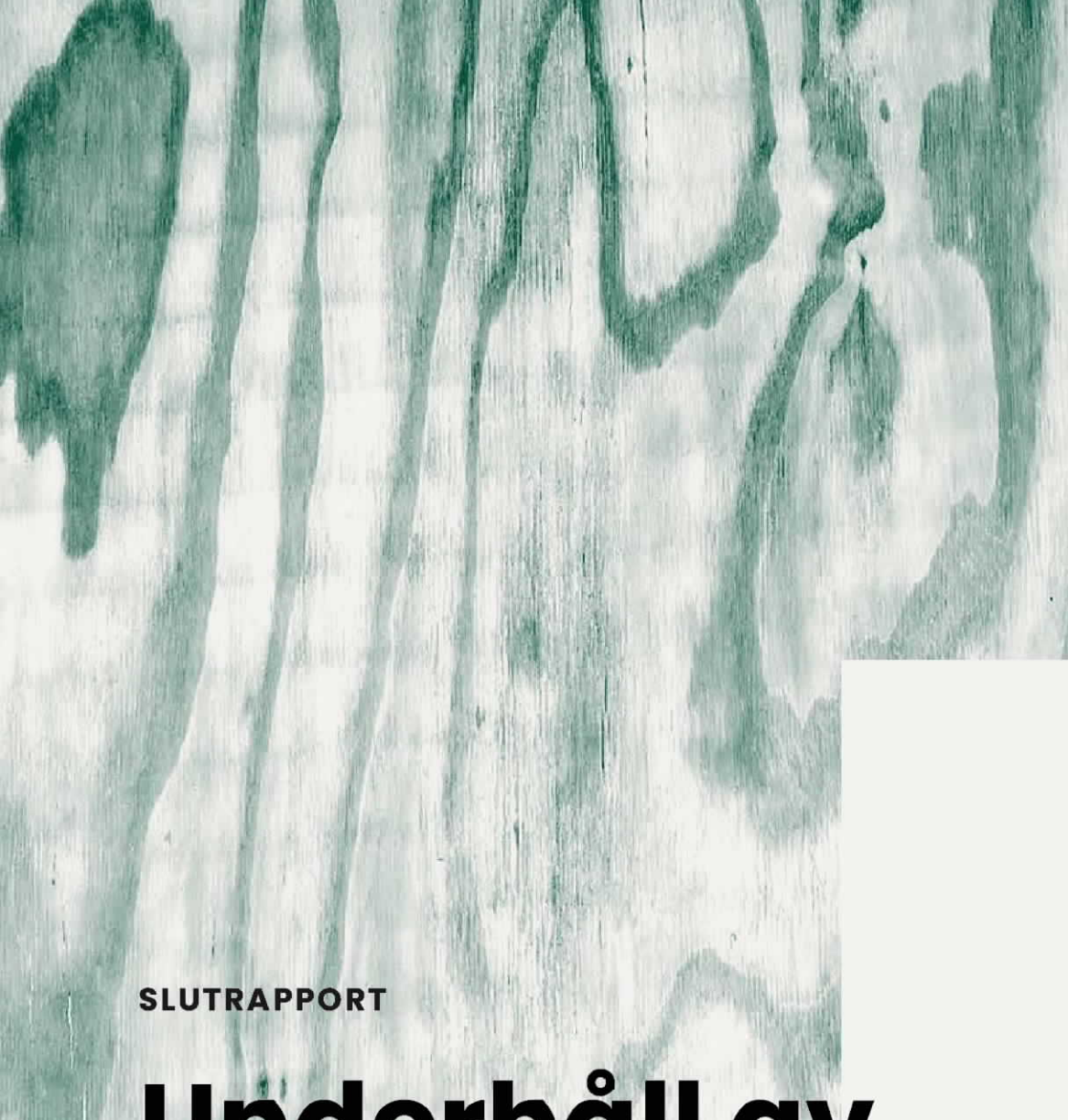




SLUTRAPPORT

Underhåll av våtmarker med närringsåtervinning

Elof Winroth, Nordluft Automation AB

**RE:
SOURCE**

Slutrapport för projekt:

Underhåll av våtmarker med näringsåtervinning

Engelsk titel: Maintenance of wetlands with nutrients capture

Projektperiod: 2023-09-01 till 2024-09-01

Datum: 2024-10-31

Projektnummer: P2023-00400

Diarienummer: 2023-200961

Projektledare: Elof Winroth

Organisation: Nordluft Automation AB

Adress: Sandhamnsgatan 58

Ev. övriga projektdeltagare: Projektet har genomförts med Initiativ Utö som behovsägare och samarbetspartner

Nyckelord: 5–7 st: Våtmarker, underhåll av våtmarker, vass, vass-skörd, Östersjön, kväve, fosfor,

