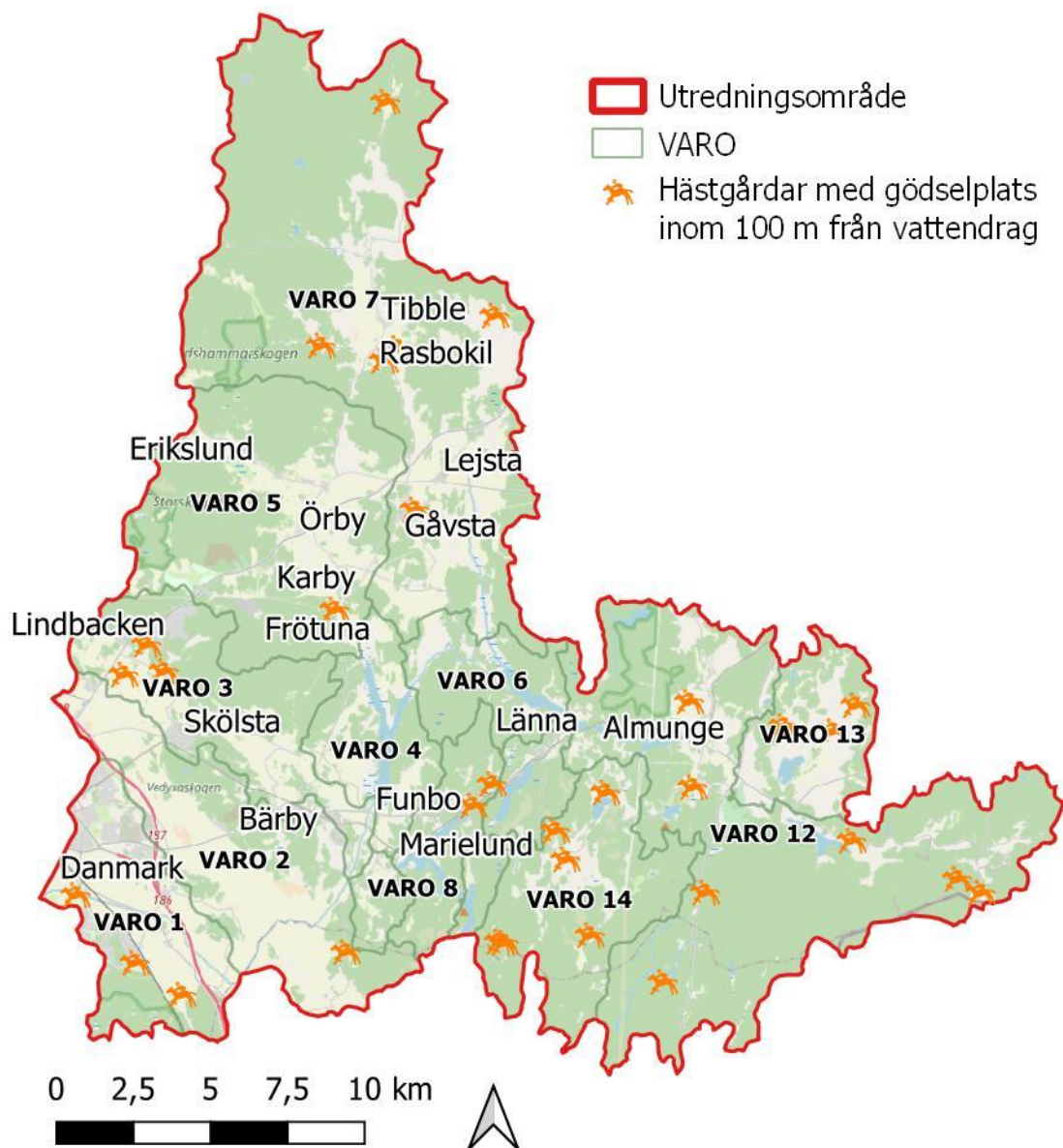


Figur 42 Exempel på förstärkning av underlag vid grindhål, bra skottkärror för mockning i rastfällor och hagar, gödselhantering som fungerar, betesdammsugare.
Foto: Barbro Beck-Friis (bild 1–3), <http://www.greystonescandinavia.com> (bild 4).

De föreslagna åtgärderna ovan riktar sig till hästhållarna. Det bästa är om åtgärder på hästgårdar sker på hästhållarnas egna initiativ, men för att detta ska kunna ske behövs en kunskapshöjning bland dessa. Sedan hösten 2020 erbjuder Greppa näringen rådgivning riktad till gårdar med fler än 15 hästar. Rådgivningen är kostnadsfri, sker på frivillig basis och utförs av rådgivare inom Greppa Näringen. Målet är att göra hästhållarna medvetna om hur deras verksamhet påverkar miljön, identifiera vad som görs bra, vad som kan göras bättre samt ge förslag på åtgärder (Greppa näringen, 2021).

För hästgårdar med mindre än 15 hästar finns idag ingen motsvarande rådgivning, samtidigt som kunskapsbehovet kan vara större bland dessa. För denna grupp finns därför ett behov av att kunskapshöjning, t ex genom ett projekt som drivs av kommunen. Ett exempel på ett sådant initiativ är Oxunda vattensamverkan som med medel från LOVA nyligen har startat ett projekt för hästhållare inom Oxundaåns avrinningsområde. Projektet riktar sig till lite mindre hästgårdar, med bland annat kostnadsfria möten, seminarier, studiebesök och gårdsvisa rådgivningar, där gårdar nära vattendrag och gårdar med hög hästtätet prioriteras.

Inom Sävjaåns avrinningsområde finns ett 30-tal hästgårdar som ligger mindre än 100 m från Sävjaån, biflöden eller större jordbruksdiken (Figur 43) där åtgärder är särskilt prioriterade.



Figur 43. Lokalisering av hästgårdar belägna inom en zon på 100 meter från Sävjaån eller biflöden till Sävjaån (32 stycken). Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

För att exemplifiera hur fosfortillförseln till Sävjaån kan minskas med åtgärder inom hästgårdar har teoretiska beräkningar gjorts för två olika åtgärder, som beskrivs nedan.

- Ändrad foderstat. Ta foderanalyser och se över foderstaten och åtgärda om det är överutfodring med fosfor. Om fosforförbrukning via foder minskar med 0,5 kg per häst och år på grund av ändrad foderstat kan man minska fosforläckaget med cirka 25 kg i Sävjaåns avrinningsområde.
- Dagligen mocka hagar och rastfällor som används mycket, t.ex. med en betesdammsugare, en fördubbling av den mockning som antas ske idag. Med denna åtgärd skulle man kunna minska fosforbelastningen från hästgårdar i Sävjaåns avrinningsområden med cirka 165 kg.

Om båda ovanstående åtgärder genomförs på alla hästgårdar skulle bedömda fosforförluster kunna minskas med cirka 180 kg i Sävjaåns avrinningsområde (Tabell 31).

Tabell 31. Uppskattad minskning av fosfortillförsel till Sävjaån vid åtgärder på hästgårdar, fördelat per VARO.

Avrinningsområde	Uppskattad tillförsel idag kg P	Ändrad foderstat kg P	Ökad mockning kg P	Foder + mockning* kg P
VARO 1	25	2	11	12
VARO 2	46	3	20	21
VARO 3	59	4	25	28
VARO 4	16	1	7	7
VARO 5	24	2	10	11
VARO 6	8	1	3	4
VARO 7	60	4	26	28
VARO 8	2	0	1	1
VARO 9	9	1	4	4
VARO 10	3	0	1	1
VARO 11	-	-	-	-
VARO 12	56	4	24	26
VARO 13	46	3	20	21
VARO 14	34	2	15	16
VARO 15	-	-	-	-
Summa	387	27	166	181

*Överlappande åtgärder ger lägre summa.

Ovanstående åtgärder handlar om att minska mängden tillkommande fosfor som kan bidra till läckage. De flesta hästgårdar har dock ett ackumulerat näringsförråd i marken efter många års hästverksamhet, vilket gör att förhöjda näringsämnesshalter kan förväntas under lång tid framöver i avrinning från området.

Beräkningar

I beräkningarna har vi gjort följande antaganden:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005).
- Varje häst konsumerar 8 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder och mineraler (Jordbruksverket). I förslaget om ändrad foderstat har vi istället räknat med en fosforkonsumtion på 7,5 kg.
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Lövstaån eller Garnsviken (egen bedömning).
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (ej under sommaren).
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning). I förslaget om ökad mockning har vi istället räknat med 80 % daglig mockning.

- Fosforläckage till Sävjaån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 30 %.

Det bör poängteras att många av antagandena i beräkningarna är tämligen osäkra, då hästantalet endast är uppskattat, och då hästgårdars utformning och skötsel skiljer sig mycket mellan olika storlekar - hobbyhästar, ridskolor, stuterier samt även mellan hästgårdar i samma storleksklass. Större hästgårdar genererar mer gödsel och behöver därför ofta av praktiska skäl investera i en bra gödselhantering medan mindre gårdar sannolikt i större utsträckning använder befintliga äldre byggnader där gödselhanteringen är mindre bra.

Kostnader och kostnadseffektivitet

Många av åtgärderna som beskrivits ovan handlar om förändrade rutiner snarare än stora investeringar. Det är därför svårt att ange kostnader, men nedan ges ett räkneexempel:

Antag att 10 gårdar köper in var sin betesdammsugare modell medelstor, och att alla hästgårdar varje dag lägger 2 minuter extra per häst under höst, vinter och vår på att mocka rasthagarna. Med en timkostnad på 200 kr per timme, ett inköpspris på 40 000 kr samt en avskrivning på fem år, medför detta en kostnad på cirka 9 000 kr per kg fosfor. En sådan åtgärd görs dock inte enbart för att minska på fosforläckaget, utan borttagning av hästgödsel bidrar till exempel också till att minska parasittrycket på betesmarken.

