

# Grundvattenkartläggning på Söderfjärden

Analys för ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap

Anna Nordin

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Lantmäteriteknik

Vasa 2024

## EXAMENSARBETE

Författare: Anna Nordin  
Utbildning och ort: Lantmäteriteknik, Vasa  
Handledare: Anders Ahlbäck, Yrkeshögskolan Novia  
Simon Nässlin, ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap

Titel: Grundvattenkartläggning på Söderfjärden

---

Datum: 7.5.2024      Sidantal: 36

---

### Abstrakt

Detta examensarbete är en introduktion på grundvattenkartläggningen på Söderfjärden. Examensarbetet är skrivet åt ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap genom projektet *Beredningsplan för vattenhanteringen på Söderfjärden – Grundvattenkartläggning*. Målet med projektet var att finna en lösning för att optimera vattenhanteringen på Söderfjärden, inklusive att hitta sätt att behålla vattnet på området i stället för att pumpa bort det. Problemet på Söderfjärden är att områden torrläggs även när de inte finns behov för det. Det beror på att de lägsta områdena styr över torrläggningen och de är belägna längst bort från pumphuset och mitt på området.

Teoridelen av examensarbetet innehåller fakta om Söderfjärden samt en fördjupning i grundvatten, dess risker och kartläggning av grundvattennivån. Dessutom behandlas täckdikning, reglerad dränering och underbevattning och deras inverkan på grundvattennivån. Det är viktigt att förstå de unika förhållandena på Söderfjärden. Särskilt med tanke på att området torrläggs med hjälp av bortpumpning av överloppsvatten och åkerskiftena har till stor del reglerad dränering.

Resultatet blev en analys över grundvattenkartläggningen. Analysen presenteras i grafer som visar hur grundvattennivån på Söderfjärden varierar och hur den påverkas av externa faktorer, som nederbörd och pumpning. Mätstationerna jämförs också sinsemellan, för att identifiera eventuella skillnader i grundvattennivån mellan mätstationerna på olika höjder och i utfallsdiken.

---

Språk: svenska

Nyckelord: kartläggning, grundvatten, Söderfjärden, mätstation

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Anna Nordin  
Koulutus ja paikkakunta: Maanmittaustekniikka, Vaasa  
Ohjaajat: Anders Ahlbäck, Yrkeshögskolan Novia  
Simon Näsclin, ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap

Nimike: Pohjavesikartoitus Söderfjärdenillä

---

Päivämäärä: 7.5.2024 Sivumäärä: 36

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on johdanto pohjaveden kartoittamiseen Söderfjärdenillä. Opinnäytetyö kirjoitettiin ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskapin puolesta osana projektia *Beredskapsplan för vattenhanteringen på Söderfjärden – Grundvattenkartläggning (Vesitalouden valmiussuunnitelma Söderfjärdenillä-Pohjavesikartoitus)*. Projektin tavoitteena on löytää ratkaisu vedenhallinnan optimoimiseksi Söderfjärdenillä, mukaan lukien tapoja säilyttää vesi alueella sen sijaan, että se pumpataan pois. Ongelmana Söderfjärdenillä on, että alueita kuivataan, vaikka siihen ei ole tarvetta. Tämä johtuu siitä, että matalimmat alueet määräävät kuivatuksen ja ne sijaitsevat kauimpana pumppaamosta ja keskellä aluetta.

Opinnäytetyön teoreettinen osa sisältää faktoja Söderfjärdenistä sekä syventävän tutkimuksen pohjaveteen, sen riskeihin ja pohjaveden tason kartoitukseen liittyen. Lisäksi käsitellään salaojaa, säätösalojaa ja alakastelua ja niiden vaikutusta pohjaveden tasoon. On tärkeä ymmärtää Söderfjärdenin ainutlaatuiset olosuhteet. Eryityisesti ottaen huomioon, että aluetta kuivataan ylimääräisen veden pumppauksen avulla ja peltolohkoilla on suurelta osin säännelty salaojitus.

Tulos on analyysi pohjavedenkartoituksesta. Analyysi esitetään graafeina, jotka osoittavat miten pohjaveden taso Söderfjärdenillä vaihtelee ja kuinka siihen se vaikuttavat ulkoiset tekijät, kuten sade ja pumppaus. Mittausasemia vertaillaan myös keskenään, jotta voidaan tunnistaa mahdolliset erot pohjaveden tasossa mittausasemien välillä eri korkeuksilla ja ulostulo-øjissa.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kartoitus, pohjavesi, Söderfjärden, mittausasema

## BACHELOR'S THESIS

Author: Anna Nordin  
Degree Programme: Land Surveying, Vaasa  
Supervisors: Anders Ahlbäck, Novia University of Applied Sciences  
Simon Nässlin, ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap

Title: Groundwater Mapping in Söderfjärden

---

Date: 7.5.2024      Number of pages: 36

---

### Abstract

This thesis serves as an introduction to groundwater mapping in Söderfjärden. The thesis was written for ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap as part of the project *Beredskapsplan för vattenhanteringen på Söderfjärden – Grundvattenkartläggning (Readiness for water management on Söderfjärden – Groundwater measurement)*. The goal of the project is to find a solution to optimize water management in Söderfjärden, including finding ways to retain water in the area instead of pumping it away. The issue in Söderfjärden is that areas are drained even when there is no need for it. This is because the lowest area dictates the drainage, and they are located farthest from the pumping station and in the middle of the area.

The theoretical part of the thesis includes facts about Söderfjärden as well as an in-depth exploration of groundwater, its risks, and the mapping of groundwater levels. Additionally, techniques such as cover drainage, regulated drainage and sub-irrigation and their impact on groundwater levels are discussed. Understanding the unique conditions of Söderfjärden is crucial. Especially considering that the area is drained through the pumping of excess water and has regulated drainage on a large part of the agricultural fields.

In the result is an analysis of the groundwater mapping. The analysis presents graphs, illustrating the variation of groundwater levels in Söderfjärden and how they are influenced by external factors such as precipitation and pumping. The measurement stations are also compared to each other to identify any differences in groundwater levels between stations at different elevations and in outfall ditches.

---

Language: Swedish

Key words: mapping, groundwater, Söderfjärden, measurement station

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Uppdragsgivare.....	1
1.2	Problem .....	2
1.3	Syfte .....	3
2	Söderfjärden .....	3
2.1	Historia.....	4
2.2	Söderfjärdens torrlägningsföretag .....	5
3	Grundvatten .....	5
3.1	Grundvattnets risker.....	7
3.2	Grundvatten på odlingsmarker .....	8
3.3	Kartläggning av grundvattennivån .....	8
4	Täckdikning.....	9
5	Reglerad dränering .....	11
5.1	Underbevattning.....	12
5.2	Sura sulfatjordar .....	13
6	Tidigare kartläggningar – VesiHave .....	14
7	Digitala grundvattenrör .....	16
7.1	Placering och montering.....	18
7.2	Inmätning av utfallsdiken .....	19
7.3	Datainsamling .....	20
8	Analyseringen .....	20
9	Resultat.....	22
9.1	Nederbörden .....	24
9.2	Pumpningen.....	28
10	Slutsatser .....	30
11	Diskussion .....	32
11.1	Utmaningar.....	32
11.2	Vidare forskning.....	34
12	Litteraturförteckning .....	35

## Ordlista

**Beredskapsplan:** En detaljerad plan som utvecklas för att hantera och minimera problem inom ett specifikt område eller situation.

**Digitala grundvattenrör/mätstationer:** Grundvattenrör försedda med trycksensorer, som mäter grundvattennivån automatiskt. Data som samlas in skickas till en databas, som behandlat informationen.

**Dränering:** Process för att avleda överskott av vatten från ett område, för att förhindra översvämningar eller vattenskador. Kan göras med olika tekniker, till exempel diken eller dräneringsrör.

**Dämningsanordning:** En struktur som används för att reglera vattenflödet i vattendrag. De kan vara naturliga eller konstgjorda, som i regleringsbrunnar.

**Grundvattenkartläggning:** Analysering och kartläggning av grundvattnets, nivå och kvalitet. Inkluderar insamling av data och analys av de data som samlas in, för att kunna förstå grundvattnets resurser.

**Interpolera:** Innebär att uppskatta eller beräkna värden mellan känt data. Fylla i luckor och jämna ut övergångar mellan befintliga data.

**Järnhydroxid:** En kemisk förening som består av järn och hydroxidjoner. Oftast en fast substans som bildas då järn löses upp i vatten och reagerar med syre och vatten.

**Kalkning:** Är en metod för att höja PH-värdet i marken eller i vattnet. Genom att tillsätta kalk och neutralisera sur jord. Inom jordbruket används det för att gynna växtligheten och förbättra bördigheten.

**Markpackning:** Är då jorden komprimeras på grund av upprepande belastningar som gått över marken. Påverkar jordens porositet, luft- och vattenflöde negativt, vilket kan leda till sämre dränering och ökad risk för översvämningar.

**Reglerad dränering:** En metod för att reglera avrinningen från en täckdikad åker och bevara vatten i åkern för torra perioder. Med en regleringsbrunn som har en dämningsanordning som kan reglera vattennivån.

**Svavelsyra:** En stark, frätande, sur syra som är löslig i vatten. Används inom industrier för framställning av kemikalier, gödslingsmedel och batterier bland annat.

**Tungmetall:** Kemiska grundämnen som har en hög densitet jämfört med andra grundämnen. De kan vara en fara för människans och miljöns hälsa, samt de förorenar jorden, vatten och luft.

**Täckdikning:** En metod för att leda bort överloppsvatten och förbättra dräneringen på ett åkerskifte. Förbättras avrinningen på området och översvämningar förhindras.

**Täckdikningsföreningen:** En förening i Finland som fokuserar på att stödja användningen av täckdikning. De ger rådgivning kring täckdikning, samt ger stöd åt jordbrukare som implementerar täckdikning på sin mark. De har ett arkiv över dräneringskartor.

**Vattendrag:** Naturliga eller konstgjorda kanaler där vatten rör sig från ett område till ett annat, till exempel floder, åar och bäckar. De bildas genom avrinning, erosion och nederbörd.

**Vattenförsörjning:** Processen som förser rent vatten till mänskliga, ekonomiska och ekologiska behov. Kan vara dricksvatten eller vatten till jordbruk. Anläggningar som vattenverk, vattenörsläggningar och dammar främjar vattenförsörjningen.

**Vattenhantering:** En process att hantera vattenresurser för att uppfylla olika behov. Det kan vara insamling, lagring, behandling eller distribution av vatten för olika ändamål. Åtgärder för vattenkvaliteten, översvämningar och skydd mot föroreningar.

**Vattenhushållningsprojekt:** Ett projekt som syftar på att förbättra hanteringen av vattenresurser. Syftet är att uppnå hållbar användning. De kan omfatta åtgärder för att hantera vattenförsörjningen eller dräneringen.

**Vegetationsperiod:** Den tiden på året då växtligheten aktivt växer på grund av gynnsamt väder. Vanligtvis är det från våren till hösten och påverkar jordbruket.

**Underbevattning:** Då tilläggsvattnet pumpas in i täckdikningssystemet via regleringsbrunnen. Detta görs med hjälp av en pump och en slang som leder vatten från vattendraget in i regleringsbrunnen. För att höja på grundvattennivån.

**Utlakning:** Processen där näringsämnen transporteras bort från sin ursprungliga plats och hamnat ut i omgivningen. På grund av att vatten tränger sig ner i marken och transporterar föroreningar.



## Beredskapsplan för vattenhantering på Söderfjärden

Programmet för utveckling av  
landsbygden i Fastlandsfinland  
2014–2020



Europeiska jordbruksfonden för  
landsbygdsutveckling: Europa  
investerar i landsbygdsområden

ProAgria  
Österbottens Svenska  
Lantbruksförening

# 1 Inledning

Detta examensarbete fungerar som en grundlig introduktion för projektet **Beredskapsplan för vattenhantering på Söderfjärden – Grundvattenkartläggning**. I examensarbete framförs en analys över grundvattenkartläggning på Söderfjärden. Analysen förklarar vad för data som har samlats in och vad data visar. Resultatet ska klargöra hur grundvattennivån rör sig på området, samt vad det kan bero på. Tanken är att analysen ska fungera som grund för eventuella lösningar på problemen kring vattenhanteringen på Söderfjärden.

Den teoretiska delen i examensarbetet går djupare in på ämnet grundvatten och grundvattennivån. Det vill säga vad grundvatten är och vad grundvattennivån har för risker. Därtill redogörs täckdikning, relegerad dränering och underbevattning. Eftersom det inverkar på grundvattennivån och Söderfjärden är till 90 % täckdikat med reglerad dränering. Tidigare forskningen VesiHave presenteras, med fokus på försöksfältet i Sievi. Även Söderfjärden beskrivs, av den orsaken att området är unikt och har en avvikande historia.

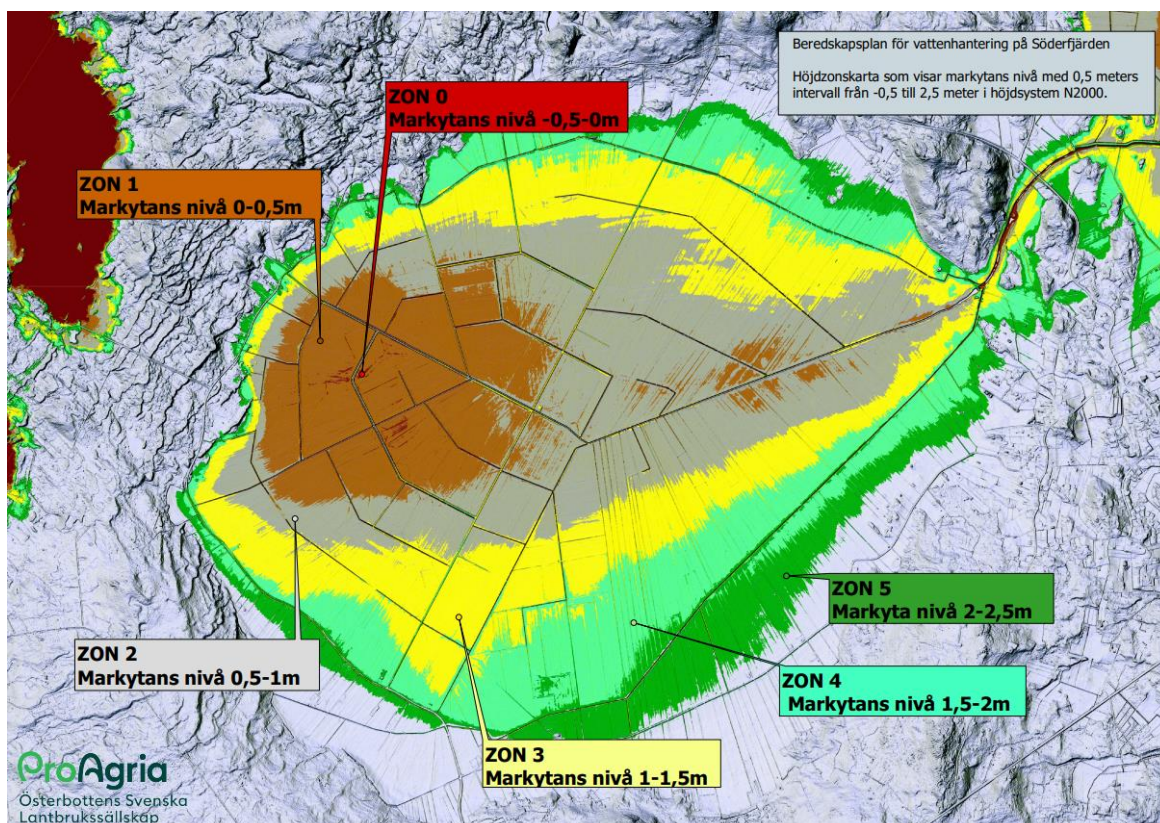
## 1.1 Uppdragsgivare

Uppdragsgivare för examensarbetet är ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap. Lantbrukssällskapet erbjuder rådgivning inom tre sektorer: ekonomi, vatten och miljö, samt växtodling och husdjur, för lantbruks- och trädgårdsföretagare i Österbotten. Vid utredningar och planeringar kallas Lantbrukssällskapet in som sakkunnig och opartisk organisation. Examensarbetet görs utifrån projektet **Beredskapsplan för vattenhantering på Söderfjärden – Grundvattenkartläggning**, där Lantbrukssällskapet fungerar som projektägare. Projektiden är hösten 2022 – 2024 och är ett EIP-finansierat projekt. European Innovation Partnership, EIP, stöder projekt som skapar nya innovationer och med samarbeten som gynnar primärsektorns hållbarhet. En innovationsgrupp har skapats, som har gemensamma möten där projektets verksamhet diskuteras. Innovationsgruppen består av representanter från NTM-centralen, markägare/jordbrukare, Söderfjärdens torrläggingsföretag, Lantbrukssällskapet och övrig forskning.