RE:Source är ett strategiskt innovationsprogram och finansieras av

VINNOVA

 Energimyndigheten

FORMAS

Förord

Våtmarker och strandkanter utgör viktiga miljöer för flera olika biologiska värden. En av flera funktioner är att fånga upp näringsämnen från land, särskilt kväve och fosfor, som annars hade runnit vidare ut i vattendrag. Där är de i många fall problematiska eftersom problemen med övergödning, döda syrefria bottenar, etc är omfattande. Infångningen sker med hjälp av växter som nyttjar näringsämnena för att bygga upp biomassa. Vass är en vanligt förekommande vegetation i dessa miljöer. Det finns olika anledningar att skörda vass och ta bort den från våtmarker och strandkanter. Växande vass bygger succesivt upp ett rotlager, högre och högre. I fallet våtmark gör detta att våtmarken långsamt växer igen. I strandkanter leder vass som inte tas omhand till läckage av kväve och fosfor från förmultnande växtmaterial. Det saknas idag effektiva metoder att skörda vass. I detta projekt genomfördes en förstudie kring framtagandet av ett nytt attraktivt maskinsystem för vass-skördning baserat på drönarteknik. Behovsägande är Initiativ Utö, en organisation som etablerat flera våtmarker i Stockholms skärgård och där tydligt erfarit bristen på passande verktyg för underhåll. Huvudpart är Nordluft, ett bolag som utvecklar drönarsystem baserat på större drönare i svärm för olika ändamål. Övriga partner är RE:Source/Energimyndigheten, som agerat huvudsaklig finansiär. Medfinansiering av projektet kommer från Nordluft och Initiativ Utö. Extern expertis är insamlad från en rad olika parter.

Innehåll

1. Sammanfattning.....	5
2. Summary	6
3. Inledning och bakgrund	8
4. Genomförande	9
4.1. Arbetspaket 1 – Studie av näringsinnehåll	9
4.2. Arbetspaket 2 – Studie användningsområden och affärsmodell	9
4.3. Arbetspaket 4 – Förstudie maskindesign.....	10
4.4. Arbetspaket 5 – Prototyp och test.....	12
5. Resultat och diskussion	13
6. Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg	16
7. Publikationslista	17

8. Projektkommunikation	18
9. Noter	18

1. Sammanfattning

Växande vegetation kräver näringsämnen såsom kväve och fosfor, som finns i omgivningen. Dessa näringsämnen byggs in i biomassan. När en växt dör och bryts ned frigörs åter dessa näringsämnen. Växande vass i våtmarker och strandkanter absorberar stora mängder näringsämnen från mänsklig verksamhet, exempelvis avlopp och jordbruk, som annars hade runnit ut i hav och vattendrag och där bidragit till problematik som övergödning och följd effekter i form av döda bottnar. En del av de näringsämnena som vassen använder, läcker dock ut igen efter växtsäsongen, när delar av vegetationen bryts ned. Genom att skörda vass under växtsäsongen går det att lyfta ut stora mängder värdefull biomassa, med stort näringsinnehåll. Det finns flera lovande applikationer för skördad vass, exempelvis djurfoder och ersättning av torv i planteringsjord. I både dessa exempel kommer vassens innehåll av kväve och fosfor till nytta och kan ersätta användning av till Sverige importerad konstgödsel.

Om vassen lämnas ifred byggs i många miljöer upp ett växande rotlager, vilket succesivt minskar vattenytan. I fallet våtmarker övergår våtmarken långsamt till fast mark. Stora satsningar görs idag på anläggning av nya våtmarker, och restaurering av gamla. Anledningen är klimatskäl och den biologiska mångfalden. Dessa våtmarker skulle behöva underhållas genom skörd och bortforsling av vass, för att bibehålla sina goda effekter över tid. Idag saknas effektiva metoder för att skörda vass från våtmarker och strandkanter. Tillgängliga system visar på en utmaning att bygga effektiv teknik som fungerar både för vass växande i vatten och vass växande på relativt fast mark.

I projektet har en förstudie genomförts kring drönarteknikens potential för skörd av vass i våtmarker och strandkanter. Med drönarteknik avses här inte bara flygande farkoster utan alla typer av autonoma farkoster. Nordluft utvecklar sedan tidigare ett drönarbaserat spridarsystem för skogsbruk och jordbruk. En bärande tanke i detta arbete har varit potentialen i en grupp av mindre autonoma enheter för att sammantaget skapa ett konkurrenskraftigt och effektivt system. Mindre farkoster är oftast billigare att ta fram, mer praktiska att hantera osv. Denna tanke var ingången också till det aktuella projektet. Olika koncept utvärderades i projektet och jämfördes mot den initiala kravbilden samt de ytterligare behov som tydliggjorts under projektet. Arbetet resulterade i en lösning baserad på flera stora flygande drönare av multikopter-typ. Dessa utrustas med skördaraggregat fästa i ett antal linor kopplade till en vinsch. Därmed kan drönaren flyga säkert ovanför vassen, medan skördaraggregatet dras igenom vassen. När en uppsamlingsbehållare fyllts, flyger drönaren och tömmer denna på avsedd plats, exempelvis en öppen lastväxlarcontainer. Ett starkt argument för denna lösning är att den skapar ett relativt enkelt system som är användbart både för vass växande i vatten och vass växande på relativt fast mark. Initiativ Utö arbetar med etablering och förvaltning av våtmarker i skärgårdsmiljö. Organisationen har spelat en viktig roll i projektet genom att vara behovsägare och delat sitt kontaktnät.

Arbetet fortsätter efter projektets avslutande. Initialt måste vissa IP-relaterade frågeställningar besvaras, innan fortsatt kommersialisering sker. Samtidigt pågår fortsatt teknisk utveckling av drönarplattformen och skördaraggregatet.



