



Belastningsberäkningar för sjön Bjørkelangen

Haldenvassdraget vannområde

Färdig handling, 2024-02-19

TITEL	Belastningsberäkningar för sjön Björkelangen
RAPPORTNUMMER	2023-1993-A
BESTÄLLARE	Haldenvassdraget vannområde
UPPDRAGSANSVARIG	Hannes Öckerman, WRS
FÖRFATTARE	Malin Klöfverskjöld, Ebba af Petersens och Hannes Öckerman, WRS
GRANSKNING	Jonas Andersson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2024-02-19
OMSLAGSBILD	Malin Klöfverskjöld, WRS

Sammanfattning

Bjørkelangen är en cirka 300 hektar stor sjö i norra änden av Høland i Aurskog-Hølands kommun. Sjön riskerar att inte nå målet god ekologisk status till år 2033.

På uppdrag av Haldenvassdraget vannområde har WRS tagit fram belastningsberäkningar som uppskattar olika aktörers och källors bidrag till den totala belastningen av fosfor, zink, koppar, kadmium, bly, nickel och PFAS-ämnen till sjön. Beräkningarna har gjorts för punktkällor (enskilda avlopp, avloppsreningsverk och miljöfarliga verksamheter) samt för diffusa källor (skogsmark, jordbruksmark och urban markanvändning). Hästgårdar har beaktats men ansetts vara en försumbar källa.

Resultaten visar att totalt cirka 5 500 kilo fosfor årligen avrinner mot sjön Bjørkelangen från diffusa källor och punktkällor. Det största fosforbidraget är från jordbruksmark (61 %), följt av skogsmark som står för 20 % av tillförseln. Därefter följer dagvatten från urban markanvändning (11 %), utsläpp från enskilda avlopp (4 %), Bjørkelangens avloppsreningsverk (2 %), övrig öppen mark (1 %) och vattenytor (atmosfärisk deposition) (1%).

De flesta metaller förekommer naturligt i jord och berggrund men sprids också genom utsläpp från exempelvis industrier och trafik. Till Bjørkelangen bedöms en stor del av kadmium, koppar, nickel, bly och zink transporteras från rural markanvändning som skogs- och jordbruksmark, men dagvatten skulle kunna stå för en relativt stor andel av belastningen (15 till 34 % för de olika metallerna).

Gällande PFAS-ämnen är spridningen av dessa miljöstörande ämnen väldigt platsberoende och beror oftast på specifika punktkällor. Den enda kända källan i avrinningsområdet är Spillhaugs avfallsdeponi som beräknas läcka några enstaka gram PFAS. Uppskattningar för övriga källor är osäkra men det beräknas transporteras cirka 11 g/år från det tidigare förorenade grundvattnet vid Renor avfallsanlegg. Dagvatten från tätorterna och spillvatten är potentiella källor till PFAS och deras bidrag kan rimligen uppgå i några tiotals gram. Det finns ingen vetskap om några andra större punktkällor till PFAS inom avrinningsområdet. Dock uppskattas transporten av fyra PFAS-ämnen (PFAS₄) från avrinningsområdet bara behöver överskrida 42 g/år för att kommande gränsvärde för dricksvatten på 2 ng/l ska överskridas i Bjørkelangen.

För både fosfor, tungmetaller och PFAS ska det nämnas att dagvatten delvis leds till Bjørkelangens rensanlegg via kombinerade ledningsnät, varför det finns risk att bidraget från dagvatten på så sätt delvis räknas dubbelt. Uppskattningsvis består cirka 44 % av avloppsreningsverkets behandlade vatten av dagvatten eller annat ovidkommande vatten. Dagvatten är troligen en större källa till tungmetaller än till fosfor och PFAS. Därför skulle en kartering av dagvattennätet och beräkning av anslutna urbana ytor som leds till avloppsreningsverket behöva göras för att få en bättre uppskattning av de olika källornas bidrag av tungmetaller.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Syfte.....	5
2	Metod och underlag.....	6
2.1	Punktkällor	6
2.1.1	Enskilda avlopp	6
2.1.2	Avloppsreningsverk och miljöfarliga anläggningar.....	6
2.2	Diffusa källor	6
2.2.1	Jordbruksmark.....	7
2.2.2	Skogsmark, myrmark, öppen mark och vattenytor	8
2.2.3	Dagvatten från tätortsbebyggelse och vägar	8
2.2.4	Nederbörd och avrinning	10
3	Resultat	11
3.1	Enskilda avlopp	11
3.2	Avloppsreningsverk.....	12
3.3	Miljöfarlig verksamhet.....	13
3.3.1	Spillhaug avfallsdeponi.....	14
3.3.2	Renor avfallsanläggning	15
3.4	Hästhållning.....	15
3.5	Andra lantbruksdjur	15
3.6	Jordbruksmark, skogsmark, öppen mark, myrmark och dagvatten. 16	
4	Sammanställning	17
4.1	Fosfor	18
4.2	Kadmium, koppar, nickel, bly och zink	19
4.3	PFAS-ämnen	20
	Referenser	21

1 Inledning

Haldenvassdraget vannområde arbetar med att förbättra vattenkvaliteten inom hela Haldenvassdragets avrinningsområde. Vannområdet har tidigare tagit fram beräkningar av total belastning och förbättringsbehov avseende fosfor inom delar av Haldenvassdragets avrinningsområde.

Bjørkelangen är en cirka 300 hektar stor sjö med ett avrinningsområde på 270 km² (Figur 1). Sjön ligger i norra änden av Høland i Aurskog-Hølands kommun och utgör en del av Haldenvassdragets avrinningsområde. Sjön riskerar att inte nå målet god ekologisk status till år 2033 då den är kraftigt förorenad.

I arbetet med att minska näringsämnesbelastningen till Bjørkelangen behöver därför belastningsberäkningar tas fram för Bjørkelangens avrinningsområde.



Figur 1. Sjön Bjørkelangen och dess avrinningsområde som bland annat inkluderar tätorterna Aurskog och Bjørkelangen.

1.1 Syfte

Syftet med detta uppdrag har varit att ta fram en uppskattning av olika aktörers och källors bidrag till den totala belastningen av fosfor till Bjørkelangen, men även för ett antal utvalda metaller – zink, koppar, kadmium, bly och nickel – samt per- och polyfluorerade alkylsubstanser (PFAS-ämnen).

En liknande uppskattning av kvävebelastningen tas fram i en parallell utredning.

2 Metod och underlag

Den övergripande metodiken för att beräkna belastning från punktkällor och diffusa källor har bestått i att:

- Analysera data om enskilda avlopp i avrinningsområdet
- Studera data på utsläpp från Bjørkelangens avloppsreningsverk
- Studera tillgänglig information om miljöfarliga anläggningar
- Beräkna diffus tillförsel från jordbruksmark
- Beräkna belastning från dagvatten från tätorter och större vägar

2.1 Punktkällor

2.1.1 Enskilda avlopp

För uppskattning av fosforutsläpp från enskilda avloppsanläggningar till sjön Bjørkelangen har redan genomförda beräkningar per anläggning använts, tagna från WebGIS-verktyget *Avløp Aurskog-Høland: Fagsystem for private avløpsløsninger i kommunen - v1.4*. Beräkningarna inkluderar viss retention i mark, beräknat av kommunen.