## 1.2 Problem

Problemet på Söderfjärden är att de lägst belägna områdena bestämmer hur mycket vatten som pumphuset bör pumpa bort för att dräneringen skall fungera på området. De lägsta områdena är en halv meter under havsnivån (*Figur 1*) och är på andra sidan av området än var pumphuset är placerat. Det innebär att när de låga områdena ska dräneras av vatten, så torrläggs odlingsmarken på högre områden där det inte finns behov till det.



Figur 1: Zonkarta över höjderna på Söderfjärden. Gjord av Simon Nässlin från Österbottens Svenska Lantbrukssällskap.

Överdränering är ett faktum på Söderfjärden, vilket inte är miljövänligt, ekonomiskt eller arbetseffektivt. På grund av dagens klimat, har störtregn, översvämningar och torra perioder blivit alltmer vanligare, också i Finland. Österbotten är redan känsligt för översvämningar, eftersom det är många floder som går genom landskapet (Suomen ilmastopaneeli raportti 2/2021, s. 56). På områden som Söderfjärden är detta en svårighet, då höjdskillnaderna är stora och vattenhanteringen inte är anpassad för det. För mycket vatten pumpas ut från området, vatten som sedan kunde behövas till underbevattning under försommartorkan.

I rapporten av Suomen ilmastopaneeli presenteras klimatförändringens konsekvenser i olika landskap, samt hur klimatet har utvecklats och kommer att se ut i framtiden om de fortsätter på samma sätt som nu. Enligt rapporten kommer nederbörden i Österbotten öka och medeltemperaturen densamma. Jordbruket i Österbotten får en positiv effekt av klimatförändringen. Trots att skördeperioden kan bli mer krävande och att planeringen försvåras, förväntas skörden öka. Det kan dock innebära nya odlingstekniker och nya grödor. (Suomen ilmastopaneeli raportti 2/2021, s. 56 och 101).

### 1.3 Syfte

Syftet med projektet **Beredskapsplan för vattenhantering på Söderfjärden** är att hitta nya möjligheter på vattenhanteringen. För tillfället pumpas onödigt vatten bort från området. Vatten som skulle kunna bevaras och användas till exempel till underbevattning av odlingsmarkerna. Möjligheterna för områdets vattenhantering bör utredas. Genom att utföra en grundvattenkartläggning på Söderfjärden, ger det en blick över grundvattnet och hur de rör sig på området under olika tidsperioder. Sedan analysera informationen som kartläggningen samlar in och sedan undersöka eventuella lösningar för vattenhanteringen. Syftet med examensarbetet är att presentera en analys av grundvattennivån på Söderfjärden, inga konkreta lösningar på vattenhanteringen.

## 2 Söderfjärden

Söderfjärden är ett öppet område med odlingsmark, diken och enstaka vägar. Det är en meteoritkrater, vilket gör området till en speciell plats i Finland, men också i världen. Söderfjärden har en diameter på 5–6 km. Fjärden är belägen ungefär 10 km söder om Vasa. Området är ett av Finlands kända rastplatser för fåglar, främst tranor. Under vår- och höstflyttningen är då mest tranor ses på åkrarna, upp till tusentals. Andra fåglar som trivs är grågås, sångsvanar, sjöfåglar och rovfåglar. Vid Meteorian och pumphuset finns fågeltorn för fågelskådare. (Söderfjärden).

Mitt på Söderfjärden är Meteorica beläget. Meteorica är ett besökscenter som erbjuder en bred utsträckning av tjänster (Meteorica startside). De har egen energiproduktion, med förnybar energi med vind och solpaneler. På området har de lador med utställningar om områdets historia, natur, gamla redskap och maskiner som använts på Söderfjärden (Meteorica utställning). Meteorica har även ett observatorium med teleskop och kameror. Där går det att observera solen och dess solfläckar, olika planeter och månen (Meteorica observationer).

## 2.1 Historia

För omkring 520 miljoner år sedan bildades Söderfjärden av en meteorit. Det gör Söderfjärden till en av 192 kända meteoritkratrar i världen. Kratergropen vid nedslaget har beräknats vara över 300 meter djup, som idag består av sedimentbergarter och lera (Söderfjärden Meteoritkrater). Det finns historia på Söderfjärden tillbaka till 1600-talet då området var täckt med närmare 4 meter djupt vatten. Före Söderfjärden var odlingsmark, var det fiskevatten. (Söderfjärden startside).

I och med landhöjningen hoppades det på att mera odlingsmark skulle framträdas. På slutet av 1700-talet byggdes en dammbyggnad av sten och jord, vars avsikt var att hindra flödesvattnet på våren att ta sig in på Söderfjärden. Riddardiket, vilket är dräneringsdiket som går rakt mot var nuvarande pumphuset är, kom på 1820-talet. Sedan dess har diket förlängts och grävts djupare. Riddardiket är ännu idag det viktigaste diket på Söderfjärden för att dräneringssystemet skall fungera. (Söderfjärdens historia).

I slutet av 1800-talet diskuterades behovet av torrläggning på Söderfjärden. Det var inte förrän år 1919 som ett förslag på torrläggning beslöts och snabbt därefter började arbetet med torrläggningsprojektet. År 1927 var torrläggningen avslutad och markägarna på området formade ett dikningsbolag som tog över ansvaret. Sedan dess har Söderfjärden varit torrlagt helt och hållet. Det första pumphuset på Söderfjärden blev färdigt 1926. Pumphuset var utrustat med tre eldrivna pumpar. År 1964 byggdes ett mer effektivt pumphus i tegel bredvid de gamla. Det är det pumphuset som ännu används idag och dränerar 2/3 av området. (Söderfjärdens historia).

Numera finns det runt 200 markägare på Söderfjärden, varav cirka 70 bönder som odlar på marken. Söderfjärden är 2 300 hektar stort, varav ungefär 80% är odlingsmark. För det mesta odlas spannmål korn, men även vete, havre, sockerbetor och potatis.

Täckdikningen påbörjades efter kriget, med gemensam samtäckdikning. På 1990-talet utarbetades reglerad dränering gemensamt på området. På Söderfjärden har de räknats finnas mer än 500 regleringsbrunnar, som är väldigt unikt. Idag har dessutom många börjat med underbevattning på sina odlingsmarker. (Jordbruket på dränerad fjärd; Söderfjärdens historia).

## 2.2 Söderfjärdens torrlägningsföretag

För att odling ska vara möjligt på Söderfjärden måste området torrläggas, genom att pumpa bort vatten genom pumphuset. Det sker inte ut av sig själv, utan det är Söderfjärdens torrlägningsföretag som ansvarar för underhållet av vattenhanteringen på området. Företaget sköter även om diken och ser till att de är rensade. (Söderfjärdens torrlägningsföretag).

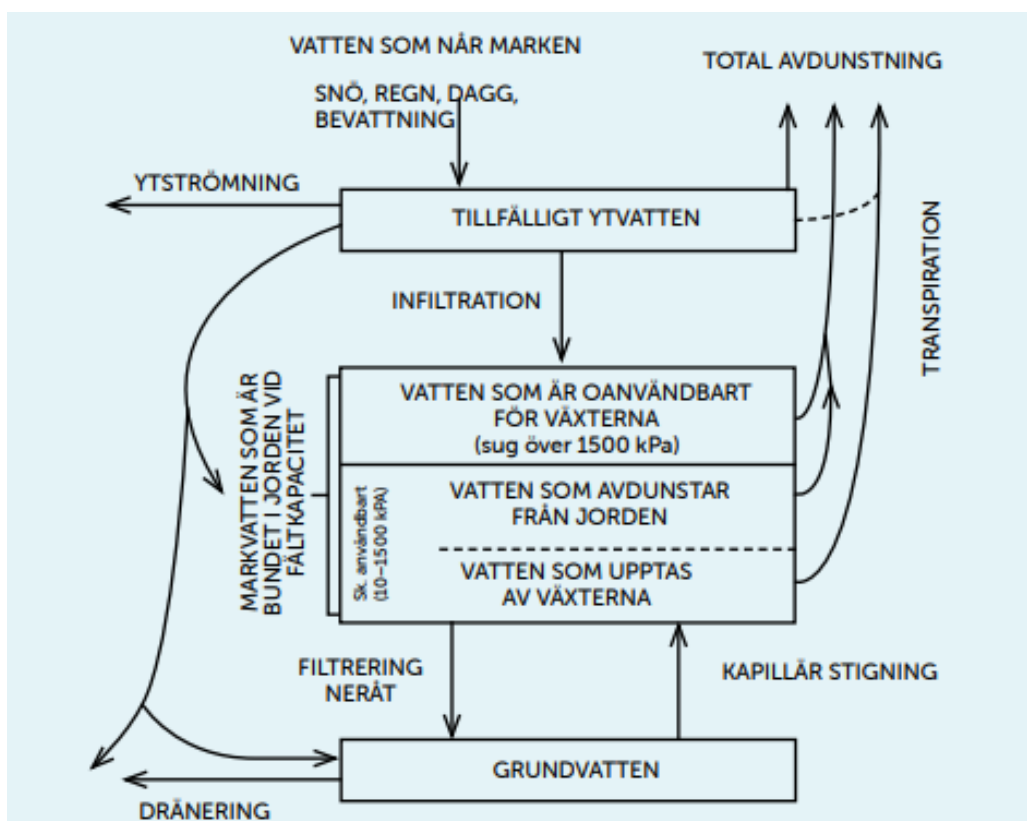
Det är Söderfjärdens torrlägningsföretag som är bakgrunden till projektet **Beredskapsplan för vattenhantering på Söderfjärden – Grundvattenkartläggning**. Det var torrlägningsföretaget som tog initiativet och kontaktade Österbottens Svenska Lantbrukssällskap för om de kunde utreda möjligheterna för vattenhanteringen på Söderfjärden. De är med i innovationsgruppen och deltar i möten om projektet.

## 3 Grundvatten

Tjänsten Vatten.fi ger den mest aktuella vatteninformationen i Finland. Hemsidan upprätthålls av Finlands miljöcentral, NTM-centralerna, Meteorologiska institutet och Översvämningencentret. De beskriver grundvatten enligt följande: *”Med grundvatten avses allt vatten under markytan som fyller de öppna utrymmena i mark- och berggrunden”* (Vattenordlista).

Grundvatten finns så gott som överallt i marken, vanligen på ett 2–5 meters djup. Det bildas då regn- och ytvatten absorberas eller sipprar ner i markens hålrum. I figuren nedan (*Figur 2*), syns stegen hur vattnet rör sig från markytan till grundvattennivån. När vattnet rinner

ner i marken, filtreras det från föroreningar. Därför går det att använda grundvatten som hushållsvatten. Per dygn används ungefär 0,7 miljoner kubikmeter grundvatten. Hur mycket grundvatten det finns varierar beroende på årstider och området. I åsar och israndsbildningar lagras mest grundvatten i Finland, eftersom de består av grus och sand, som är väldigt vattengenomsläppligt. (Grundvattenbildning och grundvattenförekomster, 2022).



Figur 2: Hur vattnet rör sig i marken. (Bevattning i åkerbruket, 2023, s. 12).

Grundvattennivån är nivån på grundvattnet och dess variationer under olika perioder. Skillnaden i grundvattennivåns naturliga variation är en halv till en meter. Den anpassar sig enligt markytans form och följer med årstiderna. I början av vintern är grundvattennivån oftast som högst. Den sjunker lite, då tjälen kommer i marken. Under snösmältningen och höstregnen, samt efter skörden, stiger grundvattennivån högre upp mot markytan. Under denna period är absorptionen låg, vilket kan resultera i översvämningar. Eftersom vattnet inte kan tränga igenom marken och i stället stannar kvar på ytan. Om sommaren, speciellt torra somrar, sjunker grundvattennivån rejält. Vattnet hinner inte sjunka in i marken, utan grödorna tar mycket vatten och fukten från regn hinner avdunsta. (Grundvattenbildning och grundvattenförekomster, 2022).

Grundvattnet i Finland är skyddat. Eftersom grundvattnet är känsligt för mänsklig verksamhet, är lagarna till för att hålla god kvalitet på grundvattnet. I miljöskyddslagen 17§ står det om förbud mot föroreningar av grundvatten och i 16§ om förbudet mot förorenad mark, som kan påverka grundvattnet (Miljöskyddslag 527/2014, 2024). Vattenlagen ger bestämmelser kring när tillstånd behövs för vattenhushållningsprojekt, inkluderar grundvatten. Vattenlagen kräver tillstånd för att ta ut grundvatten till samhällets vattenförsörjning. (Vattenlag 587/2011, 2024).

I lagen om vattenvårds- och havsvårdsförvaltningen kapitel 2 behandlas ämnet grundvattenområden. Grundvattenområden är områden där det finns mycket grundvatten. Varje dygn bildas det upp till 5,4 miljoner kubikmeter vatten på grundvattenområdena (Grundvattenbildning och grundvattenförekomster, 2022). Det är NTM-centralen som fastställer grundvattenområden, samt klassificerar områdena efter vattenförsörjning och skyddsbehov. I lagen nämns det att grundvatten ska ha god kvalitet, samt att det inte är tillåtet att försämra kvaliteten på grundvattnet som har en god status. (Lag om vattenvårds- och havsvårdsförvaltningen 1299/2004, 2024).