Figur 1. Konceptbild över drönarbaserad skörd av vass

2. Summary

Growing vegetation requires nutrients such as nitrogen and phosphorus, which are taken from the local environment where the plant grows. These nutrients are then built into the biomass. When a plant dies and decomposes, these nutrients are released again. Growing reeds in wetlands and shorelines absorb large amounts of nutrients from human activities, for example sewage and agriculture, which would otherwise have flowed into the sea and waterways and there contributed to problems such as eutrophication and secondary effects as dead zones on the seabed. Some of the nutrients that reeds use, are released again after the growing season, when parts of the vegetation break down. By harvesting reeds during the growing season, it is possible to lift out large amounts of valuable biomass, with a high nutrient content. There are several promising applications for harvested reeds, such as animal feed and replacement of

peat in planting soil. In both of these examples, the reed's nitrogen and phosphorus content is used, which leads to lower amount needed of mineral fertilizers imported to Sweden.

If the reeds are left, in many environments a growing root layer builds up, which gradually reduces the water surface. In the case of wetlands, the wetland slowly transitions to solid ground. Large investments are made today in the establishment of new wetlands, and the restoration of old ones. The reasons are climate protection and biological diversity. These wetlands would need to be maintained by harvesting and removing reeds, in order to maintain their beneficial biological effects over time. Today, there is a lack of efficient methods for harvesting reeds from wetlands and shorelines. Available systems show a challenge to build efficient technology that works both for reeds growing in water and reeds growing on more solid ground.

In the project, a pre-study has been carried out on the potential of drone technology for harvesting reeds in wetlands and shorelines. With drone technology, not only flying drones are included, but all types of autonomous vehicles. Nordluft has a history of developing a drone-based spreading system for forestry and agriculture. A guiding thought in this work has been the potential of a group of smaller autonomous units to collectively create a competitive and efficient system. Smaller drones are usually cheaper to produce, more practical to handle, etc. This idea was also the backbone to the current project. Different concepts were evaluated in the project and compared against the initial requirement picture and the additional needs that were discovered during the project. The work resulted in a solution based on several large multicopter-type flying drones. These are equipped with harvesting units attached to a number of ropes connected to a winch. This allows the drone to fly safely above the reeds, while the harvester assembly is pulled through the reeds. When a collection container is filled, the drone flies and empties it in the intended place, for example an open hook lift container. A strong argument for this solution is that it creates a relatively simple system that is useful both for reeds growing in water and reeds growing on relatively solid ground. Initiativ Utö works with the establishment and management of wetlands in an archipelago environment. The organization has played an important role in the project by being the owner of needs and sharing its network of contacts.

The work continues after the end of the project. Initially, certain IP-related questions must be answered before further commercialization takes place. At the same time, technical development of the drone platform and the harvester unit is ongoing.

3. Inledning och bakgrund

I mitten av 1800-talet startade arbetet med att torrlägga våtmarksområden med syfte att skapa produktiv åker- och skogsmark. Betydelsen för flora, fauna och den biologiska mångfalden var inte allmänt känd vilket den är idag. Bönderna, som var de största markägarna av våtmarksområden, skötte om sina våtmarksområden med hjälp av boskapsdjuren. Dessa trampade och betade i våtmarkerna. Skötsel av våtmarker med boskap har minskat i och med specialiseringen inom jordbruket. Djurhållning och åkerbruk är ofta separerade verksamheter. Därför behöver skötsel måste utföras av mänskliga resurser med hjälp av maskiner. Med insikten av våtmarkernas stora betydelse har en rad beslut fattats av regeringar för att återställa dessa miljöer. Idag återställs våtmarksområden i stor omfattning med målet att återställa balansen i Östersjön och andra vattenområden, samt för att värna om den biologiska mångfalden. I och med att stora arealer våtmarker återställs, ökar behovet av skötsel i form av klippning och bortforsling av vass, annars växer våtmarkerna långsamt igen.

Klippt och bortforslad vass är en resurs med flera spännande användningsområden. Ur miljövärdsperspektiv finns en stor nytta med att skörda näringsrik grön vass sommartid när materialet innehåller rikligt med kväve och fosfor. Materialet kan göra stor nytta som exempelvis gödning/jordförbättring, djurfoder och bas för biogas, men bortforsling av det gör också att våtmarken bibehåller och ökar sin förmåga att fånga upp mer näring från att läcka ut i vattendrag. Utan underhåll "mättas" delvis våtmarken. Genom samarbeten mellan Initiativ Utö och KTH i flera projekt, kan konstateras att våtmarkernas renande och ackumulerande effekt gällande fosfor och kväve är mycket god. Ett hektar skördad vass innehåller ca 10kg fosfor och 100kg kväve. I Sverige finns över 5 miljoner hektar våtmark (dock endast delvis täckt av vass). Till detta kommer de vasstäckta strandlinjerna längs sjöar och kust. Potentialen är därför stor för att skörda enorma mängder näring, näring som sedan kan återanvändas i de gröna näringarna och där ersätta importerad mineralgödning. Endast en bråkdel av våtmarkerna underhålls och en stor anledning till detta är att det inte finns några attraktiva verktyg för detta. Nuvarande lösningar är dyra, långsamma, innebär svårhanterlig och kostsam logistik, och ger miljöpåverkan i olika former. Ett nytt maskinsystem krävs för att öka våtmarksunderhållet och i större omfattning använda resursen vass längs kuster och vattendrag.

Utmaningen med dagens begränsade utbud av skördesystem för vass är i många fall svårigheten att lyckas få ett maskinsystem konkurrenskraftigt både för vass växande i öppen vattenspegel och vass växande i fast mark. Vassen växer i gränslandet mellan land och vatten, och ett maskinsystem för att effektivt ta vara på den resursen behöver fungera i båda miljöer. Projektet genomfördes för att finna en alternativ metod till dagens verktyg. Målet är att uppnå kostnadseffektivitet, flexibilitet och ett för miljön skonsammare skördearbete. Detta för att öka våtmarksunderhållet, användningen av resursen vass, och främja resursåtervinning av fosfor och kväve.

