

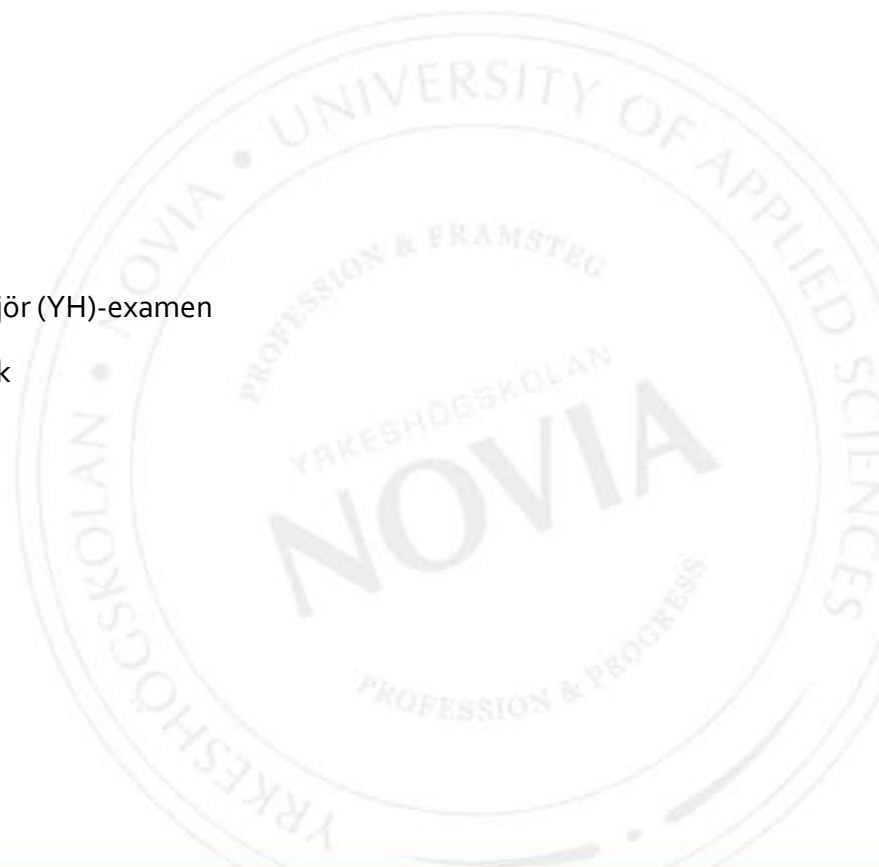
Test av solcellspump för underbevattning

Aaron Nässlin

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

El- och automationsteknik

Vasa 2022



EXAMENSARBETE

Författare: Aaron Nässlin

Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa

Inriktningsalternativ: Elkraft

Handledare: Joachim Böling (Novia), Simon Nässlin (ÖSL)

Titel: Test av solcellspump för underbevattning

Datum: 23.5.2022

Sidantal: 22

Bilagor: 1

Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts åt Pro Agria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap. De önskar en undersökning och testning av en metod för bevattning av jordbruksmark via täckdikningssystem med hjälp av en solcellsdriven vattenpump. Syftet var att konstruera och testa underbevattningsmetoden som skulle fungera automatiskt under växtperioden och kräva minimalt med uppsyn och underhåll. Målet var att uppnå en höjning av åkerns grundvattennivå, som skulle förbättra tillgängligheten av vatten för grödan, så att skörden skulle öka.

Arbetet gick ut på att planera, montera och testa underbevattningsmetoden på ett 2,13 ha stort täckdikat åkerskifte i Korsholm. För att kunna uppnå ett resultat har planeringen bestått av insamling av information från litteratur och intervjuer med dräneringsplanerare. Införskaffning av material och montering har gjorts enligt planeringen. En material- och kostnadslista presenteras i examensarbetet.

Resultatet blev en funktionerande bevattningsmetod som till stor del sköter sig själv och kräver lite underhåll och uppsyn. I examensarbetets resultatdel presenteras uppskattningen av hur mycket vatten som kunde pumpas under en växtperiod baserat på siffror från testresultatet. Under testperioden uppkom det saker som kunde förbättras och vidareutvecklas, dessa behandlas noggrannare i kapitel 7.

Språk: svenska

Nyckelord: underbevattning, solcellspump, jordbruk

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Aaron Nässlin

Koulutus ja paikkakunta: Sähkö ja automaatiotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka

Ohjaajat: Joachim Böling (Novia), Simon Nässlin (ÖSL)

Nimike: Aurinkokennopumpun kokeilu salaojakastelussa

Päivämäärä: 23.5.2022

Sivumäärä: 22

Liitteet 1

Tiivistelmä

Opinnäytetyö on tehty tilaustyönä organisaatiolle Pro Agria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap. Tehtävänanto oli tutkia ja kokeilla peltomaan salaojien kautta tapahtuvaa kastelumenetelmää käyttäen aurinkosähköllä toimivaa vesipumppua. Työn tarkoituksena oli kehittää ja kokeilla salaojakastelua, joka toimisi automaattisesti vähäisellä huollolla koko kasvukauden aikana.

Työ koostui suunnittelusta, laitteiden asennuksesta ja salaojakastelun kokeilusta 2,13 ha:n kokoisella salaojitetulla pellolla Mustasaassa. Toimeksiantoa varten tietoja on hankittu kirjallisuudesta sekä haastatteleamalla salaojasuunnittelijoita. Materiaalin hankinta ja asennus on tehty suunnitelman mukaisesti. Materiaali ja kustannusluettelo on esitelty tekstissä.

Lopputuloksena on kastelumenetelmä, joka toimii hyvin pitkälle itsestään ilman turhia huoltoja. Tulososiossa on arvioitu kuinka paljon vettä vesipumppu pystyisi pumppaamaan kasvukauden aikana. Kokeiluaikana nousi esille asioita, joita voisi edelleen kehittää ja parantaa. Kehitysehdotukset ja pohdinnat on esitelty opinnäytetyön lopussa.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: salaojakastelu, aurinkokennopumppu, maatalous

BACHELOR'S THESIS

Author: Aaron Nässlin

Degree Programme: Electrical Engineering and Automation

Specialization: Electrical power engineering

Supervisors: Joachim Böling (Novia), Simon Nässlin (ÖSL)

Title: Test of solar cell pump for underwatering

Date: 23.5.2022 Number of pages: 22

Appendices: 1

Abstract

This thesis has been done for Pro Agria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap, which has wanted to investigate and try a method of irrigating agricultural land via field drainage system using a solar-powered water pump. The purpose was to design and test the underwatering method that would work automatically during the growing season and require minimal supervision and maintenance. The goal was to achieve an increase in the field's groundwater level, improve the availability of water for the crop, and that the harvest would increase.

