



Danske Bank



I·V·A·R



Veier til å resirkulere P-rike restråstoff til nye verdikjeder

Teknologi for gjenvinning av mineralsk fosfor og kartlegging av markedsmuligheter for gjenbruk av resirkulerte produkter

Støttet av:



Trøndelag
fylkeskommune



Innovasjon
Norge

Visjon

Nye verdikjeder for resirkulert fosfor til et betalingsvillig marked



Målsetninger

- Identifisere **tekniske løsninger** for å resirkulere mineralsk P til produkter med **positiv verdi**
- Etablere **kunnskapsdeling** for raskere utvikling av nytt **regelverk tilpasset bærekraftig resirkulering av ressurser**, for eksempel med **kvalitetskrav** til resirkulerte produkter (viktig for at resirkulerte produkter skal få en god markedsverdi)
- **Grønn finansiering** for valg av bærekraftige teknologiløsninger tilpasset EUs taksonomireglement \Rightarrow verdikjede for resirkulert fosfor

Prosjektpartnere

Prosjekteier:

- Ecopro AS: Daglig leder Tore Fløan <https://ecopro.no/>

Næringslivs partnere:

- Yara International AS: Direktør resirkulerte og spesial produkter, YARA Norden, Knut Røed <https://www.yara.com/>
- Solberg Industri AS: Eier Halfdan Solberg og leder for forretningsutvikling Sverre Lorentsen <https://www.solbergindustri.no/>
- Danske bank: Banksjef, Bedriftsmarked Trøndelag, Rolf Einar Pedersen og bærekraftekspert Daniel Brenden <https://www.danskebank.no>

Bransjeorganisasjoner/klynger:

- Norsk Vann – Rådgiver Arne Haarr <https://norskvann.no/>
- NCE aquatech cluster –Prosjektkoordinator Morten Andersen <https://aquatechcluster.no/>
- Civac Circular values cluster – Daglig leder Trond Norum <https://civac.no/>

FoU:

- NIBIO – Seniorforsker Trine Eggen <https://www.nibio.no>
- RISE (Research Institutes of Sweden) – Prosjektleder Elin Kusoffsky og Seksjonsjef Gustav Rogstad <https://www.ri.se/sv>

Referansegruppe

Avløpsrenseanlegg

- Tønsbergs renseanlegg
- Oslo kommune renseanlegg
- Bergen kommune renseanlegg
- IVAR

Sjømatnæringen

- Andfjord Salmon
- Multigen

Motivasjon for prosjektet (1)

