

Modeller för vattenbalans inom KLIVA-projektet

Innovativ regleringsdamm för utfallsdiken -

SB Dam på Söderfjärdens försöksfält 2019–2022

Anna Bonde¹, Simon Nässlin², Miriam Nystrand³, Mari Lappalainen¹

¹ NTM-centralen i Södra Österbotten, ² ProAgria Österbottens lantbrukssällskap, ³ Åbo Akademi



Salaajituksen
Tukisäätiö sr

1.12.2022

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING.....	5
2 METODIK OCH RESULTAT	6
2.1 Försöksfältet på Söderfjärden och dammens funktionsprinciper.....	6
2.2 Skötsel av dammen samt underbevattning.....	10
2.3 Uppföljning av grundvattennivåer, markfuktighet, nederbörd och vattennivå i södra Nackdiket	13
2.4 Uppföljning av vattenkvalitet och jordmån.....	15
2.5 Uppföljning av skörderesultat	16
2.6 Uppföljning av vegetation i södra Nackdiket	18
2.7 Tidigare undersökningar.....	20
2.8 Modellering	21
3 SKÖTSEL AV UNDERBEVATTNING OCH ANMÄLAN OM VATTENUTTAG.....	21
3.1 Skötsel och ersättningar	21
3.2 Anmälan om vattenuttag.....	21
4 SLUTSATSER	23
5 LITTERATURFÖRTECKNING	25
BILAGOR.....	26
Bilaga 1: Resultat från mätningarna med soil scout (Agrimedia) år 2021.....	26
Bilaga 2 Vattenkvalitetsresultat från försöksfältets dräneringsvatten och södra Nackdiket.....	28

SAMMANFATTNING

Vattenhushållningen är en viktig del av jordbruket. För att få bra skördar bör markfuktigheten i åkern vara på rätt nivå under olika perioder av odlingssäsongen. I Österbotten är grundtorrläggningen i allmänhet mycket effektiv och det föreligger risk för torka under somrar då nederbörden är knapp, speciellt i takt med att klimatet förändras.

Syftet med reglerdammen, SB dam, är att säkerställa tillgången till bevattningsvatten sommartid i södra Nackdiket på Söderfjärden i Korsholm, Finland. Här finns ett försöksfält med tre olika åkerskiftet som reglerar grundvattennivån på olika sätt. Grundvattnet i de tre åkerskiftetena på försöksfältet hålls på en högre nivå med hjälp av en plastfilm som installerats runt skiftetena. På försöksfältet följs inverkan på grundvattennivån av reglerbar dränering + underbevattning, reglerbar dränering och traditionell täckdikning. En högre grundvattennivå kan bidra till större skördar men också bättre vattenkvalitet, då det minskar näringsläckage och riskerna för syresättning av sura sulfatjordar, som förekommer i många åkrar i Österbotten.

SB dam-dammen har bidragit till att hålla vattenståndet i diket upp till 60 cm högre än nedanför dammen under vissa perioder. Det är oftast i juni som nivån hållits så hög. Mängden vatten minskar ovanför dammen i takt med att vatten används till underbevattning av odlingsfält och på grund av avdunstning. För att reglera fördämningshöjden i utfallsdiken kan dammluckan i SB dam höjas och sänkas med en solenergidriven elmotor. Uppdämningsnivån kan regleras mellan 535 och 1070 mm. Om vattennivån stiger över en kritisk gräns öppnas dammluckan automatiskt. På sidorna av regleringsdammen finns överflödsluckor med samma diameter som dammluckan.

Resultaten från försöksfältet visar att det finns flera fördelar med fördämning och underbevattning. Grundvattennivån i skiftet med underbevattning hålls på en jämnare nivå och risken för oxidering av sulfatjord minskar jämfört med de två övriga skiftetena. Det här leder till lägre metallhalter i dräneringsvattnet som rinner ut från skiftet med underbevattning. En annan fördel är att skördarna i allmänhet är större på skiftet med underbevattning. Resultaten varierar mellan åren och påverkas av nederbördsmängder och hur bra man lyckats avgöra tidpunkten för reglering och underbevattning. Resultaten från vegetationskarteringen i södra Nackdiket tyder på att en högre vattennivå i utfallsdiken också bidrar till att minska förekomsten av mannagräs.

Kostnaderna för tillverkning och installering av SB dam var ca 15 000 €, men då ingår också en del kostnader för utveckling av den nya produkten. Om man beräknar en funktionstid för dammen på 30 år så blir kostnaden 3,45 €/år/ha på verkningsområdet. Det är för tillfället oklart om det kommer att vara möjligt att få investeringsstöd för anskaffandet av reglerdamm inom jordbrukets miljöersättningssystem som träder i kraft 2023. Där ingår också en åtgärd gällande skötsel av reglerbar dränering och underbevattning.

För verksamhet som förändrar vattendrag, till exempel fördämning, behövs det ofta tillstånd enligt vattenlagen. Den regionala NTM-centralen bedömer om ett tillstånd behövs. Vid underbevattning är det bra att tänka på att ett uttag av vatten som överstiger 100 m³ per dygn ska anmälas till NTM-centralen. Pumpning av vatten för underbevattning kan i vissa fall överskrida den här gränsen. Effekten på pumpen och tiden pumpningen pågår, avgör hur stor mängd vatten som tas från vattendraget.

Uppdämningen har fördelar för miljön och odlingen:

- Åtgärden minskar risken för oxidation av sulfidjord, vilket på sikt minskar risken för surt, metallrikt avrinningsvatten.
- Uppdämningen antas minska vegetationen (mannagräs) i diken vilket minskar behovet av dikesrensning.
- När diket är fyllt med vatten ger vattnet ett tryck mot utfallets slänter vilket minskar ras- och erosionsrisken.
- Upplagringen av vatten förbättrar möjligheterna till underbevattning under hela växtperioden, vilket ger bättre skördar i medeltal.
- På flacka områden fungerar uppdämningen bra och har ett stort verkningsområde.

Bra att komma ihåg:

- Reglerdammar bör förses med överflödsöppningar som minskar risken för översvämning. Vid ovanligt kraftiga störtregn kan det finnas en risk för översvämning på åkrarna ovanför dammen, då dammen kan utgöra ett hinder för vattnet att ledas bort från området. Det bör noteras att vid ovanligt kraftiga störtregn drabbas också åkrar utan fördämning.
- Fördämningen kräver tillstånd av alla markägare på verkningsområdet eller tillstånd enligt vattenlagen från Regionförvaltningsverket. Den regionala NTM-centralen bedömer om ett tillstånd enligt vattenlagen behövs.
- Dammen kräver underhåll och skötsel, uppskattningsvis 3–5 timmar per år.

1 INLEDNING

Vattenhushållningen är en viktig del av jordbruket och på Söderfjärdens försöksfält, i Korsholm, har effekten av tre olika dräneringsmetoder följts upp sedan år 2010. År 2018 kompletterades försöksfälten med en regleringsdamm i utfallsdiket. Det har visat sig att skörden gynnas av tillgången till vatten i större utsträckning än vad man tidigare trott. I Österbotten är grundtorrläggningen i allmänhet effektiv och det föreligger risk för torka under somrar då nederbörden är knapp. Klimatförändringen leder sannolikt till ökad risk för torka främst sommartid, vilket bör beaktas inom jordbrukets anpassning till förändrade klimatförhållanden. För att få bra skördar bör markfuktigheten i åkern vara på rätt nivå under olika perioder av odlingssäsongen.

Syftet med reglerdammen, SB dam, är främst att säkerställa tillgången till bevattningsvatten i södra Nackdiket på Söderfjärden. Södra Nackdikets vatten kan användas vid underbevattning vilket innebär att vatten från diket pumpas in i åkern via dräneringssystemet. På det här sättet ökar grundvattennivån och markfuktigheten i åkern vilket gynnar en bra skörd. Grundvattnet i försöksfälten hålls dessutom kvar med hjälp av en plastfilm som installerats kring skiftena.

En ökad grundvattennivå bidrar också till bättre vattenkvalitet, då det minskar näringsläckage och riskerna för syresättning av sura sulfatjordar, som förekommer i många åkrar i Österbotten. Syresättning av sura sulfatjordar leder till oxidering av sulfidmaterialet i marken, vilket i sin tur leder till att surt, metallrikt vatten sköljs ut från åkrarna till vattendragen i samband med regn. Surt och metallrikt vatten skadar växt- och djurlivet i vattendragen och kan i värsta fall leda till fiskdöd.



Bild 1: Surt och metallhaltigt vatten som rinner ut från sur sulfatjord är klart och skiftar i turkos. Foto: Anna Bonde.

2 METODIK OCH RESULTAT

2.1 Försöksfältet på Söderfjärden och dammens funktionsprinciper

Försöksfältet är beläget på Söderfjärden i Korsholm där jorden är strukturrik och bildar djupa sprickor då den torkar. Genom sprickorna rinner vattnet snabbt ut från åkern ner till diket. Försöksfältet (18 ha) består av tre skiften bredvid varandra. De tre skiftena har olika dräneringssystem: 1) reglerbar dränering med underbevattning, 2) reglerbar dränering och 3) täckdikning. För att hålla kvar grundvatten i åkerskiftena, har plastfilm installerats mellan åkern och utfallsdiket, samt mellan de tre åkerskiftena. Plastfilmen är 150 cm bred och har monterats stående på 30 cm djup från markytan ner till 180 cm djup (Österholm & Rosendahl 2012). Försöksfältet byggdes upp år 2010–2011. Sommaren 2021 och 2022 testades två olika underbevattningsmetoder på skiftena 1 och 2.

En reglerdamm, SB dam, installerades år 2018 i utfallsdiket vid försöksfältet. Syftet med dammen är att reglera vattenflödet och vattenståndet i utfallsdiken sommartid, samt att minska rensningsbehovet i utfallsdiket. Södra Nackdiket rensades på senhösten 2014 och på senhösten 2017.

Dammen, SB Dam, utvecklades av ProAgria ÖSL i samarbete med lokala jordbrukare och Kaivotuote Ab. Dammen kan regleras så att luckorna öppnas och stängs med en elmotor driven med solenergi. Under sommaren däms vattnet upp i utfallet, varvid diket fungerar som en reservoar för underbevattningsvatten till åkrarna. Regleringsdammen installerades i en befintlig 1600 mm vägtrumma. Uppdämningsnivån kan regleras mellan 535 och 1070 mm. På sidorna av regleringsdammen finns överflödsluckor med samma diameter som dammluckan. Vattennivån uppströms från dammen mäts med flytande givare. Om vattennivån stiger över en kritisk gräns öppnas dammluckan automatiskt. Utfallsdikets avrinningsområde är 1260 hektar. Fårans längd är ca 6 km, bottenens bredd 1 m och släntlutning 1:1,5. Lutningen i längdriktningen är 0,0002 och 0,0006. Regleringsdammen installerades 2,4 kilometer uppströms från fårans utlopp och avrinningsområdet vid dammen är ca 840 hektar. Dammens verkningsområde är 145 hektar och 45 markägare har nytta av dammen.