The work consisted of planning, assembling and testing the underwater method on a 2,13-hectare large field drained plot in Korsholm. In order to achieve a result, the planning consisted of collecting information from literature and interviews with drainage planners. Procurement of materials and the assembly has been done according to the plan. A list of materials and costs is presented in the text.

The result was a successful and functional irrigation method that mostly takes care of itself and requires little maintenance and supervision. In the results part of the thesis, it has been estimated how much water could be pumped during a growing period based on figures from the test result. During the test period, things that could be improved and further developed arose, these are described further in Chapter 7.

Language: swedish

Key words: underwatering, solar cell pump, agriculture

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Uppdragsgivare.....	2
1.3	Metoder	2
2	Grundtorrläggning.....	4
2.1	Täckdikning.....	4
2.2	Reglerad dränering.....	5
2.3	Underbevattning.....	5
2.3.1	Olika metoder för underbevattning	7
3	Planering.....	9
3.1	Vattenpumpen.....	10
3.2	Val av solpaneler	11
3.3	Kablar	11
3.4	Materiallista och kostnader	12
4	Vattenpump driven av solpanel.....	13
5	Test.....	14
6	Anläggningens skötsel.....	18
7	Resultat och slutsatser.....	19
8	Vidareutveckling.....	20
9	Diskussion	21
10	Referenser.....	22

Figurförteckning

- Figur 1. Åkerskiftet för testet finns på Norrfjärden i Kvevlax. 3
- Figur 2. Åkerskiftets täckdikningssystem georefererad på flygbildsbotten. Bevattningsvatten pumpas från ån i västra kanten av skiftet in i dragdiket därifrån pressas vattnet upp i sugdikena 1–10. Dragdikets lutning finns inskrivet på bilden. 3
- Figur 3. Beskrivning av dränering, reglering och underbevattning. (5) 6
- Figur 4. Bilden visar att åkerns dräneringsbehov är som störst på våren och hösten. Under sommarmånaderna är avdunstningen större än nederbörden vilket kan medföra ett nederbördsunderskott till och med 500 mm. (5) 7
- Figur 5. Underbevattning med bensindriven pump (bild: Marcus Gjäl) 8
- Figur 6. Skogsvattenmagasin för underbevattning med självfall 9
- Figur 7. Beskriver sambandet mellan pumpkapacitet och lyfthöjd på vattnet. (8) 10
- Figur 8. Kopplingsdiagram över anläggningen 14
- Figur 9. Reglerbrunnens montering på åkerfältet. 15
- Figur 10. En helhetsbild hur anläggningen är uppbyggd. 16
- Figur 11. Flödesmätare monterad intill reglerbrunnen, Flödesmätaren visar den aktuella flödesmängden och den totala mängden. 16
- Figur 12. Vattenpumpen monterad på en flotte. 17
- Figur 13. Vattenpumpens regulator under funktion. 17

1 Inledning

Examensarbetet behandlar underbevattning som bevattningsmetod inom jordbruket. I detta fall sker underbevattningen med hjälp av en vattenpump driven med solenergi. I Finland är avdunstningen normalt sett större än nederbörden på sommaren och markens vattenförråd töms, se figur 4. Med bevattning har jordbrukaren möjlighet att optimera skörden genom att vattna grödan vid rätt tid och med rätt mängd. En fungerande dränering krävs för att kunna bevattna.

Med hjälp av åkerns täckdikningssystem pumpas vatten in i åkerskiftet och grundvattennivån i åkern höjs och bibehålls. Med reglerad dränering kan man justera grundvattennivån i åkern och på så vis hålls bevattningsvattnet i åkern. Genom att höja grundvattennivån under växtperioden så lagras vatten i åkern och nederbördsunderskottet förebyggs. (Malm & Berglund, 2007).

Material och handledning för arbetet har finansierats av Stödstitelsen för täckdikning.

1.1 Syfte

Syftet med examensarbetet var att prova en metod för underbevattning av åkerfält. Detta genom att planera och konstruera en solcellsdriven automatisk pump för underbevattning som skall pumpa vatten in i åkerns täckdikningssystem och som kräver minimalt med uppsyn eller underhåll. Bevattningen skall kunna påbörjas direkt efter sådd och vara i gång under hela växtperioden.

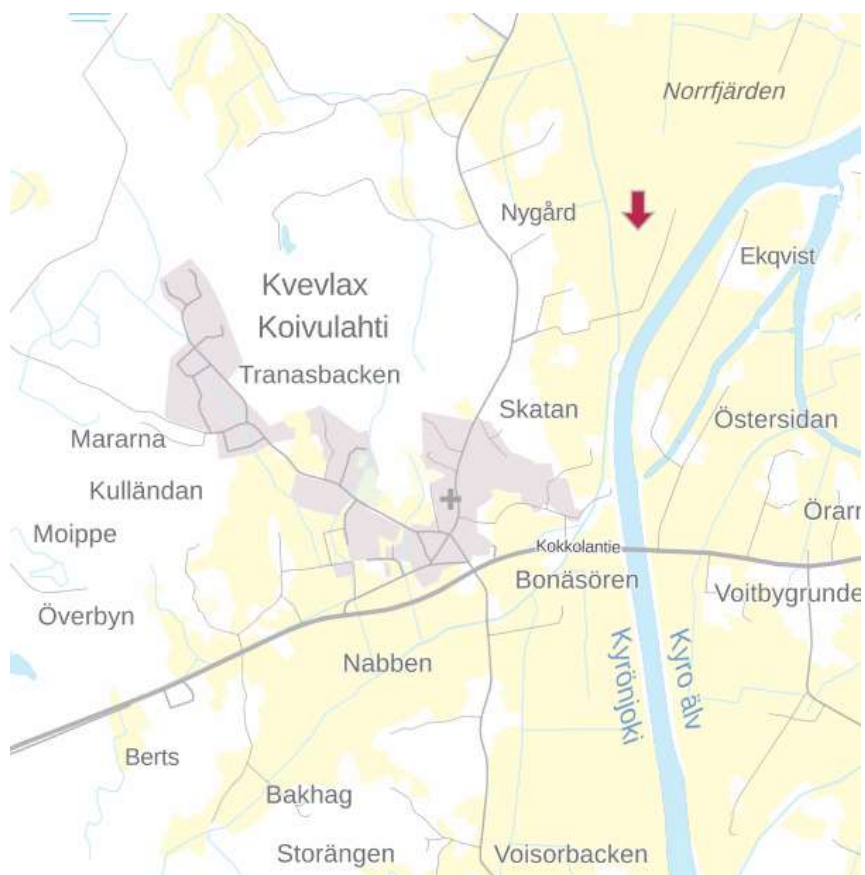
1.2 Uppdragsgivare

Uppdragsgivare för examensarbetet är Pro Agria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap som är en rådgivningsorganisation för lantbruksföretagare i Österbotten. Österbottens Svenska Lantbrukssällskap är en medlemsstyrd, öppen, opartisk och allmännyttig organisation vars medlemmar är enskilda personer och lokala lantmannagillen i Österbotten. Verksamheten består av rådgivning, utbildning och opinionsbildning som stöder landsbygdsföretag i deras utveckling. Verksamheten stöder en hållbar utveckling för lantbruksföretagen i Österbotten.