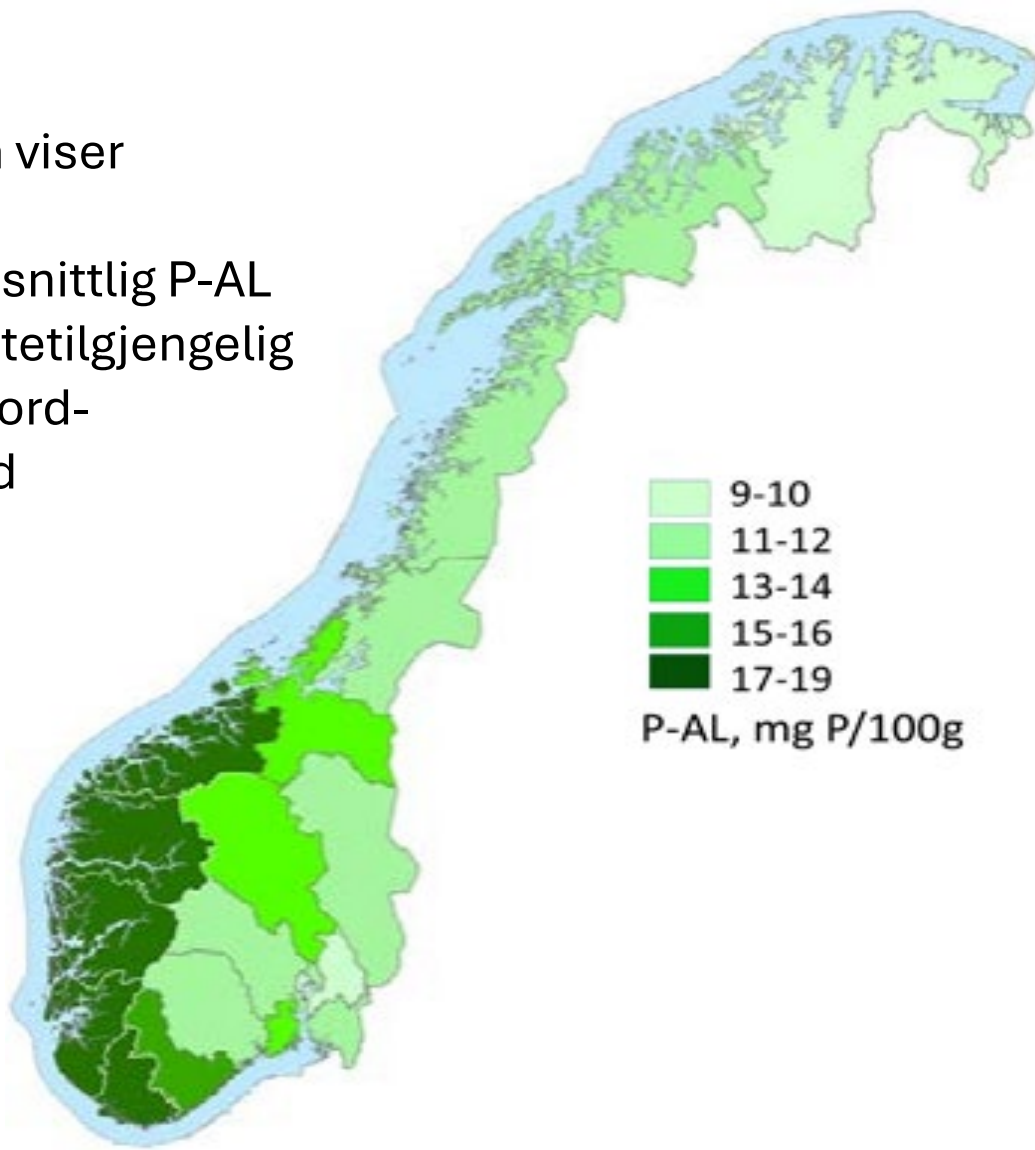
Strengere regulering

- EUs industriutslippsdirektiv (Industrial Emission Directive IED) og utslippsgrenseverdier iht BAT ⇒ **enda større mengder slam** som næringene må håndtere. Dette vil blant annet gjelde all form for industrielle påslipp, for eksempel slakt- og foredlingsindustrien
- EUs avløpsdirektiv (Urban Wastewater Treatment Directive) er under godkjenning ⇒ **strengere rensekrav til miljøgifter**, også forslag om grenseverdier for legemidler ⇒ store utfordringer og kostnader for håndtering av avløpslam for norske kommuner
- EUs Taksonomi regelverk, en viktig **økonomisk gulrot** for å velge **bærekraftige løsninger & grønn finansiering – resirkulering av kritiske næringsstoffer er viktig.**
- EUs slamdirektiv skal kanskje revideres?

Motivasjon for prosjektet (2)

Landbruket som mottaker av resirkulert P rike restråstoff

Kart som viser
gjeldene
gjennomsnittlig P-AL
tall (plantetilgjengelig
fosfor) i jord-
bruksjord