Totalkostnader för material, tillverkning och montering av dammen blev ca 15 000 €. Här ingår också kostnader för utveckling vilket var en utmanade del i projektet. Om man beräknar en funktionstid för dammen på 30 år så blir kostnaden 3,45€/år/ha på verkningsområdet.

Ett informationstillfälle ordnades för markägarna inom dammens verkningsområde. Alla markägare på området har gett sitt skriftliga medgivande till dammprojektet för en viss tid. Också dikningssammanslutningen har godkänt dammförsöket för en viss tid.

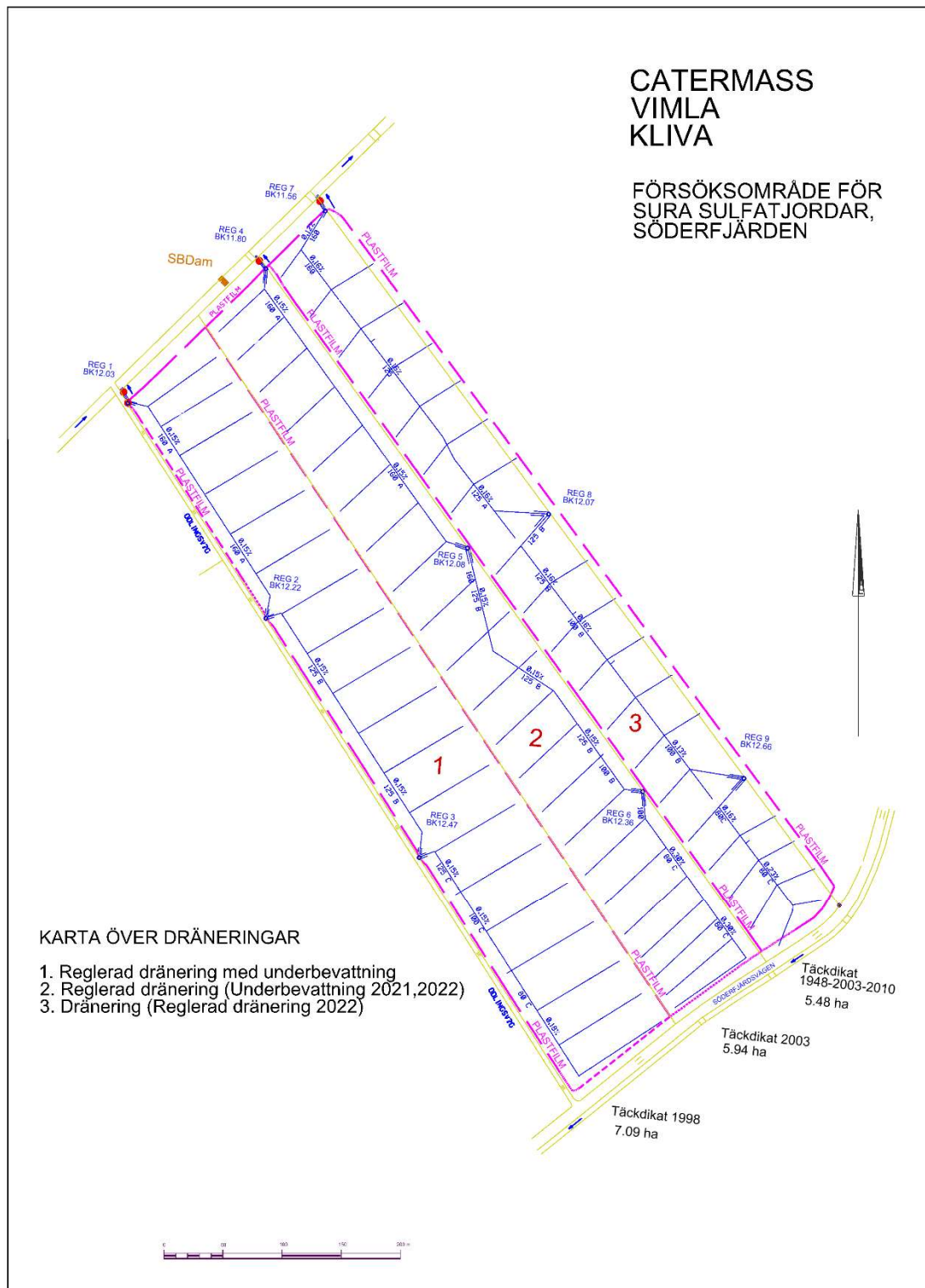


Bild 2: Försöksfältet på Söderfjärden består av tre olika skiften bredvid varandra. Södra Nackdiket finns uppe till vänster på bilden. Plastfilm med streckad röd linje. Karta: ProAgria ÖSL



Bild 3: Försöksfälten på Söderfjärden består av tre åkerskiften med olika dräneringssystem. På den stora bilden syns markerade provrutor. På den lilla infällda bilden till vänster, syns insidan av en dräneringsbrunn och till höger en automatisk mätstation. Foto: Anna Bonde.



Bild 4: En plastfilm har monterats kring åkerskiftena på Söderfjärdens försöksfält. Foto: Rainer Rosendahl.



Bild 5: Bild till vänster: I maj 2020 var vattnet i södra Nackdiket så högt att vatten flödade ut via överflödsluckor. Foto: Anna Bonde.
Bild till höger: Till vintern och vårfloppet lyfts dammluckan helt upp ur fåran och utfallet fungerar normalt. Foto: Simon Nässlin.

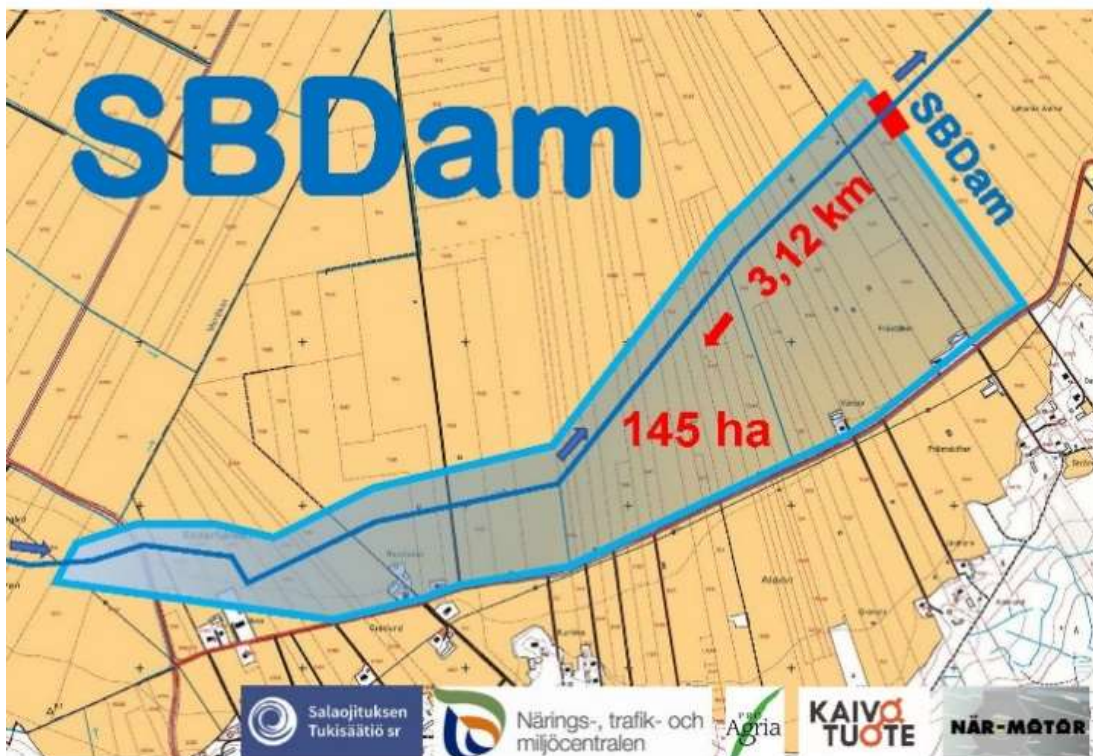


Bild 6: Dammens verkningsområde sträcker sig ca 3,12 km uppströms och omfattar 145 hektar. Karta: Rainer Rosendahl.

2.2 Skötsel av dammen samt underbevattning

Regleringen av Södra Nackdiket sker sommartid, till vintern öppnas dammen och ingen fördämning sker. På våren stängs dammen vid en lämplig tidpunkt när vårflödet är över. Dammen brukar stängas i början av maj och öppnas i slutet av oktober. Eventuellt kunde dammen stängas tidigare för att behålla så mycket vatten som möjligt i diket. Skötsel och underhåll av dammen har varit främst att kontrollera att inte slam och gräs stockar dammens överflödsluckor. Även kontroll/skötsel av tekniken bör göras en gång i året. År 2019 var det ett läckage kring brunnen som tätades. Tidsåtgång för kontroll och skötsel uppskattas vara 3–5 timmar per år.

Underbevattning betyder att man använder åkerns täckdikningssystem för bevattning och höjer grundvattennivå i åkern. På så vis bibehålls marken fuktigare och grödan bevattnas underifrån. Täckdikningssystemet behöver ha reglerad dränering för att underbevattningen skall kunna utföras.

Somrarna 2018–2020 underbevattnades skifte 1 med bensindriven pump i olika omgångar enligt tabellen nedan. Sommaren 2021 pågick underbevattningen kontinuerligt med solcellsdriven pump från 5 juni till 29 juli på skifte 1. Totalt pumpades 4 550 m³ vatten in i skiftet. Dessutom pumpades totalt 1100 m³ vatten in i det mellersta skiftet (skifte 2) med hjälp av bensindriven pump 17–19 juni 2021 och 30 juni–1 juli 2021. Sommaren 2022 var underbevattningen mindre, 700 m³ i skifte 1 (solcellspump) och 600 m³ i skifte 2 (bensindriven pump). Regleringsbrunnarnas fördämning på försöksfältet har varit enligt tabell 2.

Tabell 1: Underbevattningens tidpunkter och vattenmängder.

År	Tidpunkt	Vattenmängd, m ³
2018	23–25.5 (38 h)	490
	6–8.6 (48 h)	620
	3–5.7 (48 h)	620
	Sammanlagt (skifte 1)	1730
2019	20-23.7	960
	31.7-2.8	610
	Sammanlagt (skifte 1)	1570
2020	31.5–3.6.	930
	21.6–23.6	596
	Sammanlagt (skifte 1)	1526
2021	5.6–29.7 (skifte 1)	4550
	17–19.6 och 30.6–1.7 (skifte 2)	1100
2022	29.5–7.6 (skifte 1)	700
	29.6-1.7 (skifte 2)	500



Bild 7: Solcellsdriven pumpanläggning monterades till skifte 1 under våren 2021. Foto Simon Nässlin



Bild 8: Jordbrukarna längs södra Nackdiket har underbevattnat sina åkrar med enkla flyttbara pumpar, 2–3 gånger under sommaren. Foto: Anna Bonde och Rainer Rosendahl

Tabell 2: Datum för justering av regleringen i brunnarna på Söderfjärdens försöksfält.