2.1.2 Avloppsreningsverk och miljöfarliga anläggningar

Uppgifter om belastning från avrinningsområdets enda avloppsreningsverk, det i tätorten Bjørkelangen, har inhämtats från miljörapporter för åren 2019-2022 (*Aurskog-Høland Kommune, 2022*).

För uppgifter om belastning från två avfallsanläggningar i avrinningsområdet har *Miljøovervåking av sigevann fra Spillhaug avfallsdeponi i Aurskog-Høland kommune, Årsrapport 2022* (Mæhlum, 2023) och *Vannovervåking, 2022, Renorbekken og Breivollbekken* (Ettner och Sanne, 2023) använts.

Information om andra större punktkällor i sjön Bjørkelangens avrinningsområde har också tillhandahållits av beställaren.

2.2 Diffusa källor

Vid beräkning av teoretisk fosfortillförsel från diffusa källor på land till recipienten sammanställdes tillgängliga GIS-underlag för olika markanvändningsslag inom Bjørkelangens avrinningsområde. Den diffusa näringstillförseln från land är beroende av flertalet faktorer och lokala förutsättningar. Markanvändning, topografi, markens läckagebenägenhet, jordart och fosforhalter i marken samt klimatfaktorer är några av de styrande faktorerna för transporten av näringsämnen.

Markkarteringen baserades huvudsakligen på det nationella markkarteringslaget *AR50* (NIBIO, 2022). De kategorier som användes för markkartering är: ”bebyggt, trafik och industri”, ”jordbruksmark”, ”skogsmark”, ”mark i träda”, ”myr” och ”vatten”. Ur detta heltäckande lager klipptes vägar med en årsmedeldygnstrafik på minst 3 000 fordon ut enligt trafikuppgifter i kartlager från Geonorge. Dessa vägar benämns fortsatt som ”större vägar”. Mark i träda samt ytor av den jordbruksmark i lagret *AR50* som inte fanns med i NIBIO:s lager *uttak_korn_og_gräs* betraktades som öppen mark.

GIS-bearbetningen resulterade i de markanvändningsarealer som visas i Tabell 1.

Tabell 1. Markanvändningsarealer enligt utförd kartering. "Dagvattenalstrande ytor" inkluderar ytor som enligt det nationella markkarteringslagret AR50 klassas som "bebyggt, trafik och industri" samt "större vägar".

Markanvändning	Areal (km ²)	Andel
Skogsmark	200	74 %
Jordbruksmark	38	14 %
Myrmark	11	4 %
Vattenytor	11	4 %
Öppen mark	6	2 %
Dagvattenalstrande ytor	7	3 %
Summa	270	100 %

2.2.1 Jordbruksmark

Fosfor

För ytor kategoriserade som jordbruksmark i Tabell 1 användes sedan GIS-lagret *uttak_korn_og_gras_2021_3026* från NIBIO för att få information om vad jordbruksmarken används till. Kategorierna "gras" och "usikker" antogs vara betesmark eller vallodling och benämns framöver som "bete/övrig åkermark". Marken i denna kategori är mindre intensivt brukad och har därför lägre läckagekoefficient än åkrar med spannmålsodling. Mark tillhörande kategorin "korn" bedöms som mer produktiv åkermark och benämns fortsättningsvis som "åker".

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 i *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark* (Johnsson m.fl., 2019). Modellerna bygger bland annat på klimatdata, fosforhalter i marken, jordartsförhållanden, markens lutning samt grödor som odlas. Modellens resultat är förväntade normalläckage i olika regioner beroende på grödor och jordarter och bör ge rimliga uppskattningar även för Bjørkelangens avrinningsområde.

I denna utredning har SMED:s framtagna läckagekoefficienter för läckageregion 11 (Västsvenska dalsjöområdet) (SMED, 2019; Figur 6) (SMED, 2019) använts vid beräkning av jordbruksmarkens årliga tillförsel av fosfor. För "åker" användes respektive jordarts genomsnittliga läckagekoefficient och för "bete/övrig mark" användes läckagekoefficienter för vallodling. Markens jordartsfördelning bestämdes med hjälp av WMS-lagret *Texturgrupper i plogsjikt* från NIBIO. En manuell bearbetning har gjorts i QGIS för att tilldela varje jordbruksareal en viss jordart.

Förutom nederbörd och avrinningsförhållanden har just jordarten stor betydelse för fosforläckage. Exempelvis har generellt områden med lerjordar, som ger upphov till makroporer i markprofilen, och områden med hög erosionskänslighet, högre fosforläckage.

Metaller

För beräkning av bakgrundsbelastning av metaller från jordbruksmark användes föreslagna nationella typhalter för Sverige enligt en rapport från SMED, *Bruttobelastning på vatten av metaller från punktkällor och diffusa källor - slutrapport* (IVL Svenska miljöinstitutet, 2010).

2.2.2 Skogsmark, myrmark, öppen mark och vattenytor

Fosfor

För markanvändningarna skogsmark, myr och öppen mark har typiska fosforläckagehalter från en annan SMED-rapport, *Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2017 - Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation* (Havs- och Vattenmyndigheten, 2019) för samma läckageregion som ovan (Västsvenska dalsjöområdet, nr. 11) använts.

Belastningen från vattenytor har beräknats utifrån typhalter för atmosfärisk deposition.

Metaller

Enligt rapporten *Bruttobelastning på vatten av metaller från punktkällor och diffusa källor* (IVL Svenska miljöinstitutet, 2010) skiljer sig bakgrundsbelastningen av metaller från skogsmark, myrmark och öppen mark mellan olika svenska regioner. Här användes typhalter för närmsta belägna läckageregion, *Ekoregion 6*¹ (IVL Svenska miljöinstitutet, 2010; Figur 3). En separat beräkning genomfördes för atmosfärisk deposition av metaller på arealer karterade som vattenytor, där typhalter avlästes från kartfigurer över Sverige i samma rapport.

2.2.3 Dagvatten från tätortsbebyggelse och vägar

För de arealer som enligt den nationella markkarteringen klassats som ”bebyggt, trafik och industri” gjordes en mer detaljerad markanvändningskartering manuellt utifrån okulär analys av ortofoton. Belastningsberäkningar för dagvattnet modellerades sedan i beräkningsprogrammet Stormtac (2023).

I dessa beräkningar ingår belastningen från dagvatten som avrinner från tätorterna Björkelangen och Aurskog där marken främst består av villaområden samt en mindre del centrumområden och industriområden (Tabell 2). Totalt beräknas dagvatten alstras från cirka 700 hektar. En relativt stor andel av den här marken är kategoriserad som ”gård vid jordbruksmark”, vilket innebär områden med gårdar som kan ligga både tätortsnära och långt ifrån tätorterna.

¹ Ekoregion 6 innefattar sydvästra Sverige, söder om norrlandsgränsen, inom vattendelaren till Västerhavet, under 200 m.ö.h. Visserligen är Björkelangens avrinningsområde generellt något högre än 200 m.ö.h. men Ekoregion 6 bedömdes ändå mer lämplig än alternativet Ekoregion 2 som är *Norrlands inland, under trädgränsen över högsta kustlinjen*.