7.2.4 Åtgärder för tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

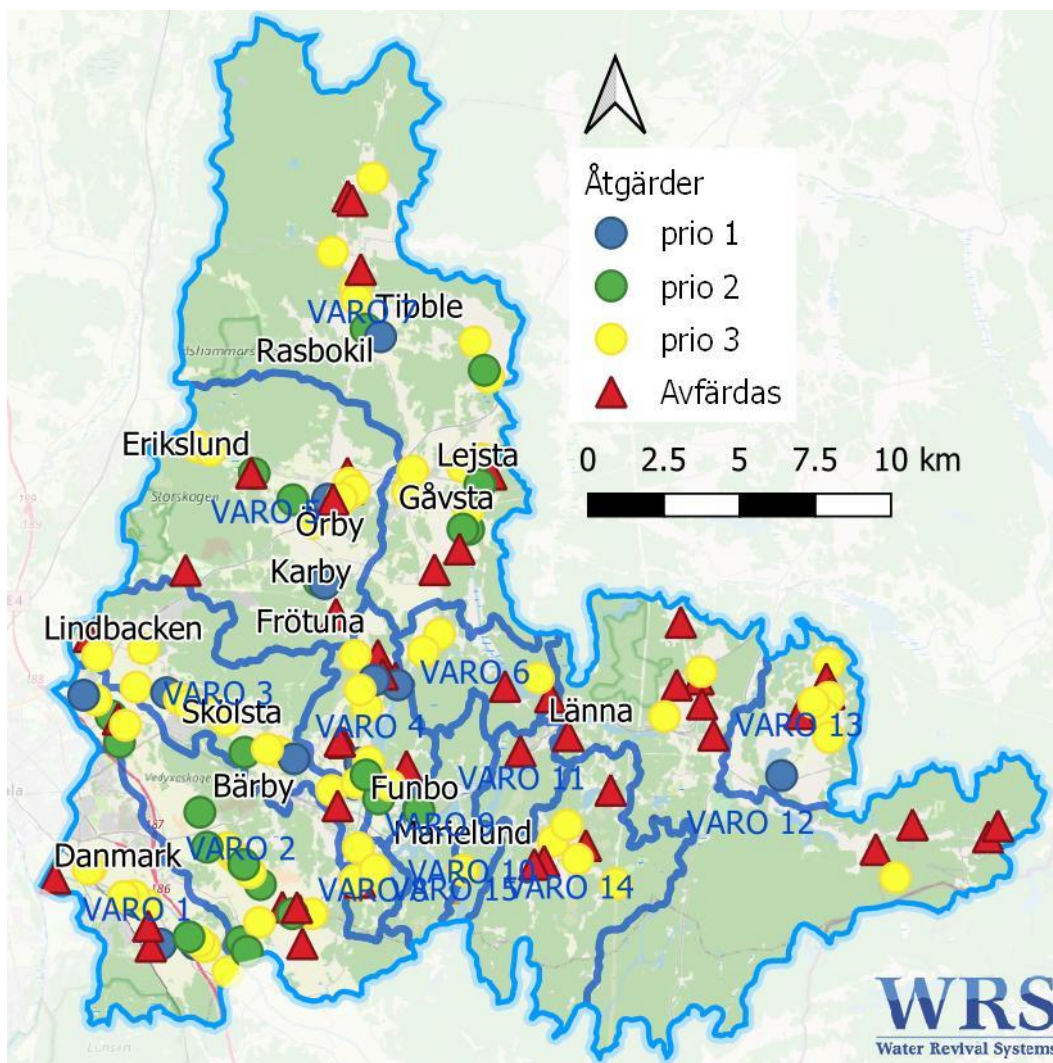
De tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheterna inom Sävjaåns utredningsområde förväntas inte släppa ut eller läcka någon större mängd fosfor till Sävjaån, och några förslag på åtgärder har därför inte tagits fram för dessa.

7.3 Åtgärder för diffusa källor

7.3.1 Åtgärder för jordbruksmark

Resultat av möjliga åtgärdsplatser

Totalt identifierades 137 åtgärdsplatser inom Sävjaåns avrinningsområde där 109 av åtgärdsplatserna främst är riktade till minskat fosforläckage från jordbruksmark. Av de platserna som syftar åt minskat fosforläckage har 13 stycken klassats som prioritet 1, 22 stycken som prioritet 2 och 74 som prioritet 3. Åtgärdsförslagen av prioritet 1 och 2 presenteras i detalj i Bilaga 1. De plats-specifika åtgärdsförslagen med prioritet 1 och 2 uppskattas tillsammans årligen kunna minska fosfortillförseln med cirka 940 kg till Sävjaån. Antalet platser som avfärdades från bruttolistan var 48. För förbättrad hydromorfologi har 28 åtgärdsplatsförslag identifierats. Samtliga identifierade åtgärdsplatser redovisas i Figur 44.



Figur 44. Identifierade och avfärdade åtgärdsplatser för Sävjaåns avrinningsområde. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

7.3.2 Åtgärder för tätortsbebyggelse

Åtgärder för Uppsala tätort och Sävja har redan föreslagits i Uppsala dagvattenplan (WRS AB, 2019) och behandlas därför inte i denna rapport. Fosforbelastningen från övriga dagvattenverksamhetsområden och E4:an är liten i förhållande till den totala fosforbelastningen till Sävjaån. Därför föreslås inga åtgärder i befintlig bebyggelse. I samband med nybyggnation ska rening och fördröjning ske enligt Dagvattenprogram för Uppsala kommun (2014).

7.4 Åtgärder i sjöar

Parallellt med denna utredning har Naturvatten i Roslagen AB tagit fram en kort rapport som beskriver rådande kunskap om eventuell internbelastning av fosfor i sjöarna Funbosjön, Trehörningen och Ramsen (Naturvatten, 2021). Rapportens slutsats är att dataunderlaget för bedömning av situationen i sjöarna är knapphändigt men att det ändå är mycket troligt att internbelastningen i samtliga tre sjöarna är kraftigt förhöjd. Eventuella åtgärder för att reducera den interna belastningen, såsom fällning med aluminium, bör dock inte genomföras förrän den externa näringspåverkan ligger på en acceptabel nivå. Det vill säga först efter genomförande av åtgärder på land.

7.5 Åtgärder för förbättrad hydromorfologi

7.5.1 Åtgärder för förbättrad konnektivitet

Platsanpassade åtgärdsförslag har tagits fram för de vandringshinder som identifierades i utredningsområdet i avsnitt 6.2. Vandringshindren och åtgärdsförslagen beskrivs i Bilaga 2.

Åtgärdstyper

De fiskvägar som föreslås, eller som har övervägts i utredningsarbetet, beskrivs kortfattat nedan. Fiskvägar brukar delas in i två huvudtyper; (1) naturlika och (2) tekniska. Naturlika fiskvägar utgörs generellt av en konstruerad fåra som går runt ett vandringshinder och möjliggör passage för arter både i upp- och nedströms riktning. Dessa kräver större ytor så att fallhöjden inte blir för stor, men är att föredra om plats finns, då såväl fisk som botten djur, däggdjur och groddjur kan passera om de anläggs rätt.

Tekniska fiskvägar konstrueras oftast på platser med litet utrymme och begränsade förutsättningar, där andra lösningar inte tillåts eller är möjliga. Dessa fiskvägar är generellt branta och har starkt strömmande vatten. Detta möjliggör uppströmspassage för starksimmande fiskar vid relativt stora höjder men minskar möjligheterna för passage av andra mindre arter (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

Vid anläggande av fiskvägar är det ofta svårt att dimensionera dem så att vattenföring, vattennivåer och vattenhastigheter blir de önskade. Placering och utformning av fiskvägarna är viktigt för att skapa ett lockande vattenflöde och för att göra det lätt för fisken att hitta. Några grundläggande frågor att beakta när fiskvägar designas inkluderar (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Havs- och vattenmyndigheten, 2013a)

- Vilka arter ska passera? Vissa fiskar som öring och mört kan hoppa 2–3 gånger sin egen längd. Om upprepade hinder ska passeras är grundregeln att högsta höjdskillnad bör vara 15 centimeter.
- Hur passerbart var hindret förr, både vid eventuella ombyggnationer och innan mänsklig påverkan?
- När på året ska fisken passera?
- Hur bra simmare är de? Fiskar som abborre, faren och mört klarar en vattenhastighet på ungefär 0,5 m/s. Starksimmande arter som lax, öring och röding klarar högre hastigheter medan typiskt bottenlevande arter har något sämre simförmåga (0,3–0,4 m/s).
- Har de beteende som kan användas för att underlätta passage?
- Vilka predatorer finns i systemet?

Naturlika fiskvägar

(a) Omlöp

Ett omlöp är en passage som anläggs runt ett hinder med lämpligt flöde för att möjliggöra passage (Figur 45). Lutningen på omlöpet är viktigt och bör vara kring 2 % för kortare omlöp (under 50 m) och 1,5 % för längre omlöp. Lutningar upp till 5 % kan dock vara möjligt om fisken får möjlighet till vila under vägen genom omlöpet. Oavsett bör omlöpet utformas med en naturlig variation av höljor (fördjupning med lugnare vatten) och strömsträckor.

Medelvattenhastigheten bör vara cirka 0,5–1,0 m/s men minst 0,3 m/s och lägre nära botten för att tillåta passage av små fiskar. Ett minsta tillåtet vattenflöde bör definieras och botten kan

exempelvis utformas med dubbelprofil (v-skuren fåra) för att möjliggöra vandring även vid lågvattenföring. Bottensubstratet av grus och sten behöver vara minst två decimeter tjockt och kan behöva fyllas på med jämna mellanrum på grund av bortspolning (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

(b) Inlöp

Inlöp kan beskrivas som en naturlig väg genom hindret inbyggt i själva vattendraget (Figur 45). Det är lämpligt att anlägga om utrymme saknas kring vandringshindret eller om det omges av branta stränder. Ett inlöp är dock dyrare än ett omlöp då det kräver en stabil skiljeväg mot vattendraget (exempelvis spontad eller gjuten) och erosionskyddade strandkanter för högvattenflöden (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

(c) Överlöp/upptröskling

En upptröskling, eller ett så kallat överlöp (Figur 45), kan var lämpligt om dämnet exempelvis håller mycket sediment som är förorenat eller inte bör förflyttas. Det kan även användas vid mindre dämmen där vattennivån i åfåran kan tillåtas höjas nedströms vandringshindret. Vattennivån höjs oftast med sten tills dämmets nivå nås. Det kan ske stegvis eller i ett stycke beroende på höjdskillnader. En variant av upptröskling är då block och stenar läggs ut omväxlande på sidorna av fiskvägen för att bilda sträckor med både strömmande och lugnare vatten, och kallas då *naturlik bassängtrappa*. Även här kan v-formade bottnar eller rännor anläggas för att säkerställa passage vid lågvattenföring. En upptröskling med block- och stenbotten bör ha en lutning på maximalt 3,5 % (men upp till 6–7 % för laxfiskar) (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(d) Utrivning

Ett fjärde alternativ är utrivning av själva hindret med efterföljande etablering av strömsträcka i den befintliga fåran. Vid utrivning rekommenderas att erosionssäkra strandkanten och beakta om dämnet kan ha fungerat som sedimentationsbassäng med potentiell ackumulering av förorenat sediment bakom dämnet (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).

Utrivning av befintliga dammar eller hinder betraktas som vattenverksamhet enligt MB 11 kap. Vanligtvis är de tillståndspliktiga med tillföljande MKB men sedan en lagändring 2007 kan utrivning av små vattenverksamheter betraktas som anmälningspliktiga istället (Riksdagsförvaltningen, 1998; Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008). Om vattenverksamheten sker i ett Natura 2000-område kan ett särskilt tillstånd även krävas enligt MB 7 kap.



Figur 45. Ovan: Omlöp i Storådammen Tämnaån, Jönköping (Länsstyrelserna m.fl., 2016).
 Nedan t.v: Inlöp vid Hemsjö övre som avgränsas med stålspons mot Mörrumsån
 (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).
 Nedan t.h: Ett överlöp i Spegeldammen Nedre Gavleån, Gävle (Länsstyrelserna m.fl., 2016).

Tekniska fiskvägar

Det finns flera typer av tekniska fiskvägar än de som listas nedan som inte har ansetts tillämpbara inom detta projekt; ålledare, fiskslussar, fiskhissar och fiskpumpar. Visserligen kan ål finnas i Sävjaån men uppgifterna är äldre och osäkra (se avsnitt 6.1). Fiskslussar och fiskhissar fungerar likt en sluss för fartyg och används framför allt i större vatten och höga dammar, upp till 60 meter (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016). Fiskpumpar används exempelvis i Nederländerna när fisk behöver transporteras från havsnivå till lägre liggande vattenområden och ger oftast inte tillträde till större fiskar (Qviberg, 2009).

(a) Byggande av utskov eller trappsteg

Vid lägre dammar upp till en meters höjd är det tänkbart att skapa en öppning i dammen (en skåra eller utskov) eller att gjuta trappsteg (likt en kammartrappa nedan). Fisken ska då kunna simma upp i vattenstrålen eller hoppa. Djupet på skåran eller utskovet bör vara 1,5 gånger fiskens kroppshöjd och bredden 50 gånger fiskens bredd enligt HaV (2013a). Dock medger denna teknik endast passage av vissa arter och storlekar.