Brunnar sommarnivå	Brunnar vinternivå
29.4.2019	5.11.2019
22.4.2020	27.11.2020
6.5.2021	6.10.2021
20.4.2022 (skifte 1) 22.4.2022 (skifte 2) 10.5.2022 (skifte 3)	10.10.2022

Tabell 3: Reglerbrunnarna fördäms på olika nivåer till sommar-, och vinternivå. Tabellen visar att brunnarna är reglerade också vintertid (m, N2000). *) Sommaren 2022 var nedersta brunnen stängd också på skifte 3.

**) Åren 2019-2022 har fördämningshöjden höjts till 2,00 på Skifte 1, Reg1 i samband underbevattningen.

		Vinter, m N2000		Sommar, m N2000	
Brunnskant		Fördämningshöjd	Mått från brunnkant	Fördämningshöjd	Mått från brunnkant
Skifte 1					
REG 1	2,46	1,23	1,23	1,33(**)	1,13
REG 2	2,65	1,43	1,22	1,63	0,103
REG 3	2,90	1,76	1,14	1,93	0,97
Skifte 2					
REG 4	2,23	1,23	1,00	1,33	0,90
REG 5	2,51	1,43	1,08	1,63	0,88
REG 6	2,79	1,76	1,03	2,03	0,76
Skifte 3 (*)					
REG 7	1,99	Alla brunnar öppna		Alla brunnar öppna	
REG 8	2,50				
REG 9	3,09				

2.3 Uppföljning av grundvattennivåer, markfuktighet, nederbörd och vattennivå i södra Nackdiket

Tre automatiska mätstationer (Mark 1-3) har registrerat bland annat grundvattennivån i nedre delen av vardera åkerskifte. Resultaten visar hur regleringen och underbevattningen har påverkat grundvattennivåerna. Grundvattennivåerna har också följts manuellt genom att mäta höjden på grundvattenantennerna.

Det är oftast i september som grundvattennivåerna sjunker som lägst. I september 2019 var grundvattennivån 0,9 m högre i skifte 1 med underbevattning jämfört med de två övriga skiftena. I september 2020 var skillnaden som störst 1,45 m och i september 2021 ca 2 m. Grundvattennivåerna är ofta som högst på våren i mars-april. Grundvattennivån i skifte 1 har hållits jämn och hög under åren 2020, 2021 och 2022. I det här skiftet har man under senare år strävat till att lagra vatten i åkern genom att justera regleringen så att den blir ca 30 cm högre än marknivån med hjälp av en extra del till översvämningröret. På grund av tekniska fel saknas tyvärr mätdata i skifte 2 under stora delar av år 2022. Den 9 juni 2022 regnade det ca 33 mm på 20 minuter, vilket syns som en topp i grundvattennivån i skifte 3 och en mindre topp i skifte 1.

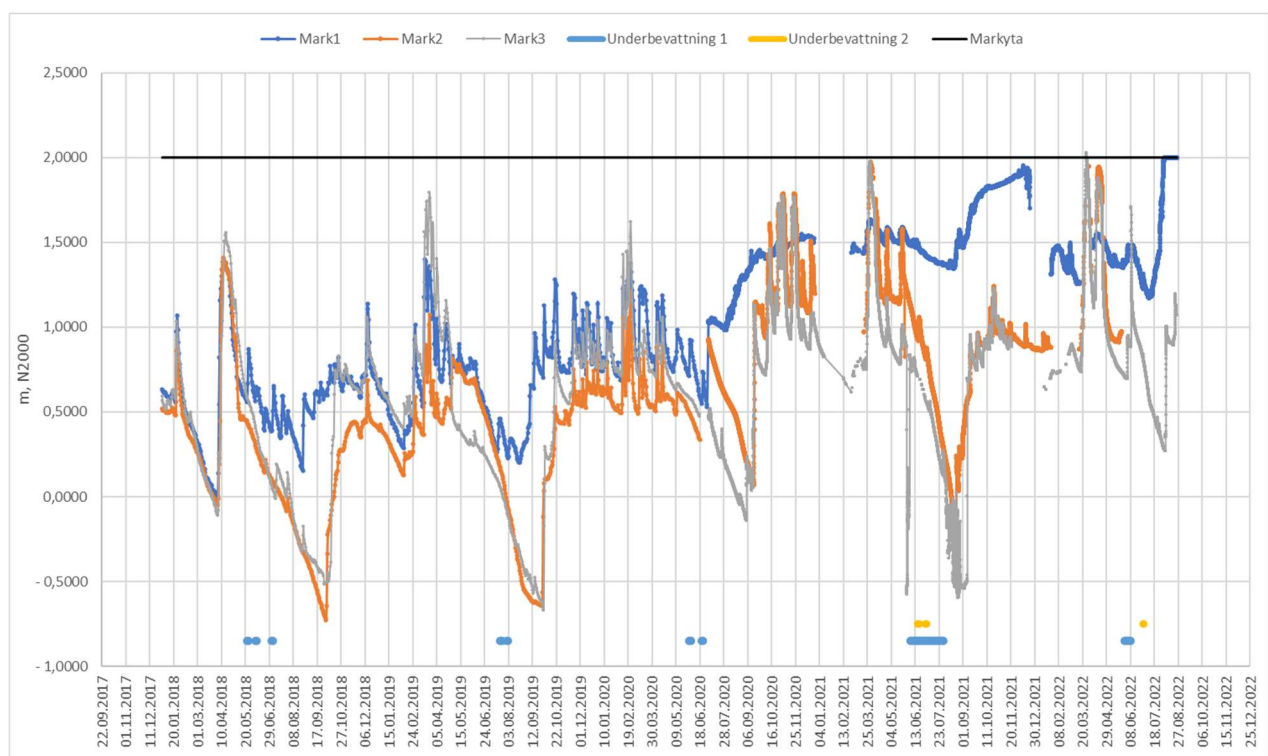


Bild 9: Grundvattennivån i de tre försöksfälten på Söderfjärden år 2018–2022. Täckdikena finns ca. 1,3 m under markytan och markskiktet som inte varit i kontakt med luftens syre finns ca 1,5 m under markytan.

Markfuktigheten registrerades med hjälp av Soil scout sensorer på olika djup i de tre skiftena på sommaren 2021. Resultaten presenteras i bilaga 1. Sensorerna på 10 cm djup registrerade ökad markfuktighet i samband med regn i juni och juli 2021. På 25 cm djup fanns också sensorer, men där var markfuktigheten jämnt sjunkande under hela perioden. Varken nederbörd eller underbevattning märktes i markfuktigheten på 25 cm med Soil scout sensorer. Mer ihållande regn från och med mitten av augusti 2021 märktes i

markfuktigheten på både 10 cm och 25 cm djup. Också grundvattennivåerna började stiga med några dagars fördröjning.

Tabell 4: Nederbörd (mm/månad) på försöksfältet på Söderfjärden. Data från automatisk mätstation år 2019 och maj-juni 2020. Data från markägare juli-september 2020 och 2021, samt juni-augusti 2022.

	2019	2020	2021	2022
maj	4	38	63	
juni	0	32	36	94
juli	16	118	47	96
augusti	3	33	143	103
september	0	116	67	
totalt	23	337	356	293

Dammens effekter på vattenståndet i utfallsdiket har följts manuellt ovanför och nedanför dammen med hjälp av mätstickor somrarna 2019–2021. Sommaren 2021 och 2022 följdes vattenståndet också med automatiska mätstationer.

SB dam-dammen har bidragit till att hålla vattenståndet i diket upp till 60 cm högre än nedanför dammen. Det är oftast i juni som nivån hållits så hög. Mängden vatten minskar också ovanför dammen i takt med att vatten används till underbevattnings och på grund av avdunstning. SB dam höll vattenståndet högre hela sommaren 2019 och 2020, men sommaren 2021 tog bevattningsvattnet slut i slutet av juli och vattenståndet sjönk till samma nivå på båda sidor om dammen. På sommaren 2021 användes dikets vatten till underbevattnings av fler skiften än tidigare. Nederbördsmängderna var större och mindre mängd vatten använde till underbevattnings år 2022.

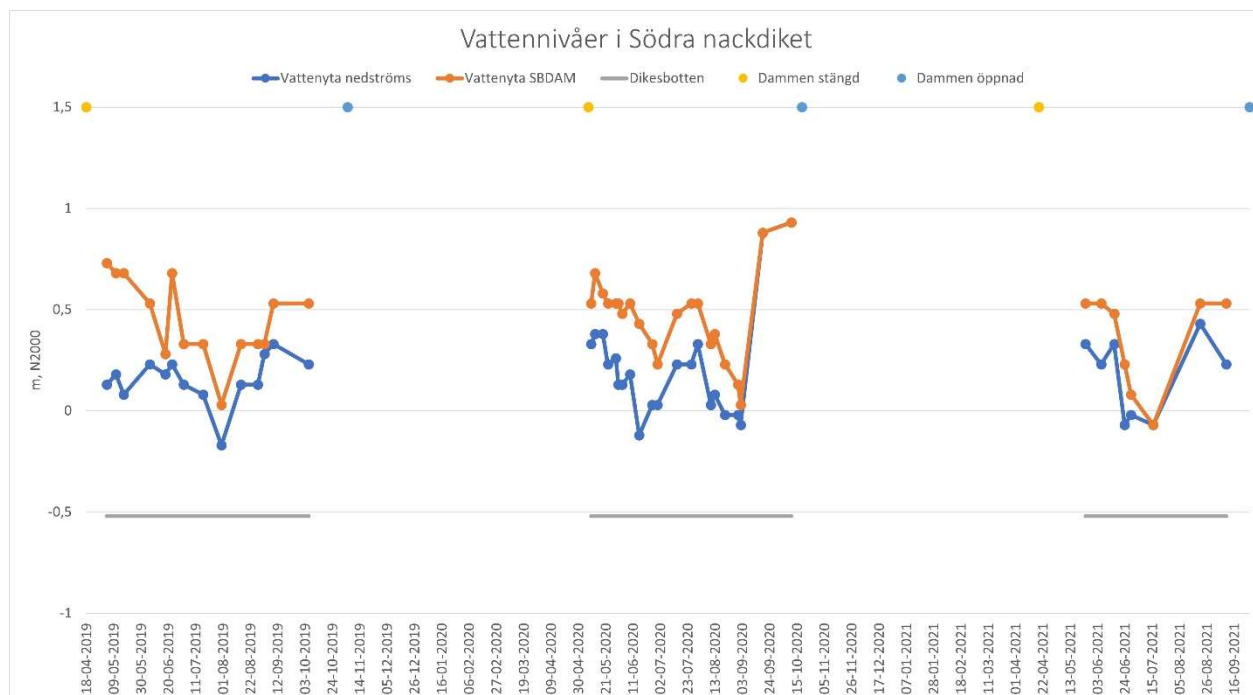


Bild 10: Vattenståndsvariationer på basis av manuell mätning i Södra Nackdiket ovanför och nedanför SB Dam 2019-2021. Markytan är på 2 m.