Tabell 2. Markanvändningskartering av arealer klassade som "bebyggt, trafik och industri" samt större vägar. Ytorna har utgjort indata för dagvattenbelastningsberäkningar i beräkningsprogrammet Stormtac (2023).

Markanvändning	Areal (ha)
Väg (ÅDT 3 100)	7,3
Väg (ÅDT 3 500)	0,46
Väg (ÅDT 4 100)	0,53
Väg (ÅDT 5 200)	2,1
Väg (ÅDT 5 400)	0,76
Väg (ÅDT 5 700)	1,1
Väg (ÅDT 6 500)	1,6
Väg (ÅDT 7 400)	2,9
Väg (ÅDT 7 600)	3,8
Väg (ÅDT 8 000)	0,17
Villaområde	300
Radhusområde	14
Flerfamiljshusområde	12
Fritidshusområde	37
Centrumområde	49
Industriområde	43
Skogsmark (inom urbant område)	16
Skolområde	29
Begravningsplats	8,1
Industriområde, mindre förorenat	6,9
Gård vid jordbruksmark	160
Summa	700

2.2.4 Nederbörd och avrinning

Enligt Vattenwebb (SMHI och Havs- och Vattenmyndigheten, 2024) har avrinningsområdet *Utloppet av Bjørkelangen* (nr. 65780) en årsnederbörd på 980 mm/år² för åren 1991–2020. Nederbörden har använts för beräkningar av föroreningstransport från dagvatten (avsnitt 2.2.3).

Samma källa (SMHI och Havs- och Vattenmyndigheten, 2024) anger årsmedelavrinningen till 410 mm/år. Denna har tillsammans med nämnda typhalter i avsnitt 2.2.1 och 2.2.2 för att beräkna föroreningstransport från jordbruksmark, skogsmark, öppen mark, myrmark och vattenytor.

Framtida klimatförändringar

Årsnederbörden beräknas öka med i medeltal 15 % i Aurskog-Høland kommun till år 2071-2100 enligt klimatscenario RCP 8.5 (Meteorologisk institutt, 2018). Nederbörden beräknas öka främst under vår- och vintermånaderna. Samtidigt förväntas årsmedelavrinningen minska på grund av ökade temperaturer och evapotranspiration med 5 till 35 % (Geonorge, 2024).

För de summerade belastningsberäkningarna över hela avrinningsområdet bedömer vi de framtida klimatförändringarna ha minimal eller liten inverkan. Det är framför allt markanvändningen som spelar roll för hur mycket närsalter och föroreningar som ackumuleras på en yta. Om föroreningarna sedan avrinner med ändrade vattenmängder innebär det främst att halterna av föroreningarna blir mer eller mindre spädda.

Ovan resonemang gäller för dagvatten. Vi ser exempelvis inte stöd för att föroreningsmängderna skulle öka från en bilväg bara för att nederbördsmängden gör det. Däremot skulle föroreningbelastningen öka om trafiken och antalet fordon (ÅDT) skulle öka.

Även för jordbruksmark gäller detta resonemang. Det är framför allt brukningsmetoderna (plöjning, användning av gödsel) och jordart som spelar roll för transporten av näringsämnen. Däremot är det viktigt att poängtera att framtida klimat med kraftigare och mer frekventa skyfall möjligen kommer att påverka erosionskänsliga jordar mer. Dessa jordar, om de har dålig dränering, är känsliga för kraftiga regn, då framför allt mycket fosfor riskerar att avrinna.

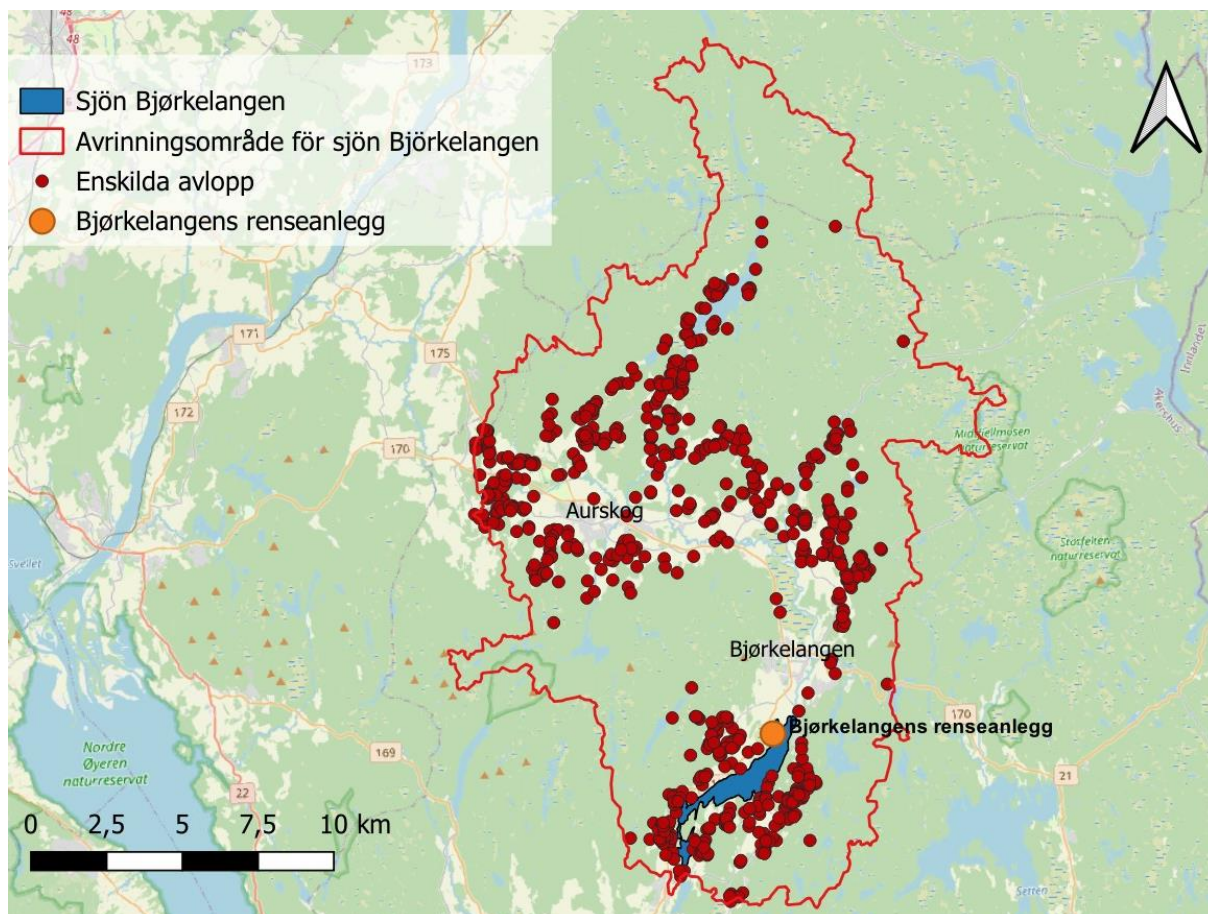
För andra mer naturliga marker som skogsmark, öppen mark, myrmark och vattenytor, kan möjligen transporten av näringsämnen och metaller ändras något med ökad nederbörd och minskad avrinning. I dessa marker är det mestadels naturliga processer som styr urlakningen av ämnen. Samtidigt står dessa marker för en relativt liten andel av belastningen i förhållande till deras ytor. För att minska transporten av näringsämnen och metaller från dessa marker är det troligen positivt att bland annat minska kalhyggen i skogen och återväta utdikade vattendrag och våtmarker.