(b) Kammartrappa/bassängtrappa

Detta är den vanligaste typen av teknisk fiskväg i Sverige och består av en lång serie av trösklar med pooler däremellan (Figur 46). I poolerna kan fisken vila och mellan poolerna tar de sig antingen genom att simma/hoppa över varje tröskel eller genom underströmsöppningar i

tvärväggen. Generellt får höjdskillnaden inte överstiga 15 cm för de flesta sötvattensfiskar och bassänglängden för varje pool ska vara minst tre gånger fiskens längd. Bassängerna behöver också vara tillräckligt stora för att bromsa vattnets energi, flödet genom trappan bör ligga mellan 0,1 och 5,0 m³/s. Lutningen bör helst vara 10–12 % men upp till 30 % fungerar för enstaka individer (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(c) Slitsränna

En slitsränna liknar en kammartrappa men har en (vertikal) öppning i tvärväggen hela vägen från överkant av slitsen ned till botten (Figur 46). Detta medför likartade vattenhastigheter genom hela vattenprofilen och gör den relativt okänslig för vattenståndet uppströms. Vattenhastigheten vid botten kan bromsas genom att gjuta in stenar i botten eller anlägga låga trösklar. Lutningen i slitsrännor bör vara mellan 3 – 10 % (kan vara upp till 15 %) och ett flöde kring 0,5 m³/s passar de flesta fiskarter (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(d) Denilränna/motströmsränna

En denilränna är en utveckling av slitsrännan där vattenströmmen bromsas genom tvärväggar i form av tätt satta lameller riktade snett uppströms (Figur 46). De klarar därmed större lutningar (10–15 % för de flesta vuxna sötvattensfiskar, upp till 25 % för laxfiskar) och stora variationer i vattenföring. De tål dock sämre variationer vattennivå uppströms (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).



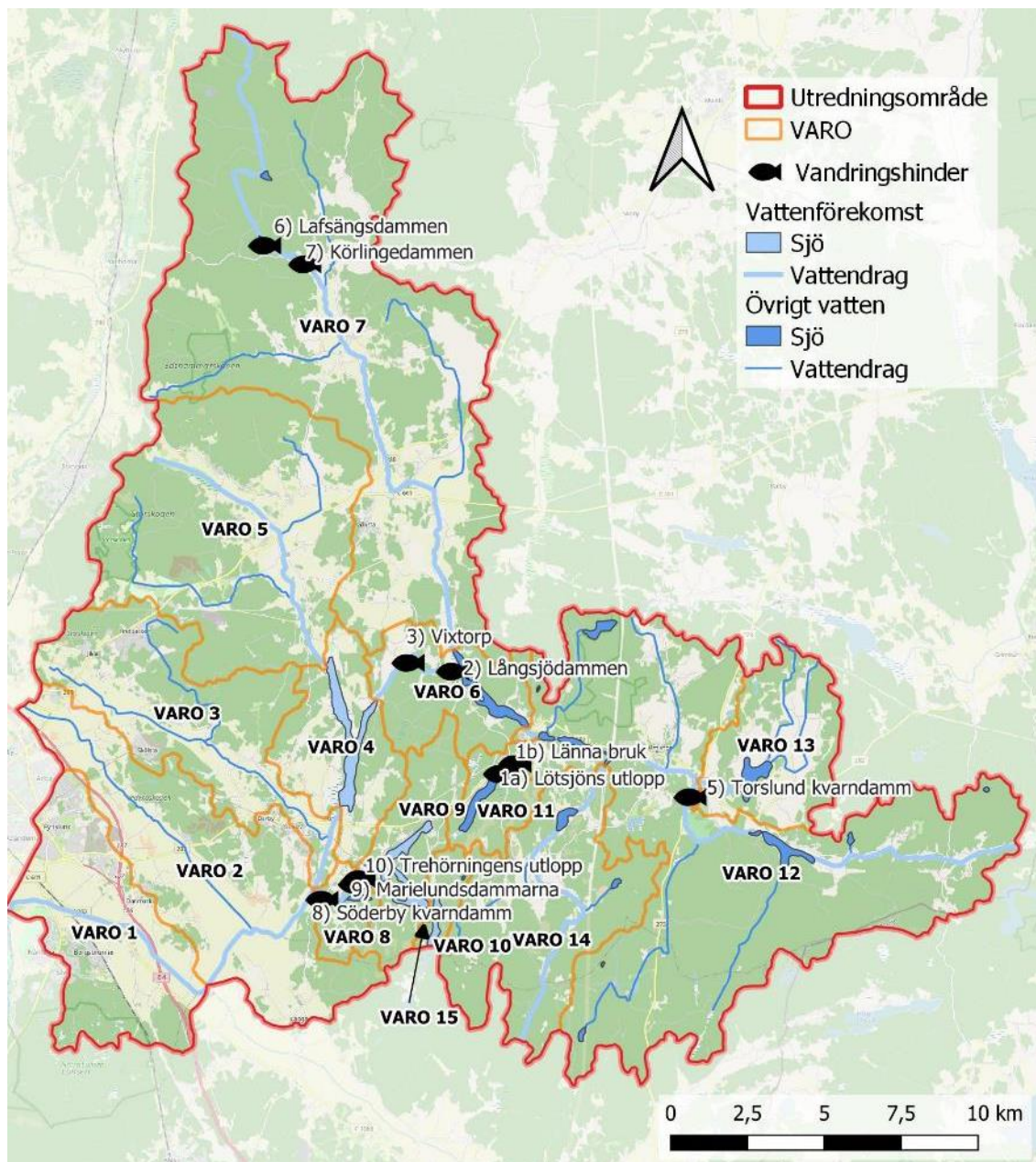
Figur 46. Ovan t.v: Bassängtrappa i Columbiafloden, NV USA (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

Ovan t.h: Denilränna/motströmsränna. Lameller sitter i 45° vinkel mot botten och dess öppning bör vara minst 20 cm, helst 30 cm (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).

Nedan: Ränna vid Slotten i Örebro, Svartån, där fisk vandrar genom de smala slitsarna. Vyn är nedströms (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

Resultat

De tio åtgärdsförslagens, tillika vandringshindrens, plats visas i Figur 47. De listas även översiktligt i Tabell 32 men beskrivs framför allt närmare i Bilaga 2.



Figur 47. Inom Sävjaåns avrinningsområde har tio vandringshinder identifierats och åtgärdsförslag tagits fram för varje hinder för att uppnå förbättrad konnektivitet. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 32. Översikt av åtgärdsförslag för konnektivitet som finns beskrivna i Bilaga 2.

Nr	Namn	Typ av vandringshinder	Föreslagen åtgärd
1a	Lötsjöns utlopp	Betongdämme med reglerbara träsättar	Omlöp
1b	Länna bruk	Damm med träreglar med efterföljande lutande rör till kanal	Denilränna eller annan teknisk fiskväg
2	Långsjödammen	Betongtröskel med två reglerbara luckor i trä	"Lucka-i-luckan": slusslucka i befintlig eller ny dammlucka
3	Vixtorp	Fast tröskel/överfall av större block och sten	Nedsänkt V-överfall i befintlig tröskel + upptröskling nedströms
5	Torslund kvarndamm	Gammal kvarndamm med tröskel/fall på två ställen	Upptröskling nedströms + tröskel med v-profil + biotopförbättring nedströms
6	Lafsängsdammen	Betongdämme vid södra utloppet, jordvall vid östra utloppet med bräddutlopp i betong	Omlöp från östra utloppets bräddutlopp
7	Körlingedammen	Dämning i form av stålbalk underbyggd med sten och efterföljande stenavsatser	Omlöp i torrlagd parallell åfåra
8	Söderby kvarndamm	Trummor med efterföljande fall	Slitsränna
9	Marielundsdammarna	Betongdämme med reglerbara träsättar	Slitsränna
10	Trehörningens utlopp	Betongdämme med reglerbara träsättar	Slitsränna

Prioritering

För att skapa en prioriteringsordning har förhållandena kring varje vandringshinder (*markägarförhållanden, tillgänglighet, intressekonflikter* med mera) kategoriserats och sedan poängsatts. Se Tabell 33 för de olika kategorierna, struktur för poängsättning och slutlig prioritering. Poäng har givits på en skala 0 till 2 med undantag för kategorierna *omgivande mark, investeringskostnad* och *effekt på konnektivitet*. Här har en skala från 0 till 4 poäng använts då dessa aspekter anses vara av större vikt. I Tabell 34 redovisas poängsättning och prioritering av åtgärdsförslagen. Två fiskvägar bedöms ha prioritet 1; Vixtorp och Långsjödammen, fyra bedöms ha prioritet 2, tre stycken prioritet 3 och en prioritet 4.

Tabell 33. Poängsättning av kategorier för bedömning av prioritering av åtgärdsförslag för konnektivitet.

Kategori	Poängsättning
Markägareförhållanden (2p)	0p – Fler än 2 markägare berörs 1p – 1-2 markägare berörs 2p – Kommunal mark
Omgivande mark (4p)	0p – Ofördelaktiga markförhållanden och topografi 4p – Fördelaktiga markförhållanden och topografi
Tillgänglighet (2p)	0p – Svåråtkomligt för fordon och maskiner 2p – Bra åtkomst för fordon och maskiner
Juridik (2p)	0p – Både vattendom och markavvattningsföretag finns 1p – Vattendom eller markavvattningsföretag finns 2p – Ingen vattendom eller markavvattningsföretag finns
Intressekonflikter (2p)	0p – Potentiell konflikt finns med flera områden (t.ex. jordbruk, skogsbruk eller rekreation) 1p – Potentiell konflikt finns med ett område 2p – I princip fritt från potentiella konflikter
Kulturmiljö (2p)	0p – Fornlämning finns enligt Fornsök 1p – Ingen fornlämning enligt Fornsök men bedömd historisk miljö 2p – Kulturmiljö bedöms ej beröras
Investeringskostnad (4p)	0p – >1 000 000 kr 1p – 500 000 – 1 000 000 kr 2p – 250 000 – 500 000 kr 3p – 100 000 – 250 000 kr 4p – <100 000 kr
Effekt på konnektivitet (4p)	0p – Öppnar upp en begränsad sträcka långt uppströms 4p – Öppnar upp en stor sträcka av ån med flera potentiella lekplatser
Andra vandringshinder som påverkar (2p)	0p – Flera andra vandringshinder upp- eller nedströms behöver åtgärdas för att få önskad effekt 1p – Ett annat vandringshinder upp- eller nedströms behöver åtgärdas för att få önskad effekt 2p – Åtgärdsförslag i princip oberoende av andra vandringshinder
Ev. negativa effekter	0p – Flera negativa effekter 1p – Någon negativ effekt på exempelvis jordbruk, skogsbruk eller rekreation 2p – I princip inga negativa effekter
Totalt	> 18 p – Prio 1 12–18 p – Prio 2 6–12 p – Prio 3 0–6 p – Prio 4

Tabell 34. Poängsättning och prioritering av åtgärdsförslag för konnektivitet.