Nordluft utvecklar sedan tidigare ett drönbaserat spridarsystem för skogsbruk och jordbruk. En bärande tanke i detta arbete har varit potentialen i en grupp av mindre autonoma enheter för att sammantaget skapa ett konkurrenskraftigt och effektivt system. Mindre farkoster är oftast billigare att ta fram, mer praktiska att hantera, och kommer med en rad andra fördelar. Denna tanke var ingången också till det aktuella projektet. Hypotesen var att det borde finnas potential i ett drönbaserat skördarsystem för vass, baserat på en grupp av mindre enheter som opererar autonomt under övervakning. Det var inte definierat om drönarna skulle vara flygande och land/sjö-gående. Projektets fokus var till stor del framtagande och utvärdering av en rad olika sådana koncept, för att hitta det mest lovande för framtida utveckling och kommersialisering.

4. Genomförande

Projektets genomförande beskrivs nedan utifrån uppdelningen i arbetspaket enligt projektansökan.

4.1. Arbetspaket 1 – Studie av näringsinnehåll

Kartläggning av vassens innehåll i form av exempelvis kol, kväve och fosfor har genomförts av projektpartner Initiativ Utö. Arbetet har skett genom konsultation med en rad experter på området, samt studier av aktuell forskning. Kunskapsbilden är tydlig. Vassens innehåll av kväve och fosfor i strået är som högst under sommarmånaderna och går sedan ner under hösten. Under vintertiden vilar vassen och lagrar då näringsämnen i rotsystemet. Under våren ökar sedan succesivt näringsinnehållet i det växande strået. Kolinnehållet är relativt konstant under året i förhållande till torrsvikt. Sammantaget visar detta att störst potential till återvinning av näringsämnen från skörd av vass finns under sommarmånaderna.

4.2. Arbetspaket 2 – Studie användningsområden och affärsmodell

Redan innan projektet startade kände projektdeltagarna till flera möjliga lovande användningsområden för vass som material och biomassa. Bl.a. som substrat för biogasproduktion, hästfoder och jordförbättringsmedel. Under projektets gång genom medverkan i olika forum, seminarium och workshops så fördjupades denna kunskap. Användning av vass kan kategoriseras i bulk-användning och fin-användning. I den senare kategorin är kraven högre på materialet för bruk till hög-värde-applikationer. Exempel är som konstruktionsmaterial till tak och för framtagning av sugrör. För dessa applikationer används

torr vinter-vass med lågt näringsinnehåll. I hög-värde-applikationer är inte skördemetod en barriär i dagsläget. Betalningsviljan räcker för att skörda vassen utifrån behoven. Projektet fokuserade därför på bulk-användningen. Här är skördemetoden en barriär för användning av materialet. Med en utvecklad skördeteknik möjliggörs uppskalning av flera olika användningsområden

En kommersiell utveckling av vass-användning kommer behöva börja där betalningsviljan för materialet är som störst, och där det även finns en betalningsvilja för själva vass-skörden (alltså någon som betalar för att vassen klipps och tas bort från ett vattendrag). Betalningsvilja för materialet i sig och för vass-skörden kan variera stort beroende på plats och lokala förutsättningar. Lämplig avsättning beror även på hur stor mängd material som finns tillgängligt. För industriella tillämpningar krävs i många fall stora volymer för att skapa ekonomisk rationalitet.

Av informationen insamlad under projektet, och den analys som gjorts, drogs slutsatserna att störst potential finns i användningsområdena jordförbättring/gödsling lokalt, foder till hästar och andra djur samt ersättning av torv i jordprodukter. Miljöfördelarna med att använda vass har inte utnyttjats kommersiellt ännu. Många av de som projektgruppen diskuterat med, exempelvis Jean-Baptiste Thomas - forskare i marina resurser på institutionen för Vatten- och Miljöteknik vid KTH, lyfter fram potentialen i att kommunicera användning av vass i konsumentprodukter. Om konsumenten informeras att exempelvis vassinnehållet i en säck planteringsjord faktiskt motverkar Östersjöns övergödning, finns stor chans till ytterligare betalningsvilja.

Affärsmodell för en utvecklad vass-skördnings-teknik diskuterades och analyserades under projektets gång. Olika kundkategorier har olika preferenser och behov. Några är förvaltare av stora markområden och har då möjlighet att investera i en egen maskinpark. Några har behovet av vass-skördning mer sällan och köper då helst in tjänsten. Kundgruppen som Initiativ Utö tillhör förvaltar svårtillgängliga områden där lastbilsbaserade maskinsystem har sina utmaningar. En affärsmodell behöver passa så många grupper som möjligt så bra som möjligt för att vara relevant. Lämplig affärsmodell påverkas också av hur systemet ser ut rent tekniskt och vilken storlek det är på investeringen i ett system. Projektets deltagare analyserade frågan, tog stöd av erfaren expertis i form av Jan Agri, och landade i att en servicebaserad affärsmodell troligen är bästa vägen framåt. Med en sådan modell betalar kunden endast för det värde tekniken skapar.

4.3. Arbetspaket 4 – Förstudie maskindesign

Detta är det huvudsakliga arbetspaketet i projektet. Arbetet har bedrivits under större delen av projektets löptid. Huvudaktör har varit Nordluft, framför allt genom medverkan av VD Elof Winroth och teknikchef Camil Muresan. Thomas och Robert från Initiativ Utö har bidraget genom att agera behovsägare och kommit med kommentarer kring förslag på tekniska lösningar. Extern kompetens har inhämtats från praktiskt kunniga inom lantbruksteknik och

från akademien, exempelvis från Girma Gebresenbet, universitetslektor vid institutionen för energi och teknik; Automation, vid SLU.