### **3.1 Grundvattnets risker**

I Finland är grundvattnets status allmänt bra. Det finns få riskområden och även på de områdena går vattnet att användas. Dock är grundvattnet känsligt och finns risker som påverkar dess kvalitet och mängd. Det kan bero på skadliga ämnen som tagit sig till grundvattennivån, samt hur snabbt och lätt ämnet hamnar i grundvattnet. (Grundvattnets status och risker, 2022).

Det vanligaste riskerna för grundvattnet är till exempel, förorenade markområden, vinterunderhåll, industriområden och servicestationer. Jordbruk kan också vara ett eventuellt hot mot grundvattnet, eftersom inom jordbruket används gödsel och växtskyddsmedel. Sedan farliga kemikalier, skrotningsanläggningar, lagring av bränsle, skjutbanor och avloppsläckor, är andra risker som påverkar grundvattnets status. Däremot är grundvattnet skyddat och då riskerna känns till, går det att förhindras. (Grundvattnets status och risker, 2022).

Klimatförändringen medför temperaturökningar och ökar nederbörden, samt ökar avdunstningen. Förändringen sker i årstiderna, att växligheten sträcker sig längre in på hösten och snösmältningen påbörjas tidigare. Detta påverkar grundvattennivåns kvalitet och mängd, både en ökning och en minskning beroende på område. Ökning av grundvattnet medför större översvämningsrisk och störningar i vattenförsörjningen. Medan risken med att grundvattnet sjunker är oxidation av sura sulfatjordar (*kap 5.2*) och skadliga ämnen i marken ökar. Därför krävs det god vattenhantering på odlingsmarkerna, för att kunna reglera grundvattnet. Större förändringar i klimatet kan också leda till att andra grödor måste odlas, mer bekämpningsmedel måste användas och att markanvändningen måste optimeras utifrån de nya mönstren. (Så påverkar klimatförändringar grundvattnet, 2018).

### **3.2 Grundvatten på odlingsmarker**

Grundvatten spelar en viktig roll på odlingsmarken. Beroende på grundvattennivån, påverkas skörden positivt eller negativt. Det gäller att försöka ha en så jämn nivå mellan markytan och grundvattennivån som möjligt under hela vegetationsperioden, för att växligheten ska må bra. Rekommendationen enligt rapporten av MTT är att grundvattennivån ska minst en halv meter under markytan, men på 60–70 centimeters avstånd utvecklas rotsystemet bäst och grödan stimuleras. Dikning är det effektivaste sättet att sänka grundvattennivån. Genom att kontrollera grundvattennivån på åkerskiftet, samt kolla väderprognoserna framöver, kan jordbrukaren optimera växtligheten med hjälp av reglerad dränering (*kap 5*). (MTT Rapport 89, 2013, s. 13 och 17).

### **3.3 Kartläggning av grundvattennivån**

Med att kartlägga grundvattennivån och markfuktigheten kan den mest gynnsamma tidpunkten för underbevattning (*kap 5.1*) fastställas. Även mängden vatten som behövs kan tas reda på via kartläggningen. Eftersom grödorna på odlingsmarken mår bäst av en jämn bevattning och grundvattennivån hålls stabil, att det inte blir för torrt eller för vått i marken. Genom att kontrollera grundvattennivån regelbundet, skapas bättre förutsättningar att kunna utnyttja hela vegetationsperioden. Dessutom att grödornas rötter växer tillräckligt djupt, vilket hjälper markens vattenledningsförmåga. (Bevattning i åkerbruket, 2023, s. 15).

Det finns olika metoder för att kartlägga grundvattennivån. Bland det vanligaste är grundvattenrör, fram för allt på odlingsmarker, där den lokala grundvattennivån vill kontrolleras. Grundvattenrör är oftast plaströr nedsatta i marken, som mäter grundvattennivån lokalt och avläs manuellt. Dock på grund av teknikens utveckling inom mätning, finns numera digitala instrument (*kap 7*) som kan mäta grundvattennivån med hjälp av trycksensorer. Instrumenten kan kombineras med solpaneler och andra funktioner, beroende på ändamålet. Sedan kan de samla in data automatiskt och till en databas. Ytterligare kan data av grundvattennivån förbättras med att jämföra de med väderprognoser eller övrigt data som samlats in, till exempel över markfuktighet eller temperatur. (Bevattning i åkerbruket, 2023, s. 8 och 18)

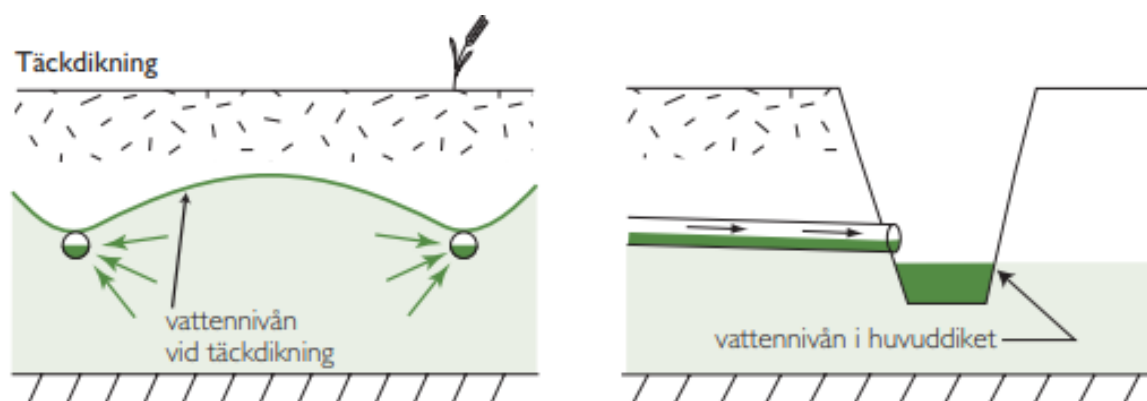
## 4 Täckdikning

Täckdikning är en metod som används för att hantera överloppsvatten på odlingsmarker. Syftet med metoden är att sänka på grundvattennivån lokalt, för att undvika våta områden och förbättra markens dränering. Med täckdikning garanteras det att vattnet rinner bort från skiftet, via utfallsdiken vidare till havet. Täckdikning hjälper speciellt de skiften där terrängen är jämn och vattengenomsläppligheten i maken är dålig. I Finland är det avgörande att ha täckdikning eller någon slags dränering på odlingsmarkerna. Det är enbart cirka 15% av de finska odlingsmarkerna som kan utnyttjas utan dränering. (Åkertäckdikning, 2020, s. 2).

Täckdikning görs med dräneringsrör, som installeras ner i marken. I nuläget används plast dräneringsrör i nya täckdikningssystem, men gamla system monterades med tegelrör. I ett täckdikningssystem går att dela upp i tre delar: uppsamlingsdike (också kallat huvuddike), grendiken och sedan brunnar. Uppsamlingsdiket leder ut vattnet från systemet till utfallsdiket. Grendikena är kopplade till uppsamlingsdiket och sköter om åkerns dränering. I illustrationen nedan (*Figur 3*) ses det hur grundvattennivån ser ut i marken med täckdikning. (Åkertäckdikning, 2020, s. 2 och 8).



Täckdikningsföreningen har sedan 1918 arkiverat kartor på täckdikningssystem på åkrarna i Finland. Efter att en täckdikning har genomförts i Finland, arkiveras den och sparas i en databas av Täckdikningsföreningen. (Åkertäckdikning, 2020, s. 13).



Figur 3: Grundvattennivån och principskiss vid täckdikning. (Åkertäckdikning, 2020, s. 22).

Täckdikning garanterar en bättre skörd under hela vegetationsperioden (Åkertäckdikning, 2020, s. 3). Om dräneringen på skiftet fungerar, kan odlingsperioden förlängas. Marken torkar upp snabbare på våren och därmed också hålls torr in på hösten. Grödan tar upp mer näring och dess tillväxt främjas, vilket innebär att grödan också blir mer hårdig mot växtsjukdomar och skadeinsekter. Vilket gör att medel för att förhindra insekter och ogräs inte behövs användas lika mycket. (Täckdikning - för bättre skörd och miljö, 2019, s. 6).

Jordbruksarealen ökar med täckdikning. Genom att ha täckdikning som dränering, tas de öppna diken bort och grödorna får mer plats. Dessutom tillåter det att åkerarbetet går lättare att utföra, då det inte finns något hinder av öppna diken. Risken för markpackningsskador minskar markant, till följd av att jorden blir torrare och mer stabil. Det leder till att marken håller tunga maskiner och fordon bättre. (Åkertäckdikning, 2020, s. 3; Täckdikning - för bättre skörd och miljö, 2019, s. 5 till 6)

Utlakning av kväve kan öka på grund av täckdikning. Kväveutlakning sker då kväve förekommer i vattnet i form av nitrat. Till exempel om övergödning uppstår och grödorna inte hinner ta upp kvävet, är risken stor för att det rinner genom dräneringsrören ut i vattendragen. Däremot kan täckdikning även minska risken för utlakning, eftersom grödorna blir mer tåliga. (Täckdikning - för bättre skörd och miljö, 2019, s. 6).

På områden med sura sulfatjordar (*kap 5.2*), är det med täckdikning lättare att hålla grundvattennivån ovanför sura sulfatlagren (MTT Rapport 89, 2013, s. 11). Täckdikning av sura sulfatjordar kan bidra till utsläpp av surhet och metallföroreningar i vattendragen. Utsläppen beror till en del på vilket djup täckdikningen ligger på, oftast planeras dikena lite högre upp än vanligt på dessa områden. Om dräneringen är effektiv, kommer sura föroreningar bildas snabbare. Detta kan motverkas genom reglerad dränering (*kap 5*). (Åkertäckdikning, 2020, s. 3).

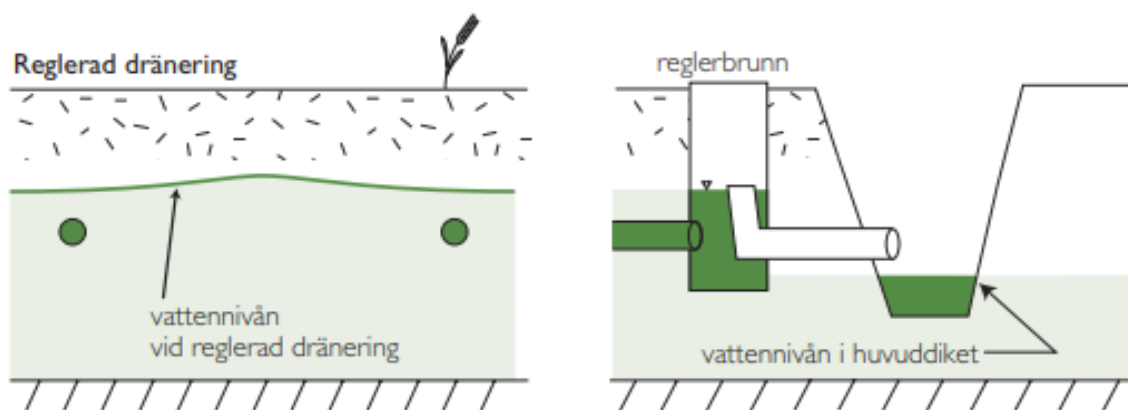
## 5 Reglerad dränering

Reglerad dränering fungerar som ett traditionellt täckdikningssystem, men har ytterligare en regleringsbrunn som kan reglera avrinningen från odlingsmarken. Under våta perioder och då snön smälter fungerar reglerad dränering som ett vanligt täckdikningssystem, leder bort överloppsvattnet. Medan under torra perioder går det att begränsa hur mycket vatten som leds bort. Detta görs med dämninganordningar som finns i regleringsbrunnarna. Dämninganordningarna kan justera grundvattennivån i odlingsmarken till en önskad nivå. Om vattnet överskrider den önskade nivån, rinner överloppsvattnet ut ur systemet tills nivån är tillbaka till den önskade. (MTT Rapport 89, 2013, s. 12).

Beroende på markens lutning och hur stort skiftet är, kan flera än en brunn behövas. I normala fall planeras en brunn per 1,5 hektar. För att reglerad dränering skall fungera bör marklutningen var liten, den får inte överstiga 2%. Grendikena ska planeras tätare än i vanliga täckdikningssystem. Vattengenomsläppligheten måste även vara god i marken. Jordarter som fin mo och grovkornigare jordarter, fungerar väldigt bra för reglerad dränering. (Åkertäckdikning, 2020, s. 21).

Syftet med reglerad dränering är att kontrollera vattenflödet. Markfuktigheten hålls så jämn som möjligt för att grödorna ska gro, samt minimera riskerna för översvämningar och torka. Reglerbar dränering kan även lagra vatten på åkerskiftet under torra perioder, vilket förhindrar oxideringen av sulfidlagren. Genom att höja nivån på dämningen efter att åkern har torkat upp på våren, hålls fukten i marken och sulfidlagren stannar under vatten längre. (MTT Rapport 89, 2013, s. 13).

I Finland är upptill 85% av åkermarken täckdikat, cirka 2,27 miljoner hektar. Av det har endast ungefär 5% reglerad dränering. Dock finns det mycket mer åkermark som skulle vara lämplig för ändamålet, runt 600 000 – 800 000 hektar. Orsaken till att inte fler har reglerad dränering kan bero på att det finns lite forskning som stöder ämnet och vad de medför till jordbruket. (VesiHave 2, 2023, s. 12 till 13).



Figur 4: Grundvattennivån vid reglerad dränering och principskiss. (Åkertäckdikning, 2020, s. 22).

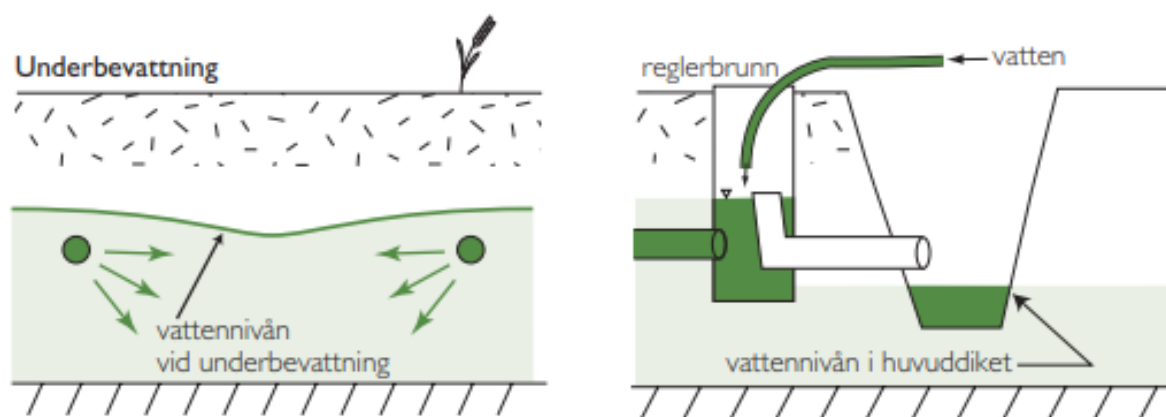
## 5.1 Underbevattning

Den främsta orsaken till projektet på Söderfjärden, var att utreda lösningar hur vattnet kan bevaras på området, i stället för att pumpas bort. En av orsakerna till det är, att det blir alltmer populärt att underbevattna sina odlingsmarker. Speciellt i Österbotten, eftersom naturen, terrängen och jordarterna är lämpliga för det ändamålet. Underbevattning innebär att tilläggsvattnet pumpas in via regleringsbrunnen i täckdikningssystemet. Med hjälp av en pump och slang som tar vatten från närliggande vattendrag. (MTT Rapport 89, 2013, s. 14).