	Genomförbarhet (14 p)						Kostnad (4p)	Effekter (8 p)			Totalt (26 p)	Prio
	Markägarförhållanden	Omgivande mark	Tillgänglighet	Juridik	Intrassekonflikter	Kulturmiljö	Investering	Effekt på konnektivitet	Andra vandringshinder som påverkar	Ev. negativa effekter		
1a. Lötsjöns utlopp	1	4	2	1,5	1	2	2	0	1	2	16,5	2
1b. Länna bruk	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	5	4
2. Långsjödammen	1	2	1	0	0	2	4	4	1	2	16	1*
3. Vixtorp	1	4	1	2	2	2	4	2	1	2	21	1
5. Torslund kvarndamm	0	3	2	1	1	1	4	2	2	1	17	2
6. Lafsängsdammen	1	1	2	1	2	2	0	1	1	2	13	2
7. Körlingedammen	1	4	2	2	2	2	0	1	1	2	17	2
8. Söderby kvarndamm	1	1	2	1,5	1	1	0	1	0	2	10,5	3
9. Marielundsammarna	1	3	2	1,5	0	1	1	0	0	1	10,5	3
10. Trehörningens utlopp	1	0	1	2	1	1	2	1	0	1	10	3

* Har bedömts som prio 1 trots lägre poäng då det är den åtgärd som ger den enskilt största effekten på konnektiviteten i Sävjaån.

7.5.2 Åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi

Arbetet med att ta fram åtgärder för förbättrad *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* har avgränsats enligt avsnitt 4.3.1. En bruttolista av möjliga åtgärder som framkommit under utredningens gång finns i Bilaga 3. Övriga åtgärder för hydrologisk regim och morfologi har beaktats och integrerats i åtgärdsförslag för diffusa källor, se avsnitt 7.3.1 och Bilaga 1.

Åtgärdstyper

Åtgärdstyper som föreslås i denna utredning och främst anses påverka hydrologisk regim och morfologi (men i vissa fall även tillförsel av fosfor) är:

Återställande av sänkta sjöar

I Uppsala län beräknas endast två sjöar vara opåverkade av sjösänkningar (Brunberg och Blomqvist, 1998). Sänkningarna av sjöar har framför allt gjorts för att dränera skog- och åkermark men har skapat igenväxta sjöar, torrlagda våtmarker och oxidering av organogena jordar. Genom att åter höja eller återställa, helt eller delvis, tidigare vattentrösklar kan sjöarna till viss del återfå sin naturliga utformning och hydrologiska regim. Detta kräver alltid en vattendom och är troligen enklast att genomföra för sjöar där jordbruksmark har övergivits (och ofta planterats igen med träd) eller påverkas marginellt. På vissa ställen kan även de gamla markavvattningsföretagen vara upphävda.

Återmeandring

Samtidigt med sjösänkningarna har även många diken och åar rätats och dikats. Här finns möjlighet att återskapa meandrande sträckor för en mer naturlig deposition och transport av sediment, vilket får en positiv påverkan på flertalet hydromorfologiska parametrar; *specifik flödesenergi, vattendragsfårans form och vattendragsfårans kanter*.

För åtgärder för minskad fosfortillförsel har följande beaktats när dessa har tagits fram och utformats:

Skapande av svämplan

Svämplanet är den yta kring en sjö eller vattendrag som översvämmas helt eller delvis vid flöden upp till ett 100-årsflöde. Genom höjdsättning och utformning av utlopp (exempelvis v-utskov, strypt flöde eller liknande) kan vattennivån i åtgärden fluktuera och överdämma omgivande svämplan vid högre flöden. Om svämplanet kring åar och sjöar upphöra att vara brukad mark påverkas statusen för *morfologiskt tillstånd* positivt.

Tvåstegsdiken

Tvåstegsdiken föreslås som åtgärd för minskad fosfortillförsel (se avsnitt 7.3.1) men bidrar även till en förbättrad hydromorfologi. Denna typ av terrasserat dike passar typisk i jordbruksområden med svag lutning. Med tvåstegsdiken minskas andelen brukad mark inom vattenförekomstens närområde och svämplan, vilket bidrar till förbättrad *morfologiskt tillstånd*. Se även avsnitt 7.3.1.

Kantzoner/buffertzoner

På samma sätt som tvåstegsdiken kan buffertzoner eller kantzoner i jordbrukslandskapet förbättra en vattenförekomst morfologi. Kantzoner eller buffertzoner med obrukad mark anläggs i strängar mellan åkern och ytvattnet, helst mellan 15 och 30 meter breda. Zonerna kan bestå av gräs, örter, buskar eller träd och utgör betesmark, slåttervall, naturliga stränder eller även skogsbrynslika partier. I Sveriges används oftast termerna lokalt anpassad kantzon (LAK) eller ekologiskt funktionell kantzon (EFK), vilka skiljer sig åt något. En integrerad buffertzon (IBZ) är en tredje variant där åkerdräneringen dräneras till ett dike som grävs parallellt till vattendraget med en cirka 5 meter bred träd- eller buskbeklädd infiltrationsbank mellan diket och vattendraget.

Meandring

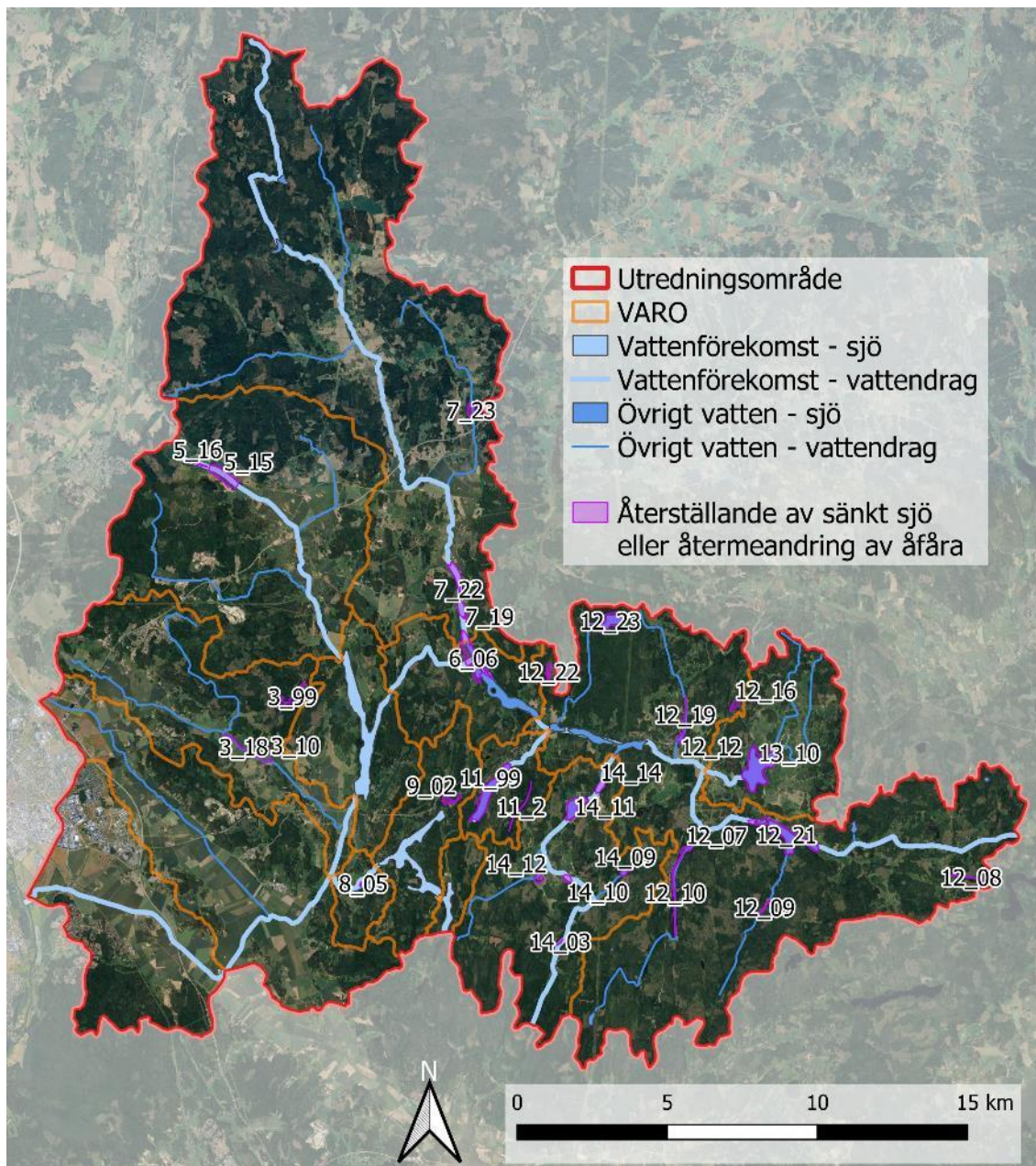
Vid anläggandet av nya åtgärder finns möjlighet att meandra exempelvis en mindre åfåra eller ett inloppsdike till en våtmark eller fosfordamm. Meandring passar i stora delar av Sävjaåns avrinningsområde där lutningen är svag eller måttlig. Dock får inte sedimenttillförseln vara för stor.

Säkerställa vandringsväg för fisk

Om en åtgärd, exempelvis våtmark eller fosfordamm, anläggs vid sidan av huvudfåran utgör de inget vandringshinder. Om en åtgärd planeras i huvudfåran bör det dock säkerställas att fisk kan vandra upp- och nedströms via exempelvis omlöp eller upptröskling. Se möjliga åtgärder i avsnitt 7.5.1.

Resultat

Totalt identifierades 30 åtgärdsförslag som främst bedöms påverka hydrologisk regim och morfologi, se Figur 48. Av dessa är 10 åtgärder återmeandering av åsträckor och 20 åtgärder återställande av sänkta sjöar. Se Bilaga 3 där det för varje åtgärd ges en kortare beskrivning och en bedömning av åtgärdens genomförbarhet.



Figur 48. Översikt av åtgärdsförslag för förbättrad hydrologisk regim och morfologi, som återskapande av sänkt sjö eller återmeandering. Bakgrundskarta: © Google Earth.

Prioritering

Varje åtgärd i Bilaga 3 har även givits en prioritering från 1 till 4, likt åtgärder i Bilaga 1 och Bilaga 2. En åtgärd med prioritet 1 anses ha störst genomförandepotential och ge en stor ekologisk effekt. Prioriteringen är baserad på översiktliga förhållanden som topografi, markförhållanden och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk. Utav 30 åtgärder bedöms fyra ha prioritet 1, elva ha prioritet 2, tio ha prioritet 3 och slutligen fem prioritet 4.

7.6 Övriga åtgärder

7.6.1 Strukturkalkning av jordbruksmark

Jordbruksmarken i Sävjaåns avrinningsområden består till stora delar av lerjordar, där de största fosforförlusterna oftast sker när fosfor transporteras med uppslammade lerpartiklar i vattnet i samband med häftiga regn eller snösmältning. En åtgärd som minskar fosforförlust från lerig jordbruksmark till vattendrag är så kallad strukturkalkning (Jordbruksverket, 2015c).

Strukturkalkning gör att lerjordar blir mer lättarbetade och torkar upp snabbare samtidigt som grödans uppkomst blir jämnare. Tillförsel och nedplöjning av kalken förbättrar markstrukturen genom att det bildas fler och stabilare aggregat som gör att jorden inte krymper och sväller lika mycket. När lerpartiklorna klumpar ihop sig till aggregat blir de dessutom mycket svårare att transporteras bort av vattnet. Kalkning bidrar också till att det bildas ett finmaskigt nät av sprickor över hela markytan som gör att regnvattnet infiltrerar jämt på hela markytan. På obehandlade lerjordar kan sprickbildning leda till ojämn infiltration genom sprickor som i sin tur leder till förluster av fosfor och uppslammat material till dräneringsrören och vidare ut i vattendragen. Reduktionseffekten för fosfor med strukturkalkning kan antas vara cirka 30 % (Gyllström m.fl., 2016).