² Vi har valt att använda siffror för nederbörd och avrinning från SMHI:s Vattenwebb. Det finns också siffror för nederbörd i rapporten *Klimarapport for Aurskog-Høland* (Meteorologisk institutt, 2018) som visar på 700-840 mm/år i Aurskog-Hølands kommun. Dessa siffror sträcker sig dock tillbaka över en längre period (1939–2018) och är möjligen inte heller korrigerade för felkällor vid mätning (vind, avdunstning, adhesion m.m.).

3 Resultat

3.1 Enskilda avlopp

Det finns cirka 730 enskilda avloppsanläggningar i Bjørkelangens avrinningsområde (Figur 2). Den vanligaste anläggningstypen är minireningsverk följt av infiltrationsanläggning. De enskilda avloppen beräknas tillföra cirka 230 kg fosfor årligen till sjön (NIBIO Miljø og naturressurser, 2024).



Figur 2. Karta över enskilda avlopp och avloppsreningsverk i Bjørkelangens avrinningsområde.

Avloppsvatten från enskilda avlopp inneholder vanligvis låge halter av tungmetaller. Urin og fekaler bidrar med små mængder metaller medan BDT-vatten står for hushållens største metallbidrag (Vinnerås, 2002). I Tabell 3 vises schablonsiffror på metallhalter i avloppsvatten. Observera at dessa är före rening.

Tabell 3. Schablonsiffror metaller i orenat hushållsavloppsvatten, per person og år (Vinnerås, 2002).

Ämne	Mängd per person
Cd (Kadmium)	0,019 g/år
Cu (Koppar)	3,3 g/år
Ni (Nickel)	0,48 g/år
Pb (Bly)	0,36 g/år
Zn (Zink)	7,6 g/år

Av de metaller som finns i avloppsvatten hamnar större delen av de flesta metaller i slammet och endast en mindre del återfinns i utgående vatten. Zink, koppar, bly och kadmium tillhör de metaller som till största del avskiljs i slammet medan nickel framförallt följer med det renade avloppsvattnet till recipienten (Lagerkvist, 2004). Det finns dock bristfälligt med underlag för att kunna sätta några siffror på bidraget från enskilda avlopp.

Rimligen är PFAS-halterna i avloppsvatten från enskilda avlopp låga, även om det finns potentiella källor till PFAS i BDT-vattnet, så som diskvatten från teflonbeklädda stekpannor eller tvättvattnet från regnkläder med impregnering. Det finns dock oss veterligen inga tillgängliga data på detta.

3.2 Avloppsreningsverk

Det finns ett avloppsreningsverk (renseanlegg) i Bjørkelangens avrinningsområde (Figur 2). Bjørkelangens rensanlegg tar emot avloppsvatten från Bjørkelangen, Lierfoss, Aurskog och Finstadbru. Reningsverket byggdes 2003 och har biologisk och kemisk rening. Det renade avloppsvattnet släpps ut på 9 meters djup i sjön Bjørkelangen via en 440 meter lång utloppsledning. Reningsverket är dimensionerat för 10 000 personekvivalenter, och har cirka 8 000 personer anslutna idag.

Reningsverket har krav på minst 93 % rening av fosfor. Den verkliga fosforavskiljningen låg på cirka 97 % under 2019–2022. Detta ger en total utsläppsmängd på cirka 120 kg fosfor per år (Tabell 4) inklusive bräddning. Bräddning sker vid pumpstationerna vid höga flöden, och motsvarar vanligen någon procent av det totala flödet in till reningsverket.

Tabell 4. Nyckeltal för utsläpp av fosfor från Bjørkelangens rensanlegg (Aurskog-Høland Kommune, 2022).

Parameter		2019	2020	2021	2022	Medel
Utgående fosfor (mängd)	kg/år	125	123	113	105	117
Utgående fosfor (halt)	mg/l	0,11	0,12	0,12	0,15	0,13
Reningsgrad	%	96	97	98	98	97

Förutom näringsämnen och organiskt material som mäts i kontrollprogrammen, innehåller avloppsvatten en del tungmetaller. Tungmetallerna kommer till exempel från anslutna industrier och andra verksamheter, vattenledningsrör och skurvatten. Det mesta av tungmetallerna sedimenterar i reningsverket och hamnar i slammet. Slammet från Bjørkelangens rensanlegg är av god kvalitet, det vill säga tungmetallhalterna i slammet ligger under gränsvärdena för användning inom jordbruk.

En överslagsberäkning baserat på ett stickprov i utgående vatten från Bjørkelangens rensanlegg, visar på en årlig tillförsel av tungmetaller till sjön Bjørkelangen på några kilo per år (Tabell 5).

Tabell 5. Utsläpp av tungmetaller i utgående avloppsvatten från Bjørkelangens renseanlegg* (överslagsberäkning).

Ämne	Mängd (kg/år)
Cd (Kadmium)	0,02
Cu (Koppar)	5,3
Ni (Nickel)	7,4
Pb (Bly)	0,53
Zn (Zink)	15

*Baserat på ett stickprov och ett antaget flöde på 740 000 m³/år

Vid Bjørkelangens renseanlegg sker inte provtagning av PFAS i avloppsvattnet. Svenska studier har visat att de mängder PFAS som sprids till miljön via avloppsvatten och avloppsslam kan anses utgöra en mindre del av den totala mängden (Svenskt Vatten, 2022). Icke desto mindre är det önskvärt att minska och begränsa spridningen av dessa miljöstörande ämnen.

I Uppsala stad finns vissa data gällande PFAS och avloppsvatten. Det kommunala avloppsreningsverket, Kungsängsverket, är betydligt större än Bjørkelangen, varför jämförelser kan halta och ska tolkas med försiktighet. Uppsala Vatten har gjort massbalansberäkningar som indikerar att det renade avloppsvattnet kan stå för cirka 8–30 % av den totala mängden PFAS i recipienten (Fyrisån). Under 2020–2022 uppmättes PFOS-halter på 7–14 ng/l och PFAS₁₁-halter på 24–46 ng/l i utgående avloppsvatten. Genom uppströmsarbete är det dock känt att det finns ett antal betydande punktkällor till PFAS i avloppsvattnet så som militär verksamhet och läkemedelsföretag (Uppsala Vatten, 2023).