Underbevattning tillämpas för att höja på grundvattennivån till rotzonen i odlingsmarken. För att underbevattning ska fungera, bör det finnas tillräckligt med vatten i utfallsdiket. Mer än en tredjedel av åkerskiftena i Finland är belägna högst 300 meter ifrån ett vattendrag. En kontroll har utförts, av tillgångarna till bevattningsvattnet i vattendragen och i Finland är det inget problem, det finns tillräckligt med vatten för underbevattning. Dock områden som Söderfjärden avviker från kontrollen, eftersom de är beroende av pumpning. Underbevattning lämpar sig inte för alla odlingsmarker. Marken bör vara jämn, med max en lutning på 1%, för att vattnet skall kunna pumpas in i systemet. Även jordarten på skiften bör vara likartad med bra genomsläpplighet. (Bevattning i åkerbruket, 2023, s. 28 och 39).

Pumpningen behövs inte vara i gång konstant, utan redan efter ett dygn av pumpning har grundvattennivån höjts. Beroende på väderförhållandena, odlingsväxten, jordarten och jordens vattenledningsförmåga, kan behovet av underbevattning variera. Bevattningen kan ske i perioder, vilket kan bestämmas utifrån till exempel vädret eller växternas behov. Underbevattningen kan påbörjas så tidigt som möjligt på våren, innan grundvattennivån börjar sjunka. (MTT Rapport 89, 2013, s. 14; Bevattning i åkerbruket, 2023, s. 9).

Trender kan ses i och med klimatförändringen, att Finland blir mer utsatt för länge torra perioder och störtregn. Detta leder till att odlingsmarkerna behöver mera vatten för att grödan ska växa och må bra. Eftersom vid torka och sedan störtregn, absorberas inte regnet i marken, utan det avdunstar till största delen och grundvattennivån fortsätter sjunka. Genom underbevattning skulle grundvattennivån höjas, marken hållas fuktig och grödorna skulle trots torkan få de vattenintag de behöver. (Suomen ilmastopaneeli raportti 2/2021).



Figur 5: Grundvattennivån och principskiss för underbevattning. (Åkertäckdikning, 2020, s. 22).

## 5.2 Sura sulfatjordar

Sulfatjordar finns under plogskiftet, ett jordlager som innehåller ämnet sulfid. De kan kännas igen av sin rödbruna yta, på grund av oxiderat järn. Vanligtvis kan färgen ses tydligt vid håligheter i marken, som blivit efter växternas rötter. Kommer sulfatjorden i kontakt med syre och oxideras, påbörjas kemiska reaktioner i marken. Det bildas svavelsyra och järnhydroxid, vilket gör försurar marken och bildar sura sulfatjordar. (MTT Rapport 89, 2013, s. 6 och 9).

Finland är ett av landen med flest sura sulfatjordar i Europa. Ungefär 70 % av de finns i Österbotten, men även mindre områden i östra Finland och Kajanaländ. Sulfatjordarna är belägna på mindre än 60 meter ovan havet och det beror på landhöjningen. Sura sulfatjordar bildades på havsbotten för tusentals år sedan. Lagrade döda alger och plankton, som reagerade med den syrefattiga miljön och bildade sulfatjordar. (Jord- och skogsbruksministeriet, 2011, s. 7 och 9).

Finns tungmetaller som är bundet in i jorden, men som löser upp sig då det utsätts för sura förhållanden. Då sura sulfatjordar oxideras, frigörs dessa metaller till vattendragen. Det påverkar fisklivet, biologiska mångfalden, skogsbruket och grundvattnet. Även kväve frigörs ifrån sura sulfatjordar, vilket kan påverka luften och eller vattendragen. Bland annat kväveoxidul, som är en växthusgas, är en stor utsläppskälla från sura sulfatjordar. (MTT Rapport 89, 2013, s. 7).

Det går att motverka sura sulfatjordar. Ordentlig dränering minskar på försurningen märkbart på odlingsmarker. Med reglerad dränering går det att kontrollera och behålla en önskad grundvattennivån. Genom att grundvattennivån är ovanför lagren med sura sulfatjordar, hålls sulfatjorden under vatten och då förekommer inte försurning av marken. Kalkning kan bekämpa försurningen, men förhindrar den inte. Eftersom kalkning inte påverkar djupare ner i marken. (Jord- och skogsbruksministeriet, 2011, s. 12 och 14).

## **6 Tidigare kartläggningar – VesiHave**

Forskningsföreningen för täckdikning har utfört ett projekt *Vesitalouden hallinta vesiensujelussa*, VesiHave, mellan år 2019 – 2020. Målsättningen med projektet var att utveckla en lämplig vattenhantering för jordbruk. Projektet var uppdelat i tre delprojekt, varav ett undersökte odlingsmarker med reglerad dränering och underbevattning, för att se hur de påverkar vattendragen och ökar åkerns skörd. (VesiHave, 2021, s. 8).

De hade ett försöksfält i Sievi, med reglerad dränering och underbevattning. Åkerskiftet var 3,55 hektar stort, av vilket 1,07 hektar var med reglerad dränering som jämfördes med 1,25 hektar med vanlig täckdikning. Markytan på området var jämn, med en medellutning på 0,2% och hade en enhetlig jordart av mo och mjäla. Avrinningsområdet var cirka 560 kvadratkilometer. På försöksfältet hade korn odlats åren 2015 – 2018, år 2019 odlades

höstråg och 2020 korn till utsäde. På området mättes grundvattennivån, dränerings flödet och vattenprover med togs ultraljudsflödesmätare och magnetventiler, samt växthusgasutsläppen under olika markfuktighetsförhållanden. (VesiHave, 2021, s. 22 till 24).

Grundvattennivån på området mättes med grundvattenrör, som placerades på olika avstånd, mellan 0,2 – 7,5 meter från dräneringsdiken och olika sidor. En gång i veckan mättes grundvattennivån för hand, medan automatiska mätare mätte var fjärde timme på det reglerade området. På området med vanlig täckdikning mättes det med ett intervall på 30 minuter. Sommaren 2019 sattes uppdämningen på och var på tills november 2020, förutom under vårbruket maj 2020. Från och med januari 2021 hölls uppdämningen på oavbrutet. Underbevattning pågick på de reglerade området juni 2019 och juni – juli 2020. (Vesitalouden hallinta vesiensuojelussa, 2021, s. 24; Täckdikningsföreningens medlemspublikation 1/2021, 2021, s. 42).

Resultatet av mätningen av grundvattennivån var att grundvattennivån var närmare markytan på området med reglerad dränering. I genomsnitt 7 cm högre än på området med täckdikning. Vattnet hölls närmare markytan och efter regn så steg nivån snabbare. Efter snösmältning eller nederbörd hölls inte grundvattennivån nära markytan, på grund av jordarten och genomsläppligheten. Underbevattningen höjde grundvattennivån, men aldrig så högt som till täckdikningsnivån. Orsaken till det var att pumpen var för effektiv och användes ojämnt på grund av den höga bränsleförbrukningen, vilket gjorde att vattnet rann förbi grendikena. Dock syns det tydligt pikar i grundvattennivån då bevattningen pågick. (VesiHave, 2021, s. 55 till 58).

Projektet hade en fortsättning från år 2021 – 2022, VesiHave 2. Då låg fokuset på att utreda hur tillämpningen av reglerbar dränering inverkar på hydrologin, näringsbelastningen till vattendragen och skördenivån på jordbruksområden. På samma försöksfält i Sievi, som i första VesiHave-projektet, undersöktes produktiviteten i åkermarken. Hur den kunde förbättras med reglerbar dränering och underbevattning, samt minska på näringsbelastningen. (VesiHave 2, 2023, s. 8).

Eftersom samma försöksfält som i VesiHave-projektet fortsättningsvis användes, hade åkern samma egenskaper och förutsättningar. Sommaren 2021 byttes den bensindrivna pumpen för underbevattning ut till en solcellsdriven pump. Den pumpen var i gång varje dag mellan 11.6 – 12.10.2021 och igen 19.5 – 12.9.2022. Den solcellsdrivna pumpen hade mindre effekt, men den var effektivare på att höja grundvattennivån. På grund av den långsamma tillförseln av vatten, som gjorde att vattnet hann via dräneringsdikena och absorberades bättre i marken. Under 2022 pumpades 1445 kubikmeter vatten, ungefär 10,7 kubikmeter per dygn, in i täckdikningssystemen. (VesiHave 2, 2023, s. 60).

Utifrån kartläggningen i Sievi hjälper reglerbar dränering att hålla grundvattennivån högre. Dock krävs underbevattning för att grundvattnet skall hållas på en högre nivå under en längre tid. På försöksfältet hölls grundvattennivån i genomsnitt 28 – 42 centimeter högre än på området med vanlig täckdikning. Dessutom skedde en ökning på 5,9 – 17,3 % av skörden på området med reglerad dränering och underbevattning (VesiHave 2, 2023, s. 65). (VesiHave 2, 2023, s. 81).

## 7 Digitala grundvattenrör

För att få information om grundvattennivån på åkermarken, används grundvattenrör. Vanliga grundvattenrör bör avläsas manuellt för att få reda på grundvattennivån. Eftersom Söderfjärden är ett stort område och regelbundna data bör samlas in för att kunna analysera hur grundvattnet rör sig, var manuella grundvattenrör inget alternativ för projektet. Det skulle ha krävt, att någon skulle avläsa fler mätstationer fler gånger per dag, vilket skulle varit väldigt tidskrävande.

I stället för vanliga grundvattenrör, producerades digitala grundvattenrör (*Figur 6*), av de lokala företaget **Agrolink** från Solf, Österbotten. Agrolink beskriver sig själv som mångbransch-företag och erbjuder försäljning av produkter, IT-tjänster och portaltjänster. De har en bred kundkrets, men specifikt åt landsbygdsföretagare i Finland. Allt de producerar och utvecklar har samma mål, att vara hållbart och cirkulärt. Det är Agrolink som har utvecklat, monterat och testat mätstationerna. (Agrolink startside).

De digitala grundvattenrören eller mätstationerna fungerar med samma princip som ett vanligt grundvattenrör. Det är ett tre meter plaströr, ungefär en och en halv meter ner i marken. I stället för att kolla grundvattennivån manuellt, sker all avläsning och dokumentering automatiskt. Det är möjligt via en trycksensor i ändan av röret som mäter informationen. Data samlas i en multi-datasändare på mätstationen. (Grundvattenrör med molntjänst).

Alla mätstationer som är placerade på Söderfjärden är utrustade med ett grundvattenrör med trycksensor. Trycksensorn mäter grundvattennivån i förhållande till markytan vid mätstationen och till den fixerade nollpunkten i höjdsystemet N2000. Sedan samlas data i datasändaren, som är den svarta boxen på röret. De digitala mätstationerna har alla ett batteri som driver stationen, men det är även utrustade med en solpanel.

Data om grundvattennivån är det som mätstationerna i huvudsak samlar in. Dock har en stor del av mätstationerna ytterligare markfukt- och temperatursensorer. Det är en sensor som är nergrävd ungefär 15–20 centimeter ner i marken precis intill mätstationen. Den är även kopplad till datasändaren och ger information om fuktigheten och temperaturen i marken. Dessutom har tre stationer en svart behållare ovanpå sig. Det är en regnmätare, som mäter in data om nederbörden på vid de mätstationerna.



Figur 6: Digitalt grundvattenrör på åkerskifte



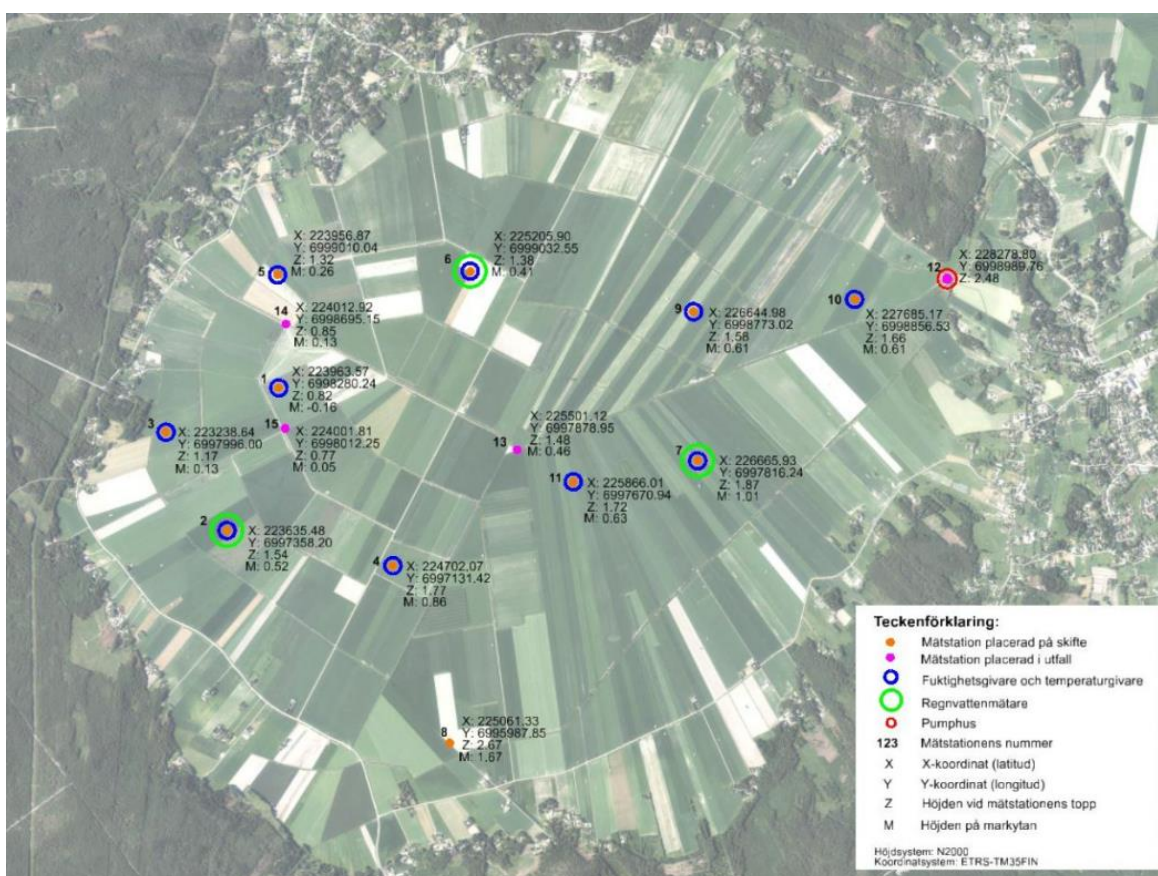
Figur 7: Digitalt grundvattenrör i utfall



## 7.1 Placering och montering

På Söderfjärdens avrinningsområde placerades 15 digitala grundvattenrör (*Figur 6*). Av de 15, är tre placerade i utfallsdiken, en i pumphuset och resten på åkerskiftet. Mätstationerna i utfallen fungerar likadant som de på åkerskiftet, med de har ett grövre plaströr för stabilitet och mäter grundvattennivån enbart i förhållande till höjdsystemet N2000.