Strukturkalkning ska bara göras på väl-dränerade lerjordar. Spridning ska inte ske när det är blött eller för sent på hösten. Kalken ska blandas in snabbt, helst vid spridning. Bränd eller släckt kalk ger en snabb och märkbar struktureffekt medan kalkstensmjöl inte är lika effektivt. (Jordbruksverket, 2015c).

Strukturkalkning skall på grund av kostnader och förväntad nytta endast utföras på den arealen av jordbruksmarken som efter jordbrukarnas lokalkännedom har mindre än optimal dränering idag (Strand, 2019).

7.6.2 Anpassade skyddszoner på åkermark

Syftet med anpassade skyddszoner är att minska erosionen och därmed fosforförlusterna via ytavrinning från åkermarken. Skyddszoner anläggs där det finns en uppenbar risk för erosion, till exempel på erosionsstråk inne på fält, längs åkerdiken, vid brunnar som fungerar som ytvattenintag. På en anpassad skyddszon odlas vallgräs, vallbaljväxter eller en blandning av dessa.

Skyddszoner som är 10 m breda kan minska fosforläckaget med 60–89% (Syversen, 2005). För att vara så effektiva som möjliga bör skyddszoner prioriteras för platser där erosion av jordbruksmark är som tydligast.

7.6.3 Ekologiska funktionella kantzoner

Ett annat åtgärdsförslag är anläggandet av så kallade ekologiskt funktionella kantzoner. Åtgärden innebär förenklat att man skapar en flerskiktad zon bestående av gräs, örter, buskar och träd som innefattar strandzonen och det fastmarksområde med direkt påverkan på ytvattnet. Zonen bör inkludera utströmningsområden och våtmarker. Inom zonen gynnas etablering av en naturlig vegetation och närmast vattnet bör träd och buskar dominera (med undantag för betesmarker). Storleken på zonen bör minst omfatta 15 meter men också anpassas till den omgivande marken (till exempel lutning) samt att den bör vara bredare (20–30 m) vid vatten med höga naturvärden. Kantzoner mellan terrestra och akvatiska miljöer, särskilt sådana som är trädbevuxna är effektiva filter för näringsfällor för avrinning från jordbruksmark (Petts, 1990). Kantzonen kan i vissa fall även innefatta en skötselzon med begränsat uttag av träd och skörd av fånggrödor. De 10 m som ligger närmast vattnet ska dock vara orörda. Betesmark och slättervall

samt övriga naturliga stränder och våtmarker utgör en del av en ekologiskt funktionell kantzon. Att återställa större sträckor längs ån till naturligt tillstånd skulle dock betyda stora ingrepp på den intilliggande produktiva åkermarken till sannolikt orimliga kostnader.

7.6.4 Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet

Felanslutningar av spillvatten till dagvattennätet bidrar troligen på ett inte obetydligt sätt till fosforbelastningen på Sävjaån. Bedömningen av felkopplingarnas betydelse grundar sig på erfarenheter från åtgärdsarbeten i andra områden, samt att ett mindre dagvattenutsläpp konstaterats vara avloppspåverkade i samband med fältbesök inom uppdraget.

7.6.5 Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter

Tillsyn med avseende på dagvattenhantering vid miljöfarliga verksamheter pågår löpande och bör om möjligt intensifieras. Detta gäller inte minst avseende dokumentation, egenkontroll, sedimentrensning och skötsel av befintliga dagvattenreningsanläggningar.

7.6.6 Ökade krav vid planläggning

En utformning av bebyggelsen och dagvattenhanteringen som säkerställer långtgående flödesutjämning och i det närmaste fullständig avskiljning av den partikulära föroreningsfraktionen bör vara det minikrav som ställs. Eftersom det i dagsläget inte finns några beprövade tekniker för att effektivt avskilja lösta dagvattenföroreningar måste ett nollscenario troligen uppnås genom kompensationsåtgärder. Verktyg för att styra vilka byggmaterial som används och därmed undvika förorening av dagvattnet, t ex att förbjuda användning av koppar och zink med hänsyn till vattenkvaliteten i recipienten, saknas dessvärre idag i Plan- och bygglagen.

7.6.7 Inventering och kartering av hydromorfologiska parametrar och fiskfauna

För att skapa en bättre bild av Sävjaåns hydromorfologiska status krävs inventeringar och karteringar av avrinningsområdet. I statusklassningen för Sävjaåns vattenförekomster saknas i många fall underlag och sex av 14 parametrar är inte klassade i någon av de vattenförekomster som är vattendrag. För sjöarna är motsvarande siffra fem av tio (se avsnitt 2.3). För många av de klassade parametrarna bygger bedömningen på översiktliga digitala karteringar. Även om den generella påverkansbilden är relativt tydlig saknas mycket information om vattenförekomsterna, särskilt de längre uppströms.

Nuvarande status och utbredning av fiskfaunan i åarna är också relativt okänd. Mycket av den information som sammanställningen av fiskfaunan i avsnitt 6.1 bygger på är två större inventeringar 1990 och 1993 (samt två mindre fisken 2002 och 2008). Dataunderlaget är alltså i många fall cirka 30 år gammalt. Det bör därför genomföras provfisken, fiskstudier och inventeringar både i områdets sjöar och åar för att skapa sig en bättre bild av dagens fiskfauna.

7.6.8 Biotopförbättrande åtgärder

Behovet av att genomföra biotopförbättrande åtgärder har uppkommit flertalet gånger under utredningens gång (Loreth, 2020; Persson, 2020; Kärki, 2021; e-post). Utredningar som ger bättre information om fiskarters utbredning i systemet skulle kunna användas som underlag liksom även *Aspens leklokaler i Uppsala län* (Berglund, 2006). Både restaurering av förstörda leklokaler och skapandet av nya produktiva strömsträckor och leklokaler med hårda stenbottnar är åtgärder som skapar en relativt stor ekologisk nytta i förhållande till kostnad. Dessa platser är

få idag i utredningsområdets ofta starkt dikade, rätade och rensade åar. Kontakt behöver då tas med eventuella dikningsföretag för att diskutera lösningar där vissa sträckor av ån undantas från rensning och kan återskapas med sten- och grusbottnar. Vistebyån bör vara lämplig att börja med för biotopförbättringar, särskilt om de två vandringshindren i Vixtorp och Långsjödammen åtgärdas (se Bilaga 2).

Andra biotopförbättringar som bör övervägas är möjligheten att lägga ut död ved, återskapa naturliga strukturer (sten, bottensubstrat, strandbrinkar med mera), trösklar, svämplan och bestämmande sektioner, lägga igen eller öppna upp sidofåror som har ändrats historiskt, bredda åfåran och höja vattennivån och bottennivån (tillbaka mot ursprungliga nivåer). I allmänhet bör en mångformighet av vattendragets miljö eftersträvas, då det är väl belagt att detta ökar artrikedomen (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008)

7.6.9 Fiskeförbud

Idag råder förbud mot fiske av aspen under april och maj i alla Mälarens tillrinnande vattendrag (Havs- och vattenmyndigheten, 2013b). Inom vissa områden råder även totalt förbud för aspfiske, som i Fyrisåns fiskevårdsområde (Fyrisåns vattenförbund, 2021). En åtgärd inom Sävjaån kan vara att överväga liknande totalförbud som i Fyrisån på vissa sträckor. Det kan också övervägas att skydda enskilda leklokaler med totalt fiskeförbud under leken, inte bara asp, för att undvika tjuvfiske eller bifångst. Dessa förbudsområden kan då göras väldigt små och lokala för att inte begränsa fritidsfisket.

8 Genomförande av åtgärder – väg framåt

8.1 Åtgärder för punktkällor

I området finns drygt 340 enskilda avlopp med bristfällig eller okänd reningsanläggning. Dessa bör åtgärdas först, och detta ligger inom miljöförvaltningens ordinarie tillsynsarbete.

Information och dialog med hästägare är en långsiktig åtgärd, som involverar många personer och bygger på frivillighet och är därmed inte lika lätt att genomföra.

Föreslagen prioriteringsordning mellan åtgärder för punktkällor är därför:

- 1) Förelägga fastighetsägare att åtgärda bristfälliga avlopp.
- 2) Information och dialog med hästägare, för att åstadkomma ökad mockning av hagar, säker gödselhantering, erosionsskydd vid utfodringsplatser, översyn av foderstater etcetera, med början på hästgårdar närmast vattendrag.

8.2 Åtgärder för diffusa källor

Vi vill poängtera att det är viktigt att underhålla befintliga åtgärder, såväl dagvattendammar i Uppsala tätort som etablerade jordbruksåtgärder, för att vidmakthålla anläggningarnas syfte och att de ska fungera ändamålsenligt. Detta inkluderar uppföljning av avskiljningsgrad, underhåll och skötsel av anläggningarna. Att fortsättningsvis minska tillförseln från tätbebyggda områden och inte minst vid framtida exploateringar kommer vara av stor vikt i den nödvändiga dialogen med markägare för genomförandet av åtgärder i jordbrukslandskapet. För att minska näringsförluster från det jordbruksdominerade områdena är det viktigt med fortsatt arbete. Det innefattar exempel gårdsvisa vattenplaner, förbättrad dränering, underhåll av befintliga diken och brunnar och riktade insatser för strukturkalkning och kantzoner där erosion sker. Alla sådana åtgärder skall självfallet utföras i dialog och nära samarbete med berörda lantbrukare där kommunen tydlig kommunicerar att åtgärderna är frivilliga och att kommunen erbjuder hjälp för att implementera åtgärder.

Det är även viktigt att planerade åtgärder genomförs. Vid genomförande av åtgärder är det även viktigt att ta hänsyn och att ”ingreppen” inte skapar negativ påverkan för de värdefulla naturvärden som Sävjaån med omgivning hyser. Av de platsspecifika åtgärdsförslagen som tagits fram riktade till minskad näringstillförsel från framförallt jordbruksmark i denna utredning har 13 stycken givits prio 1 och 22 stycken till prio 2 (se Tabell 35). Åtgärdsförslagen är numrerade med nummer som är en kombination av VARO-nummer och numret av åtgärdsförslaget, där till exempel åtgärd 1-03 är den tredje åtgärden från bruttolistan för VARO 1. Åtgärdsförslagen prioriterades enligt rangordningen nedan. Platser med prioritet 3 från nettolistan bör ses som möjliga åtgärder efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2. Samtliga platsspecifika åtgärdsförslag redovisas i detalj i Bilaga 1 och en översikt av bedömningen för de högst prioriterade åtgärdsförslagen visas i Tabell 36.