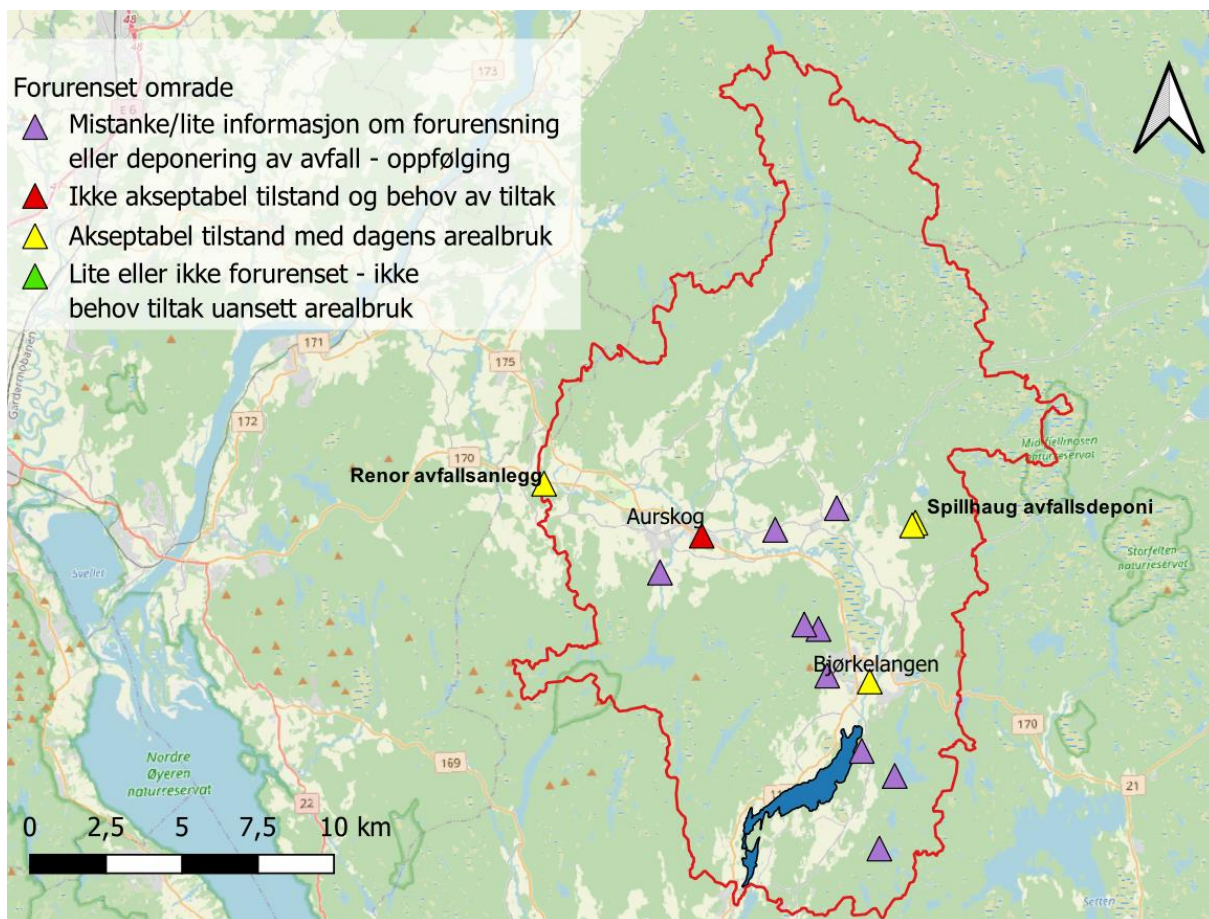
Om en antar, trots stora osäkerheter, att liknande PFAS-halter skulle finnas i utgående avloppsvatten från Bjørkelangens renseanlegg, skulle detta motsvara utgående mängder av PFOS på 5–10 g/år och av PFAS₁₁ på 17–32 g/år.

3.3 Miljöfarlig verksamhet

I Bjørkelangens avrinningsområde finns två miljöfarliga verksamheter där data över provtagning av föroreningar har erhållits: Spillhaug avfallsdeponi (avsnitt 3.3.1) och Renor avfallsanlegg (avsnitt 3.3.2). Båda dessa verksamheter anses idag ha ett ”acceptabelt tillstånd” men hänsyn till markanvändningen (Figur 3). Det finns även ett bebyggt område i tätorten Bjørkelangen, Stasjonsveien 27, med ”acceptabelt tillstånd” efter att år 2012 ha sanerat mark med bly och alifater (oljeföroreningar) (Miljødirektoratet, 2024a).

Inom avrinningsområdet finns även nio platser med misstanke eller bristande information om förorening där uppföljning krävs, och en plats med ”icke-acceptabelt tillstånd” (Figur 3), Myrfalet 7A i Aurskog. På Myrfalet 7A har mark med högre halter av koppar och alifater (oljeföroreningar) påträffats men det går inte att fastställa om detta riskerar att läcka ut till vattnet.

Miljöfarlig verksamhet som kan tillföra föroreningar till mark och vatten skiljer sig mycket åt. Det går därför inte att bedöma föroreningsnivån för andra platser än Spillhaug och Renor utan provtagningsdata. Det är dock känt att lak- och dagvatten från dessa typer av verksamheter potentiellt kan innehålla höga halter av både tungmetaller, PFAS och andra föroreningar, varför aktiv tillsyn av områdena bör bedrivas.



Figur 3. Förorenade områden i Bjørkelangens avrinningsområde med bedömd påverkningsgrad enligt NIBIO.

3.3.1 Spillhaug avfallsdeponi

Vid Spillhaug avfallsdeponi finns en reningsanläggning som renar lakvattnet (sigevann). Deponin, som avslutades i 2003, har en samlad deponiareal på cirka 3,5 hektar och en avfallsvolym på cirka 250 000 m³.

Nivåerna av miljögifter i utloppet från reningsanläggningen vid Spillhaugs avfallsdeponi är låga och koncentrationerna av tungmetaller är huvudsakligen under tröskelvärderna som anses vara skadliga. Se en uppskattning av utgående mängder tungmetaller i Tabell 6.

Tabell 6. Beräknade* utgående mängder tungmetaller från reningsanläggningen vid Spillhaugs avfallsdeponi.

Ämne	Mängd (kg/år)
Cd (Kadmium)	0,002
Cu (Koppar)	0,091
Ni (Nickel)	0,15
Pb (Bly)	0,007
Zn (Zink)	0,27

* Baserat på genomsnittliga utsläppskoncentrationer från åren 2005–2009 och genomsnittliga flöden från 2018–2022.

Från samma deponi är beräknat årligt utsläpp av PFAS-ämnena (i huvudsak PFOA, PFOS, PFHxA och PFHxS) cirka 3 gram och av fosfor cirka 0,5 kg (Mæhlum, 2023).

3.3.2 Renor avfallsanläggning

Renor avfallsanlegg har varit i drift sedan 1981 för mottagning, sortering och förbehandling av farligt avfall. Tidiga aktiviteter har bidragit till förorening av grundvattnet. För snart tjugo år sedan moderniserades anläggningen. Flera olika åtgärder har genomförts för att minska miljöriskerna, exempelvis lagring under tak, oljeavskiljare och tät betongplatta. Inget processvatten släpps ut från anläggningen, bara dagvatten, som renas med hjälp av oljeavskiljare och en sedimentationsbassäng (Ettner och Sanne, 2023).