Arbetet startade genom att lista alla de behov/önskemål som finns för ny utvecklad skördningsteknik för vass. Grundkraven som formulerades redan i projektansökan var:

- 1) skonsam för miljön den ska arbeta i
- 2) den ska som helhet eller i delar vara bärbar för en person (för enkel transport och flexibilitet)
- 3) den ska kunna opereras av en person för låga driftskostnader
- 4) den ska vara konkurrenskraftig
- 5) den ska arbeta automatiskt

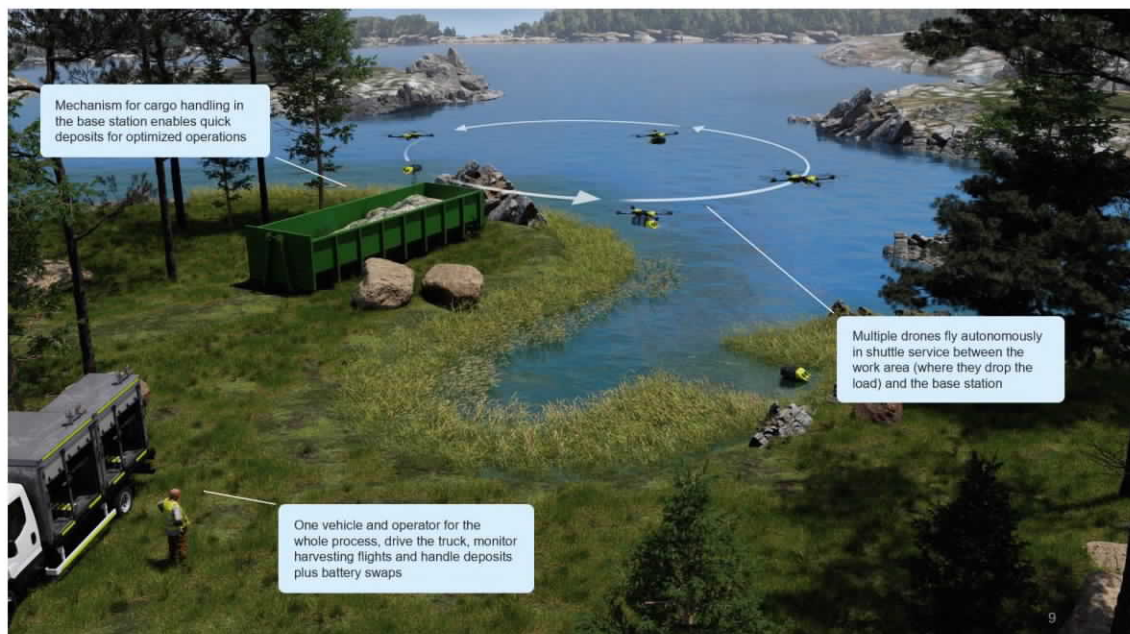
När olika möjliga tekniska koncept granskades och värderades, framkom nya behov/önskemål för en lösning. Både flygande och mark/vattengående koncept togs upp som förslag. Svävare, jetdrift, kombinationer av bemannade och obemannade farkoster.. alla möjliga lösningar skulle upp på bordet.

- 6) den ska helst kunna skörda vass både i vattenmiljö och på fast mark, för att bli tillräckligt konkurrenskraftig och användbar
- 7) den ska helst kunna skörda vass även under vattnet, för att öka användningsnyttan ännu mer
- 8) den ska helst vara eldriven, för emissioner, driftssäkerhet, buller, etc.
- 9) den ska helst kunna skalas ned eller upp, för att skapa system med olika kapacitet
- 10) den ska helst inte ha avancerade, dyra, eller servicekrävande komponenter/delsystem
- 11) den ska utformas för att vara ekonomiskt effektiv, med tanke på den begränsade tidsperioden som finns för att skörda näringsrik grön vass på sommaren. Detta innebär att systemet antingen ska vara billigt, alternativt att det ska finnas andra användningsområden för det utanför sommarmånaderna
- 12) möjlighet att addera funktion för övervakning/inventering

Möjliga lösningar analyserades sedan utifrån kravbilden. De värderades även utifrån generella faktorer såsom:

- bedömd utvecklingskostnad till kommersiell produkt
- lösningens behov av avancerad obekräftad teknik, vilket ger risk för stora kostnader och lång utvecklingstid
- Investeringskostnad i ett system, med fördel för låg investeringskostnad

Efter en samlad bedömning framstod tillslut ett alternativ som mest lovande, det drönbaserade vass-skördarsystemet, ett system med flera flygande autonoma multikopterdrönare med tillhörande vass-skördaraggregat. Se illustration av konceptet nedan.



Figur 2. Konceptbild av ett komplett system

4.4. Arbetspaket 5 – Prototyp och test

Detta arbetspaket var i början av projektet inte tydligt definierat, eftersom utgången skulle komma att bero på vilket tekniskt koncept som förstudie resulterade i. Det var dock sagt att nyckelkomponenter skulle tas fram och testas i prototypversion.

När förstudien nått resultat, diskuterades inom projektet vad av prototyp och testande som skulle behövas och vad mer som skulle krävas för att ta tekniken vidare. Då projektet hade sina begränsningar och mycket behövde göras, så togs beslut om att vidare kommersialisering är det centrala och att för att nå dit, behövs kommunikationsmaterial och framsteg på drönarplattformssidan.