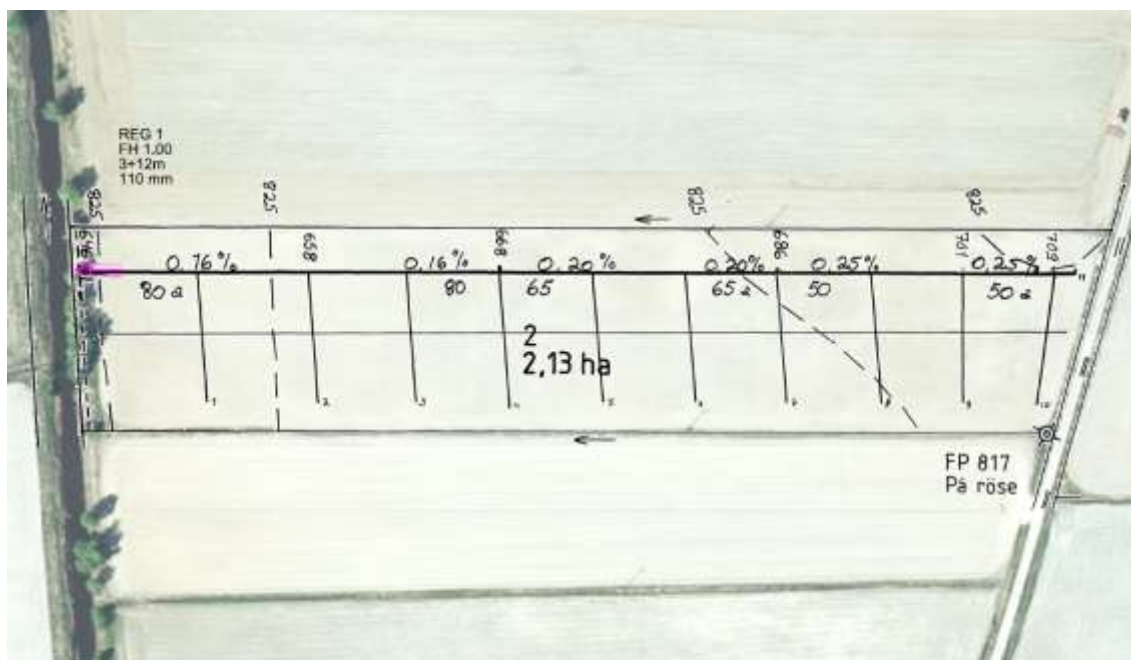
Österbottens Svenska Lantbrukssällskap har 22 rådgivare inom olika sektorer, såsom växtodling, husdjur, ekonomi, vatten och miljö. De olika sektorerna står till tjänst med rådgivning och utveckling av lantbruksföretagen tillsammans med kunden. (lantbrukssällskapet, u.d.).

1.3 Metoder

Testet kommer att utföras på ett åkerskifte i Kvevlax, Korsholm. Åkern på 2.13 ha är täckdikad 1987, jordarten för skiftet är gryn mjäla med bra struktur och genomsläpplighet. Täckdikessystemet har ett dragdike 100 mm (gammal dim. i planen) och sugdiken 1–10 som är 50 mm, se figur 2. Täckdikessavståndet är ca 30 m och dikesdjupet ca 1,0–1,8 m från markytan. Reglerad dränering monterades vid systemets utlopp innan undersökningen. Bevattningsvatten kommer att pumpas från Lappsunds ån som går längs med åkerskiftets västra kant. Pumpningen kommer att ske till reglerbrunnen och vattnet kommer att tryckas in i täckdikningssystemet.



Figur 1. Åkerskiftet för testet finns på Norrfjärden i Kvevlax.



Figur 2. Åkerskiftets täckdikningssystem georefererad på flygbildsbotten. Bevattningsvatten pumpas från ån i västra kanten av skiftet in i dragdiket därifrån pressas vattnet upp i sugdikena 1–10. Dragdikets lutning finns inskrivet på bilden.

2 Grundtorrläggning

Vid grundtorrläggning leds vatten bort från odlingsmarkerna via rensade diken till utfalldiken, bäckar, åar, insjöar och till sist vidare ut till havet. Största delen av alla Finlands odlingsmarker har genomgått en grundtorrläggning i form av en dikningsförrättning. Största delen av grundtorrläggningssprojekten gjordes före 1970-talet av lantbruksingenjörskammarken. I dagens läge är det dikningsammanslutningarnas ansvar att sköta om utfalldiken. En dikningsammanslutning är en vattenrättslig sammanslutning vars medlemmar är ägare till de fastigheter som har nytta av torrläggningen. För att upprätthålla utfalldikenas vattenledningsförmåga består grundtorrläggning numera främst av skötsel och underhåll av vattendragen. Ursprungligen har man använt sig av öppna diken vid lokal dränering, men i dagens läge är täckdikning det dominerande systemet. (Äijö, Salaojayhdistys, 2020) (ymparisto, 2021).

2.1 Täckdikning

Dränering av odlingsmark i Finland är ett måste för att överhuvudtaget kunna bruka jorden, detta då endast ca 15 % av Finlands odlingsmarker kan odlas utan dränering. Kraftiga regnperioder på hösten och snösmältningen på våren gör avrinningen omfattande på odlingsmarkerna. Den dåligt vattengenomsläppliga jordmånen och den jämna terrängen leder till att vattnet inte rinner bort från odlingsmarken tillräckligt snabbt om inte en fungerande dränering ordnas.

Eftersom förekomsten av kraftiga väderfenomen blir allt vanligare är det viktigt att se till att odlingsmarkerna är ordentligt torrlagda. Med en välfungerande dränering kan man dra nytta av hela växtperioden, det vill säga odlingsmarkerna torkar snabbt upp på våren och hålls längre torra på hösten. En fungerande dränering minskar på markpackning som maskinarbetet orsakar, det gör att en god markstruktur bibehålls och ger bättre produktionsförmåga det vill säga bra skördar. (Äijö, Salaojayhdistys, 2020).