Miljöövervakning sker i närliggande Renorbekken. Det finns inget som tyder på signifikanta mängder tungmetaller eller organiska föroreningar från anläggningen. Det har emellertid påvisats PFAS i Renorbekken. Källan till detta har tidigare konstaterats vara förorenat grundvatten under anläggningen som härrör från gamla synder från anläggningen (Ettner och Sanne, 2023).

Med hjälp av data från rapporten *Vannovervåking, 2022 - Renorbekken og Breivollbekken* (Ettner och Sanne, 2023) och ett uppskattat avrinningsområde till provpunkten *Breivollbekken ned* på 410 hektar har transporten av PFAS-ämnen från Renorbekken och Renor avfallsanlegg uppskattats. Den ökning av PFAS-halter som uppmäts i Breivollbekken (nedströms Renorbekken) motsvarar en ungefärlig transport av 3 g PFOS/år eller 11 g PFAS₁₁/år. Samtidigt ska tilläggas att PFAS uppmäts även uppströms Renor avfallsanlegg (i provpunkt *Breivollbekken opp*) och den totala PFOS-transporten från hela delavrinningsområdet som är Finstadbekken är cirka 21 g/år baserat på data från Vann-nett (Miljødirektoratet, 2024b). Renor avfallsanlegg står alltså bara för cirka 16 % av denna transport. Det är därför troligt att det finns andra källor till PFAS i avrinningsområdet.

3.4 Hästhållning

Kännetecknande för många hästgårdar är att fosformängden i hästtagarna ackumuleras. Det beror på att det inte sker något uttag av fosfor från hästhagen i form av skörd. Det hästarna äter återförs till marken med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder såsom hö och kraftfoder. Många hästtagar är dessutom hårt upptrampade och saknar vegetation, speciellt vid grindhål och utfodringsplatser. I Sverige finns många renodlade hästgårdar där inget jordbruk bedrivs. För dessa blir gödseln ett avfallsproblem som kan bli liggande långa perioder om det inte finns någon avsättning i närheten. Större hästgårdar med närhet till vattendrag kan därför vara betydande källor till fosforbelastning.

I Bjørkelangens avrinningsområde finns få renodlade hästgårdar. De flesta hästägare har också andra husdjur. De som har lantbruksdjur har krav på sig att ha en gödselplan, och där ingår också hästgödseln. Finns det hästgårdar som inte är lantbruk så rör det sig om mindre gårdar med ett fåtal hästar. Det vanliga är att man ger bort gödseln till aktiva lantbrukare. Då hästgödsel inte förefaller vara en stor källa till fosforbelastningen till sjön Bjørkelangen så har inte hästgårdar inkluderats i källfördelningen.

3.5 Andra lantbruksdjur

För lantbruksdjur görs i denna rapport ingen särskild kartläggning. Vi har gjort antagandet att gödseln från lantbruksdjur ingår i näringskretsloppet på gården och används i växtodlingen. Läckage från gödselade åkerarealer beräknas och beskrivs i avsnitt 3.6. Det är inte osannolikt att intensiva djurgårdar kan utgöra en punktbelastning, på samma sätt som hästgårdar kan få en ackumulering av näring runt vattenkar, utfodringsplatser, leriga grindhål med mera. Det är dock svårt att göra schablonberäkningar för detta. För dessa gårdar är det bästa att göra gårdsspecifika

vattenplaner där källorna till näringsbelastning på en viss gård kartläggs och utifrån detta tas förslag på förbättringar och åtgärder fram.

3.6 Jordbruksmark, skogsmark, öppen mark, myrmark och dagvatten

Resultat av fosforbelastningsberäkningar visar att läckage från jordbruksmark är den största diffusa källan till fosforbelastning i Bjørkelangen (3 300 kg/år), följt av skogsmark (1 100 kg/år) och dagvatten från tätorter och större vägar (600 kg/år) (Tabell 7).

Tabell 7. Fosforbelastning (kg/år) från diffusa källor i Bjørkelangens avrinningsområde: jordbruksmark, skogsmark och myrmark, öppen mark, vattenytor (atmosfärisk deposition) samt dagvattenalstrande ytor (bebyggt område, vägar och industri inklusive större vägar).

Skogsmark och myrmark	Jordbruksmark	Öppen mark	Vattenytor	Dagvatten (tätort m.m.)	Summa
1 100	3 300	60	55	600	5 100

Urläkning av metaller från naturmark är kopplat till pH, som avgör om metallerna till största del befinner sig i bunden eller lös form i mark- och grundvattnet. Enligt typhalterna för aktuell läckage-region läcker kadmium och zink generellt något mer från skogsmark än från jordbruksmark medan koppar och nickel vanligen läcker mer från jordbruksmark. Bly har liknande typhalter för såväl skogsmark som jordbruksmark (SMED, 2010).

Eftersom skogsmark dominerar i avrinningsområdet är bakgrundsbelastningen av kadmium, koppar, bly och zink betydligt större från skogsmark än från jordbruksmark. Nickelläckage är dock något större från jordbruksmarken än från skogsmarken. Atmosfärisk deposition av både fosfor och metaller kan variera mycket, vilket gör beräkningarna för vattenytor osäkra. Samtidigt är belastningen från dessa ytor liten i jämförelse med bidragen från de flesta andra källor. Däremot beräknas en betydande tillförsel av metaller nå Bjørkelangen via dagvattnet, som beräknas stå för mellan 15 och 34 % av den totala belastningen från diffus avrinning beroende på ämne (Tabell 8). Detta trots att urbana ytor endast utgör 2,6 % av avrinningsområdets totala markanvändning (Tabell 1).

Från diffus avrinning är rimligen endast urbana ytor tänkbara källor till PFAS-ämnena. Med hjälp av schablonhalter av PFOS i Stormtac (2023) har det uppskattats att cirka 35 gram PFOS per år kan tillföras Bjørkelangen (Tabell 8). Beräkningarna har dock hög osäkerhet och i verkligheten är variationen stor mellan olika tätorter och olika urbana ytor.

Tabell 8. Resultat från belastningsberäkningar av metaller från olika diffusa källor till Bjørkelangen. Siffror i rött är osäkra data.

	Cd kg/år	Cu kg/år	Ni kg/år	Pb kg/år	Zn kg/år	PFOS g/år
Skogsmark och myrmark	2,2	120	49	40	510	
Jordbruksmark	0,19	50	55	7,1	63	
Öppen mark	0,03	2,9	1,5	1,1	9,8	
Vattenytor	0,28	3,9	1,7	6,6	39	
Dagvatten	1,4	58	20	27	260	35
Summa	4,1	230	130	82	880	

4 Sammanställning

I detta avsnitt redovisas belastningen av olika föroreningar till Bjørkelangen från diffusa källor och punktkällor. För fosfor anser vi underlagen vara relativt väl underbyggda och de allra flesta stora källor är rimligen inkluderade. Därför presenteras resultaten för fosfor i ett tårtdiagram (avsnitt 4.1). För metaller (avsnitt 4.2) kan andra punktkällor förekomma, likaså för PFAS-ämnen (avsnitt 4.3). För PFAS saknas dessutom data och de data som finns har hög osäkerhet. Därför presenteras dessa i tabellform.