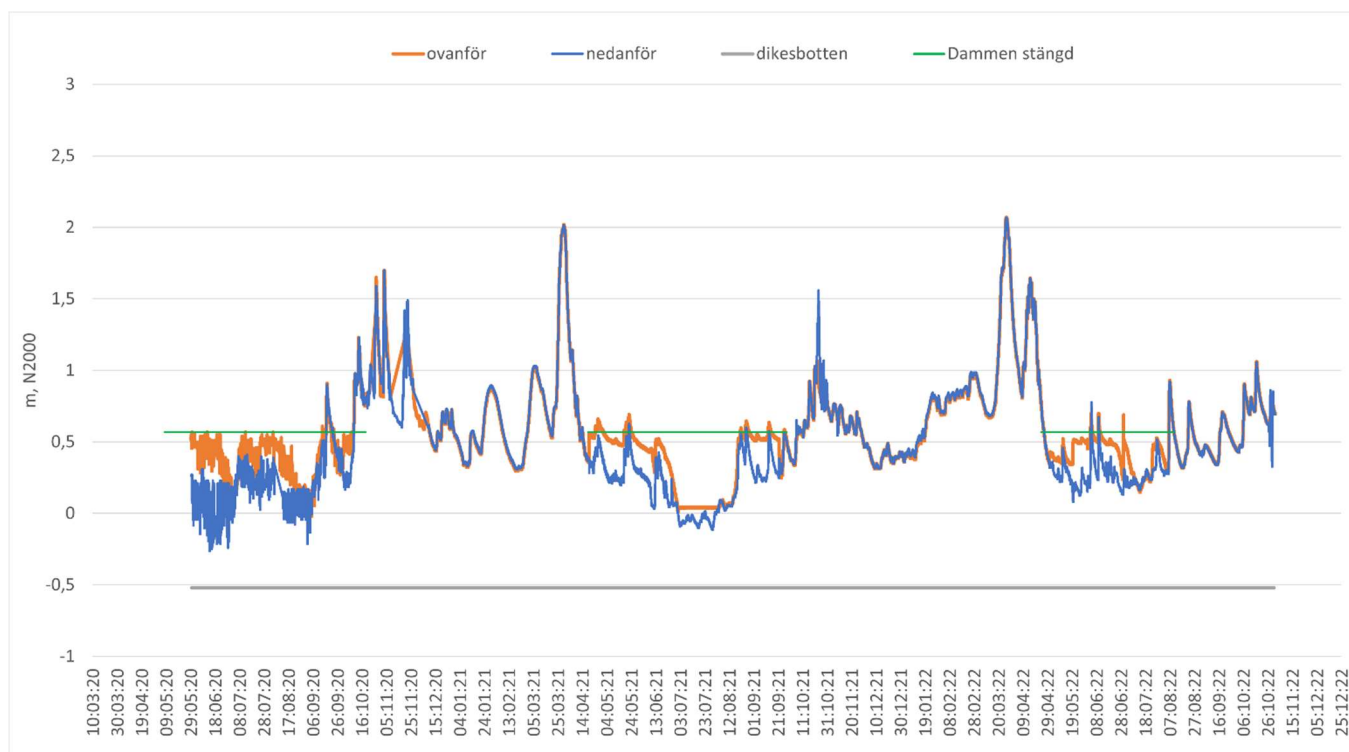


Bild 11. Kontinuerlig mätning av vattennivåer i Södra Nackdiket uppmätta ovanför och nedanför SB dam år 2020–2021. Markytan är på 2 m. Komplettera med tidpunkter för öppning och stängning av dammen.

2.4 Uppföljning av vattenkvalitet och jordmån

Förändringar i dräneringsvattnets och utfalldikets vattenkvalitet har följts med hjälp av vattenprovtagningar på våren och hösten sedan år 2010. Vattenprovtagningen i de nedersta reglerbrunnarna och i södra Nackdiket har i mån av möjlighet utförts vid högt vattenflöde då surheten och närings- och metallhalterna oftast är förhöjda. I samband med vattenprovtagningen öppnades brunnarna för att låta vattnet bytas ut för att få representativa prov i stället för att ta prov av vatten som länge stått i brunnen. Provtagning och analys har utförts av KVVY-Botnialab i Vasa. I laboratoriet analyserades proverna på ledningsförmåga, pH, totalkväve, totalfosfor, sulfat, aciditet och klorid. Metallhalterna bestämdes i Actlabs-laboratorium i Canada (2018–2020) och i Åbo Akademis laboratorium i Åbo (2021).

Dräneringsvattnet i skiftena med underbevattnings och reglerbar dränering har i allmänhet lägre aciditet och lägre halter av sulfat och metaller jämfört med skiftet med täckdikning. Järnhalten utgör ett undantag då den är som högst i Nackdiket och i allmänhet högre i skiftet med underbevattnings jämfört med de två övriga skiftena. I bild 12 finns grafer över hur aciditeten förändrats under perioden 2010–2021 i de tre skiftena och södra Nackdiket. Övriga vattenkvalitetsresultat (pH, ledningsförmåga, sulfat, aluminium, nickel, kadmium, järn, fosfor och kväve) presenteras i bilaga 2. Halten av totalkväve är mycket hög i alla tre skiftenas dräneringsvatten, i allmänhet högst i skiftet med reglerbar dränering. Halten av totalfosfor varierar kraftigt både mellan olika tidpunkter och mellan olika provtagningsplatser.

Vattenkvaliteten förbättras med avseende på surhet, metallhalter och kvävehalter i alla tre skiftena under perioden 2010–2021. Det är surheten som gör att metaller och kväve frigörs från sur sulfatjord, vilket innebär att en minskad surhet också förbättrar vattenkvaliteten. Den förbättrade vattenkvaliteten kan ha att göra med hydrologiska förändringar på grund av plastfilmen som installerats. En annan förklaring kan eventuellt vara att metallreserven som bildades vid den speciellt långvariga, torra perioden 2006 småningom börjar minska då största delen av metallerna har sköljts ut under årens lopp. Fosfor och järn reagerar däremot annorlunda och i synnerhet fosfor frigörs i mindre utsträckning vid surare förhållanden. Effekten av de torra somrarna 2018 och 2019 syns i dräneringsvattnets kvalitet på hösten 2019. Vattenkvalitetseffekten av torra perioder syns först i samband med nederbörd, då vatten sköljer genom de markskikt där försurningsreaktionerna uppstått vid torkan. Det var litet nederbörd på hösten 2018 och metallerna hade inte ännu sköljts ut ur marken.

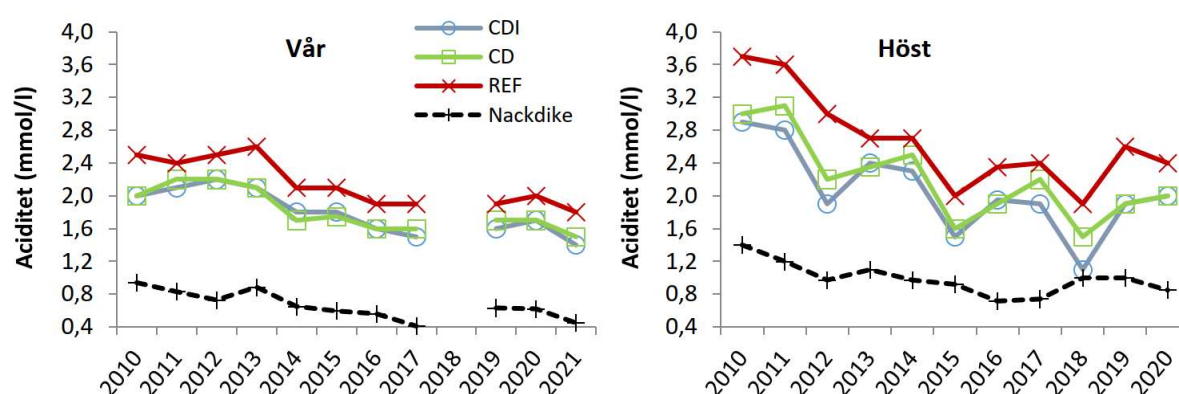


Bild 12: Aciditeten uppmätt i de tre skiftenas dräneringsvatten och i södra Nackdike på våren och hösten år 2010–2021. På våren 2018 erhöles inga användbara resultat på grund av tjäle. Aciditet är ett mått på halten försurande joner i vattnet och är ett bättre mått på vattnets surhet än pH. CDI = reglerad dränering och underbevattning, CD = reglerad dränering, REF = traditionell täckdikning.

Geologiska forskningscentralen och Åbo Akademi tog jordprofiler i de tre olika skiftena för analys av porvatten på våren 2021. Resultaten av analyserna rapporteras senare.

2.5 Uppföljning av skörderesultat

Skörden på de tre skiftena har följts upp i provrutor genom att bestämma kornskörden, 1000 kornsvikt och hektolitervikt. Provyrtorna har såtts med samma gröda varje år och samma mängd gödsel har använts. Halter av metaller, kväve och fosfor i skörden och strån analyserades i prover som togs år 2018. Kvävegödslingstester har också utförts i provrutorna.

Skördemängder uppmätta år 2019, 2021 och 2022 presenteras i tabell 5. Både år 2019 och 2021 var skördarna störst på skiftet med underbevattning. Inga provrutor skördades år 2020. År 2021 var skörden på skiftet med vanlig täckdikning 70 % av skörden på skiftet med underbevattning/solenergipump. År 2019 var skillnaderna inte så stora, sannolikt på grund av att regnmängderna i maj var till nytta för skörden på alla skiften. År 2022 var skörden störst på skiftet som underbevattnades med bensinpump.

En grupp jordbrukare från Korsholm, Lappo och Harjavalta (Altakasteluryhmä) har studerat skörderesultat vid olika underbevattningsstrategier och olika gödselgivor år 2021 och 2022. Gruppen konstaterar att olika

fosforgivor har liten effekt på skördemängden, medan olika bevattningsstrategier och optimerad kvävegödsling har större inverkan på skördemängderna.

Det kan finnas utrymme för inbesparing i kvävegödsling på sura sulfatjordar på grund av höga halter av kväve i de djupare lagren i den här jorden. Kvävet upptas av skörden, läcker ut till vattendrag och avges i form av växthusgas. Resultaten från 2011–2017 visar att mängden kväve som årligen urlakas ur marken och som upptas av grödan tillsammans motsvarar ungefär 150 % av den mängd kväve som spridits ut på åkern i form av gödsel (Yli-Halla m.fl. 2020). Det här innebär att en ansevärd mängd kväve kommer från reserver i marken och är något som odlaren kan dra nytta av. Halten av kadmium och bly i skörden var klart under maximivärdena i Europeiska kommissionens förordning (Österholm m.fl. 2021). Resultaten tyder på att tungmetaller som förekommer i sur sulfatjord, endast i liten mån flyttas till spannmålsskörden.

Tabell 5: Skörderesultat på Söderfjärdens försöksfält år 2019, 2021 och 2022. Inga provrutor skördades år 2020. Information från Berner, Altakasteluryhmä och Naturresursinstitutet.

År	Gröda	Gödsling	Underbevattning	Reglerbar dränering	Täckdikning	Finland i medeltal
2019	Brage korn (215 kg/ha)	Kväve 94 kg/ha	8760	7982	7863	4200
2021	Mistral vete (ca 335 kg/ha)	Kväve 75 kg/ha	8144	6965	5525	2640
2022	Mainio korn	Kväve 80 kg/ha Kväve 160 kg/ha	3100 5660	6412 7061	4635 5057	3590

2.6 Uppföljning av vegetation i södra Nackdiket

Växtligheten i diket har kartlagts årligen sedan sommaren 2017. Den växt som förekommit mest i diket under hela uppföljningstiden är mannagräs, både nedströms och uppströms från dammen. Mannagräs är ett flerårigt gräs som trivs i en näringsrik omgivning och som växer allmänt i åkerdiken. Andra växter som förekommer i diket vid försöksfälten är skära, missne och igelknopp.