2.2 Reglerad dränering

Reglerad dränering möjliggör justering av grundvattennivån så att den tidvis är högre än med en normal dränering. Med en reglerad dränering hålls marken fuktigare eftersom mindre vatten rinner bort via täckdikena. Vid en högre markfuktighet kan grödorna bättre ta upp vatten och näring som finns i marken, detta resulterar i en större skörd och mindre näringsförlust. Med en reglerad dränering är avrinningen från odlingsmarkerna mindre jämfört med en vanlig dränering, det leder till mindre utlakning av kväve, fosfor och bekämpningsmedel. Avrinningen och näringsbelastningen sker till stor del via täckdiken och inte som ytavrinning på de odlingsmarkerna med mycket vattengenomsläpplig jord. (Äijö, Paasonen-Kivekäs, & Peltomaa, salaojayhdistys, 2009).

2.3 Underbevattning

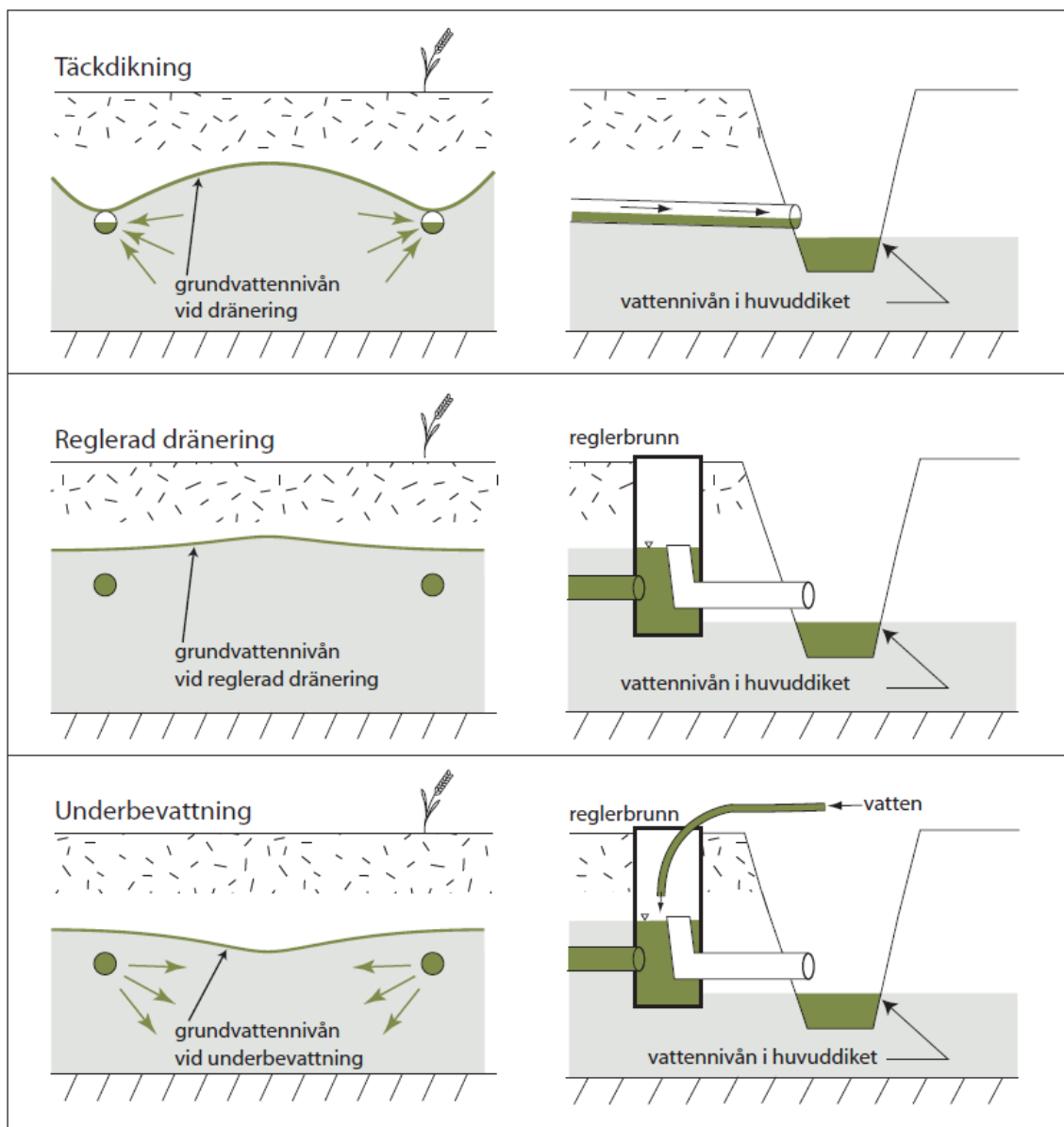
Eftersom krävande väderförhållanden, som exempelvis långa torra perioder, påverkar odlingen ägnar sig en del odlare åt underbevattning av sina åkrar. Syftet med underbevattningen är att man tillför vatten till åkern via dräneringssystemet genom pumpning eller självfall, och på så vis sprids vattnet i åkern, grundvattennivån höjs och grödan bevattnas underifrån. Med hjälp av reglerbrunnar kan man hålla grundvattennivån i åkern högre och grödan får tillgång till vatten. För att kunna utnyttja underbevattning behövs reglerad dränering och ett vattendrag eller sjö nära åkern.

Fördelarna med underbevattning är att bevattningsvattnet inte lika lätt förloras i form av avdunstning under varma perioder. Om man har tillgång till vatten ovanför åkern kan man underbevattna enkelt genom att släppa in vatten i dräneringssystemet med självfall.