Teknik för att skära av, hacka och transportera vass till en uppsamlingsbehållare är i princip existerande. Kanske inte för just vass och kanske inte för montering under en drönare, men skördeteknik för olika sorters gräs finns framtagna för användning inom jordbruk och grönytevård. Finns det inte just för vass finns kompetens på marknaden för att optimera tekniken för detta. Teknik för att hantera flera autonom kapacitetsstarka multikoptrar däremot, det behöver bevisas för marknaden för att vara trovärdigt. Förutom ren teknisk trovärdighet behöver det bevisas att nödvändiga flygtillstånd kan säkras för den tänkta verksamheten. Teknikutvecklingen kommer vara kostsam och ytterligare finansiering behöver säkras. För att lyckas med det behöver konceptet kommuniceras på ett tydligt sätt till rätt målgrupper. Denna kommunikation kräver material i form av illustrationer.

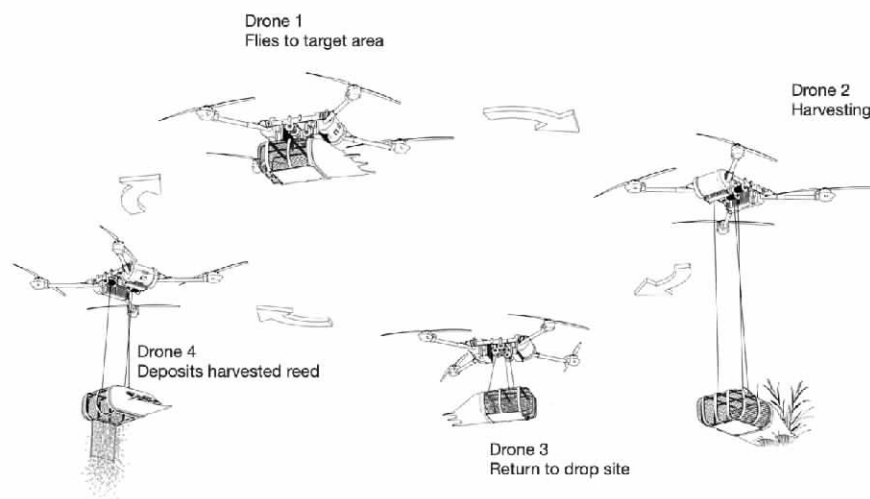
Projektet gick då vidare genom att allokera tillgängliga resurser till utveckling och testning av drönarplattform, framtagande av kommunikationsmaterial med hjälp av designbyrå, samt

initiering av process för att säkra nödvändiga flygtillstånd. Arbetet genomfördes av anställda hos Nordluft, designbyrån Hummingbird, samt flygtillståndsexpertis från InnoAvia.

Utveckling av prototyp av skördemekanism pågår fortsatt hos Nordluft efter projektets slut.

5. Resultat och diskussion

Projektet har uppnått ett betydelsefullt resultat i form av det mycket attraktiva och spännande koncept som tagits fram för drönbaserad skörd av vass. Detta har medfört att bolaget Nordluft Automation tillsammans med behovsägare Initiativ Utö nu ser över möjligheterna att säkra resurser för fortsatt utveckling, testning och kommersialisering av systemet. Det långsiktiga syftet ligger fast om att bidra till förbättrat underhåll av våtmarker, bortlyftande av näringsämnen från våtmarker så att deras funktion som näringsbarriär/opsamlare bibehålls och förbättras, samt använda det skördade växtmaterialet för att främja klimat, tillväxt och miljö. I bara Sverige och Finland växer lågt räknat 260 000 hektar vass, vilket ger potential till skörd av ca 2,6 miljoner ton biomassa. Fosforinnehållet i denna mängd beräknas till 2600 ton. Detta enligt en forskningssammanställning som presenterades av Anil Ramel Singh på seminariet Reed Harvesting Workshop i Helsingfors i april 2024, arrangerat av John Nurminen Foundation.



Figur 3. Översiktsbild över systemet

Konceptet som projektet resulterat i består av en grupp större lastdrönare av multikoptertyp som samarbetar i en autonom grupp, se figur 3. Varje drönare är utrustad med ett skördeaggregat med uppsamlingsfunktion. Denna enhet är fäst med linor under drönaren. Linorna är kopplade till en vinschfunktion för att kunna höja och sänka skördeaggregatet från drönaren. Drönaren kan inte flyga genom en vassrugge därför att propellrarna skulle bromsas alltför mycket av mötet med en massa vass-strån. Hade det problemet lösts hade ändå ingen skörd kunnat ske då luftströmmen från drönarens propellrar skulle trycka ned vass-stråna mot vattnet/marken och därmed kraftigt försvåra för en skördemekanism. Men om drönaren flyger ett par meter ovanför vass-stråna så dessa två problem lösta. Luftströmmen som träffar stråna är då inte tillräckligt kraftig för att vika ned dem. Detta är testat med en mindre drönare. Genom att skördeaggregatet hänger i linor så kan aggregatet skörda stråna långt ned, samtidigt som drönaren flyger på en säker höjd. När aggregatets uppsamlingsbehållare är fylld lyfts hela aggregatet mot drönarens kropp. Därefter flyger drönaren närmsta vägen mot tömningsplatsen, som är indikerad med en GPS-enhet. Tömning sker genom att uppsamlingsbehållarens botten öppnas, och materialet faller ned med hjälp av gravitation. Därefter flyger drönaren mot ett nytt skördeuppdrag. Väl på plats över startposition sänks skördeaggregatet ner.