Diket rensades på senhösten 2017 varefter växtligheten tydligt minskade, men på grund av de torra somrarna har växten åter lyckats etablera sig på dikesbotten. Vegetationsmängden var ändå mindre år 2021 jämfört med år 2017 innan rensningen vid försöksfälten. Det samma gäller södra Nackdikets övre lopp. Diket rensades också på senhösten 2014, vilket innebär att vegetationen inte ökat i lika stor grad efter rensningen 2017/2018.

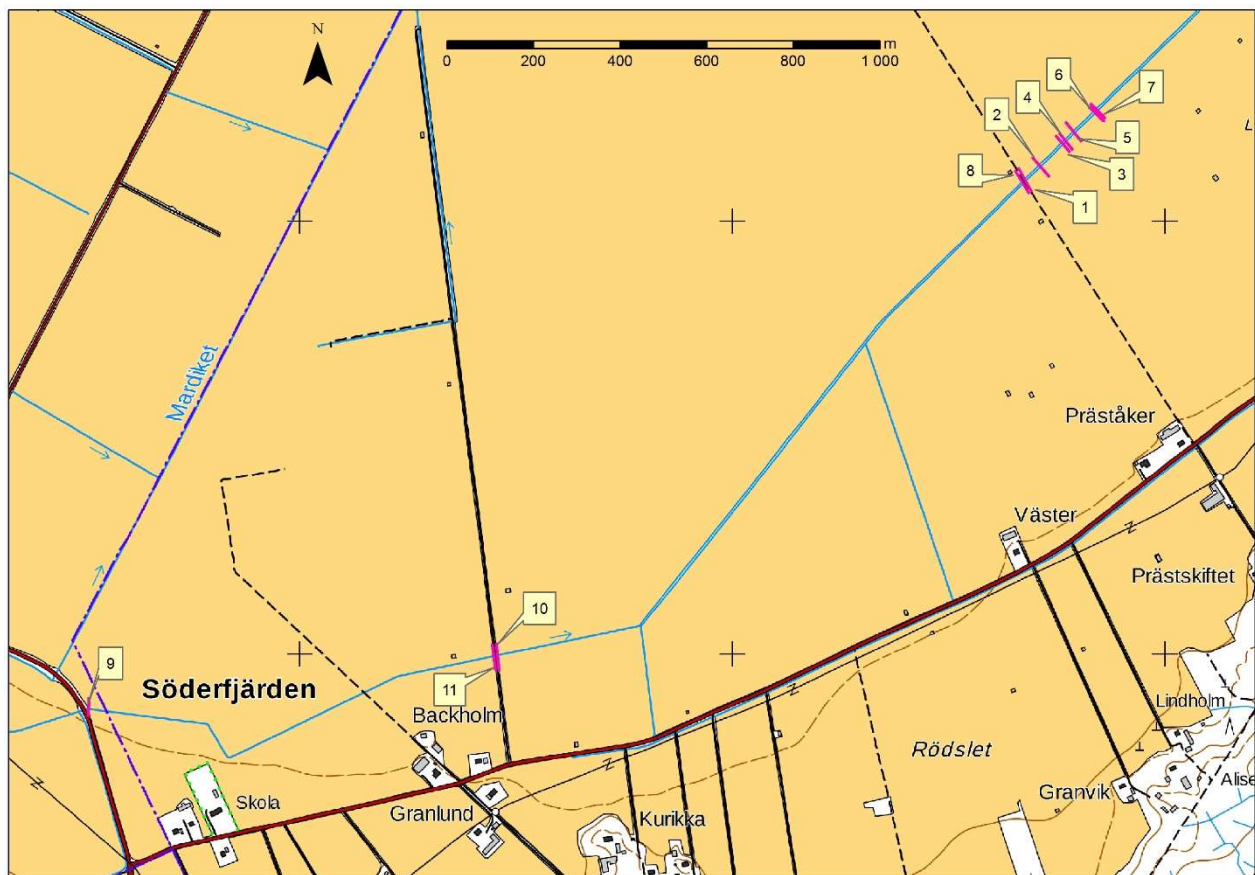


Bild 13: Vegetationskarteringspunkternas placering. Dammen befinner sig mellan punkterna 3 och 4. Copyright MML.



Bild 14: Vegetationen i södra Nackdiket från punkt 1 nedströms i juli 2017, augusti 2018 och augusti 2021. Foto: Anna-Maria Koivisto.



Bild 15: Vegetationen i södra Nackdiket från punkt 11 uppströms i juli 2017, augusti 2018 och augusti 2021. Foto: Anna-Maria Koivisto.

2.7 Tidigare undersökningar

Resultat från försöksfältet på Söderfjärden har tidigare rapporterats i Österholm m.fl. (2015) och Yli-Halla m.fl. (2020). Resultat finns också presenterade i de olika projektens rapporter och mötesmaterial. Projekt som haft verksamhet på försöksfältet är Catermass 2010–2012, Befcass 2013–2014, VIMLA 2015–2018, projekt finansierat av stödstiftelsen för täckdikning sr. 2019–2020 och KLIVA 2019–2022.

Enligt Österholm m.fl. (2015) sjönk grundvattennivån i skiftet med täckdikning vanligen ner till 2 m djup i slutet av sommaren. Reglerad dränering fördröjde sänkningen av grundvattennivån och förkortade därmed tidsperioden då jorden syresätts. Då reglerad dränering kombinerades med underbevattning kunde grundvattennivån hållas på cirka 1 m djup eller högre under hela sommaren, vilket hindrar den kritiska syresättningen av sulfidskiktet. Det är fortfarande oklart hur länge det tar innan de kemiska reaktionerna går tillbaka och jordskikten återgår till situationen före syresättningen. Processerna i jorden är långsamma och tio år är en kort tid i detta sammanhang. Viktigast är att hålla grundvattennivån jämn och undvika sänkningar i grundvattennivån vid torra tidpunkter (Lappalainen 2021). T.ex. år 2015 och år 2017 gjordes ingen underbevattning i skifte 1 (CDI) på grund av att vattnet hade tagit slut i Nackdiket. Det här syns i och med att grundvattennivån dessa år på hösten sjönk djupare än vanligt även i skifte 1 (CDI) (Virtanen m.fl. 2016). I bild 16 visas variationerna i grundvattennivå i de olika skiftena på försöksfältet 2011–2019.

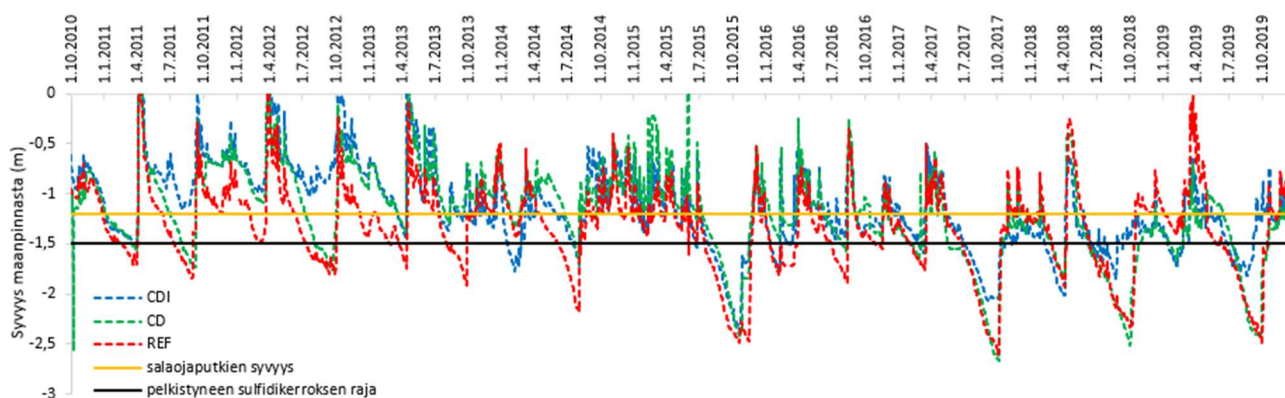


Bild 16. Kontinuerlig mätning av grundvattennivån 2011–2019. CDI = reglerbar dränering och underbevattning, CD = reglerbar dränering, REF = traditionell täckdikning, gul linje = täckdikningsrörens djup, svart linje = gränsen för reducerat sulfidskikt. Österholm m.fl. 2021.

Yli-Halla m.fl. (2020) undersökte kvävemagasinet i försöksfälten. Vanligen minskar kvävehalten med djupet i en jordprofil, men i sur sulfatjord är kvävemagasinet som störst i jordlagret nedanför bearbetningsskiktet. I undersökningen konstaterades att kvävet som avges från skiftena (urlakning via dräneringsrören, emission i form av gas, kväve bundet till skörden) är betydligt större än kvävet som årligen ges via gödsling. Redan kvävemängden som bundits till skörden var större än kvävemängden i gödseln. Resultaten tyder på att det går att spara in på kvävegödslingen på sur sulfatjord.

2.8 Modellering

Hydrologi och de olika åtgärdernas effekt på hydrologin i Söderfjärdens försöksfält har undersökts med hjälp av modellering i studier vid Aalto universitet och universitetet i Uleåborg.

Väisänen (2015) har använt modellering (Drainmod-modell) för att studera effekten av eventuell bottendamm i Nackdiket på grundvattennivån på försöksfältet. Resultaten visar att en bottendamm skulle öka vattenlagrets volym vilket skulle minska risken för torka. Studien var teoretisk och bottendammarna har inte i praktiken byggts i Söderfjärden.

Chapagain (2019) försökte beskriva försöksfältets tre olika dräneringssystem med modellering. Chapagain jämförde två olika modeller, Drainmod-baserat modell och HAPSU-modell, som båda kunde beskriva långtidseffekter relativt bra, men som ändå inte kunde beskriva alla vattenflöden i jorden.

Båda studier (Väisänen 2015 och Chapagain 2019) visade hur utmanande det är att modellera hydrologin i sura sulfatjordar där olika förbiströmningsflöden genom sprickor i jorden komplicerar modellering. Det pågår ännu en studie vid Aalto universitet, som med hjälp av modellering försöker specificera processer som beskriver och påverkar hydrologin och aciditet i jorden på Söderfjärdens försöksfält.

3 SKÖTSEL AV UNDERBEVATTNING OCH ANMÄLAN OM VATTENUTTAG

3.1 Skötsel och ersättningar

Inom jordbrukets miljöersättningssystem ingår en åtgärd gällande skötsel av reglerbar dränering och underbevattning. Åtgärden har kunnat väljas det första förbindelseåret (2015). Ersättningen för underbevattning har varit 250 €/ha per år. Ersättningen för reglerbar dränering har varit 70 €/ha per år. Liknande ersättningar ingår i den nya programperiodens förslag som träder i kraft preliminärt år 2023.