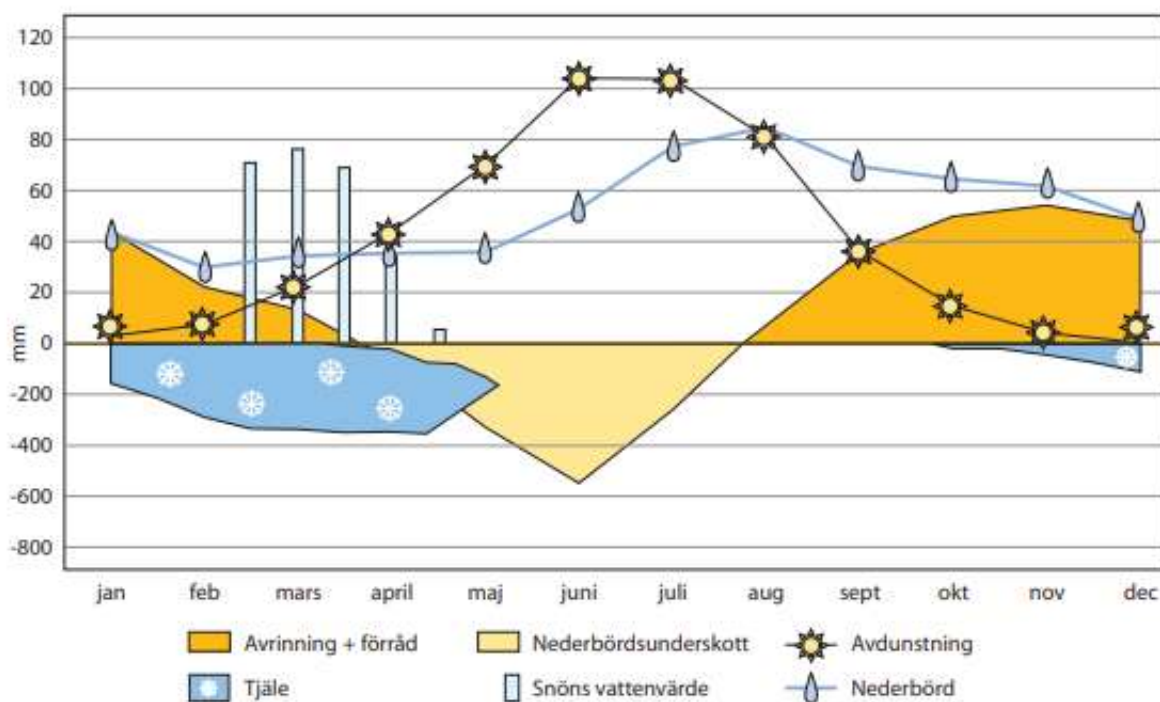
Nackdelarna är att bevattningen speciellt på vissa jordarter kan vara ojämn, odlaren bör även vara vaksam med väderleksprognoser och nederbörd så inte grödan får för mycket vatten. (Personlig kommunikation med dräneringsplanerare på ÖSL 1.7.2021).

Under regnfattiga perioder kan vattennivån i marken sjunka trots att reglerad dränering används. När grundvattennivån i åkern sjunker tillräckligt djupt får grödorna svårare att ta upp vatten. Genom att pumpa in vatten i åkerns täckdikningssystem kan vattennivån i marken höjas under torrare perioder. Underbevattning passar bäst för flacka åkrar, och det rekommenderas att marklutningen är högst 1 %, det vill säga en 1m höjdskillnad på 100 m. (Helsingfors universitet, Luke, Pro agraria, Salaojayhdistys, 2017).

Viktigt att komma ihåg med underbevattning är att påbörja magasinering av vatten eller underbevattningen i god tid. Om grundvattennivån i åkern hinner sjunka för lågt hinner man inte höja nivån mera under växtperioden. Det är även viktigt att planera och säkerställa tillgången på bevattningsvatten eftersom mindre utfall brukar snabbt torka ut på försommaren.



Figur 3. Beskrivning av dränering, reglering och underbevattning.



Figur 4. Bilden visar att åkers dräneringsbehov är som störst på våren och hösten. Under sommarmånaderna är avdunstningen större än nederbörden vilket kan medföra ett nederbördsunderskott till och med 500 mm. (Äijö m.fl.,2009).

2.3.1 Olika metoder för underbevattning

Det finns några olika metoder för underbevattning som används bland jordbrukare. Den vanligaste metoden har hittills varit underbevattning med hjälp av bensindrivna vattenpumpar. Nackdelen med de bensindrivna vattenpumparna har varit att de kräver en del uppsyn när bensinen skall påfyllas. En annan nackdel har varit att flödesmängden på den bensindrivna vattenpumpen oftast varit för hög, vilket betyder att dräneringssystemet inte har hunnit svälja undan vattnet tillräckligt snabbt, det har i sin tur gjort att man har varit tvungen att stoppa underbevattning med jämna mellanrum eftersom vattnet börjat rinna över regleringsbrunnens kant. (Personlig kommunikation med dräneringsplanerare på ÖSL 1.7.2021).



Figur 5. Underbevattning med bensindriven vattenpump (bild: Marcus Gjåls).

Underbevattning med självfall är en underbevattningsmetod som inte är så vanlig, men den förekommer. Metoden kräver att man har någon form av ovanliggande vattenbassäng från vilken man kan släppa vattnet med självfall in i åkerns dräneringssystem, det kan till exempel vara om åkerskiftet ligger intill skogsmark där det finns något kärr eller vattendrag i närheten.

Underbevattning med hjälp av solcellspump är en metod som har blivit prövad bland ett fåtal jordbrukare. Vattenpumpen drivs av solenergi och är en underhållsfri och miljövänlig lösning för underbevattning. (Personlig kommunikation med dräneringsplanerare på ÖSL 1.7.2021).



Figur 6. Skogsvattenmagasin för underbevattning med självfall.

3 Planering

Tanken är att använda en eldriven vattenpump som har till uppgift att konstant pumpa vatten från bredvidliggande vattendrag in i åkerns regleringsbrunn en lyfthöjd på ca 2 m, därifrån pressas vattnet vidare in i åkerns täckdikningssystem. Vattenpumpen kommer att drivas med hjälp av solenergi eftersom största delen av åkermarkerna är belägna långt ifrån en fast elanslutning. Solenergi är ett bra alternativ att driva vattenpumpen på de öppna åkerfält där man har mycket soltimmar.

Målet är att pumpa så mycket vatten som möjligt in i åkerns täckdikningssystem eftersom flödeskapaciteten är tio gånger lägre på den solcellsdrivna vattenpumpen i jämförelse med en bensindriven vattenpump som använts vid underbevattning.

Den solcellsdrivna vattenpumpen kommer att ge ett jämnare flöde vilket möjliggör att vattnet hinner sjunka undan i täckdikningssystemet och spridas ut i marken.