Ett centralt styrsystem ser till att valt område fullständigt täcks in av drönarna i systemet. Styrsystemet ser även till att inga kollisioner mellan drönare sker och att de taktar så att det inte uppstår kö vid tömningsplatsen. Allt är baserat på GPS-navigation i kombination med precisa radar-, eller laserbaserade höjdsensorer.

Drönarna är elektriskt drivna där energin kommer från stora uppladdningsbara lithium-batterier. Dessa byts med jämna mellanrum av den ansvariga operatören. Denna person övervakar också driften av systemet och kan när som helst avbryta och kalla hem drönarna med hjälp av en nödstoppsknapp.

Drönarna i systemet har en lastkapacitet på ca 50 kg. Det är så pass stora denna typ av drönare kan göras, utan att det ska krävas lyfthjälpmiddel för hanteringen av dem. Drönarna flyger med en hastighet på upp till 15 m/s, från stillastående har de dock en accelerationssträcka. Kapaciteten hos varje drönare kombinerat med deras höga flyghastighet, och de låga avstånd som generellt är mellan vass och en lämplig tömningsplats, gör detta system mycket lovande. Skördeaggregatet är under utveckling, men en rimlig uppskattning är att det kan skörda 42 kg vass på 1,5 minuter. Rimliga antaganden är vidare att tömningsplatsen ligger i genomsnitt 250 m bort, att snitthastigheten är 10 m/s, och att tömning och vinschning upp och ned tar 13 sekunder. En drönare får då en skördekapacitet på ca 13 kg per minut. Om 5 st drönare arbetar i grupp blir kapaciteten över 65 kg per minut. På en timme skördas då nästan 4 ton vass. Batteribytan kommer dock ta viss tid i anspråk, men en total kapacitet på upp till 4 ton per timme är inte otänkbar. Detta är extremt konkurrenskraftigt för ett system som endast kräver en operatör.

Förutom den mycket lovande prestandan hos konceptet finns flera positiva egenskaper:

- Det skördas vass oberoende av underlaget, vatten eller fast mark
- Det kan enkelt utrustas med sensorer för övervakning/inventering
- Det baseras på modulära drönare, där skördeaggregatet enkelt kan bytas ut till annan last. Detta ökar användningsområdena och förbättrar totalekonomin
- Det kan enkelt skalas upp eller ned genom variation av antalet drönare i systemet

Den tydligaste nackdelen med systemet är begränsningen till att skörda vass ovan vattenytan. Vissa kunder vill skörda vassen under vattenytan för att minska återväxten, detta är svårt att åstadkomma med en flygande drönare.

Det framtagna konceptet bedöms ha stor potential att ändra förutsättningarna i grunden för användning av vass och för underhåll av våtmarker. Detta primärt genom att sänka kostnaden för att skörda vass och underhålla våtmarker. Lyckas projektparterna med kommersialisering av systemet finns goda chanser till en utveckling mot hållbar resursanvändning.

I projektet togs en prototyp fram av en fullstor drönarplattform, se figur 4 nedan. Denna baserades på en kinesisk variant som modifierats på en rad punkter. Bl.a. har elektronik har bytts mot elektronik som är kompatibel med Nordlufts styrsystem.



Figur 4. NordCopter fullstor drönare

Ett omfattande arbete har skett för att få flygtillstånd för kommersiellt bruk av drönare enligt konceptet. Dokumentation har tagits fram med hjälp av extern expertis och skickats till ansvarig myndighet. Ett första användbart flygtillstånd väntas under vintern 2024/2025.

6. Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg

Projektet slutfördes med ett resultat väl i linje med dess syfte. Nu finns ett tydligt koncept framtaget med uppenbar potential för att leda till bättre våtmarksunderhåll, effektivare våtmarker, och en cirkulär och hållbar skörd av näringsämnen från vass. Dock återstår mycket

utveckling innan den affärsmässiga nyttan kan kvantifieras och bekräftas. Detta projekt har nått fram så långt att parterna nu kan hävda att grundkonceptet är framtaget och dessutom att grundkomponent drönarplattformen är framtagen och testad. Från våren 2024 har företaget arbetet med framtagande av en ny kapacitetsstark drönarplattform lämplig för applikationen vass-skörd. Det är i grunden en kinesisk plattform, modifierad av Nordluft för bolagets specifika behov, och för möjligheten att styra en grupp av drönare med bolagets unika styrsystem. Drönaren är grundtestad med gott resultat. Bolaget har dock begränsad möjlighet att helt och fullt testa och verifiera drönarens funktion och prestanda, då flygtillstånd ej ännu finns på plats. Under 2024 har dokumentation för detta tagits fram och besked från tillståndsgivande myndighet väntas under vintern 2024/2025.

Genom projektet har potentialen för drönarbaserad skörd av vass påvisats. Det är nu tydligt att drönarbaserad skörd av vass och våtmarksunderhåll kan bidra till ökade flöden av näringsämnen som återförs till de gröna näringarna, istället för att öka övergödningen i hav och vattendrag. RE:Source mål om att verka för hållbar och cirkulär användning av material är därför uppnått inom projektet.