Bilden nedan (*Figur 8*) visar var alla digitala mätstationer på Söderfjärden är placerade. Mätstation nummer ett är på det lägsta området på Söderfjärden, där marknivån är under havsnivån. Pumphuset är den röda ringen, där mätstation tolv är, på östra sidan av fjärden. Orangea prickarna tyder på att det är en mätstation på åkerskifte, medan de rosa prickarna är de i utfallsdiken. De mätstationer som har en blå ring runt sig, har en sensor som mäter fuktigheten och temperaturen i marken. Om mätstationen har en grön ring runt sig, är de med regnmätare. Kartan är i koordinatsystemet ETRSS-TM35FIN och höjdsystemet N2000.



Figur 8:Karta över de digitala mätstationerna på Söderfjärden, med koordinater i ETRSS-TM35FIN, samt höjden på mätstationen (Z) och höjden på marknivån (M) i höjdsystemet N2000.

Åkerskiftena var mätstationerna är placerade valdes utifrån höjdskillnader och utspridning, samt markägare som frivilligt anmälde intresse att ha en mätstation på sin mark. Markägaren fick sedan komma med förslag själv, var på skiftet mätstationen skulle passa bäst eller vara minst i vägen för jordbruket. Huvudsaken var att det blev spridning på de digitala mätstationerna, att det fanns en station på alla höjder på avrinningsområdet.

Monteringen av mätstationerna i terrängen skedde i början av sommaren 2023. Agrolink hade framställt alla mätstationerna på för hand. Under installationen borrades ett ungefär två meters djupt hål i marken med en jordborr. Innan grundvattenröret lades på plats, lindades det i filt för extra skydd och att röret skulle bli lite mer tätt i marken. Som ytterligare skydd, monterades även ett extra plaströr runt grundvattenrör vid marknivån. Eftersom mätstationerna är placerade på åkerskiften där maskiner och djur kommer att röra sig. De mätstationer som har regnmätare har järntråd uppstickande från dem, som skydd från fåglar. Mätstationen mättes in med GNSS, för att få höjden på stationen och på marknivån. Utifrån det kunde djupet på trycksensorn beräknas, för att få fram rätt nivå på grundvattnet, samt grundvattennivån i förhållande till marknivån och höjdsystemet N2000.

## **7.2 Inmätning av utfalldiken**

I samband med att mätstationerna placerades ut på Söderfjärden, mättes även utfalldikena på området in. En del av utfalldikena var från tidigare kartlagda på Söderfjärden. Genom att mäta in de omätta, kompletterades kartläggningen av utfallen på området, så att allting finns i samma koordinatsystem, samt höjdsystem.

Inmätningen av utfallen utfördes med hjälp av ett GNSS system, antenn Trimble R10 och datainsamlare Trimble TSC5. För att få antennen i mitten av utfallet, monterades en extra stav på den ursprungliga staven. Vilket gjorde att GNSS-system fungerade som ett metspö, där ena staven blev lodrät ner i utfallet och den andra staven vågrät, där den hölls i.

### 7.3 Datainsamling

Multi-datasändaren på mätstationen i terrängen samlar in all data som sensorerna mäter in. Varefter det data skickas till en molntjänst hos Agrolink. Data skickas varje halv timme till molntjänsten. Agrolink har tillverkat en hemsida, en kartdatabas, där all data framställs tydligt i form av medeltalet av all data under ett dygn.

Då kartdatabasen öppnas, fås det fram en satellitkarta. Även en terrängkarta kan väljas. På kartan ses alla digitala grundvattenrör, som är färgkodade enligt deras syfte. De röda punkterna är de mätstationerna som är i utfallen, de blåa punkterna är de på åkerskiften med fuktighets- och temperaturmätare, samt de gröna punkterna är de som ytterligare mäter nederbörden. Om en punkt klickas, dyker ett fönster upp med information om vilken nummer på mätstation det är och data om det senaste dygnet. Längst ner på fönstret står "Historiskt data". Genom att klicka på det, öppnas en ny flik med grafer och en tabell med data från varje dag sedan den mätstationen placerades på Söderfjärden. (Söderfjärdens mätstationer).

## 8 Analyseringen

Examensarbetets fokus ligger på att analysera data digitala grundvattenrören har samlat ihop. Mätstationerna har samlat in data i en kartdatabas sedan de installerades på Söderfjärden 25.5.2023. På grund av komplikationer saknas data från de flesta stationerna mellan slutet av juli till mitten av september. I och med det kommer analyseringen inte kunna beakta den tidsperioden i största delen av graferna, eftersom de data inte finns sparade. En del grafer framställs med hypotetiska värden på grundvattennivån, där data gått förlorat under kortare perioder, för att få en mer sammanhängande och jämförbar graf.

Tanken med graferna är att kunna använda dem i framtiden. Både fylla på med data och jämföra en mätstation med sig själv mellan flera år. Målsättningen i projektet är att samla data i tio år framåt, för att få en längre tidsperiod med förändringar i grundvattennivån. Sedan kunna jämföra åren med varandra och utreda trender. Samt se skillnader på grund av klimatförändringen, om det till exempel har varit ett torrare år eller ett år med mera regn.

Analysen koncentrerar sig på data från sommaren 2023 och till slutet av år 2023. Under vintern har mätstationerna även samlat in data, utan de som var placerade i utfallen, de togs bort i mitten av november 2023. Dock data från vintern är i denna analys mindre relevant, eftersom grundvattennivån i regel hålls låg, oförändrad och ingen växtlighet finns under de månaderna. I analysen ska de framgå hur grundvattennivån rör sig och vad de beror på, från och med installationen tills hösten. För att sedan kunna forska i möjligheterna för en bättre vattenhantering, som skulle ta vara på överloppsvattnet från våren och använda det under sommartorkan.

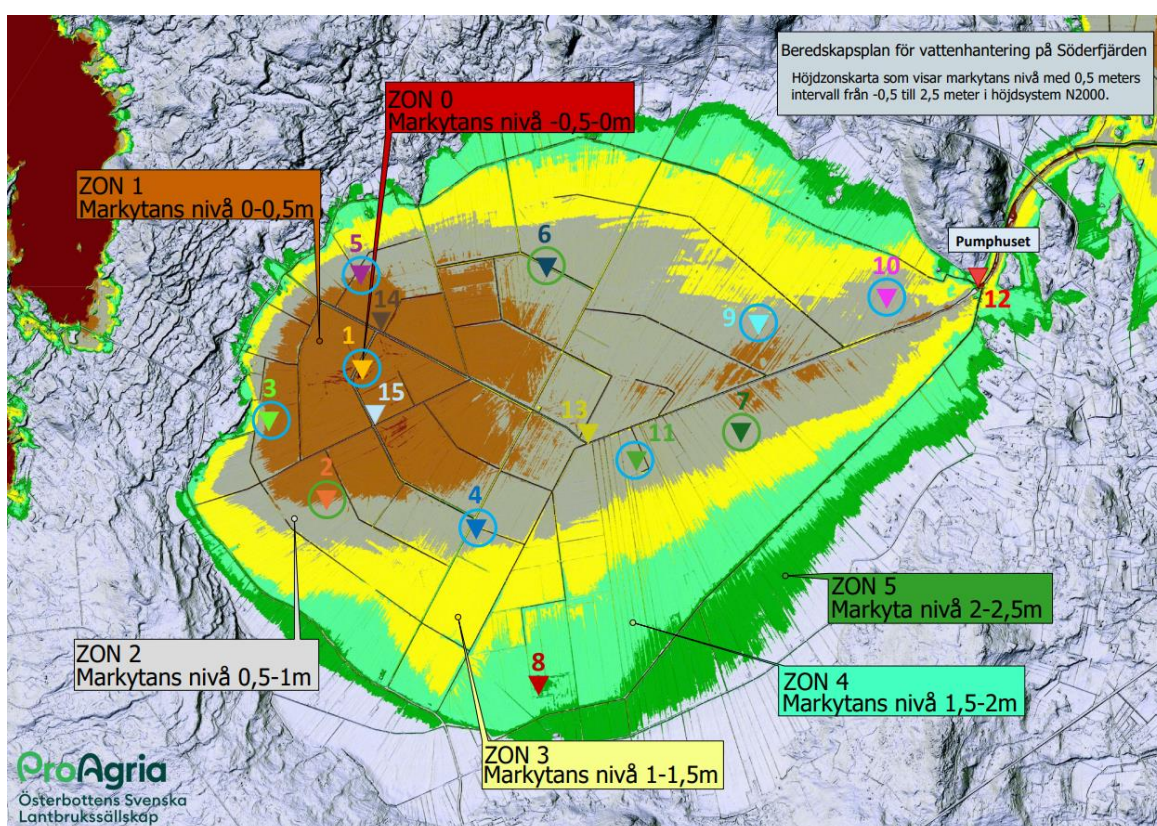
Allt insamlat data finns tillgängligt i en kartdatabas (Söderfjärdens mätstationer). Där framförs data både i grafer och en tabell från enskilda mätstationer direkt på hemsidan. Utifrån kartdatabasen går det att ladda ner data som mätstationen samlats in, till Excel eller kopiera det. Där fås allt data, grundvattennivån i förhållande till höjdsystemet N2000 och till marknivån vid mätstationen, markfuktigheten och temperaturen i marken på 15 - 20 centimeters djup, samt nederbörden på de mätstationerna med en regnmätare.

Grundvattennivån kan även påverkas av mängden vatten som pumpas bort från området, efter snösmältningen och våtare perioder. För att få reda på hur grundvattnet reagerar när pumpningen läggs i gång, behövs information över pumpningen på Söderfjärden. Informationen om när pumpningen har varit i gång, gav Söderfjärdens torrlägningsföretag. Data la Agrolink in i en Excel-fil, med data från maj 2023 till december 2023 över pumpvolymen varje timme. Excel användes för att beräkna den sammansatta pumpvolymen från varje dygn.

Excel har använts för att framkalla grafer som framför ett resultat i detta examensarbete. Vad som har presenterats i graferna är utifrån uppdragsgivarens önskemål, egna idéer och initiativ, samt vad de insamlade data har kunnat framställa trots de förlorade data. Med analysen vill de fås fram att det finns ett underskott av grundvatten under sommaren. Dessutom visa hur bra dräneringen fungerar på Söderfjärden, med att se hur pumpningen påverkar området och skillnaderna mellan grundvattennivån på åkerskiftet och i utfallsdiken.

## 9 Resultat

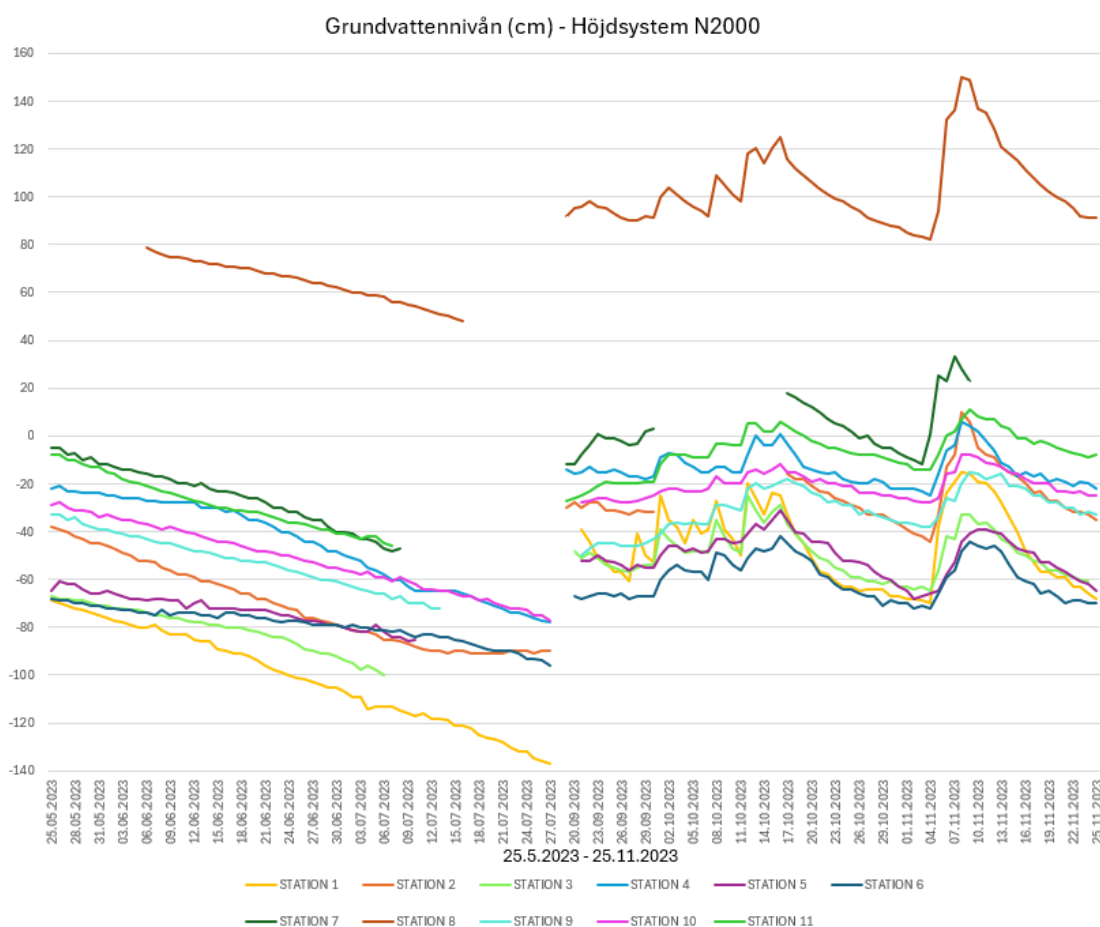
Resultatet av analysen framställs i grafer över grundvattennivån i förhållande till varandra, samt faktorer som nederbörd och pumpning. För att få graferna så tydliga som möjligt har en del förlorat data ersatts med hypotetiska värden, där det lätt har varit möjligt att anta ett värde manuellt. Perioden med förlorat data var främst 30.7.2023 – 19.9.2023, varierade mellan stationerna. De datumen har lämnats bort i graferna som sträcker sig över en längre tid och innehåller flera mätstationer, för att få en mer tydlig graf. I en del grafer syns det tomrum mellan linjerna, tyder på ett större hopp mellan datumen, där data gått förlorat.