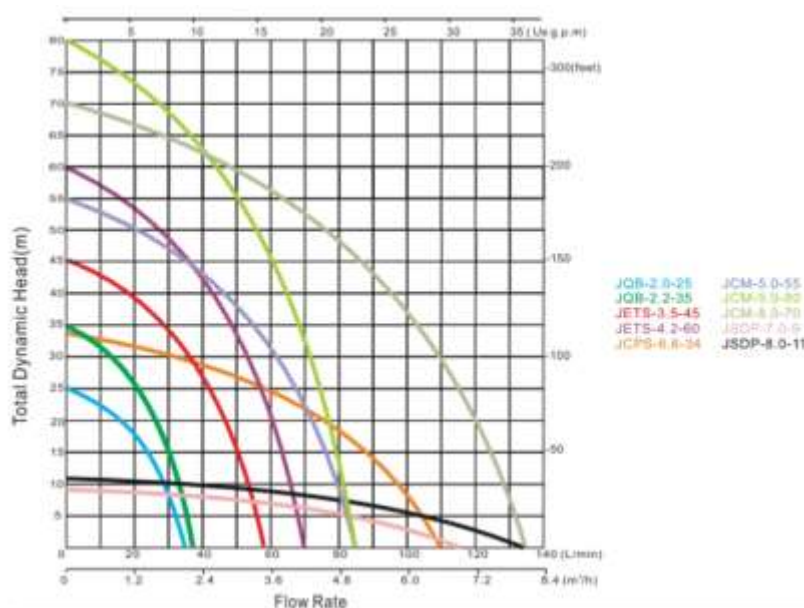
Det som begränsar flödeskapaciteten på den solcellsdrivna vattenpumpen är hur mycket energi som solpanelerna producerar och eventuellt också tillgången på vatten ifall extrem torka skulle uppstå.

Det som påverkat valet av vattenpump är storlek på åkerskiftet och pumpkapacitet.

3.1 Vattenpumpen

Vattenpumpen är en Cheers solarwaterpump modell JQB-2.2-35. Cheers solvatten pumpar används bland annat till att pumpa vatten från vattendrag till vattentankar i sydligare delar av världen. De borde på så vis också passa till underbevattning eftersom det i princip är liknande ända skillnaden är att det finns en reglerbrunn i stället för en vattentank vid underbevattning.

Vattenpumpen är en likströmsmotor där pumphuset är monterat på motorns axel. Vattenpumpen har en teoretisk flödeskapacitet på 36,6 l/min, en märkspänning på 36 V och en effekt på 210 W. Vattenpumpen klarar av att lyfta vattnet från vattendraget till reglerbrunnen ca 2 m lyfthöjd med en förlust på ca 2 l, detta avläst från tillverkarens graf nedan.



Figur 7. Beskriver sambandet mellan pumpkapacitet och lyfthöjd på vattnet. (jintapump.en.made-in-china.com, u.d.).

Vattenpumpen utrustas med en nivåbrytare för att undvika att pumpen går torr. En bakslagsventil skall monteras vid pumpens insug för att undvika att pumphuset rinner tomt när pumpen stannar. Ett vattenfilter kommer att monteras vid pumpens insug för att undvika att skräp, som kan orsaka igentäppning och skada, tränger in i pumphuset. En flödesmätare skall monteras intill reglerbrunnen för att kunna ha koll på vattenmängden som pumpas in i systemet.

3.2 Val av solpaneler

Enligt installationsmanualen för vattenpumpen och regulatören skall solpanelerna dimensioneras så att produktionen är mer än vattenpumpens förbrukning, minst 1.3*effekten på motorn: $210 \text{ W} * 1,3 = 273 \text{ W}$.

Efter att ha studerat utbud av solpaneler och jämfört pris väljs 2, 150 W solpaneler från Solarxon. Storleken på panelerna är 1324 mm * 676 mm * 35 mm vardera. En panel har följande egenskaper: Effekt 150 W, kortslutningsström (I_{sc}) 9,1 A, maxeffektens ström (I_{mp}) 8,6 A, maxeffektens spänning (V_{mp}) 17,5 V, antal celler 32.

3.3 Kablar

Beräkning av kabelarea mellan solpanelerna och regulator beräknas enligt vattenpumpens förbrukning.

Vattenpumpen: 36 V, 210 W

$$I = \frac{210 \text{ W}}{36} = 5,8 \text{ A}$$

Resistivitet för koppar = $0,018 \text{ } \Omega / \text{ mm}^2 / \text{ meter}$ kabel vid 20 celcius

$$\text{Kabelarea}(\text{mm}^2) = \frac{0,018 * \text{kabellängd}(m) * \text{ström}(A)}{\text{spänningsfall}(V)}$$

$$\frac{0,018 * 5 \text{ m} * 5,8 \text{ A}}{0,1 \text{ V}} = 5,2 \text{ mm}^2$$

Kabelarean beräknas med ett spänningsfall på 0,1 V detta för att ha så lite förluster som möjligt, det resulterar till $5,2 \text{ mm}^2$. Kabel som väljs är $2 * 6 \text{ mm}^2$ flertrådig kabel.

Mellan regulator och vattenpump används befintlig kabel som är färdigt kopplad i vattenpumpen. Kabeln är 3 m lång och är av typen $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ flertrådig kabel. Spänningsfallet för kabeln beräknas:

$$\text{Spänningsfall}(V) = \frac{0,018 * \text{kabellängd}(m) * \text{ström}(A)}{\text{Kabelarea}(\text{mm}^2)}$$

$$\text{Spänningsfall}(V) = \frac{0,018 * 3 * 5,8 A}{2,5 \text{ mm}^2} = 0,13 \text{ V}$$

Resultatet blir ett spänningsfall på 0,13 V vilket är acceptabelt.

3.4 Materieallista och kostnader

Material och deras kostnader som behövdes för testet. Alla priser är inklusive moms.

Vattenpump, regulator, nivåbrytare	629,03 €
Solpaneler st. 2, 150 W	199,80 €
Kabel $2 \times 6 \text{ mm}^2$, 5 m	19,90 €
Kopplingskontakter till solpaneler	25,90 €
Krympslangar	5 €
Flödesmätare	149 €
Vattenslang 10 m	19,90 €
Bakslagsventil	6,90 €
Vattenfilter	9,90 €
Slangkopplingar	42 €
Andra tillbehör (skruvar, bultar, slangklämmor mm.)	20 €
Total kostnad	1127,33 €