I jord med plantetilgjengelig P

$P\text{-AL} > 15 \Rightarrow$ har ikke behov for mer

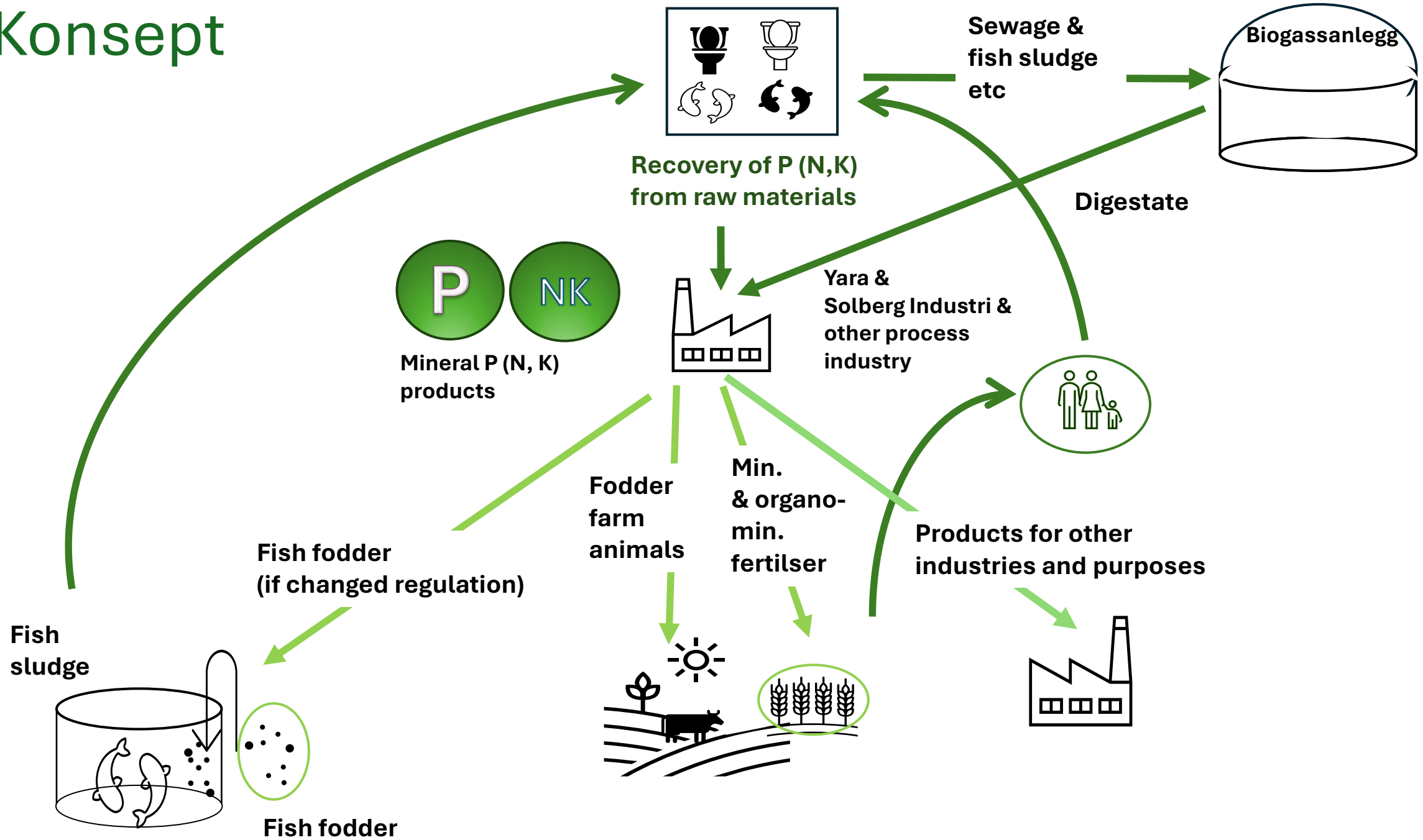
P-gjødsel

Motivasjon for prosjektet (3)

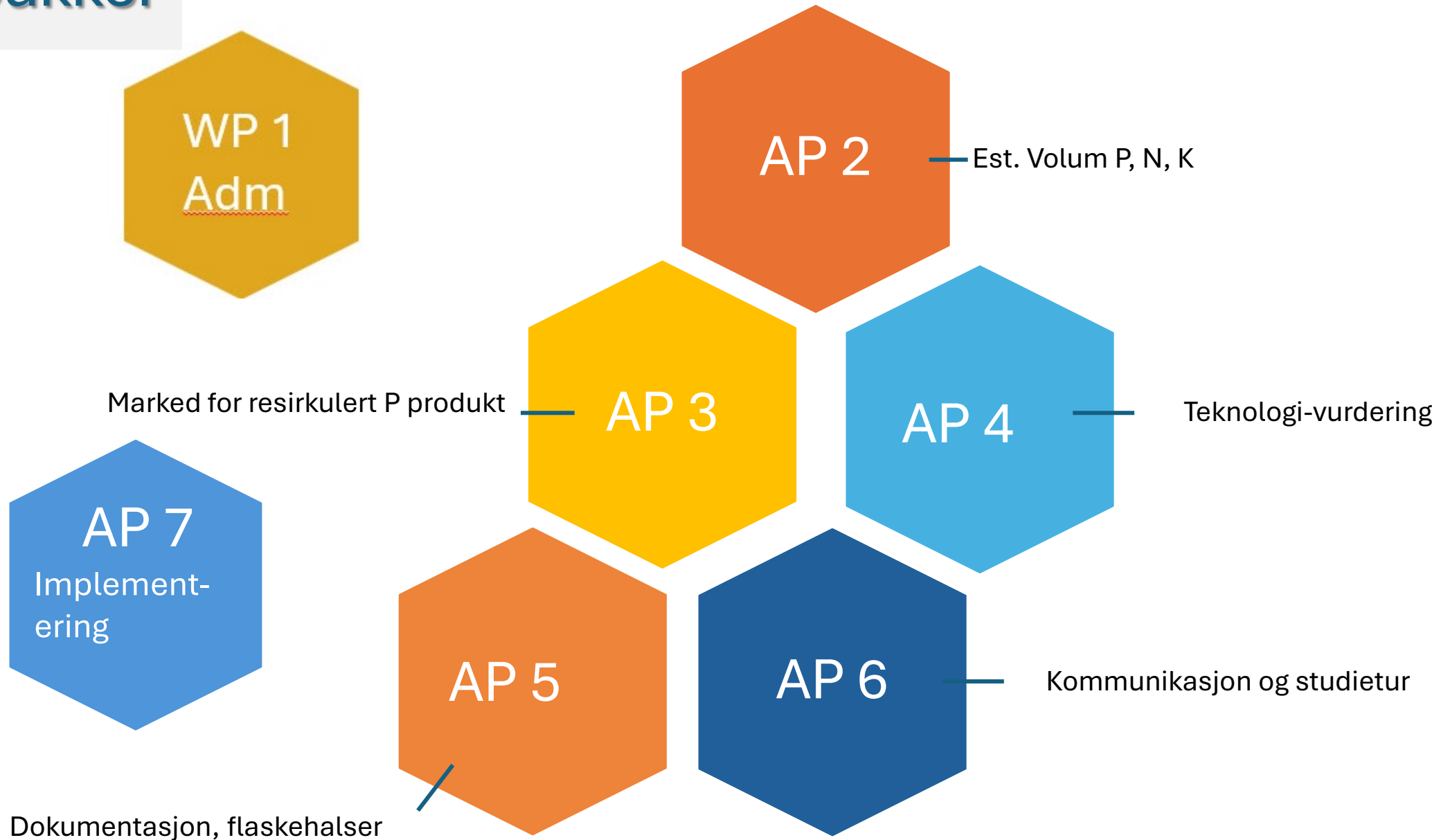
Press på levering/salg av P-rike produkter til landbruket