Investeringsstöd för reglerbar dränering har hittills varit 40 %. Stödstrukturen för nya programperioden klarnar tidigast på hösten 2022. Det vore viktigt att investering både i reglerbar dränering och i reglerdammar ingår i den nya programperioden.

3.2 Anmälan om vattenuttag

Enligt vattenlagen ska ett uttag av vatten som överstiger 100 m³ per dygn anmälas till NTM-centralen. Pumpning av vatten för underbevattning kan i vissa fall överskrida den här gränsen. Effekten på pumpen och tiden pumpningen pågår, avgör hur stor mängd vatten som tas från vattendraget. Med en solcellsdriven pump som pumpar cirka 17 m³ per timme, kan vattenmängden överskrida 100 m³ per dygn under vissa dagar.

Anmälan till NTM-centralen ska göras 30 dygn innan vattnet börjar pumpas och anmälan ska innehålla följande uppgifter:

- ansvarigas namn och kontaktuppgifter
- dikningssammanslutning, om sådan finns i området (namn och förrättningsnummer)
- var utförs pumpningen (fastighetsbeteckning, koordinater eller markerat på karta)

- grundvattenområde, om sådant finns i området (namn och nummer)
- beskrivning av åtgärden (beskriv hur pumpningen utförs, modell och effekt på pumpen, utförs mätning av vattenmängder)
- när och hur länge pågår pumpningen
- mängden vatten som pumpas
- miljökonsekvenser

I Österbotten skickas anmälan till NTM-centralen i Södra Österbottens registratur, vars epost är registratur.sodraosterbotten@ntm-centralen.fi.

Enligt Vattenlagens 4 kap. 2§ kan den kommunala miljömyndigheten på ansökan genom beslut begränsa uttaget av vatten från vattenområde om vatten inte räcker till för alla.

I bilaga 3 finns ett exempel på hur anmälan om vattenuttag till NTM-centralen kan se ut. Det finns ingen officiell blankett för anmälan.

4 SLUTSATSER

Uppföljningen av försöksfälten på Söderfjärden har pågått sedan år 2010. Resultaten visar att det finns många fördelar med att hålla grundvattennivån i skiftena så hög som möjligt sommartid. Det här är speciellt viktigt då risken för torka ökar i samband med klimatförändringen. På försöksfältet testas olika metoder för att höja grundvattennivån. Jorden på Söderfjärden är mycket strukturiert vilket krävt installering av plastfilm kring skiftena för att hålla kvar grundvattnet. En fördämning av utfallsdiket sommartid bidrar till bättre tillgång till bevattningsvatten för underbevattning.

Vattenbalansen i skiftet med underbevattning hålls på en jämnare nivå och risken för oxidering av sulfidjord minskar jämfört med de två övriga skiftena. På sikt innebär det här att tiden då luft når ner till sulfidskiktet förkortas tack vare underbevattningen. Österholm m.fl. (2021) räknade hur många dagar årligen grundvattennivån var så låg att luft når ner till sulfidskiktet (1,5 m djup från markytan) som oxideras. År 2018 var grundvattennivån så låg i 51 dagar i skiftet med underbevattning, 186 dagar i skiftet med reglerad dränering och 179 dagar i skiftet med vanlig täckdikning. År 2019 var motsvarande antal 49 dagar, 136 dagar och 171 dagar. Också år 2020–2021 hölls grundvattennivån högre i skiftet med underbevattning jämfört med de två övriga skiftena. På sommaren 2021 och 2022 underbevattnades också skifte 2, som vanligen haft reglerad dränering, och grundvattennivån hölls något högre jämfört med referensskiftet.

Underbevattningen är beroende av tillgång till bevattningsvatten. Under torra somrar och då södra Nackdiket nyligen har rensats så har tillgången till bevattningsvatten minskat så kraftigt att underbevattning inte kunnat utföras tillräckligt eller inte kunnat utföras alls (Österholm m.fl. 2021). SB dam-dammen har bidragit till att hålla vattenståndet i diket upp till 60 cm högre än nedanför dammen. Vattenståndet nedanför dammen påverkas också av havsvattennivån. Vattenmängden i diket påverkas också av vinterns snömängd och tidpunkten då dammen stängs på våren.

Det är en utmaning att reglera dräneringen och att underbevattna vid rätt tidpunkt. Resultaten och erfarenheterna tyder på att regleringsbrunnarna bör stängas så tidigt som möjligt på våren. Underbevattningen kunde inledas förslagsvis då grundvattennivån befinner sig ca 40–50 cm under markytan, men det beror också på skiftets jordartstyp. Underbevattningen har störst effekt närmast täckdikningsrören. Riklig underbevattning har för det mesta resulterat i skörderekord, vilket tyder på att det är möjligt att optimera skörden med tillförsel av vatten. Kontinuerlig pumpning med solcellpump 2021 visade sig ge god skördeökning. Skördeökningen uteblev år 2022 då skiftet med kontinuerlig pumpning med solcellspump övermättades med vatten och kvävegödslingen inte kunde utnyttjas till fullo. Endast skiftets nedersta del övermättades med vatten och det bör utredas om de olika pumpningsmetoderna har olika effektivitet när det handlar om att sprida vattnet i skiftet. Betydelsen av att ha en buffert mellan grundvattnet och markytan för att marken skall klara av stora skyfall med riklig nederbörd bör också utredas.

En högre grundvattennivå har påverkat skörden positivt åren 2019, 2021 och 2022. Resultaten från provrutor år 2020 saknas. År 2021 var skörden på skiftet med vanlig täckdikning 70 % av skörden på skiftet med underbevattning. År 2019 var skillnaderna inte så stora. Skörderesultaten var avvikande år 2022 med lägst skörd på skiftet med underbevattning med solpanel och bäst på skiftet med underbevattning med bensinpump. Yli-Halla m.fl. 2021 konstaterade att det går att spara in på kvävegödslingen på sur sulfatjord som naturligt innehåller höga halter av kväve som upptas av grödan.

Också vattenkvaliteten påverkas positivt av högre grundvattennivå. Dräneringsvattnet i skiftena med underbevattning och reglerbar dränering har i allmänhet lägre ledningsförmåga och lägre halter av sulfat

och metaller jämfört med skiftet med täckdikning. Järnhalten och fosforhalten utgör ett undantag då den är som högst i Nackdiket och i allmänhet högre i skiftet med underbevattning jämfört med de två övriga skiftena.

Halten av totalkväve är mycket hög i alla tre skiftenas dräneringsvatten, men inga tydliga skillnader noteras mellan skiftena. Yli-Halla med flera (2020) noterade att kvävebelastningen i dräneringsvattnet från Söderfjärdens försöksfält var mer än dubbelt högre än motsvarande kvävebelastning från liknande åker med vågröda i Jokioinen eller vad som bedöms vara specifika kvävebelastningen från jordbruksmark i Finland (15 kg/ha).

Högre vattenstånd i utfallsdiket minskar behovet av rensningar. Vegetationsundersökningarna visar att mannagräset och den övriga vegetationen inte kommit tillbaka i lika stor utsträckning efter rensningen på senhösten 2017 jämfört med efter rensningen 2014. Det saknas tyvärr vattenståndsdata från Nackdiket från perioden 2014–2018 så det är svårt att bedöma dammens effekt. Men på basis av fotografier kan man konstatera att vegetationen är rikligare i Nackdikets övre lopp där vattenståndet är lägre. Högre vattenstånd i utfallsdiket kan bidra till att behovet av underhållsrensning minskar. Dessutom minskar risken för ras och erosion.

Skötsel av dammen har främst varit att årligen kontrollera så att tekniken fungerar och att kontrollera att inte överflödsluckorna stockas med gräs och slam. Uppskattningsvis har skötseln 2018–2021 varit 3–5 timmar per år.

Utredningsbehov:

- När stänga dammen och regleringen i brunnarna på våren för att lagra maximalt med vatten?
- Hur mycket bevattningsvatten krävs för att ge maximal skörd och maximal höjd på grundvattennivån?
- Kan dammen höjas för att få större tillgång till bevattningsvatten?
- Är det möjligt att pumpa vatten till området ovanför dammen så att vattenståndet höjs ovanför dammen vid torra somrar?
- Kan flera mindre dammar på andra lämpliga ställen på Söderfjärden bidra till bättre tillgång till bevattningsvatten?

5 LITTERATURFÖRTECKNING

Chapagain, Yogesh. 2019. Modelling field hydrology in acis sulfate soil in Nordic conditions with different water management practices. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201903172264>

Lappalainen, M. 2021. Viljely happamilla sulfaattimailla - tuloksia Söderfjärdenin pilottikokeesta kuormituksen vähentämiseksi. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.

Virtanen, S., Uusi-Kämpä, J., Österholm, P., Bonde, A. & Yli-Halla, M. 2016. Potential of controlled drainage and sub-irrigation to manipulate groundwater table or mitigating acid loadings in Finnish acid sulfate soils. Written for presentation at the 10th International Drainage Symposium Partners University of Minnesota Water Resources Center American Society of Agricultural and Biological Engineers Minneapolis, Minnesota September 7 – 9, 2016.

Väisänen, Seppo. 2015. Pohjapatojen käyttö peruskuivatusuomissa. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201501141009>

Yli-Halla M., Virtanen S., Regina K., Österholm P., Ehnvall B. ja Uusi-Kämpä J. 2020. Nitrogen stocks and flows in an acid sulfate soil. Environ Monit Assess 192: 751. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08697-1>

Österholm P., Virtanen S., Rosendahl R., Uusi-Kämpä J., Ylivainio K., Yli-halla M., Mäensivu M. ja Turtola E. 2015. Groundwater management of acid sulfate soils using controlled drainage, by-pass flow prevention, and subsurface irrigation on a boreal farmland. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science. <http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2014.997787>

Österholm P., Nystrand M, Uusi-Kämpä J., Ylivainio K. & Bonde A. 2021. Söderfjärdenin koalueen vedenlaatu vuosina 2010-2020 sekä kasvitulokset 2018-2019. Bilaga till slutrapport 22.2.2021.