Prioritering av platsspecifika åtgärdsförslag inom Sävjaåns avrinningsområde:

1. Av de sex föreslagna våtmarkerna gavs förslagen 1-03 (nordost om Bergsbrunna), 1-06 (sydost om Bergsbrunna) och 13-09 (invid Sjön Fladen) högsta prioritet på grund av att de möjliggör för kombination av fosforavskiljning med effekter för ökad biologisk mångfald och skapande av rekreationsyta. Av de platsspecifika åtgärdsförslagen som tagits fram med syfte att minska näringstillförseln från framförallt jordbruksmark har 13 stycken givits prio 1 och 22 stycken prio 2 (se Tabell 35). Åtgärdsförslagen

prioriterades enligt rangordningen nedan. Samtliga platsspecifika åtgärdsförslag redovisas i detalj i Bilaga 1 och en översikt av bedömningen för de högst prioriterade åtgärdsförslagen visas i Tabell 36. Samtliga platsförslag är tätortsnära eller ligger nära invid bebyggt område och skulle kunna bli populära utflyktsmål. Dessutom tar de ingen eller väldigt lite produktiv åkermark i anspråk. Åtgärdsförslag 2-18 (mellan Jälla och Bälinge), som även denna är en våtmark, gavs högsta prioritet på grund av att en damm redan skapats naturligt i den befintliga gamla lertakten och att relativt små ingrepp krävs för att omforma den till en våtmark med god fosforavskiljning.

2. Av de 24 föreslagna fosfordammarna gavs nio förslag högsta prioritet. De som givits högst prioritet är framför allt förslag där marken är naturligt sumpig eller improduktiv eller där lutningen i landskapet möjliggör anläggandet genom kombination av schakt och dämning eller schakt och invallning. Vissa av förslagen kräver mer schakt men samtliga har en hög fosforavskiljning i förhållande till dess tillrinningsområde.
3. Åtgärdsförslag 4-17 och 9-01 är båda våtmarker som givits prio 2. Åtgärdsförslag 9-01 innebär relativt låg fosforavskiljning men är det enda våtmarksåtgärdsförslaget som ligger på kommunal mark. Att påbörja genomförandet av åtgärder på kommunal mark har ett stort pedagogiskt värde inför samarbetet med markägare för andra platsförslag. Dessutom bedöms höga värden för biologisk mångfald och rekreation kunna uppnås i och med åtgärden. Förslag nummer 4-17 är en alternativ åtgärd till en fosfordamm som föreslagits högre uppströms. Anledningen till att våtmarken fått lägre prioritering är för att risken för negativ påverkan av omkringliggande åkermark är något större i och med dämningen.
4. Antal förslag till fosfordammar som givits prio 2 är 15 stycken. Till skillnad från fosfordammar som givits högsta prioritet så innebär fosfordammar med prio 2 ofta något större mängd schaktmassor eller att produktiv åkermark behöver tas i anspråk. Fosforavskiljning i förhållande till storlek på tillrinningsområdet är fortfarande hög.
5. De åtgärdsförslag som innebär ett flertal mindre fosfordammar har givits prio 2 av samma anledning som de ovan nämnda fosfordammar som givits prio 2. Det gäller åtgärdsförslag 2-15, 5-05, 7-25 och 21-23.
6. Det tvåstegsdike som beskrivits platsspecifikt, det vill säga åtgärdsförslag 2-16, har givits prio 2. Detta eftersom det påverkar en stor areal av jordbruksmark även om åtgärden skulle leda till ökad biologisk mångfald. Kunskapsläget kring tvåstegsdikens funktion är dock begränsad varför högsta prioritet inte kunde ges.

Tabell 35. Översikt slutgiltig prioritering av platsbeskrivna åtgärdsförslag från Bilaga 1, per åtgärdstyp. Åtgärdsförslagen är numrerade med nummer som är en kombination av numret av VARO och numret av Åtgärdsförslag, där till exempel åtgärd 1-03 är den tredje åtgärden från bruttolistan för VARO 1.

Åtgärdstyp	Prio	Antal åtgärdsförslag	Åtgärdsförslag nr.
Våtmark	prio 1	4	1-03, 1-06, 13-09 och 13-09
Fosfordamm	prio 1	9	1-02, 3-05, 3-12, 4-03, 4-07, 4-10, 5-10, 5-18 och 7-24
Totalt	prio 1	13	
Våtmark	prio 2	2	4-17 och 9-01
Fosfordamm	prio 2	15	1-13, 2-2.2, 2-04, 2-11, 2-12, 2-13, 2-21, 3-16, 4-14, 5-04, 5-09, 7-01, 7-04, 7-06, och 7-27
Flertalet mindre fosfordammar	Prio 2	4	2-15, 5-05, 7-25 och 21-23
Tvåstegsdike	prio 2	1	2-16
Totalt	prio 2	22	

Tabell 36. Sammanfattande beskrivning av bedömda förutsättningar, bedömd genomförbarhet och fosforavskiljningskostnad (tkr/kg P) för åtgärder med högst prioritering.

Åtgärds-förslag nr.	Beskrivning av åtgärd	Bedömning av förutsättningar	Bedömd genomförbarhet	Prioritets-klass	Kostnadseff. [tkr/kg P]
1-02	Våtmarkslik fosfordamm utanför Bergsbrunna	Ej kommunal mark. Förlust av öppen mark i ravin. Inget dikningsföretag. Dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,42
1-03	Våtmark nordost om Bergsbrunna	Ej kommunal mark. Förlust av öppen mark i ravin. Inget dikningsföretag. Dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,68
1-06	Våtmark sydost om Bergsbrunna	Ej kommunal mark. Förlust av betesmark och öppen mark. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig. Potentiellt förorenat, ej risiklassat.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,8
2-18	Mellan Jälla och Brillinge föreslås en våtmark i den gamla lertäkten	Ej kommunal mark. Förlust av vattenvylld gammal lertäkt. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,65
3-05	Fosfordamm vid Norrhällby	Ej kommunal mark. Förlust av åkermark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,4
3-12	Fosfordamm mellan Halmbö och Broby	Ej kommunal mark. Förlust av åkermark. Inget dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	2,0
4-03	Fosfordamm öster om Näset	Ej kommunal mark. Förlust av betesmark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	2,4
4-07	Fosfordamm väster om Näset	Ej kommunal mark. Förlust av åkant. Dikningsföretag. Schaktning möjlig för djuphåla.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,71
4-10	Våtmarkslik fosfordamm intill Funbosjön	Ej kommunal mark. Förlust av jordbruksmark och öppen mark. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,89
5-10	Våtmarkslik fosfordamm i Kaiby	Ej kommunal mark. Förlust av öppen mark i ravin. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,44
5-18	Våtmarkslik fosfordamm vid väg 288 i Vallby	Ej kommunal mark. Förlust av sank åkermark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig. Marken kan vara förorenad.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,29
7-24	Fosfordamm i Rasbokil öster om kyrka	Ej kommunal mark. Förlust av åkermark. Inget dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,4
13-09	Multifunktionell våtmark invid sjön Fladen	Ej kommunal mark. Förlust av sankmark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig för djuphåla.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,87

8.3 Åtgärder för konnektivitet

I och med utrivningen av SMHI-pegeln finns nu fria vandringsvägar i Sävjaåns system från Fyrisån (Övre föret) till Funbosjön. Detta borde rimligen medföra att VARO 1, 2, 3 och 4 (ej klassad) får god status med avseende på *konnektivitet*. Från Funbosjön kan fisken vandra upp i den mindre Tomtaån (VARO 5, ej klassad) eller fortsätta halvvägs upp genom Vistebyån.

De två vandringshindren i Vistebyån (Vixtorp och Långsjödammen) är de som fortsättningsvis begränsar migrationen till och från Sävjaåns stora östra tillrinningsområde. Dessa två hinder bör därför åtgärdas i första hand. Om dessa åtgärdas bör VARO 6 men även VARO 13 och 14 (ej klassade) få god status med avseende på *konnektivitet*. En stor ekologisk vinst uppnås då flertalet leklokaler tillgängliggörs, samt att de olika populationerna av asp från Mälaren och Långsjön kan blandas och få en större genetisk diversitet. Det isolerade beståndet i Långsjön är idag troligen mer sårbart på grund av ett begränsat antal lekplatser och kan lättare slås ut av exempelvis förändrade förhållanden som grumling, övergödning eller sjukdomar.

Om åtgärdsarbetet fortsätter uppströms Långsjön blir Torslund kvarndamm (prio 2) nästa åtgärdsplats för god status i VARO 12. Biotopförbättringar och en förbättring av dagens situation av vandringshindret medför fler lekplatser för aspen. Möjligen vandrar inte aspen högre, men andra fiskar kommer kunna fortsätta uppströms mot Södersjön där utloppet nu har åtgärdats för lättare passage (se avsnitt 6.2).

Generellt bör sedan arbetet med att åtgärda vandringshinder ske i geografiska kluster. Vandringshindren Körlingedammen och Lafsängsdammen (prio 2) ligger visserligen högt uppströms i systemet men bör kunna åtgärdas med relativt enkla metoder och utan större intressekonflikter. Om dessa åtgärdas bör god status uppnås i VARO 7.

Nästa kluster av vandringshinder som kan åtgärdas bör ge god status i VARO 8, 9 och möjligen 10 (som ej är klassad idag); Trehörningens utlopp, Marielundsammarna och Söderby kvarndamm (prio 3). Dessa tre vandringshinder är tekniskt mer komplicerade och belägna i kulturmiljöhistoriska områden.

Slutligen kan god status uppnås i VARO 11 om Lötsjöns utlopp (prio 2) och Länna bruk (prio 4) åtgärdas. Framför allt på grund av den stora fallhöjden och behov av teknisk utformning vid Länna bruk är det svårt att motivera dessa åtgärdsplatser högt, för att öppna upp en mindre sidofåra med ett begränsat avrinningsområde.

Tabell 37. En sammanfattning av ovan text med förslag på arbetsgång för åtgärdande av vandringshinder i geografiska kluster.

Föreslagen arbetsordning	Vandringshinder som åtgärdas	Prio	Medför god status i VARO*
0 (genomförd)	99) SMHI:s pegel		1, 2, 3 Ev. 4, 5 (ej klassade)
1	3) Vixtorp 2) Långsjödammen	1 1	6 Ev. 13, 14 (ej klassade)
2	5) Torslund kvarndamm	2	12
3	7) Körlingedammen 6) Lafsängsdammen	2 2	7
4	8) Söderby kvarndamm 9) Marielundsammarna 10) Trehörningens utlopp	3 3 3	8, 9 Ev. 10 (ej klassad)
5	1b) Länna bruk 1a) Lötsjöns utlopp	4 2	11

* VARO 15 har redan god status med avseende på konnektivitet.

8.4 Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi

Det är mycket svårt rent praktiskt att uppnå god status för dessa parametrar i Sävjaån utan att kraftigt påverka eller inskränka andra intressen såsom konventionellt jordbruk, konventionellt skogsbruk och bebyggelse. De åtgärder som har tagits fram i Bilaga 3 är väldigt översiktliga. De motsvarar inte det totala åtgärdsbehovet för att uppnå god status för *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd*.

Förslagsvis utreds i första hand därför möjligheterna att åtgärda de fyra förslag till återställande av sänkt sjö som har prio 1 i Bilaga 3 (Broby mosse, Lillsjön Almunge, Lillsjön Ösby och Käringsjön). Ett arbetssätt kan sedan vara att åtgärda vissa sjöar eller åsträckor i samband med andra åtgärder i området, eller kontakta markägare och markavvattningsföretag för att sondera viljan att genomföra åtgärder och därigenom prioritera områden där åtgärdsviljan är större.