- **Bønders egen husdyrgjødsel** ⇒ avhengig av å bruke eget gjødsel for å opprettholde dyrebestanden (spredeareal)
- **Ikke-separert & flytende fraksjon biorest** (husdyrgjødsel og matavfall) fra
 - anlegg bøndene har avtale om å levere gjødsel og få tilbake biorest
 - anlegg de ikke levere gjødsel til, men allerede har avtaler med mottak (nærliggende anlegg)
- **Avvannet avløpsslam – og biorest med avløpsslam**
 - har bruksbegrensninger (grønnsaker, eng) og brukes hovedsakelig til korn
 - fraktes fra gjødselrike områder på Vestlandet til Østlandet
- **Kompost** av matavfall, gjødsel, biorest med ulikt substrat osv
- Alt annet/ny produkter kommer i tillegg

Konsept



Arbeidspakker



AP1: Prosjektledelse

Resp.	Main executors	Act. #	Description of activity	Task #	Task description	Output	Active partners
Ecopro/ NIBIO	NIBIO/ Ecopro	1.1	Administration	1.1.1	Contract Ecopro and financial partners	Signed contracts and consortium.	NIBIO/ Ecopro
				1.1.2	Consortium agreement	Signed consortium agreements.	NIBIO/ Ecopro
	NIBIO/ Ecopro	1.2	Project organisation	1.2.1	Organisations/structure	Established steering-, reference- and project groups, plan for cooperation	NIBIO/ Ecopro/RISE
				1.2.2	Working platforms		NIBIO / RISE + all
	NIBIO/ Ecopro	1.3	Project coordinating/leader	1.3.1	Project leading according to project plan		NIBIO/ Ecopro/ RISE

- Etablere prosjektet
- Prosjektledelse
- Koordinering av aktiviteter

AP 2: Identifisere volum av P (N, K) & gjenvinningspotential

Resp.	Main executors	Act. #	Description of activity	Task #	Task description	Output	Active partners
NIBIO	Norwegian Water Association/ NCE aquatech cluster	2.1	Mapping volumes & material flow P (N,K)	2.1.1	Collect data & information about volumes	Volume of secondary raw materials based on sewage sludge, primary with help from Norwegian Water Association, and fish sludge and other relevant resources from aquaculture industry. Knowledge about P (N,K) concentration in material flows of selected raw materials and processes	Norwegian Water Association/NCE Aquatech cluster /Ecopro/NIBIO
	RISE	2.2	Prelim. theoretical recov. pot. PNK	2.1.2	Literature review-based est. recovery pot. P (N,K) - est. Recov. Pot.	Preliminary estimate of recovery potential.	RISE