Österholm, P. & Rosendahl, R. 2012. By-pass flow prevention on farmlands with controlled drainage. Geologian tutkimuskeskus, Opas 56: 7th International Acid Sulfate Soil Conference, Vaasa, Finland 2012. [op_056.pdf \(gtk.fi\)](http://op_056.pdf(gtk.fi))

Bakgrundsinformation:

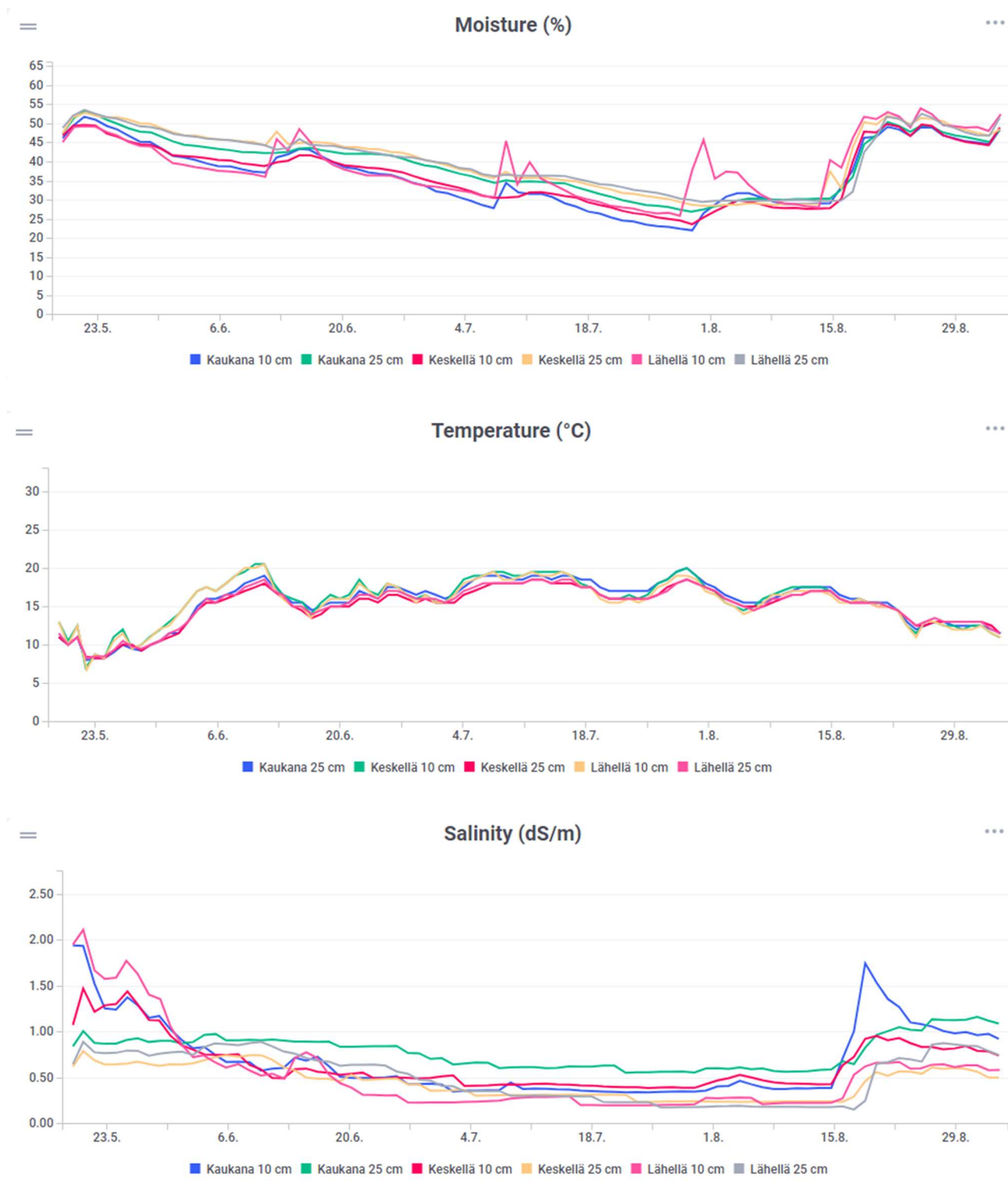
Reglerad dränering. Landsbygdsnätverkeets broschyr. 2009. https://salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2017/10/reglerad_dranefing_kevyt_resoluutio.pdf

Minskning av miljörisker orsakade av sura sulfatjordar. Handbok för reglering av grundvattennivån. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti89.pdf> (Catermass, 2013)

Ylivainio och Uusi-Kämpä 2018. Kvävebalans och gödselrekommendationer. Presentation på VIMLA-projektets slutseminarium. <https://vimlavattenorg.files.wordpress.com/2018/04/vimla-slutseminarium-presentationer-onsdag-11-april-2018-vasa1.pdf>

BILAGOR

Bilaga 1: Resultat från mätningarna med soil scout (Agrimedia) år 2021.



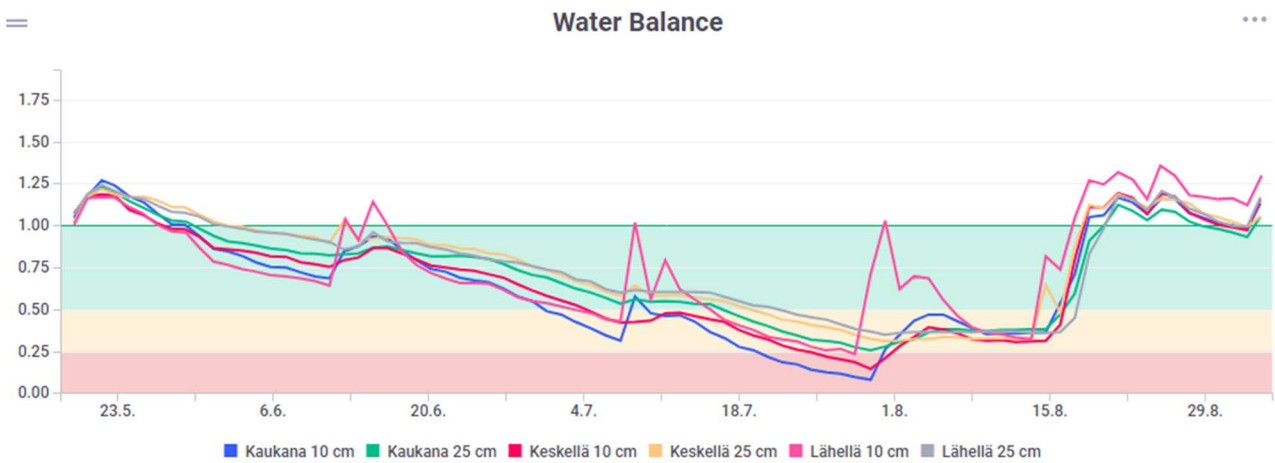
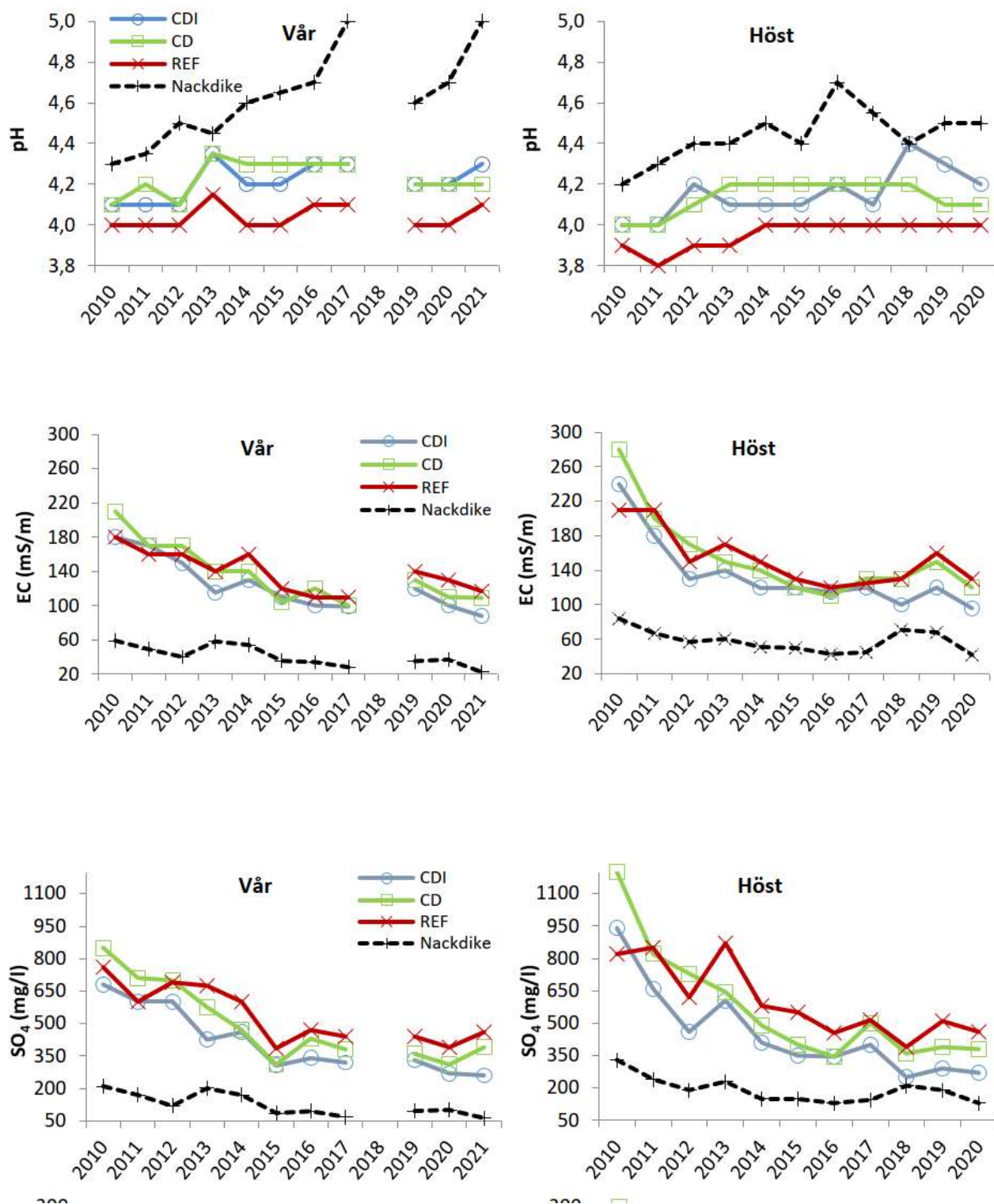
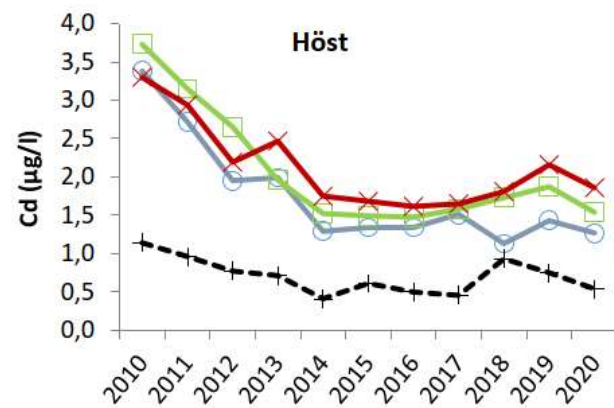
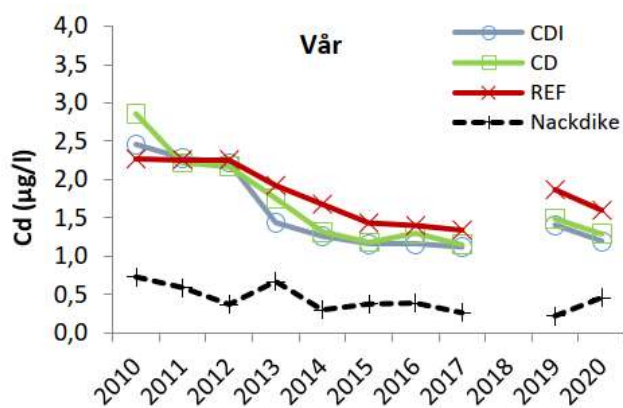
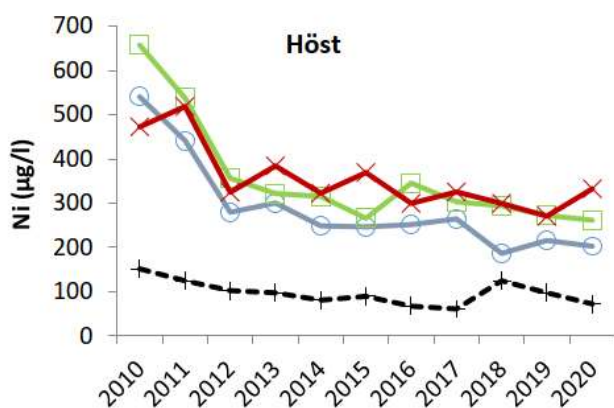
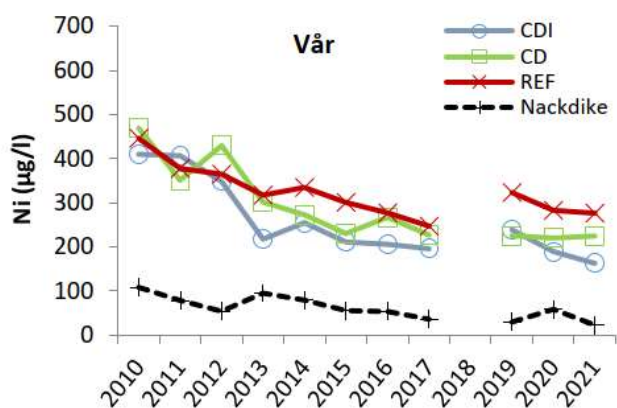
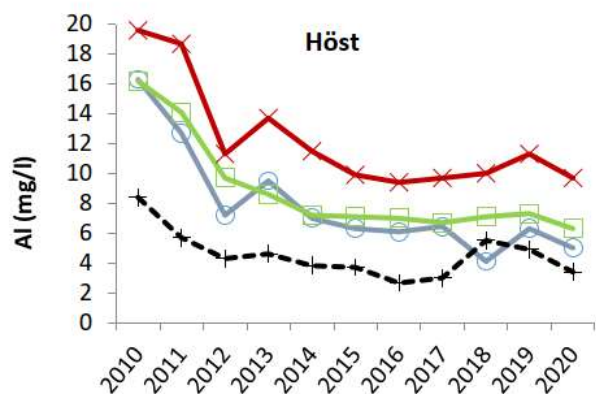
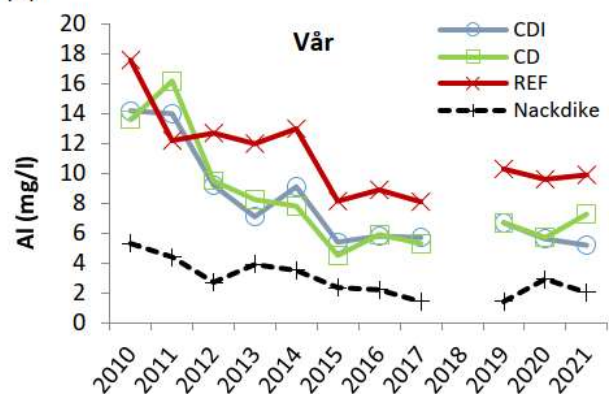