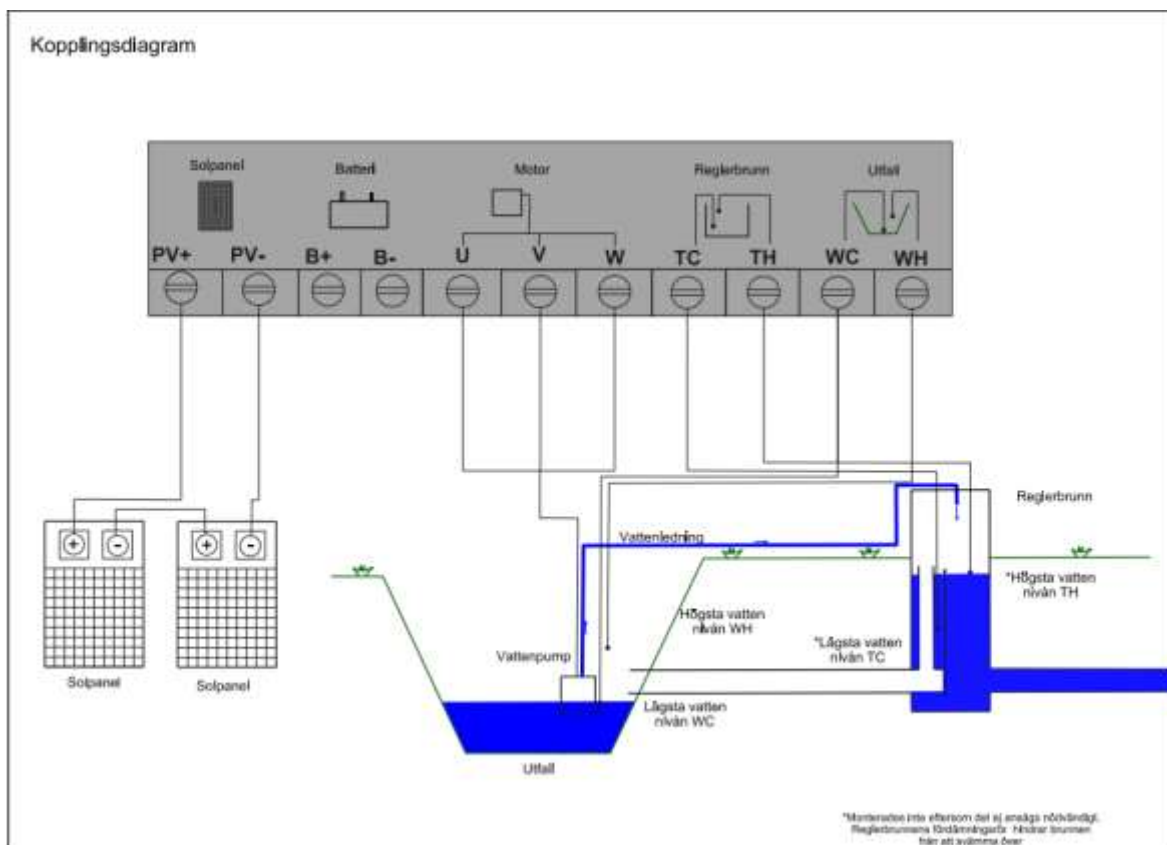
4 Vattenpump driven av solpanel

När solen skiner på solpanelerna omvandlar solcellerna solljuset till elektrisk energi. Solpanelerna seriekopplas för att få en tillräckligt hög kretsspänning till regulatören. Det betyder en öppen kretsspänning på: $2 \cdot 20,7 \text{ V} = 41,4 \text{ V}$ och ett 300 W system.

Regulatören är en MPPT "Maximum Power Point Tracking" regulator som tar till vara all energi som solpanelerna producerar. Pumpkontrollern har följande funktioner:

- Skydd mot låg spänning (automatiskt)
- Överströmsskydd (automatiskt)
- Skydd mot för lågvattennivå i vattendraget (WC, WH sensorer)
- Nivåvakt i reglerbrunnen (TC, TH sensorer)
- Justerbar hastighet på vattenpumpen 1–10

När solen skiner rakt på solpanelerna uppnår vattenpumpen sitt maximum, vilket är ca 36 l/min. När solpanelerna hamnar i skugga och inte producerar tillräckligt med energi kommer hastigheten på motorn att sjunka. Om solpanelerna producerar mera energi än vad vattenpumpen förbrukar kan överloppsenergin lagras i batterier och användas senare när solen inte lyser, batterier kommer inte att användas under testförsöket.



Figur 8. Kopplingsdiagram över anläggningen.

5 Test

Testet utfördes på ett täckdikat åkerfält i Kvevlax, åkerfältets utlopp rinner ut i Lappsunds å där vattennivån påverkas av havsvattennivån och är tillräckligt hög för att kunna underbevattna åkern. Projektet började med att vi grävde fram åkerns utlopp, därefter grävdes åkerns täckdickningsrör fram ca 15 m in på åkerfältet. Täckdickningsröret kapades och skarvades till ett 110 mm tätt plaströr där andra ändan monterades fast i reglerbrunnen. Det täta rörets funktion är att få ett tryck in i åkern så att bevattningsvattnet inte läcker tillbaka ut i ån. Brunnen lades ner ca 2 m in på åkerfältet från åns kant.



Figur 9. Reglerbrunnens montering på åkerfältet.

Vid testet användes två 150 W solpaneler som seriekopplades för att uppnå tillräckligt hög kretsspänning för att kunna driva vattenpumpen. Solpanelerna monterades på en ställning med en lutning på ca 45 grader och en riktning mot syd för att försöka uppnå maximal energiproduktion. Vattenpumpen monterades på en flotte så att insuget var 10 cm under vattenytan, på så vis minimerades risken att pumpen går torr. Vid testet konstaterades att pumpen är effektivare ju närmare vattnet pumpen är. En bakslagsventil anslöts vid insuget på vattenpumpen, på så vis undveks att pumphuset rann tomt när pumpen stannade. En slanganslutning borrades fast på sidan av regleringsbrunnen där flödesmätaren anslöts. Nivåbrytaren monterades fast under flotten så att brytaren öppnar och kretsen bryts om utfallet skulle torka ut. Regulatorn monterades på en träpåle mellan solpanelerna och vattenpumpen för att undvika onödigt långa ledningsdragningar.



Figur 10. En helhetsbild hur anläggningen är uppbyggd.

Testet utfördes i början på september och pågick under en veckas tid. Vädret under testperioden innehöll både soliga, molniga och regniga dagar. Under testförsöket uppnådde vattenpumpen ett maxflöde på 34 l/min när solen lyste rakt på solpanelerna. En halvmulen dag var kapaciteten ca 15 l/min och vid en regnig gråmulen dag var kapacitet ca 3 l/min.



Figur 11. Flödesmätare monterad intill reglerbrunnen, Flödesmätaren visar den aktuella flödesmängden och den totala mängden.



Figur 12. Vattenpumpen monterad på en flotte.



Figur 13. Vattenpumpens regulator under funktion.