Figur 9: Zonkarta över höjderna på Söderfjärden med placeringen av mätstationerna. Alla mätstationerna på åkerskiftet har fått en egen färg, för att kunna jämföra kartan med graferna. Mätstationerna med blåa cirklar runt har temperatur- och markfuktighetsgivare och de med grön cirkel har ytterligare en regnmätare.

Genom att sammanställa alla mätstationerna i en graf, fås en bild på vad grundvattennivån ligger på i de olika höjdzonerna och hur de rör sig i förhållande till varandra. Mätstation åtta är placerad högst, den ligger på cirka 2 meter ovanför havsnivån i höjdsystemet N2000. Vilket innebär att åttans grundvattennivå även ständigt hålls ovanför havsnivån. Medan mätstation ett är placerad 20 centimeter under havsnivån på det lägsta området på Söderfjärden. Grundvattennivån på ettan har under sommaren sjunkit närmare 140 centimeter under havsnivån.

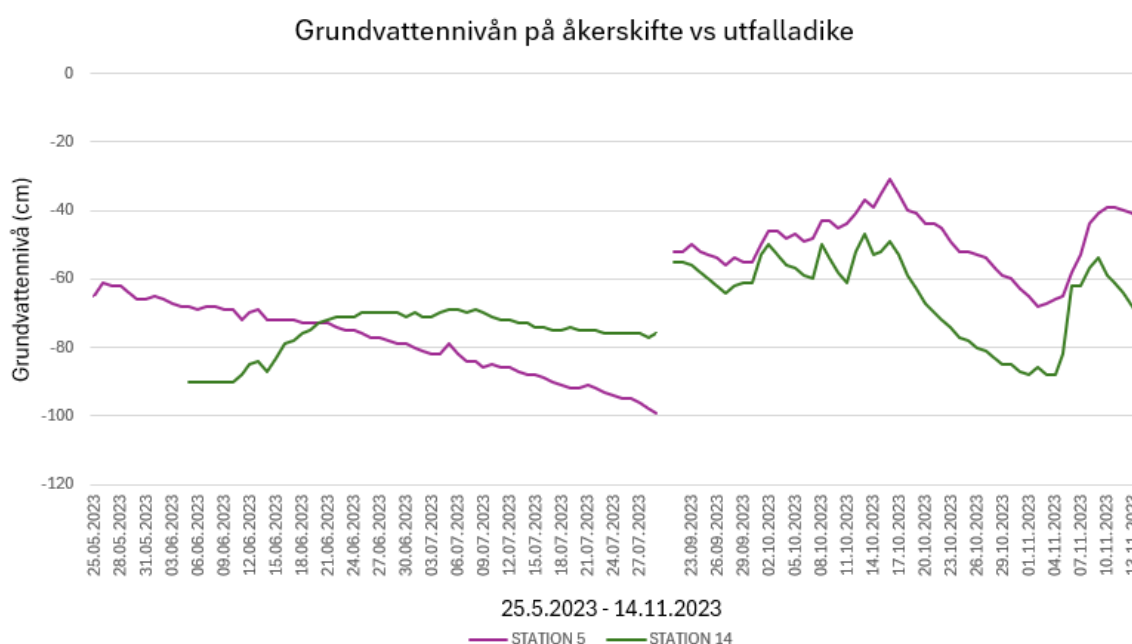
Utifrån grafen (Figur 10) går det att konstatera att grundvattennivån på hela Söderfjärden rör sig ganska jämt över området. Linjerna följer varandra väldigt bra hos alla mätstationerna. På sommaren sjunker grundvattennivån jämt neråt, då det är torrt och grödorna absorberar de vatten som finns i marken och som regnet hämtar. Efter skörden börjar grundvattennivån stiga (syns inte i grafen) och blir mer ömtålig för förändringar. Mätstationerna på de lägre områdena samt längre bort från pumphuset verkar vara mer känsliga, med skarpare variationer i nivåerna. Däremot mätstationerna nio, tio och elva har mer mjuka kurvor i grafen.



Figur 10: Sammanställning av alla mätstationernas grundvattennivå (cm) på Söderfjärden.

Det monterades även tre mätstationer i utfall, som har samlat in data från 5.6.2023 till 14.11.2023, sedan togs de upp över vintern. Även de hade förlorat data under samma period på sommaren som de andra mätstationerna (28.7.2023 – 19.9.2023). För att jämföra grundvattennivån i utfall, med grundvattennivån på åkerskiftet, valdes två mätstationer som låg inom samma område och hade nära på samma marknivå intill mätstationen. Det blev mätstation fem och 14. Mellan 12.7 – 27.7 har mätstation fem hypotetiska värden, för att få en bättre överblick på mätstationernas förhållande till varandra under en längre period över sommaren.

Under hösten följer linjerna varandra ganska jämnt. Grundvattennivån i utfallet är snäppet lägre än på åkerskiftet i grafen, men det kan bero på marknivåns höjdskillnad (cirka 20 centimeter). Dock på sommaren, i mitten av juni, sjunker grundvattennivån på åkerskiftet, men i utfallet stiger den en aning och sedan stabiliseras. Troligen beror det på att utfalldikena på Söderfjärden är planerade att samla upp vatten och gör det även när det är torra, fast vattnet skulle behövas i odlingsmarken. Trots reglerbar dränering hålls inte markfuktigheten tillräckligt hög, eftersom grundvattennivån har sjunkit under dräneringssystemet. Åkerskiftena är torra och klarar inte av att dra in vatten som kommer på skiftet, utan om de inte avdunstar så rinner de vidare till utfalldikena. Dock på så vis kan vattnet användas till underbevattning.



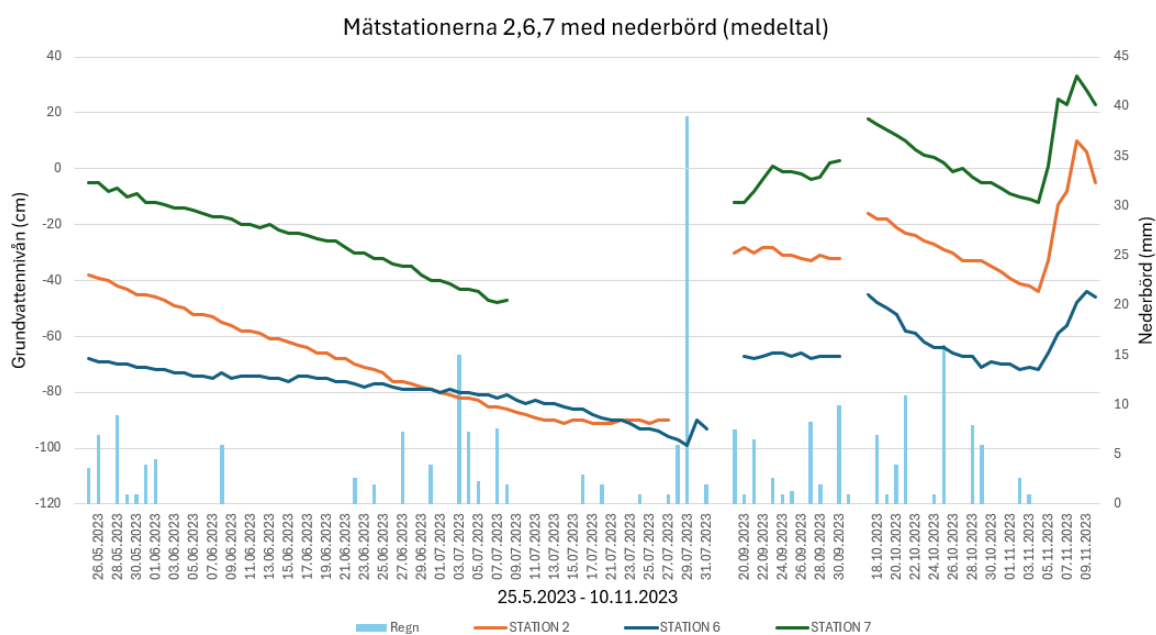
Figur 11: Grundvattennivån (cm) med lila linje vid mätstation 5 som är på ett åkerskifte i förhållande till mätstation 14 med grön linje som är i ett utfalldike bredvid.

## 9.1 Nederbörden

Mätstationerna två, sex och sju är de som även har mätt nederbörden på Söderfjärden. Ett medelvärde på nederbörden har beräknats utifrån de ursprungliga värdena, då de endast skilde några få millimeter mellan värdena. På så sätt fylldes även luckor in av nederbördsmängden, där data hade gått förlorat på enskilda mätstationer. Även i denna graf lämnades data borta mellan 31.7 – 20.9.2023, för att få den mer läsbar. Medelvärdet på nederbörden jämförs med grundvattennivån vid de mätstationerna som hade regnmätare. Eftersom sannolikheten att se förändringar på grund av nederbörden är störst vid de mätstationerna som samlade in de data.

Under sommarmånaderna avdunstar nästan allt regn innan det hinner absorberas av marken. Samt de vatten som inte avdunstar, tar växtligheten upp. På grund av det, syns ingen större påverkan av nederbörden på grundvattennivån på sommaren. Bortsatt från 29.7.2023, enligt regnmätaren kom det 39 millimeter regn den dagen. Det påverkade grundvattennivån, vilket kan ses i grafen på linjen över mätstation sex, som hade data in i augusti. Grundvattennivån steg med nästan tio centimeter på grund av den mängden regn. Eftersom det under juli 2023 regnade mer än vanligt och marken var färdigt fuktig, absorberades regnvattnet också i marken. Skulle det ha varit torrare i marken, skulle högst antagligen inte lika mycket vatten ha absorberats. Eftersom marken skulle ha varit för torr för att suga upp vattnet och regnvattnet skulle ha avdunstat och runnit till utfallsdiken i stället. Det märks dock att nederbörden endast tillfälligt ändrar på grundvattennivån under sommaren och förändringen är inte tillräckligt stor för att det ska ha en större inverkan.

I oktober - november visar grafen, att grundvattennivån stiger på grund av nederbörd. Sedan sjunker nivån ner tillbaka, som bättre kan ses i figur 13. Det beror på att de kom snö i början av november 2023, som följande vecka började smälta i samband med plusgrader. Grundvattennivån steg med 30 centimeter av 25 millimeter regn (smält snö) och sjönk sedan tillbaka, eftersom det kom minusgrader och marken frös. Det gjorde att vattnet inte slapp ner i marken och grundvattennivån sjönk, allt inom en period på två veckor. (Vattenöversikt för november 2023, 2023).

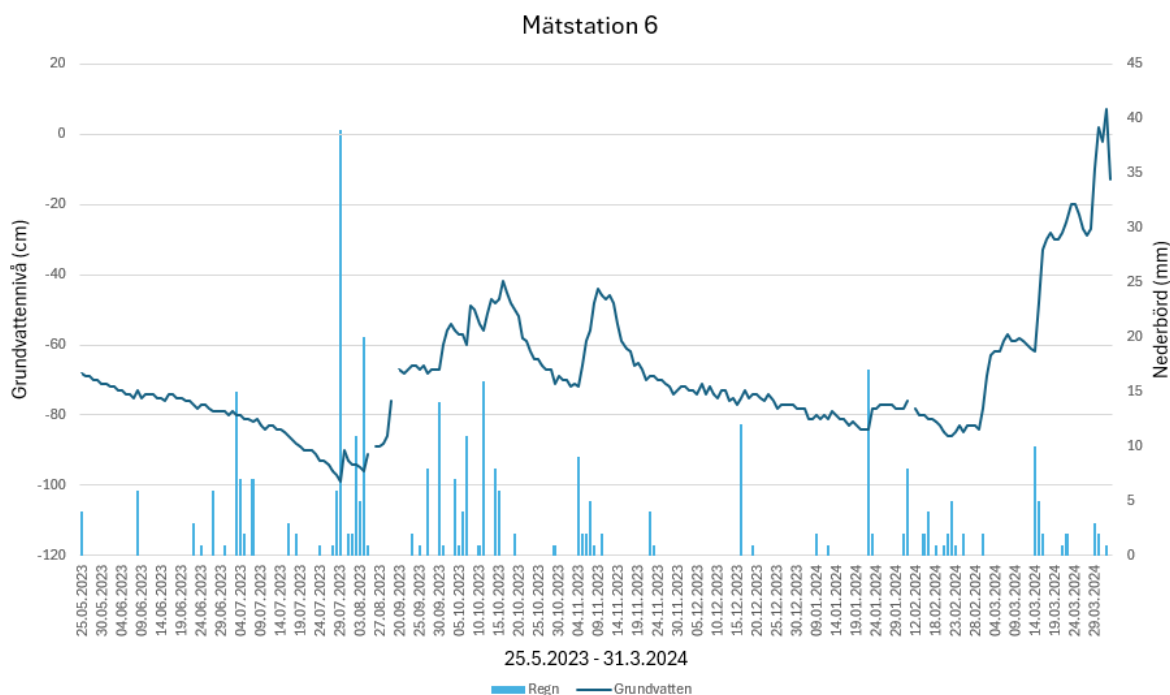


Figur 12: Mätstationerna 2, 6 och 7 med medeltalet av nederbörden på Söderfjärden. Linjerna är grundvattennivån (cm) vid respektive mätstation, orangea linjen är mätstation 2, mörkblå linjen är mätstation 6 och mörkgröna linjen är mätstation 7. De ljusblå staplarna är nederbörden (mm).



Bland mätstationerna var det nummer sex som hade mest insamlat data, från och med installationsdagen 25.5.2023 tills påbörjandet av analysen 31.3.2024. Grafen nedan (Figur 13) visar mätstation sex under hela den perioden. Linjerna har hack där datumen hoppar och data gått förlorat, 6.8-25.8.2023, 31.8-19.9.2023 och 2.2-11.2.2024, samt interpolerat data 12.7-20.7.2023. Grafen framställer en längre period av grundvattennivån och hur grundvattnet har påverkats av årstiderna. Eftersom mätstation sex även hade regnmätare, jämförs samtidigt grundvattnet med medelvärdet av nederbörden.

På sommaren har grundvattennivån varit låg och sjunker jämnt i takt under växtsäsongen. Sedan på hösten stiger den närmare ytan då åkern är skördad och det blir svalare. Exakt hur grundvattennivån steg sommaren-hösten 2023 går inte att förutspå. I grafen syns det tydligt hur snön i november påverkade grundvattennivån. En plötslig förhöjning på 30 centimeter som hölls i ungefär två veckor och sedan började sjunka tillbaka. Under vintern, efter snösmältningen i november, sjunker nivån på grundvattnet igen och när tjälen kom. Sedan när snön började smälta i slutet av februari, sker en snabb förändring och grundvattennivån stiger drastiskt. På en månad höjs grundvattennivån stegvis, med nästan 80 centimeter.