Efter ett lyckat projekt fortsätter nu Nordluft och samarbetspartners att utveckla drönarsystemet för våtmarksunderhåll och vass-skörd. Flera milstolpar har nåtts men mycket arbete återstår innan teknikens fulla potential kan erbjudas till kund på kommersiella villkor. I dagsläget arbetas med en IP-strategi för affärsområdet, i kombination med planering av det fortsatta tekniska utvecklingsarbetet. En tydlig IP-strategi är viktigt för att kunna säkra nödvändig finansiering och samarbetspartners för att ta konceptet till marknaden.

7. Publikationslista

Inget att rapportera i dagsläget. Ytterligare spridning och publikationer kommer komma senare efter att vissa IP-frågeställningar lösts.

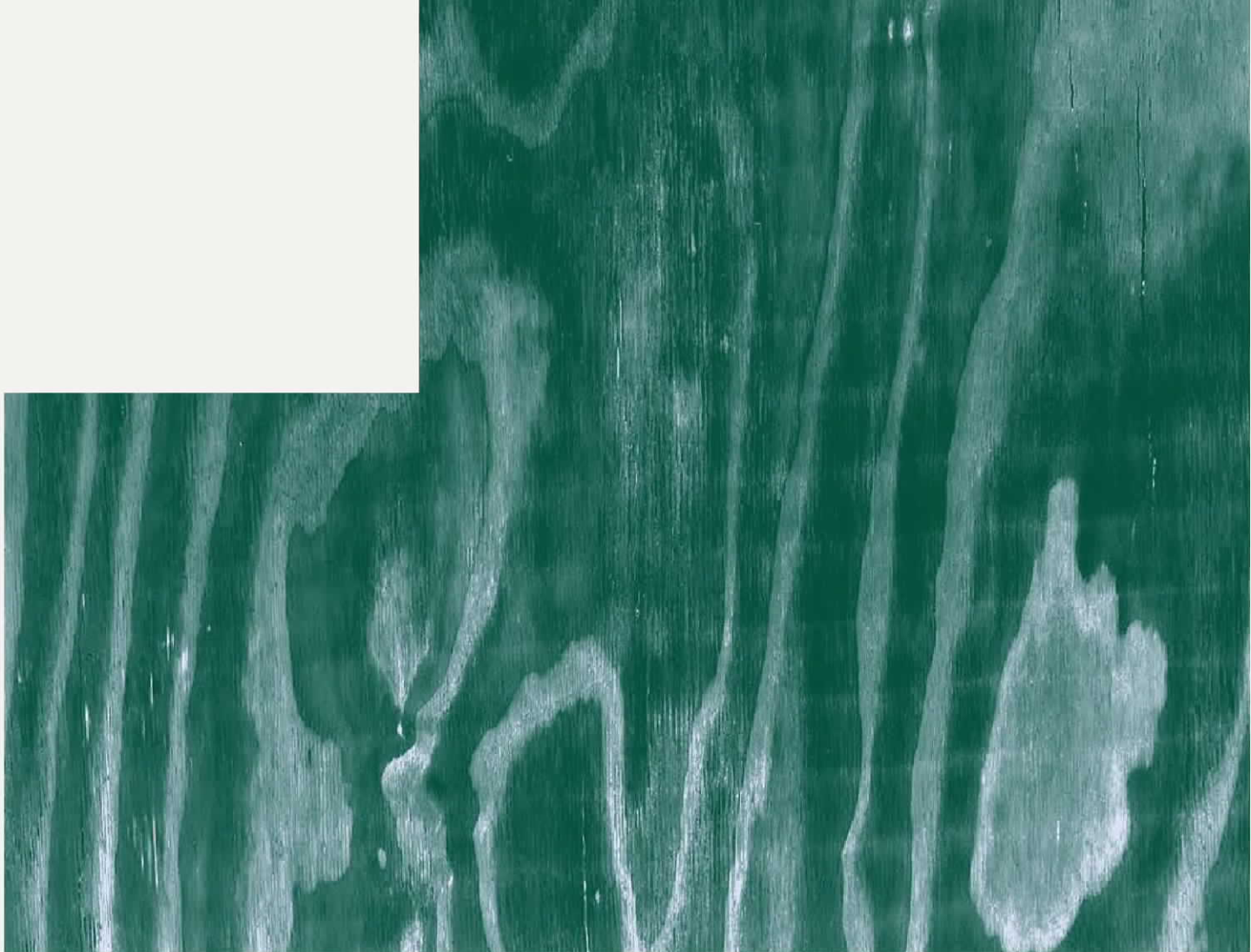
8. Projektkommunikation

Information om projektet, potentialen i drönbaserat underhåll av våtmarker samt skördning av vass, och startupbolaget Nordluft har spridits genom:

- Samarbetsparternas Initiativ Utö, Södra Skogsägarna, RE:Source
- Genom uppmärksamhet i tidningen Aktuell Hållbarhet
- Genom uppmärksamhet i tidningen Skärgården
- Nordlufts publiceringar på sociala medier
- Genom medverkan på konferenserna Reed Harvesting Workshop i Helsingfors i april 2024, arrangerat av John Nurminen Foundation, samt Baltic Reed Event i Stockholm i februari 2024, arrangerat av Race For The Baltic, samt Baltic Sea Water Talks i september 2024.

Ytterligare och bredare kommunikation av projektet och dess fortsättning kommer att ske vissa IP-relaterade frågeställningar klargjorts.

9. Noter



RE:Source är ett strategiskt innovationsprogram som fokuserar på att utveckla cirkulära, resurseffektiva materialflöden. Vårt mål är att uppnå en hållbar materialanvändning där vi håller oss inom planetens gränser.

**RE:
SOURCE**

resource-sip.se