Antagande för dagvatten

En del av tätorten Bjørkelangens dagvatten rinner i kombinerade nät och når därför Bjørkelangens rensanlegg. Därför är det troligt att siffrorna för dagvatten i detta avsnitt är något överskattade, då en del av föroreningarna – både fosfor och metaller (troligen PFAS i liten utsträckning) – i verkligheten hamnar i avloppsslammet och aldrig når recipienten.

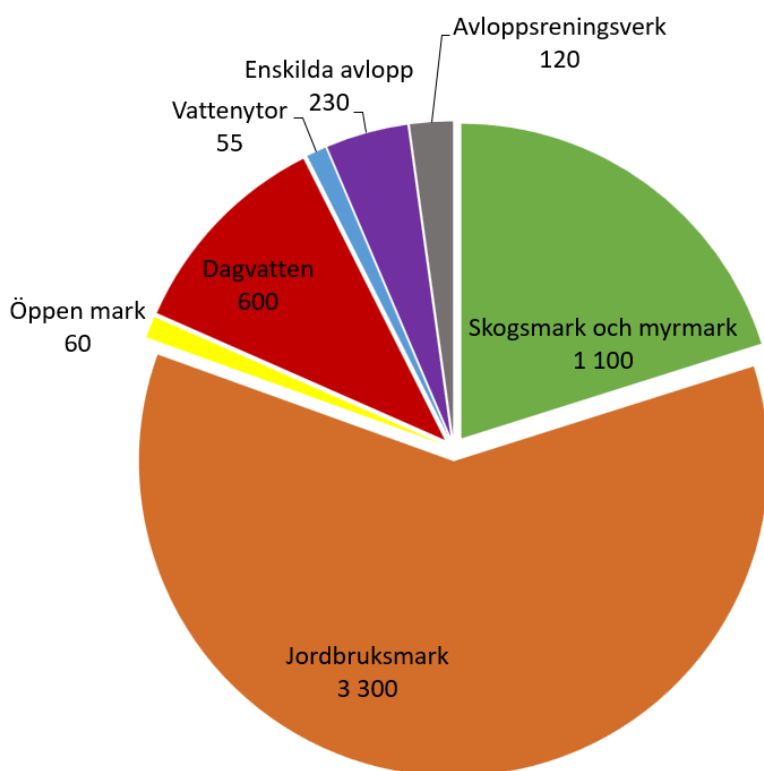
Med ett medelflöde av behandlat vatten i Bjørkelangens rensanlegg på 740 000 m³/år under perioden 2019-2022 och knappt 8 000 anslutna pe (Aurskog-Høland Kommune, 2022) motsvarar detta ett flöde på cirka 250 l/pe/d. En genomsnittlig vattenanvändning i Norge är cirka 140 l/pe/d (Norsk Vann, 2016). En uppskattning är alltså att cirka 44 %, eller 330 000 m³/år, av avloppsreningsverkets behandlade vatten är dagvatten eller annat ovidkommande vatten.

I denna utredning har dock en förenklad metod antagits i samråd med beställaren, där det antas att inget dagvatten renas i avloppsreningsverket utan istället rinner direkt ut till recipienten.

4.1 Fosfor

Totalt 5 500 kg fosfor beräknas belasta sjön Bjørkelangen årligen, varav drygt 5 100 kg från diffusa källor och 350 kg från punktkällor inom sjöns avrinningsområde. Jordbruksmark ger det enskilt största bidraget på 3 300 kg per år, därefter kommer skogsmark med 1 100 kg årligen. Dagvatten står för det tredje största bidraget på 600 kg/år. Från ytor som karterats som öppen mark och vattenytor tillkommer mindre mängder, cirka 60 kg/år vardera. Punktkällor beräknas ge upphov till transport av totalt 350 kg fosfor årligen, där 230 kg beräknas komma ifrån enskilda avlopp och 120 kg från Bjørkelangens avloppsreningsverk. Från Spillhaug avfallsdeponi kommer endast 0,5 kg per år. Hästgårdar bedöms bidra med i sammanhanget små mängder. Därför redovisas dessa två källor inte i Figur 4.

Källfördelning för fosforbelastning från diffusa källor och punktkällor (kg P/år)



Figur 4. Källfördelning över fosfortillförsel från diffusa källor och punktkällor till Bjørkelangen.

4.2 Kadmium, koppar, nickel, bly och zink

De flesta metaller förekommer naturligt i vår jord och berggrund. Höga koncentrationer kan dock innebära risker för både miljö och hälsa. Metaller sprids främst genom utsläpp från industriella tillverkningsprocesser, energiproduktion, trafik, avfallsförbränning med mera. Exempel där metaller ofta förekommer i höga halter är gruvor, metallindustrier, glasbruk och garverier.

I Tabell 9 redovisas en uppskattad årlig belastning av utvalda metaller till Bjørkelangen från olika källor. För diffusa källor har schablonsiffror använts för beräkningar. För punktkällor har grova beräkningar gjorts utifrån medelhalter och medelflöden. I tabellen redovisas kända punktkällor och där underlag funnits för att göra uppskattningar. Observera att det potentiellt kan finnas andra punktkällor inom avrinningsområdet.

Den största mängden metaller beräknas härröra från avrinning från skogs- och myrmark, men för nickel är jordbruksmark en något större källa. En relativt stor andel tungmetaller antas tillföras sjön från dagvattnet.

Tabell 9. Uppskattad årlig belastning av utvalda metaller till sjön Bjørkelangen från olika källor (schablonberäkningar).

	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
<i>Diffusa källor</i>					
Skogsmark och myrmark	2,2	120	49	40	510
Jordbruksmark	0,19	50	55	7,1	63
Öppen mark	0,03	2,9	1,5	1,1	9,8
Vattenytor	0,28	3,9	1,7	6,6	39
Dagvatten	1,4	58	20	27	260
<i>Punktkällor*</i>					
Bjørkelangens renseanlegg	0,02	5,3	7,4	0,53	15
Spillhaug avfallsdeponi	0,002	0,091	0,15	0,007	0,27
Delsumma	4,1	240	140	83	900
Renor avfallsanlegg			Okänt		
Enskilda avlopp			Små mängder		
Hästgårdar			Små mängder		

*Angivna punktkällor är de som vi har information om. Det kan finnas fler punktkällor som bidrar med metaller till Bjørkelangen.

4.3 PFAS-ämnen

PFAS-ämnen har använts i ett stort antal produkter ända sedan 1950-talet. De finns bland annat i rengöringsmedel, insektsbekämpningsmedel, skidvalla och brandsläckningsskum. De används även vid ytbehandling av livsmedelsförpackningar, för att göra kläder vattenavvisande och för att förhindra att mat bränns fast i stekpannor och kastruller. PFAS-ämnen är både persistenta och vattenlösliga, varför de finns kvar i lång tid framöver om de släpps ut till miljön.

PFOS och PFOA är de historiskt mest använda PFAS-ämnena och är numera förbjudna inom EU och Norge. Norge har tillsammans med Sverige, Tyskland, Danmark och Nederländerna även tagit fram ett förslag om att förbjuda hela gruppen av PFAS-ämnen (Miljødirektoratet, 2023).