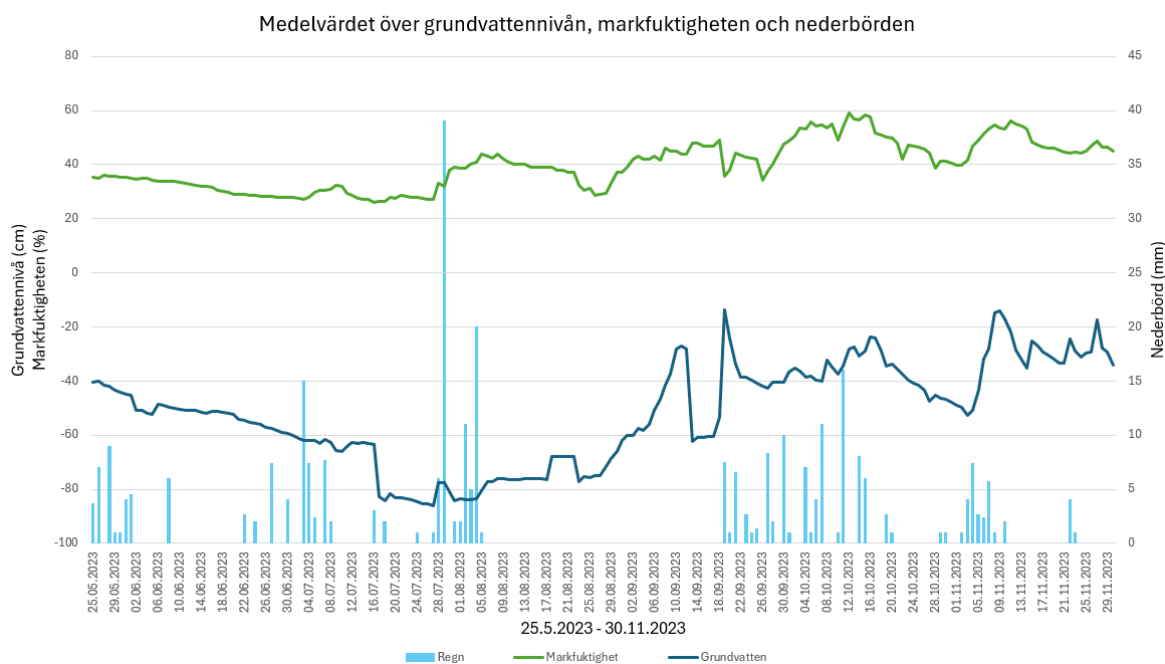


Figur 13: Mätstation nummer 6 med regnmätare. Grundvattennivån (cm) (höjdsystem N2000) är mörkblå linjen och ljusblå staplarna är nederbörden (mm).

Eftersom data gick förlorat under olika tidsperioder, så finns det inga mätstationer som har samma mängd data, under samma datum. För att få en bättre överblick på hur grundvattnet har rört sig på området, beräknades ett medelvärde ut. Ett medelvärde över tiden 25.5.2023 till 30.11.2023 av alla mätstationernas data, med hjälp av Excel.

Grafen nedan (*Figur 14*) visar medelvärde över grundvattennivån, markfuktigheten och nederbörden. Det var tre mätstationer med regnmätare och de skilde få millimetrar mellan deras data över nederbörden. Det gjorde att interpoleringen av nederbörden i denna graf stämmer bra överens med verkligheten. Däremot, på grund av att alla mätstationer inte hade data på samma datum, något datum hade kanske bara en mätstation samlat data, blir medelvärdet på grundvattennivån och markfuktigheten svårare att interpolera och mer missvisande. I grafen syns skarpa hopp, när det är få värden som har beräknat medelvärdet. Jämför med figur 10 (*Figur 10*) är skillnaderna i värden på grundvattennivån mellan mätstationerna är relativt stora.

En jämförelse mellan medelvärdet av markfuktigheten (på 15 – 20 cm djup) och grundvattennivån samt nederbörden görs för att se om markfuktigheten påverkas utav dem. Linjerna mellan fuktigheten och grundvattnet följer hyfsat varandra. Då grundvattennivån stiger upp mot ytan, blir det även fuktigare i marken. Däremot hålls linjen över markfuktigheten mer jämn och mjuk i förhållande till grundvattennivån. Eftersom data inte har lika mycket variationer, fuktigheten mättes i procent och förändringarna i fuktigheten inte är lika stora. I grafen syns det både på grundvattennivån och markfuktigheten när det har regnat. Det sker en liten ökning, men som snabbt stabiliserar sig eller sjunker tillbaka beroende på årstid.



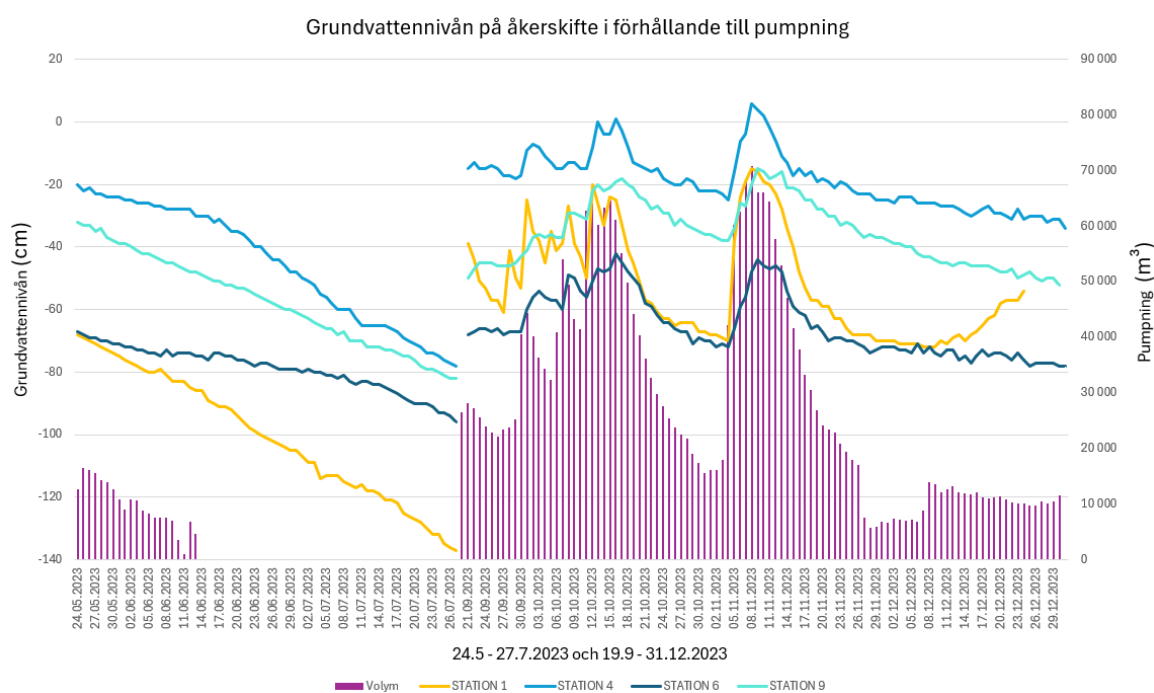
Figur 14: Medelvärdet på grundvattennivån (cm) (höjdsystem N2000) mörkblå linjen, markfuktigheten (%) gröna linjen och nederbörden (mm) ljusblå staplarna, på Söderfjärden.

## 9.2 Pumpningen

Torrläggningen av Söderfjärden sker till stor del av pumpning. Genom att jämföra hur mycket vatten som har pumpats bort med grundvattennivån, kan pumpningens förhållande till grundvattnet bestämmas. Grafen visar daglig pumpvolym i kubikmeter, samt grundvattennivå vid mätstationerna ett, fyra, sex och nio. Dessa mätstationer valdes, eftersom de hade mest data under perioden (24.5.2023 - 31.12.2023) och har en bra geografisk spridning över Söderfjärden. Dock är en del av data hypotetiska värden, tagna utifrån trenden på grundvattennivån vid närliggande mätstationer. I principen borde grundvattennivån sjunka när pumpningen sätts i gång och dra bort vatten från området.

Detta kan observeras i grafen (Figur 15). När pumpningen har startat, märks en nedgång i grundvattennivån hos alla mätstationerna. Inte en enorm skillnad, men dagarna efter ökad pumpning sjunker grundvattennivån. Början av sommaren pumpades det, men på grund av det blev varmare och torrare, skulle grundvattennivån ha sjunkit oberoende pumpningen. Sedan på sommaren upphör pumpningen, eftersom det inte finns behov för det. Under växtperioden tar växterna upp mycket av vattnet, även avdunstningen är stor. I september – oktober syns pumpningens påverkan bäst. Grundvattennivån verkar följa pumpningens avtryck. Direkt då det pumpats mera sjunker grundvattnet, samt när de pumpas mindre börjar nivån stiga igen.

Mellan mätstationerna går det även att se skillnad i hur grundvattennivån reagerar och hur snabbt de reagerar vid pumpningen. Mätstation ett ligger på det lägsta området på Söderfjärden och längre bort från pumphuset och de märks i grafen på grundvattennivån. Nivån stiger märkbart mer och brantare jämfört med de andra mätstationerna. Den är även känsligare till förändringarna, jämfört med mätstation nio som ligger närmare pumphuset. Mätstation nio har jämnare kurvor och reagerar inte lika dramatiskt till pumpningen enligt grafen. Speciellt syns det när grundvattennivån börjar sjuka efter att pumpningen minskar. Linjen över grundvattennivån går mer plant nedåt. Dock kan det också bero på årstiden, att temperaturen sjunker.



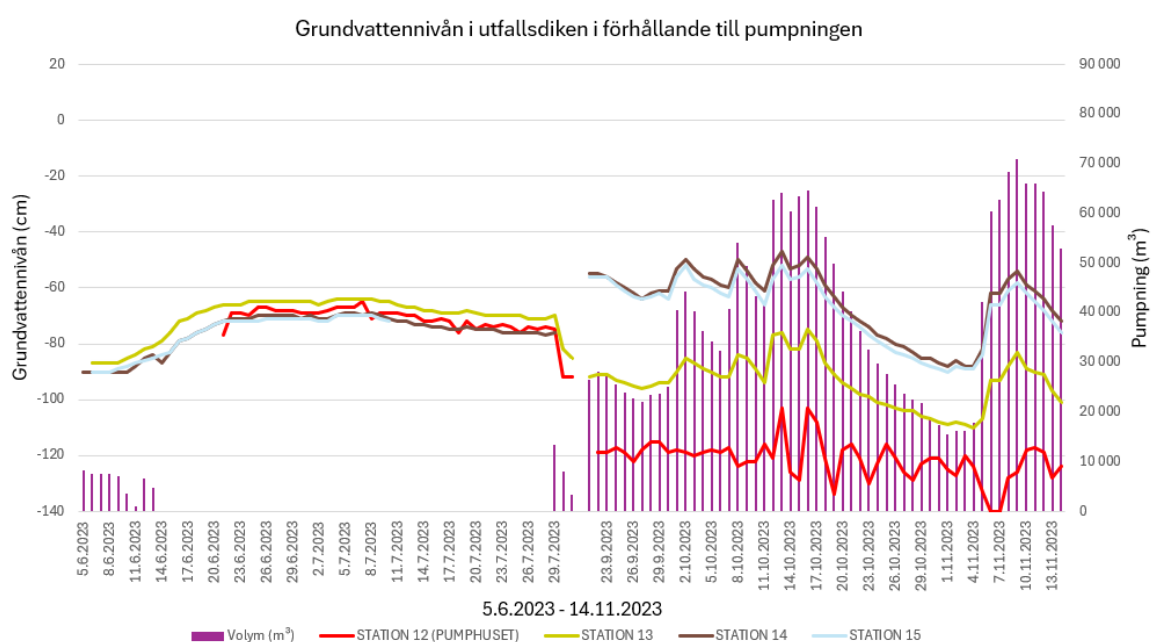
Figur 15: Grundvattnet (cm) (höjdsystem N2000) på åkerskiftet i förhållande till pumpningen (m<sup>3</sup>) på Söderfjärden.

Genom att analysera hur grundvattennivån i utfallsdiken påverkas av pumpningen, kan ytterligare grundvattennivåerna mellan åkerskiftet och utfallsdikena jämföras. På så sätt se skillnaden hur länge det tar för grundvattnet att reagera på pumpningen och hur förändringen ser ut mellan dem. Eftersom mätstationerna i utfallsdikena monterades på Söderfjärden lite senare (6.6.2023, i pumphuset 5.6.2023) än mätstationerna på åkerskiftet och togs upp till vintern, skiljer sig tidsperioderna mellan figurerna 15 och 16.

Mätstation tolv är placerad inne i pumphuset, därför är linjen över grundvattennivån mer ojämn än de andra. Dock mellan de andra mätstationerna skiljer det inte mycket i data som samlat in. Mätstationerna 14 och 15 är nästan identiska, men det är också placerade nära

varandra och på det lägsta området (Figur 9). Mätstation 13 följer även samma rörelser, men grundvattennivån är lite högre än de andra på sommaren och närmare 40 centimeter lägre på hösten.

I slutet av juni och hela julimånad har nivån hållits väldigt jämn och ungefär 20 centimeter förhöjd i jämförelse med grundvattennivån på åkerskiftet. Dock efter den rikliga regnmängden 29.7.2023, verkar grundvattennivån intressant nog sjunka i utfallsdiket, utifrån mätstationerna tolv och 13 som samlade data in i augusti. In på hösten stiger nivån och när pumpningen ökar. Grundvattennivån i utfallsdikena följer även grundvattennivån hos mätstationerna på åkerskiftena, men på en lägre nivå.



Figur 16: Grundvattennivån (cm) (höjdsystem N2000) i utfallsdiken i förhållande till pumpningen (m<sup>3</sup>) på Söderfjärden.

## 10 Slutsatser

Eftersom data gick förlorat under hela sensommaren, förhindrade det möjligheterna att få en fullständig analys över hela sommaren 2023. Den period som skulle varit intressant att analysera, att se hur och när grundvattennivån börja stiga efter att odlingsmarkerna var skördade. Sedan kunna jämföra den med kommande somrar. Med de data som samlades in gick det ändå att se hur grundvattennivån sjönk i takt med det blev varmare och växtligheten började gro.

Till hösten hade grundvattennivån stigit ungefär 30 - 50 centimeter beroende på mätstationen. Hur effektivt förhöjningen var, går inte att räkna ut. Dock går det att se, grundvattennivån mer känslig för förändringar under hösten. När vintern kom med lägre temperaturer, snö och tjäla stabiliserades grundvattennivån och hölls låg tills februari, då snön började smälta. Snösmältningen och mildare temperaturer, lägger snabbt fart på grundvattennivån under våren. Det sker en drastisk förhöjning och blir klart varför översvämningar är vanliga, samt varför Söderfjärden är i behov av torrläggning.