6 Anläggningens skötsel

Efter skörd skall anläggningen förberedas inför vintern. Vattenpumpen stängs av genom att lägga regulatorns strömbrytare i off position. Solpanelerna kopplas ur vid MC4 kopplingarna så att regulator blir spänningslös, de andra kablarna kopplas ur vid regulatorn. Slangar och flödesmätare lösgörs från reglerbrunnen. Vattenpumpen töms på vatten, rengörs och tvättas. Vattenpumpen, regulatorn och flödesmätare förvaras inomhus i torrt och varmt under vintern. Solpanelerna kan förvaras på site under vintern och eventuellt tänkas in med presenning.

Anläggningen kunde tas i bruk direkt efter sådd, tidpunkten för detta är förstås varierande från år till år. Anläggningen kunde tas i bruk på följande sätt: Vattenslangen och flödesmätaren ansluts till reglerbrunnen slangkopplingarna linas eller så används gängtejp, slangklämmor används. Pumphusets skruv öppnas och pumphuset fylls med vatten, vattenpumpen läggs i vattnet. Vattenpumpen, nivåbrytaren och solpanelerna kopplas in i regulatorn, solpanelerna kopplas så att spänning kommer på till regulatorn detta kontrolleras med multimeter. Efter att alla slangkopplingar är på plats och alla ledningar är anslutna läggs strömbrytaren på on position. Vattenpumpen borde nu starta och börja pumpa vatten, luftningsskruven öppnas och stängs när luft trängt ut ur pumphuset. Nivåbrytaren kontrolleras så att den fungerar, pumpen skall stanna när kretsen bryts.

7 Resultat och slutsatser

Efter att ha testat den solcellsdrivna underbevattningsmetoden kan man konstatera den som funktionerande och lyckad. Största fördelen med denna typ av underbevattningsmetod var att anläggningen krävde minimalt med underhåll i jämförelse med en bensindriven underbevattningsmetod. Under testperioden ”skötte vattenpumpen sig själv” och det krävdes inga underhållsåtgärder.

Det som märktes efter testperioden var att vattenfiltret borde rengöras med jämna mellanrum om underbevattningen sker under hela växtperioden, detta för att hålla flödesmängden på en hög nivå. Lämpligt underhåll för detta skulle vara en gång per vecka beroende på vattenkvalitet. På testområdet fanns det några träd längs med ån som skuggade och störde pumpningen, det borde åtgärdas för att maximera soltimmar. Under en vecka pumpade vattenpumpen en total mängd på 31 525 l. Det skulle betyda att om underbevattningen inleds i början av maj, direkt efter sådd, skulle vattenpumpen vara i gång fram till skörden i början på september, totalt ca 18 veckor. Om man då räknar med en flödeskapacitet på i medeltal på 32 000 l/vecka skulle den totala mängden bli $32\,000\text{ l} * 18 = 576\,000\text{ l}$. Eftersom testet utfördes i början på september kommer flödesmängden vara betydligt högre under sommaren på grund av flera soltimmar per dygn.

8 Vidareutveckling

Det som skulle kunna utvecklas inom denna typ av underbevattning är att ha bättre koll på vattenpumpen. Detta skulle man till exempel kunna göra genom att ha anläggningen uppkopplad. Då skulle man ha möjlighet att i realtid följa med hur mycket vatten som har pumpats in i åkerns täckdikningssystem och hur mycket vatten som pumpas för tillfället. Genom att ha koll på vattenflödet i realtid kan man lättare och snabbare åtgärda eventuella fel på vattenpumpen. Med hjälp av sensorer som till exempel mäter solljuset kan man lättare ha koll på om vattenpumpen behöver underhållas, till exempel om pumpkapaciteten på vattenpumpen sjunker men solpanelerna producerar tillräckligt med energi för att driva vattenpumpen så kan man räkna ut att vattenfiltret börjar vara igentäppt och borde putsas. Det skulle även vara intressant att kunna följa med grundvattennivån och markfuktigheten i realtid in i åkern för att kunna optimera bevattningen.

För att utnyttja solkraften till det maximala borde man ha solpanelerna konstant riktade mot solen. För att kunna ta tillvara alla soltimmar under en dag borde man använda sig av en så kallad solar-tracker, det betyder att solpanelerna är monterade på en ställning som rörs både i horisontell och vertikal riktning och som med hjälp av elektronik hela tiden söker den mest optimala laddningen beroende på var solen är på himlen.

9 Diskussion

Det har varit intressant att skriva examensarbetet om underbevattning av åkermark. Underbevattning av åkerfält med vattenpump driven av solenergi är enligt mig det miljövänligaste och förmånligaste alternativet att höja på mängden skörd per hektar för ett åkerfält. Det skulle vara intressant att jämföra hur mycket bättre skörd man får från ett under bevattnat åkerfält gentemot ett som inte är under bevattnat. För att prova detta borde man ha två identiska åkerfält som man jämför, då skulle man kunna räkna ut hur snabbt det tar att intjäna den solcellsdrivna vattenpumpen.

Eftersom soltimmarna är fler under sommarmånaderna kommer vattenpumpen att vara effektivare och pumpa en större mängd vatten per växtsäsong än beräkningarna i testresultatet. Uppskattningsvis kunde vattenpumpen pumpa ett medeltal på 10 m^3 vatten per dygn, det skulle resultera i totalt 1260 m^3 vatten på 18 veckor.

10 Referenser

- Helsingfors universitet, Luke, Pro agraria, Salaojayhdistys. (2017). *Håll åkern i skick*. ProAgraria Svenska lantbrukssällskapens förbund.
- jintaipump.en.made-in-china.com*. (u.d.). Hämtat från <https://jintaipump.en.made-in-china.com/product/VytEdrzDZgkZ/China-Zhejiang-Cheers-24V-36V-Surface-Water-Pump-with-200W-and-300W-Solar-Panels.html>.
- lantbrukssällskapet. (u.d.). *lantbrukssällskapet*. Hämtat från <https://www.lantbrukssallskapet.fi/organisation/>
- Malm, P., & Berglund, P. (Maj 2007). *Jordbruksverket*. Hämtat från https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo07_5.pdf
- ymparisto*. (Januari 2021). Hämtat från https://www.ymparisto.fi/sv-fi/vatten/Utnyttjande_av_vattenresurser/Torrlaggnig_av_jord_och_dikning/Grundtorrlaggnig
- Äijö, H. (April 2020). *Salaojayhdistys*. Hämtat från https://www.salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2020/04/Peltosalaojitusopas_ruotsi_2015_uppdaterad-2020.pdf
- Äijö, H., Paasonen-Kivekäs, M., & Peltomaa, R. (Juni 2009). Hämtat från salaojayhdistys: https://salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2017/10/reglerad_dranefing_kevyt_resoluutio.pdf

Bilaga