Bjørkelangen är inte klassificerad avseende PFAS (Miljødirektoratet, 2024c) så det finns inga mätdata. I sjöns avrinningsområde är den enda kända källan till PFAS Spillhaugs avfallsdeponi med cirka 3 gram per år (Tabell 10). Det är också känt att högre PFAS-halter har uppmätts i Renorbekken nedströms Renor avfallsanlegg, vilka härrör från tidigare förorenat grundvatten. Denna äldre synd har uppskattats kunna stå för en transport av cirka 11 g/år men mätdata indikerar också att det finns andra källor till PFAS inom detta delavrinningsområde (Finstadbekken).

Dagvatten från tätorterna och Bjørkelangens renseanlegg är andra potentiella källor till PFAS som skulle kunna bidra med några tiotals gram PFAS om det finns PFAS-alstrande verksamheter som släpper processvatten till spill- eller dagvattennätet. Om det finns tidigare brandövningsplatser inom avrinningsområdet är dessa också typiska källor till PFAS.

Idag finns inga gränsvärden för PFAS i regelverket för dricksvatten. Dock har det i EU:s dricksvattendirektiv lagts till ett gränsvärde på 100 ng/l för PFAS₂₀. I Norge har Folkehelseinstituttet rekommenderat Mattilsynet att införa ett gränsvärde på 4 ng/l för PFAS₄ (PFOA, PFNA, PFOS och PFHxS) som dock inte gäller innan år 2026 (Mattilsynet, 2023). Med detta som bakgrund kan det konstateras att det endast krävs en transport på 42 g/år från Bjørkelangens avrinningsområde av dessa fyra PFAS-ämnen för att sjön ska överskrida detta gränsvärde.

Tabell 10. Sammanställning av potentiella källor till PFAS-ämnen. Observera att siffror i rött är mycket osäkra.

	PFAS-ämnen	PFOS
	g/år	g/år
Spillhaugs avfallsdeponi	3	0,9
Dagvatten	-	35
Bjørkelangens renseanlegg	17-32*	5-10*
Renor avfallsanlegg**	11	3
(Finstadbekken)	-	(21)
Andra punktkällor	?	?
Gräns för 100 ng/l PFAS ₂₀	2 100	
Gräns för 2 ng/l PFAS ₄	42	

* Beräknade med PFAS-halter från Uppsala stads avloppsreningsverk applicerat på Bjørkelangens avloppsreningsverks flöden. Ska enbart tolkas som en grov uppskattning av möjligt bidrag från avloppsvatten.

** Gamla synder från tidigare förorenat grundvatten

Referenser

- AURSKOG-HØLAND KOMMUNE, 2022. *Årsrapport for Bjørkelangen, Løken, Setskog, Rømskog og Haukenes renseanlegg*. Drammen: Rambøll.
- ETTNER, D. och SANNE, E.H., 2023. *Vannovervåking, 2022 - Renorbekken og Breivollbekken*. Renor AS.
- GEONORGE, 2024. Kartkatalogen [internet]. Tillgängligt: <https://kartkatalog.geonorge.no/kart?lat=6642001.07318161&lon=294019.590250858&search=middel&zoon=9.132624555903709> [Hämtad 2024-2-14].
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019. *Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2017 - Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation*. Göteborg, Nr. 2019:20.
- IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET, 2010. *Bruttobelastning på vatten av metaller från punktkällor och diffusa källor - slutrapport*. Norrköping: Ejhed, H., Liljeberg, M., Olshammar, M., Wallin, M., Rönnback, P. och Stenström, A., Nr. 2010–41.
- JOHANSSON, H., MÅRTENSSON, K., LINDSJÖ, 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.
- LAGERKVIST, R., 2004. *Golvskurvatten från industrier och verkstäder*. Svenskt Vatten AB, Nr. R nr 36-2004.
- MATTILSYNET, 2023. PFAS i mat, drikkevann og fôr [internet]. Tillgängligt: <https://www.mattilsynet.no/mat-og-drikke/uonskede-stoffer-i-mat/miljogifter/ulike-typer-miljogifter/Pfas-i-mat-drikkevann-og-f%C3%B4r> [Hämtad 2024-2-5].
- METEOROLOGISK INSTITUTT, 2018. *Klimarapport for Aurskog-Høland - Temperatur og nedbør i dagens og framtidens klima*. Oslo: E. Lundstad och A. S. Håvelsrud Andersen, Nr. 14/2018.
- MILJØDIREKTORATET, 2023. Forbud mot PFAS [internet]. *Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency*. Tillgängligt: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/kjemikalier/reach/restriksjoner-under-reach/forbud-mot-pfas/> [Hämtad 2024-2-5].
- MILJØDIREKTORATET, 2024a. Grunnforurensning [internet]. Tillgängligt: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/> [Hämtad 2024-2-19].
- MILJØDIREKTORATET, 2024b. VannNett-Portal - Finstadbekken [internet]. Tillgängligt: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/001-349-R> [Hämtad 2024-2-5].
- MILJØDIREKTORATET, 2024c. VannNett-Portal - Bjørkelangen [internet]. Tillgängligt: <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/001-330-L> [Hämtad 2024-2-5].
- MÆHLUM, T., 2023. *Miljøovervåking av sigevann fra Spillhaug avfallsdeponi i Aurskog-Høland kommune Årsrapport 2022*. NIBIO Miljø og naturressurser, Ås, Nr. VOL. 9 NR. 35.
- NIBIO MILJØ OG NATURRESSURSER, 2024. WebGIS avløp Aurskog-Høland [internet]. [Hämtad 2024-1-25].
- NORSK VANN, 2016. *Norske tall for vannforbruk med fokus på husholdningsforbruk*. Hamar: Edvard Sivertsen, SINTEF och Anne--Marie Bomo, Norconsult, Nr. B20/2016.
- SMED, 2010. *Bruttobelastning på vatten av metaller från punktkällor och diffusa källor - slutrapport*.
- SMED, 2019. *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark - Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2016*. Norrköping: SMHI, Nr. 2019–5.
- SMHI och HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2024. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.
- STORMTAC, 2023. StormTac Web v23.4.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <https://app.stormtac.com/index.php> [Hämtad 2023-11-30].
- SVENSKT VATTEN, 2022. *PFAS – hur kan svenska avloppsreningsverk möta utmaningen?* Bromma: Svenskt Vatten Utveckling - Christian Baresel, Linus Karlsson, Andriy Malovanyy, Gunnar Thorsén, Melissa Goicoechea Feldtmann, Hanna Holmquist och

- Kerstin Winkens Pütz, IVL Svenska Miljöinstitutet, Sahar Dalahmeh, Uppsala universitet, Lutz Ahrens, SLU, Nr. 2022–7.
- UPPSALA VATTEN, 2023. *Miljörapport 2022 - Kungsängsverket*. Uppsala.
- VINNERÅS, B., 2002. *Possibilities for Sustainable Nutrient Recycling by Faecal Separation Combined with Urine Diversion*. Uppsala: Department of Agricultural Engineering, SLU, Doctoral thesis.