Ett medelvärde på nederbörden beräknades från de mätstationerna som mätte nederbörden och användes för att fylla luckor i data där det saknades. Under sommarmånaderna absorberade växtligheten det mesta av regnet eller så avdunstades det, vilket innebar minimal påverkan på grundvattennivån. Förutom den 29.7.2023 när en betydande mängd regn ökade nivån med nästan tio centimeter. Under oktober - november steg grundvattennivån på grund av nederbörd, i form av snö som smälte. Grundvattennivån sjönk sedan när marken frös och hindrade ytterligare vatteninträngning. Sammanfattningsvis, nederbördens inverkan på grundvattennivån är tillfällig och under sommaren bristfällig. Det skulle krävas mycket mer regn och under längre perioder, för att de skulle spela någon större roll för grundvattennivån på sommaren.

Grundvattennivån sjunker vid pumpning. Under sommaren sjunker nivån oavsett pumpning på grund av värme och torka, men pumpning kan bidra till det. Pumpningen minskar under växtsäsongen, eftersom växterna absorberar vattnet. Hösten visar pumpningens påverkan tydligt. Även skillnader mellan olika mätstationers reaktioner syns då. Det ses nästan direkt i grundvattennivån när pumpningen ökar, men tar ungefär 3-4 dagar innan max påverkan är nådd. Grundvattennivån i utfallsdikena hölls jämn under sommaren och högre än grundvattennivån på åkerskiftena. Medan på hösten reagerar de likt mätstationerna på åkerskiftet. Till skillnad från grundvattennivån på åkern, ses pumpningens max påverkan nästan direkt i grundvattennivån i utfallsdikena.

Utifrån analysen går det att konstatera att grundvattennivån varierar till största delen på årstiderna. Sedan beroende på vilken höjd mätstationen är placerad, skiljer det hur känsliga de är för förändringar. Nederbörden ger bara en tillfällig ändring i grundvattennivån, medan pumpningen, speciellt under hösten, styr över grundvattennivån. Slutsatsen är, att grundvattennivån är för låg under sommaren, det behövs mer vatten för att främja skörden.

Därför är underbevattning bra, för det tvingar grundvattnet att hållas vid en viss nivå, om underbevattningen startas så tillräckligt tidigt.

I MTT rapport 89 stod det, om växten ska trivas som allra bäst bör grundvattennivån hållas runt 60 – 70 centimeter under markytan under växtsäsongen (MTT Rapport 89, 2013, s. 13). Med att beräkna ut grundvattennivån från markytan på mätstationerna, går det att konstatera att det inte är fallet på Söderfjärden. Till exempel i början av juli 2023 mätt mätstation sex grundvattennivån till -80 centimeter. Marknivån vid mätstationen är strax under en halv meter. Det betyder att grundvattennivån från markytan har varit på ungefär -125 centimeter, vilket är 55 centimeter under det rekommenderade. Detta stämmer in på alla mätstationerna.

## 11 Diskussion

Detta examensarbete är skrivet som en grund för projektet **Beredskapsplan för vattenhanteringen på Söderfjärden – Grundvattenkartläggning**. Det framställs inga konkreta lösningar till problemet överdränning eller onödig torrläggning. Vilket gjorde det svårt till en början att föreställa vad resultatet av examensarbetet kommer bli. Planen var alltid en analys över insamlade data, men själva utförande av analysen var inte självklar förrän data laddades upp i Excel.

Det var utmanande att få en sammanhörande text och hålla den röda tråden genom hela examensarbetet. Först att hitta passande teori kring ämnet, som även skulle stöda analysen och vara relevant för projektet. Sedan uppfylla uppdragsgivarens önskemål, men ändå ha egna idéer på hur upplägget skulle bli och se ut. Eftersom projektet är unikt på grund av området och digitala grundvattenrör som är utvecklade för projektet, var tidigare försningar om svåra att finna.

### 11.1 Utmaningar

Under planeringen av var mätstationerna skulle placeras, medföljde funderingar. Tanken var att mätstationerna skulle ha en utspridning på alla höjdzonerna på Söderfjärden, för att se skillnaderna i grundvattennivån. Markägarna på Söderfjärden meddelades om projektet och mätstationerna. Markägarna fick frivilligt ta kontakt med Lantbrukssällskapet om de

var intresserade att ha en mätstation på sitt skifte. Dock var det få markägare som visade intresse, vilket medförde svårigheter i var mätstationerna skulle placeras. De markägare som meddelade intresse, kontaktades och kom sedan gemensamt överens med Lantbrukssällskapet, var på deras skifte mätstationen skulle passa bäst.

Par månader efter att mätstationerna var installerade, märktes problem med att data inte framställdes i kartdatabasen. Mätstationerna slutade samla in data i mitten av sommaren. Det framkom sedan att det var problem med att få täckning till nätverket. Mätstationerna var programmerade, att vänta på nätverk innan de skickade data, som gjorde att de fastnade i en vänteprocess. När projektet beställde mätstationerna av Agrolink, var mätstationerna inte testade till 100% och det är endast en som arbetade med dem. Test mätstationen hade varit placerad intill en gård, med bra kontakt till nätverk. Därför hade detta problem inte tagits i beaktande innan monteringen. Problemet åtgärdades med att uppdatera mätstationerna med bättre uppkoppling. Även under vintermånaderna 2023–2024, var det problem och vissa mätstationers data samlades inte upp. Det berodde på att en del mätstationer inte hade fått tillräckligt med sol och stängt av sig.

Mätstationerna med regnmätare hade från början skydd i form av ståltråd på kanterna av behållaren som samlar in vatten. Eftersom Söderfjärden lockar till sig många fåglar, gjordes detta för att hålla fåglarna ifrån att sitta på kanterna samt hålla annan smuts borta från behållaren. Dock märktes det snabbt, att fåglarna hittade andra platser att stå på, som mätstationens solpanel och boxen med datasändaren. Det gjorde att en del solpaneler blev täckta av fåglars avföring, vilket förhindrade dess funktion.

På grund av nätverksproblem och de förlorade data under sensommaren, komplicerades analysdelen av examensarbetet. Problemen med mätstationerna åtgärdades så snabbt som möjligt, men det var sommarsemestrar, vilket gjorde att det drog ut på tiden. Det gick inte att utföra en fullständig analys för 2023, som önskat. Med hjälp av interpolering av data och manuellt lägga till hypotetiska värden, gjorde graferna tydligare och mer jämförbara. De hypotetiska värdena lades till där det enkelt gick att förutspå vad grundvattennivån låg på, tack vare att närliggande mätstationer hade data. Dock ersatts inga världen 1.8-19.9.2023, eftersom det är omöjligt att veta hur grundvattennivån har rört sig under den tiden och det finns ingen modell att utgå ifrån.



## 11.2 Vidare forskning

Examensarbetet beskriver början av projektet **Beredskapsplan för vattenhanteringen på Söderfjärden** av ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap. Tanken är att i fortsättningen kan arbetet tillämpas med nytt data som samlats in och graferna kan uppdateras vartefter. På så sätt fås det fram likheter och skillnader mellan kommande år, speciellt under vegetationsperioden.

Inom projektets framtid skall möjligheterna för vattenhanteringen diskuteras. Utifrån en analys över en längre period, konstatera hur grundvattnet på Söderfjärden ändrar mellan årstider och år. Dessutom få data över sensommaren och se hur nivån på grundvattnet börjar stiga till hösten. Målet med projektet är att göra mätningar i tio år framåt och få insamlat mer data. På så sätt göra en jämförelse mellan åren, samt se skillnader och likheter på längre sikt. Varefter konkreta lösningar på vattenhanteringen kan utredas och utvecklas.

Skulle gå att utveckla undersökningen med kartläggning av ytterligare information, täckdikning, reglerad dränering och underbevattning i förhållande till grundvattnet. Liknade som VesiHave-projektet i Sievi, där vanlig täckdikning jämfördes med reglerad dränering och med underbevattning. Där visade sig en ökning av skörden och grundvattennivån hölls högre. På Söderfjärden kunde man kartlägga vilka åkerskiften som har reglerad dränering och vilka som använder sig av underbevattning. Varefter även det kunde beaktas i analysen.

Eventuella lösningar för vattenhanteringen på Söderfjärden skall utvecklas utifrån analys av grundvattennivån över en längre period. Ledning av vatten utifrån in till området, skulle innebära någon slags pump som pumpar in vatten och det är en extra kostnad för torrlägningsföretaget. Tanken är att kunna bevara överloppsvattnet på området, för att sänka på kostnaderna av bortpumpningen. Bevara vatten för bevattning av markerna under torra perioder. Det kan till exempel göras med hjälp av bassänger. Göra en utredning var en bassäng eller bassänger skulle vara lämpliga på Söderfjärden. Där det skulle vara lätt tillgängligt, både att leda vattnet dit och sedan kunna använda sig av det.

## 12 Litteraturförteckning

- Agrolink startsida.* (u.d.). Hämtat från Agrolink: <https://www.agrolink.fi/>
- Grundvattenbildning och grundvattenförekomster.* (den 21 Januari 2022). Hämtat från Vesi: <https://www.vesi.fi/sv/vesitieto/grundvattenbildning-och-grundvattenforekomster/>
- Grundvattenrör med molntjänst.* (u.d.). Hämtat från Agrolink: <https://www.agrolink.fi/grundvattenror-med-molntjanst/>
- Grundvattnets status och risker.* (den 25 Januari 2022). Hämtat från Vesi: <https://www.vesi.fi/sv/vesitieto/grundvattnets-status-och-risker/>
- Jaana Uusi-Kämppe, Seija Virtanen, Rainer Rosendahl, Peter Österholm, Merja Mäensivu, Vincent Westberg, . . . Eila Turtola. (2013). *MTT Rapport 89*. Minskning av miljörisker orsakade av sura sulfatjordar. Hämtat från MTT Rapport 89: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti89.pdf>
- Jord- och skogsbruksministeriet.* (2011). Hämtat från Riktlinjer för minskning av olägenheter från sura sulfatjordar fram till år 2020: [https://mmm.fi/documents/1410837/1867265/mmmjulkaisu2011\\_2a.pdf/749bbd8d-eb2d-43e4-a250-ceb0cef09961/mmmjulkaisu2011\\_2a.pdf?t=1447100067000](https://mmm.fi/documents/1410837/1867265/mmmjulkaisu2011_2a.pdf/749bbd8d-eb2d-43e4-a250-ceb0cef09961/mmmjulkaisu2011_2a.pdf?t=1447100067000)
- Jordbruket på dränerad fjärd.* (u.d.). Hämtat från Meteorica: <https://meteorica.fi/sv/jordbruket>
- Lag om vattenvårds- och havsvårdsförvaltningen 1299/2004.* (den 28 Februari 2024). Hämtat från Finlex: <https://ym.fi/sv/grundvattenskydd>
- LUOKO rf. (2023). *Bevattning i åkerbruket.* Hämtat från Täckdikningsföreningen: [https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/11/Bevattning\\_i\\_akerbruket\\_SVE\\_Lopullinen\\_verkkoversio.pdf](https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/11/Bevattning_i_akerbruket_SVE_Lopullinen_verkkoversio.pdf)
- Meteorica observationer.* (n.d.). Retrieved from Meteorica: <https://meteorica.fi/sv/observationer>
- Meteorica startsida.* (u.d.). Hämtat från Meteorica: <https://meteorica.fi/sv>
- Meteorica utställning.* (u.d.). Hämtat från Meteorica: <https://meteorica.fi/sv/utställningen>
- Miljöskyddslag 527/2014.* (den 28 Februari 2024). Hämtat från Finlex: <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2011/20110587>
- Suomen ilmastopaneeli raportti 2/2021. (2021). *Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauseinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet.* Hämtat från Suomen ilmastopaneeli: [https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti\\_final.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti_final.pdf)
- Så påverkar klimatförändringar grundvattnet.* (2018). Hämtat från Sveriges geologiska undersökning: <https://www.sgu.se/grundvatten/paverkan-grundvatten/>

- Söderfjärden*. (u.d.). Hämtat från Vaasa: <https://www.vaasa.fi/sv/bo-och-lev/fritid/naturvasa/utflyktsmal/naturmiljoer/soderfjarden/>
- Söderfjärden Meteoritkrater*. (u.d.). Hämtat från Söderfjärden: <https://www.soderfjarden.fi/meteoritkrater/>
- Söderfjärden startside*. (u.d.). Hämtat från Söderfjärden: <https://www.soderfjarden.fi/>
- Söderfjärdens historia*. (u.d.). Hämtat från Söderfjärden: <https://www.soderfjarden.fi/historia/>
- Söderfjärdens mätstationer*. (u.d.). Hämtat från Sensors Söderfjärden: <https://sensors.soderfjarden.fi/>
- Söderfjärdens torrlägningsföretag*. (u.d.). Hämtat från Söderfjärden: <https://www.soderfjarden.fi/torrlaggningsforetaget/>
- Tilla Larsson, Zivko Rasic, Peter Malm, Anuschka Heeb, & Tobias Neselius. (den 8 Januari 2019). *Täckdikning - för bättre skörd och miljö*. Hämtat från Jordbruksverket: [https://www2.jordbruksverket.se/download/18.22f857168258cec43743c4/1546955166480/jo18\\_2.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.22f857168258cec43743c4/1546955166480/jo18_2.pdf)
- Täckdikningsföreningens medlemspublikation 1/2021*. (2021). Hämtat från Täckdikningsföreningen: [https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/Salaojayhdistys\\_2021\\_www.pdf](https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/Salaojayhdistys_2021_www.pdf)
- Vattenlag 587/2011*. (den 28 Februari 2024). Hämtat från Finlex: <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2011/20110587#L3>
- Vattenordlista*. (u.d.). Hämtat från Vesi: <https://www.vesi.fi/sv/sanasto/#kirjain-G>
- Vattenöversikt för november 2023. (den 11 12 2023). *Vattenöversikt för november 2023: Från flödesnivåer till vinterköld (Landskapen i Österbotten)*. Hämtat från Vesi: <https://www.vesi.fi/sv/vattenoversikt-for-november-2023-fran-flodesnivaer-till-vinterkold-landskapen-i-osterbotten/>
- VesiHave 2. (2023). *Vesitalouden hallinta vesiensuojelussa*. Hämtat från Forskningsföreningen för täckdikning: <https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/08/37-2023.pdf>
- VesiHave. (2021). *Vesitalouden hallinta vesiensuojelussa*. (M. M.-K. Helena Äijö, Red.) Hämtat från Forskningsföreningen för täckdikning: [https://www.salaojitustutkimus.fi/wp-content/uploads/2021/04/Vesitalouden-hallinta-vesiensuojelussa-VesiHave\\_loppuraportti.pdf](https://www.salaojitustutkimus.fi/wp-content/uploads/2021/04/Vesitalouden-hallinta-vesiensuojelussa-VesiHave_loppuraportti.pdf)
- Åkertäckdikning*. (April 2020). Hämtat från Täckdikningsföreningen: [https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/Peltosalaojitusopas\\_ruotsi\\_2015\\_uppdaterad-2020.pdf](https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/05/Peltosalaojitusopas_ruotsi_2015_uppdaterad-2020.pdf)