Bild 1: Bild av soil scout sensorer som registrerar bl.a. fuktighet i marken. Johannes Tiusanen (<https://www.agrimedia.fi/soil-scoutin-johannes-tiusanen-palkittiin-agri-inno-palkinnolla/>)

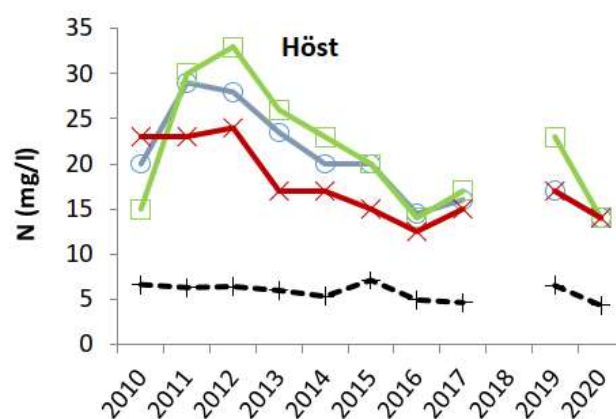
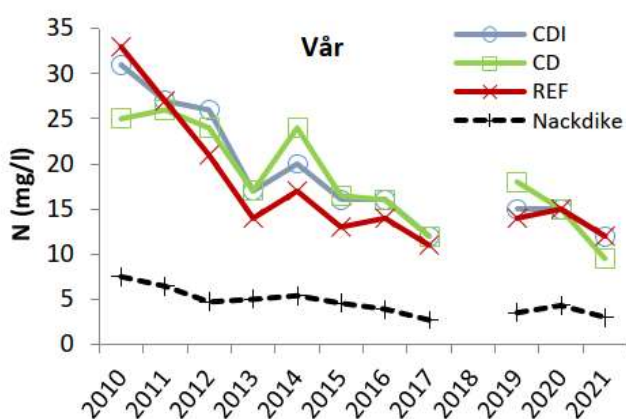
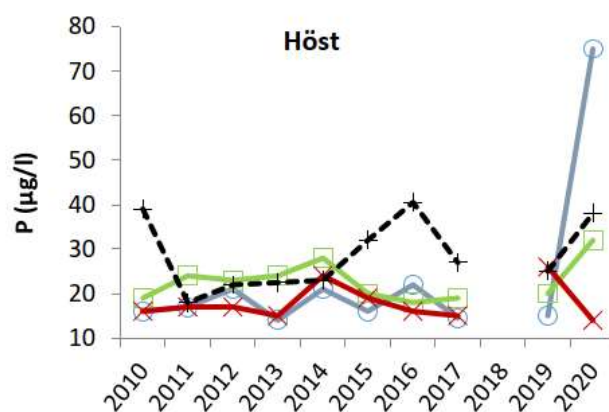
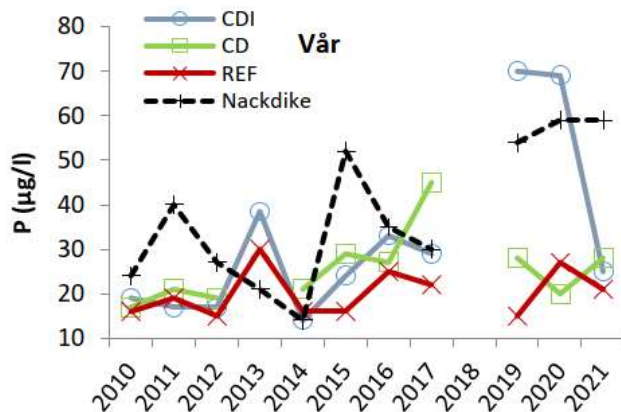
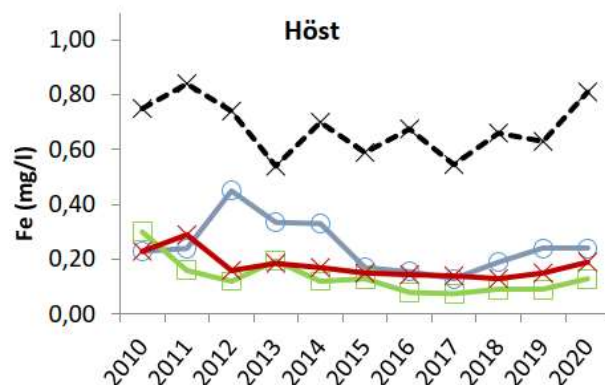
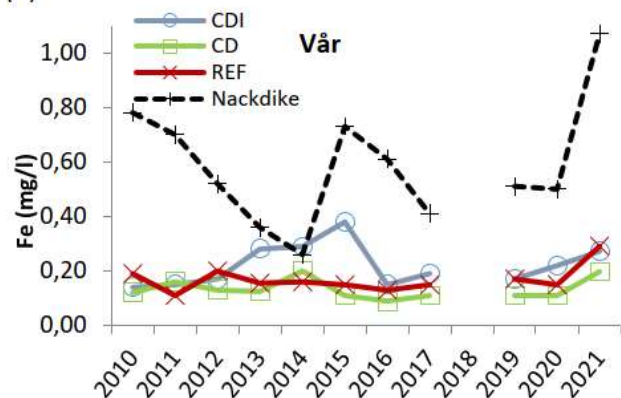
Bilaga 2 Vattenkvalitetsresultat från försöksfältets dräneringsvatten och södra Nackdike



(B)



(C)



EXEMPEL

Anmälan om uttag av ytvatten eller grundvatten (Statsrådets förordning om vattenhushållningsärenden 1560/2011)

Ansvarigas namn och kontaktuppgifter

Pelle Pump

Tel. 040-123 4567

Bäckvägen 1, 90 900 Bäckby

pelle.pump@epost.fi

Dikningssammanslutning, (namn och förrättningsnummer)

Östra Nackdikets dikningssammanslutning, nr 123456

Var genomförs pumpningen (fastighetsbeteckning, koordinater eller markerat på karta)

Östra Nackdiket, koordinater: N xxxxxxxx -E xxxxxx (ETRS-TM35FIN),

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>

Fastighetsbeteckning 444-444-4-44

Grundvattenområde

Pumpningen sker inte i grundvattenområde

Beskrivning av åtgärden (beskriv hur pumpningen utförs, modell och effekt på pumpen, utförs mätning av vattenmängder)

Vatten pumpas från Östra Nackdiket med hjälp av en solcellsdriven pump (modell, märke) med en maximal kapacitet på 17 m³/h. Vattnet pumpas in i täckdikena på ett skifte där det odlas vete, fastighetsnummer xxx-xxx-x-xx.

När och hur länge pågår pumpningen

Alternativ 1: Pumpningen pågår under tiden 1.6.-31.7.2022. Pumpen styrs av solenergi och pumpar mera under soliga dagar och mindre under mulna dagar. Ingen pumpning sker på natten.

Alternativ 2: Pumpningen utförs totalt tre gånger under tiden 1.6.-31.7.2022 och pågår dygnet runt i ca 2–3 dygn per gång.

Mängden vatten som pumpas

Uppskattningsvis sammanlagt 4500 m³ under hela perioden.

Miljökonsekvenser

Pumpningen bidrar till minskat vattenstånd i Östra Nackdiket vilket kan öka risken för oxidering av sura sulfatjordar i området närmast diket. Risken minskas genom att reglera vattennivån i Östra Nackdiket med hjälp av en damm (SB dam) sommartid. Underbevattning bidrar till minskad risk för oxidering av sura sulfatjordar. I Östra Nackdiket finns sannolikt inget fiskbestånd som skulle påverkas negativt av vattenståndssänkningen.

I Österbotten, Södra Österbotten och Mellersta Österbotten skickas anmälan till NTM-centralen i Södra Österbottens registratur, vars e-postadress är registratur.sodraosterbotten@ntm-centralen.fi. En anmälan ska göras senast 30 dygn innan en åtgärd påbörjas.