8.5 Nås förbättringsbehovet?

De 13 åtgärdsförslagen för minskad näringsförlust från jordbruket med prioritet 1 bedöms kunna avskilja 344 kg fosfor per år, medan de 22 åtgärdsförslagen av prioritet 2 förväntas avskilja 615 kg fosfor årligen (Tabell 38). Åtgärderna för minskat näringsläckage från hästgårdarna bedöms kunna bidra med en fosforavskiljning på 180 kg per år och åtgärder för enskilda avlopp förväntas kunna bidra med en fosforavskiljning på 135 kg per år. Sammanlagt förväntas alla åtgärder bidra med en avskiljning av cirka 1270 kg fosfor per år (Tabell 38). Endast för tre av 15 vattenförekomster nås betinget med åtgärdsförslagen (feta värden i Tabell 32:s näst sista kolumn). För VARO 4 (Funbosjön), VARO 9 (Trehörningen) och VARO 13 (Fladån-Fladen Almunge) räcker alltså åtgärdsförslagen till för att nå betinget. Bara för VARO 13 (Fladån-Fladen Almunge) räcker åtgärderna även till för att nå 150 % av betinget (Tabell 38). För fem av vattenförekomsterna (VARO 6, 10, 11, 12 och 14) nås betingen eftersom betingen var noll (markerad med kursiv text i de högre två kolumnerna i Tabell 38). Detta gäller även för VARO 15 (vattendraget mellan Ramsen och Trehörningen) som dock bara är 1 hektar stort och inte har något beting. På grund av den ringa storleken redovisas VARO 15 inte i Tabell 38.

För de jordbruksdominerade VARO på Uppsalaslätten (VARO 1, 2, 3, 5, 7 och 8) uppnås betingen inte. De samlade åtgärderna bedöms för dessa vattenförekomster bara kunna uppnå mellan 20 % och 56 % av betinget (Tabell 38). Att betingen för dessa vattenförekomster kan uppnås med bibehållet produktivt jordbruk är mycket osannolikt. För att uppnå betingen i dessa avrinningsområden skulle produktiv åkermark behöva omvandlas till vallodling som har lägre arealläckage. Att överge produktiv åkermark står dock i direkt konflikt med målet för självförsörjning från Sveriges livsmedelsstrategi och bedöms inte som en lämplig åtgärd.

För att underlätta förståelse för varför betingen inte går att uppnå redovisar Tabell 39 ett hypotetiskt exempel för VARO 2 (Sävjaån, Storån-Spångtorp); den vattenförekomst som har högst fosforbeting. Vattenförekomsten har ett fosforbeting på drygt 860 kg fosfor per år varav 415 kg bedöms kunna uppnås med de samlade åtgärdsförslagen (Tabell 38). För att uppnå det kvarvarande betinget på knappt 450 kg fosfor per år (Tabell 39) skulle, baserat på skillnaden i arealläckagekoefficient mellan åkermark och vall, 690 hektar eller knappt 30 % av den totala åkermarksarealen behöva omvandlas till vallodling (Tabell 39). Detta är förstås inte en rimlig åtgärd och ingenting denna utredning vill föreslå. Exemplet tjänar bara för att illustrera att betingen för vattenförekomster med en stor andel produktiv jordbruksmark i avrinningsområdet bedöms vara orimliga.

Tabell 38. Fosforbeting per VARO både i kg per år och procent av tillförseln, samt uppskattad avskiljning i kg fosfor per år i åtgärder för jordbrukslandskapet av prioritet 1 och 2, åtgärder för hästgårdar och åtgärder för enskilda avlopp. Summerad avskiljning samt andelen av betinget som uppnås redovisas till höger. Fet text i de två högre kolumnerna indikerar att betinget eller 150 % av betinget uppnås. Kursiv text indikerar att betingen uppnås eftersom betingen var noll. På grund av den ringa storleken och noll beting redovisas inga värden för VARO 15.

VARO	P tillförsel (kg/år)	P-Beting (kg/år)	Förbättringsbehov (%)	150 % P-Beting (kg/år)	150 % Förbättringsbehov (%)	Avskiljning diffus Prio 1 (kg/år)	Avskiljning diffus Prio 2 (kg/år)	Avskiljning häst gårdar (kg/år)	Avskiljning enskilda avlopp (kg/år)	Summa (kg/år)	Andel 100% beting (%)	Andel 150% beting (%)
1	1805	299	17 %	449	25 %	63	7	12	16	97	33 %	22 %
2	2505	861	34 %	1292	52 %	32	339	21	22	415	48 %	32 %
3	1235	360	29 %	540	44 %	18	3	27	25	73	20 %	14 %
4	530	190	36 %	285	54 %	78	110	7	8	203	107 %	71 %
5	1485	483	33 %	725	49 %	119	38	11	16	184	38 %	25 %
6	215	0	0 %	0	0 %			3	1	5	100 %	100 %
7	2570	309	12 %	464	18 %	10	103	28	15	156	50 %	34 %
8	85	12	14 %	18	21 %			1	6	7	56 %	37 %
9	135	17	13 %	26	19 %		5	4	8	17	101 %	68 %
10	25	0	0 %	0	0 %			1	0	1	100 %	100 %
11	55	0	0 %	0	0 %			0	1	1	100 %	100 %
12	965	0	0 %	0	0 %			26	10	36	100 %	100 %
13	595	30	5 %	45	8 %	23		21	7	51	169 %	113 %
14	410	0	0 %	0	0 %		10	16		26	100 %	100 %
Summa	12 610	2561	20 %	3842	30 %	344	615	178	135	1272	50 %	33 %

Tabell 39. Fosfortillförsel i kg per år fördelad på olika källor samt kvarvarande beting efter genomförande av åtgärdsförslagen och ett hypotetiskt omvandlingsbehov från produktiv åkermark till vallodling för att uppnå det kvarvarande betinget (ha) för VARO 2 (Sävjaån, Storån-Spångtorp); den vattenförekomst som har högst fosforbeting.

Källa	VARO 2 P-tillförsel (kg/år)		
Åkermark	2210	Beting VARO 2 (kg/år)	861
Vall	50	Kvarvarande beting efter åtgärderna (kg/år)	446
Skogsmark	35	Arealförlust åker (kg/ha och år)	0,93
Öppen mark	30	Arealförlust vall (kg/ha och år)	0,28
Dagvatten	25		
Atmosfärisk deposition	0	Hypotetiskt omvandlingsbehov till vall (ha)	690
Enskilda avlopp	110	Andel av åkermark som behöver omvandlas till vall (%)	29
Hästgårdar	45		
ARV	0		
Summa (kg/år)	2505		

Om alla tio vandringshinder åtgärdas med fiskvägar (se Bilaga 2) bör utredningsområdet 15 vattenförekomster få god status avseende *konnektivitet*². Fiskvägarna bedöms möjliggöra

² Med konnektivitet här avses i upp- och nedströmsriktning. Det finns även en parameter för konnektivitet i sidled till närområde och svämplan, men denna parameter är oklassad för alla 15 vattenförekomster, se avsnitt 2.3.1.

passage för minst 75 % av de vandringsbenägna fiskarterna som ska finnas enligt referensförhållandet, vilket är gränsen för god status.

Även om alla åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi i Bilaga 3 genomförs kommer inte god status uppnås för dessa kvalitetsfaktorer. Se förbättringsbehov i avsnitt 2.4.2 och utredningens avgränsning i avsnitt 4.3.1 för vidare förklaring.

9 Referenser

- ANDERSSON, J., MÁCSIK, J., VAN DER NAT, D., NORRSTRÖM, A., ALBINSSON, M., ÅKERMAN, S., HERNEFELDT, P.C., och JÖNSSON, R., 2018. Reducing Highway Runoff Pollution (REHIRUP). Sustainable design and maintenance of stormwater treatment facilities. *Trafikverket*, Vol. 2018, Nr. 155.
- ARONSSON, H., BERGLUND, K., F. DJODJIC, ETANA, A., GERANMAYEH, P., JOHNSON, H., och WESSTRÖM, I., 2019. *Effekter av åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark och åtgärdsutrymme*. SLU, HaV, Nr. Ekohydrologi 160.
- BERGLUND, J., 2006. *Aspens leklokaler i Uppsala län*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 2006:25.
- BERGLUND, J., 2020. Mail: Angående rivning av SMHI pegel.
- BERNARDSSON, B.A., 2021. Fisk och vandringshinder i Lötsjön. Muntligt.
- BERONIUS JÖRPELAND, L., QVISTRÖM, L., och ÅGREN, H., 2013. *Kvarnar och kvarnlandskap i Rasbo under tidigmodern tid - Arkeologisk undersökning av en kvarnholme i Lejstaån*. Uppsala: Upplandsmuseet, Nr. 2013:30.
- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapssammanställning Dagvattenrening*. Svenskt Vatten AB, Nr. 2016-05.
- BRANDT, M. och ULÉN, B., 1988. Beräkning av avrinning och kväveläckage från ett vattendrag med olika markanvändning. *Vatten*, Vol. 44, Nr. 4, s. 287-294.
- BRUNBERG, A.-K. och BLOMQVIST, P., 1998. *Vatten i Uppsala län 1997 - Beskrivning, utvärdering, åtgärdsförslag*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 8/1998.
- DAHLIN, S. % JOHANSSON, G., 2008. *Miljöeffekter av hästhållning*. SLU. EBH-kartan, 2021.
- EUR-LEX, 2020. Ordlista till sammanfattningarna - EUR-Lex [internet]. Tillgängligt: <https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/natura.html?locale=sv> [Hämtad 2020-11-5].
- FYRISÅNS VATTENFÖRBUND, 2021. Regler för fiske [internet]. *Fyrisån*. Tillgängligt: <https://fyrisan.se/fyrisan/regler-for-fiske/> [Hämtad 2021-5-28].
- GOOGLE, 2021. Google Maps [internet]. *Google Maps*. Tillgängligt: <https://www.google.se/maps/@59.8520611,17.6189353,14z> [Hämtad 2021-4-29].
- GOOGLE MAPS, 2021. Google Satellite WMS.
- GOOGLE SATELLITE, u.å. Google Satellite.
- GREPPA NÄRINGEN, 2021. Rådgivning miljövänlig hästhållning [internet]. *Greppa.nu*. Tillgängligt: <https://greppa.nu/vara-tjanster/radgivning/startbesok-miljovanlig-hasthallning>.
- GULLBERG, K., OLOFSSON, H., och NYBERG, P., 1993. *Elfiskeinventering av vattendrag i Uppsala län 1990*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 1993/1.
- GYLLSTRÖM, M., LARSSON, M., MENTZER, J., PETERSSON, J.F., CRAMÉR, M., BOHOLM, P., och WITTER, E., 2016. *Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status - underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram*. Länsstyrelsen.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013a. *Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft*. Göteborg: Olle Calles, Erik Degerman, Håkan Wickström, Jonas Christiansson, Stina Gustafsson och Ingemar Näslund, Nr. 2013:14.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013b. Asp [internet]. Tillgängligt: <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/asp.html> [Hämtad 2021-5-28].
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016a. *Åtgärdsprogrammet för asp*. Göteborg: Sallmén, N., Nr. 2016:27.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016b. *Havs- och Vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållsvatten*. Nr. HVMFS 2016:17.

- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2017. *Sötvattenanknutna Natura 2000-värdens känslighet för hydromorfologisk påverkan*. Göteborg: von Wachenfeldt, E. och Bjelke, U., Nr. 2017:15.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019a. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Göteborg, Nr. HVMFS 2019:25.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019b. *Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet 2017. Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation*. Göteborg, Nr. 2019:20 Havs-och vattenmyndighetens rapport.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2020. *Värdefulla vatten* [internet]. Tillgängligt: <https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/kartor-och-gis/karttjanster/karttjanster-fran-oss/vardefulla-vatten.html> [Hämtad 2021-3-31].
- HELLBLOM, F. & RYBAK, F., 2019. *Projektplan - Oxunda och hästhållning*. Oxunda Vattensamverkan.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, 2012. *Fånga fosfor – Dammar, filter och tvåstegsdiken*.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, u.å. *Projektplan för anläggning av våtmark Almunge-Söderby 1:21*.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET SKÅNE, 2019. *Provtagning av svenska växthusvatten, hösten 2019 - Identifiering av växtskyddskontaminerade vattenflöden från växthus* [internet]. Tillgängligt: https://jvdoc.sharepoint.com/sites/FoU/Delade%20dokument/10209_19.pdf?originalPath=aHR0cHM6Ly9qdmRvYy5zaGFyZXBvaW50LmNvbS86Yjovcy9Gb1UvRyI1NXFoZ3pXaFJCakN1bkZ1ODJQVVFccnRQNGROajk3NVFtcmlmVWS2tMnRYQT9ydGltZT1mVjRlTEpveDJVZw [Hämtad 2021-6-17].
- ISAKSSON, J., ERIKSSON, S. & HERMANSSON, A., 2017. *Hästen och miljön inom Oxundaåns avrinningsområde*. Hushållningssällskapet.
- JOHNSON, H., MÅRTENSSON, K., LINDSÖ, A., PERSSON, K., ANDRIST RANGEL, Y., och BLOMBÄCK, K., 2019. *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark - Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2016*. Norrköping: SMED (Svenska MiljöEmissionsData), Nr. 5.
- JONSSON, R., 2021. *Vandringshinder Torsslunds kvarn*.
- JORDBRUKSVERKET, 2008. *Fosforförluster från jordbruksmark- vad kan vi göra för att minska problemet?* Nr. Jordbruksinformation 27.
- JORDBRUKSVERKET, 2010. *Dammar som samlar fosfor*. Nr. jordbruksinformation 11-2010.
- JORDBRUKSVERKET, 2015a. *Nationell jordartskartering - Matjordens egenskaper i åkermarken*. Jönköping: Jordbruksverket, Nr. 2015:19.
- JORDBRUKSVERKET, 2015b. *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket. Analysdata av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet*. Jönköping, Nr. 2015:7.
- JORDBRUKSVERKET, 2015c. *Praktiska råd. Greppa näringen. Strukturkalkning – bra för både mark och miljö*. Nr. Nr 23, 2015.
- JORDBRUKSVERKET, 2017. *Praktiska råd. Greppa näringen. Bra hagar för både hästen och miljön*. Nr. Nr 26, 2017.
- JORDBRUKSVERKET, 2020. *Jordbruksblock 2020* [internet]. *Kartor och Geografiska informationssystem*. Tillgängligt: <https://jordbruksverket.se/e-tjanster-databaser-och-appar/e-tjanster-och-databaser-stod/kartor-och-gis> [Hämtad 2020-9-18].
- KARLSSON, P.E. och PIHL KARLSSON, G., 2018. *Deposition av fosfor till Östersjön. Kunskapsläge och möjligheter till löpande mätningar*. Norrköping: SMED, Nr. SMED rapport Nr 18, 2018.
- KNIVSTA KOMMUN, 2017. *VA-plan för Knivsta kommun* [internet]. Tillgängligt: <https://vaguiden.se/wp-content/uploads/2012/04/Knivsta-VA-planantagen170320-1.pdf> [Hämtad 2021-6-14].
- KYNKÄÄNNIEMI, P., 2014. *Small Wetlands Designed for Phosphorus Retention in Swedish Agricultural Areas*.

- KÄRKI, J., 2021. Mail angående Sävjäns avrinningsområde.
- LAND, M., GRANÉLI, W., GRIMVALL, A., HOFFMANN, C.C., MITSCH, W.J., TONDERSKI, K.S., och VERHOEVEN, J.T.A., 2016. How effective are created or restored freshwater wetlands for nitrogen and phosphorus removal? A systematic review. *Environmental Evidence*, Vol. 5, Nr. 1, s. 9.
- LANTMÄTERIET, 2020. *GSD-Väggkartan, vektor*. Nr. 4.7.
- LANTMÄTERIET, 2021. Historiska kartor [internet]. *Lantmäteriet - Historiska kartor*. Tillgängligt: <https://historiskakartor.lantmateriet.se/>.
- LARSSON, A., 2021. Vandringshinder och hydromorfologiska åtgärder i Sävjaåns avrinningsområde. Teams.
- LIFVENDAHL, Z., 2020. Letande av åtgärder för hydromorfologi. Teams.
- LORETH, T., 2020. Sävjaån - hydrologiska och morfologiska förhållanden.
- LÄNSSTYRELSEN, 1987. Damminventeringsprotokoll Länsregister.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA LÄN, 2017. *Bevarandeplan Sävjaån-Funbosjön*. Uppsala, Nr. 511-8141-16.
- LÄNSSTYRELSENA, 2009. *Fria vandringsvägar i Mälars- och Hjälmarmynnade vattendrag - En kartläggning av vandringshinder och lekomyråden för fisk*. Uppsala: Författare: Svensson, L., Nr. 2009_06.
- LÄNSSTYRELSENA, 2018. Biotopkarteringsdatabasen [internet]. Tillgängligt: <https://biotopkartering.lansstyrelsen.se/Default.aspx>.
- LÄNSSTYRELSENA, 2021. GeodataKatalogen [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>.
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, RIKSANTIKVARIÄMBETET, och NATURVÅRDSVERKET, 2016. Fiskvägar. *Åtgärder i Vatten - Sveriges åtgärder för en bättre vattenmiljö*.
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, och VATTENMYNDIGHETERNA, 2021. VISS [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2021-8-30].
- MALGERYD, J., FORSBERG, L., KYLLMAR, K., HEEB, A., GUSTAFSSON, J., SVENSSON, A.A., och ALSTRÖM, T., 2015. *Åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark – erfarenheter från tre avrinningsområden i Västmanland, Östergötland och Halland*. Nr. Jordbruksverket 2015:2.
- NATURVATTEN, 2021. *Intern fosforbelastning i sjöar inom Sävjaåns avrinningsområde - Funbosjön, Trehörningen och Ramsen*.
- NATURVATTEN AB, 2020. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1- Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder*. Nr. 2018-1306 A.
- NATURVÅRDSVERKET, 2017. *Förutsättningar för prövningar och tillsyn i Natura 2000-områden*. Stockholm: Utgåva 1, Nr. Handbok 2017:1.
- NATURVÅRDSVERKET, 2020. Syftet med Natura 2000 [internet]. *Naturvårdsverket*. Tillgängligt: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhället/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Skydd-av-natur/Natura-2000/> [Hämtad 2020-11-5].
- NATURVÅRDSVERKET, 2021. Skyddad natur [internet]. Tillgängligt: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> [Hämtad 2021-2-3].
- NATURVÅRDSVERKET och FISKERIVERKET, 2008. *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Stockholm och Göteborg.
- OWENIUS, S., 2012. *WRS. Identifiering av riskområden med särskilda åtgärdsbehov för att förebygga näringsförluster. Julmyrans Vänner*. Nr. 2012-0427.
- PARVAGE, M. M., 2015. *Impact of horse-keeping on phosphorus concentrations in Soil and water*. SLU.
- PARVAGE, M. M., KIRCHMANN, H., KYNKÄNNIEMI, P., och ULÉN, B., 2011. Impact of horse grazing and feeding on phosphorus concentrations in soil and drainage water. *Soil Use and Management*, Vol. 27, Nr. 3, s. 367-375.

- PERSSON, J., 2020. Sävjaån - hydrologiska och morfologiska förhållanden.
- PETTS, G.E., 1990. The role of ecotones in aquatic landscape management. *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. R.J. Naiman and H. Décamps, Vol. 4, s. 301.
- QVIBERG, S., 2009. *Konsekvenser för laxfiskars lekvandring om Göteborg invallas*. Göteborg: Institutionen för växt- och miljövetenskaper, Göteborgs universitet.
- RIDDERSTOLPE, P., HYLANDER, L., ERIKSSON, B., och GRINELL, A., 2018. *Bedömning av självrening och retention i mark vid prövning av små avlopp – smittskydd och fosfor*. Uppsala: Va-guiden, Nr. 2016:2.
- RIKSDAGSFÖRVALTNINGEN, 1998. *Förordning om vattenverksamheter*. Svensk författningssamling.
- ROSLAGSVATTEN, 2019. *Miljörapport Lagga reningsverk 2019*. Nr. 20191202–28605.
- SCALGO, 2021. Scalgo Live [internet]. Tillgängligt: <https://scalgo.com/live/> [Hämtad 2021-3-9].
- SLU, 2020. Artfakta - SLU Artdatabanken [internet]. Tillgängligt: <https://artfakta.se/> [Hämtad 2020-11-30].
- SLU, 2021a. Nationellt Register över Sjöprovfisken – NORS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/databaser/databas-for-sjoprovfiske-nors/> [Hämtad 2021-1-15].
- SLU, 2021b. Svenskt elfiskeregister - SERS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <https://www.slu.se/elfiskeregistret> [Hämtad 2021-1-15].
- SMED, 2011. *Teknikenkät - enskilda avlopp 2009*. Nr. SMED Rapport Nr 44.
- SMHI, 1995. *Sänkta och torrlagda sjöar*. Norrköping, Nr. 62.
- SMHI, 2013. Damm- och sjöregister [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/svarwebb/> [Hämtad 2020-10-7].
- SMHI, 2020a. Anlagda våtmarker [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/wetlands/> [Hämtad 2020-10-28].
- SMHI, 2020b. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.
- STEINBECK, S., DJURBERG, L., och ERICSSON, J., u.å. *Stallgödsel, Sveriges lantbruksuniversitet, speciella skrifter 43, 1991*.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2016. Reningstabell.
- STORMTAC, 2021. StormTac Web v.20.2.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T*. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STRAND, L., 2019. Hushållningssällskapet Stockholm, Uppsala, Södermanland.
- SYVERSEN, N., 2005. Effect and design of buffer zones in the Nordic climate: The influence of width, amount of surface runoff, seasonal variation and vegetation type on retention efficiency for nutrient and particle runoff. *Ecological Engineering*, Vol. 2005, Nr. Volume 24, Issue 5, s. Pages 483-490.
- TRAFIKVERKET, 2021. *Nationell vägdatas*. Nr. v. 1.0.7.12.
- UPPLANDS FÅGELSKÅDARE, 2021. Fågellokaler. *UOF*.
- UPPSALA KOMMUN, 2014. *Dagvattenprogram för Uppsala kommun*.
- UPPSALA VATTEN OCH AVFALL AB, 2015. *Belastningsberäkning för dagvattenutsläpp i Uppsala*.
- UPPSALA VATTEN OCH AVFALL AB, 2018. *Miljörapport 2018 - Hovgårdens avfallsanläggning* [internet]. Tillgängligt: <https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/rapporter-och-exjobb/miljorapporter/miljorapport-hovgarden-2018.pdf> [Hämtad 2021-6-15].
- VISS - VATTENINFORMATIONSSYSTEM SVERIGE, 2020. Mälaren-Garnsviken, WA97039841 [internet]. Tillgängligt: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA97039841> [Hämtad 2020-12-4].
- WALLSTEN, M. och BLOMQVIST, P., 1982. *Vatten i Uppsala län 1982*. Uppsala: Stiftelsen för fritidsområden och naturvård i Uppsala län.
- WRS AB, 2019. *Uppsala dagvattenplan*.

WRS AB & VATTENRESURS AB, 2008. *Vattenplan för Garnsviken.*