Leveranse:

- Oversikt over volum av råmaterialer basert på avløpsslam (bidrag fra Norsk Vann) og av råstoffer fra sjømatnæringen (bidrag fra NCE aquatech cluster)
- Kunnskap om P, N, K i nivåer i utvalgte råmaterialer og prosesser
- Foreløpig (første) estimat av gjenvinningspotensialet av P, N,K

Status:

- **Akt. 2.1: Ferdig med oversikt over volum avløpsslam og første runde av volum sjømatnæringen**
- **Akt. 2.2: Ferdig**

AP 3: Identifisere sluttprodukt, marked og pris

Resp.	Main executors	Act. #	Description of activity	Task #	Task description	Output	Active partners
NIBIO	RISE/NIBIO/Yara/Solberg	3.1	Realistic mineral & organo-mineral PNK products	3.1.1	Eval. Recov. Pot. Based on existing marked products	Make a list of mineral P (N, K) products for agriculture and chemical industry	Yara/Solberg/NIBIO
				3.1.2	Identify product agriculture marked is interesting	From the list in 3.1.1, choose products that are most realistic, based on existing sales numbers (demand)	Yara/Solberg/NIBIO
				3.1.3	Identify product other industry marked is interesting	From the list in 3.1.1, choose most realistic product based on demand	Yara/Solberg
	YARA/ Solberg/NIBIO	3.2	Pot. customers/segments of selected products	3.2.1	Mineral products - Yara/Solberg Industry	Identify relevant customer segments for mineral, organo-mineral P products	Yara/Solberg
	YARA/ Solberg/NIBIO/RISE	3.3	Evaluate/judge market value for selected product	3.3.1	Evaluate/judge market value for selected product	List of selected realistic mineral P products & organo-mineral P products including approximate market value for further evaluation	Yara/Solberg/NIBIO

Leveranse:

- Prioritere sluttprodukter med markedspotensiale innen landbruk og kjemisk industri
- Identifisere kundesegment for ulike produkter og estimert markedsverdi

Status:

- **Akt. 3.1 og 3.2: Ferdig**
- Akt. 3.3. Gjennomført en første vurdering – ferdigstilles senere i prosjektet

WP 4: Teknologier

Resp.	Main executors	Act. #	Description of activity	Task #	Task description	Output	Active partners
RISE	RISE/YARA/ Solberg	4.1	Technology-tracks for selected products	4.1.1	Estab. Overview of techn. Processes/tracts for prod. selected products	Gross list of realistic technology-tracks/processes for further evaluation	RISE
				4.1.2	Identify known R&D and Demo. Efforts	Leads for RISE to follow	Yara/Norwegian Water Association/NCE aquatech cluster
				4.1.3	Quality check list of technol.	Feedback on gross list	Yara/Solberg
	RISE/YARA/ Solberg	4.2	Suppliers for technology-tracks (>TRL 6)	4.2.1	Estab. contact developers Tech. Tracts/processes	List of contact to developers of net-listed relevant technology-tracks/processes	RISE
				4.2.2	Contact with developers	Contact leads for RISE to follow + ensuring developer that there is a real industry interest	Yara/Norwegian Water Association/NCE aquatech cluster
	RISE/YARA/ Solberg	4.3	Specify the unit operations needed for each technology-tracks	4.3.1	Detail possible tech. processes relat. diff. Operat. Parameters.	Sequenced block diagram of main unit operations for each relevant technology-track/process including, if possible, example mass/energy balance.	RISE
	RISE/YARA/ Solberg	4.4	Eval. prod. quality from technology-tracks	4.4.1	Together with developers - estim. Prod. Quality & quantity	Estimate of possible product quality and yield for their relevant combination of secondary raw materials and technology-track/process - to be used to fine tune outputs from WP3.	Yara/Solberg
				4.4.2	Tech. judgements & calcul. facilitate estimations of product quality and yield	Technical advice and calculations for product quality and yields estimation	RISE
	YARA/DB	4.5	Eval. EU taxonomy technology-tracks	4.5.1	EU Taxonomy regulations with relevance	Description of potential effects of the EU Taxonomy regulations on evaluated combinations of secondary raw materials and technology-track/process.	DB

Leveranse:

- Lister over teknologier og sluttprodukter. Informasjon om leverandører av de mest relevante teknologiene.
- Lage flytskjema med viktigste operasjonelle prosessene i ulike teknologisor. Først estimere og deretter beregne produkt mengde og kvalitet for relevante kombinasjoner av teknologisor.
- Evaluere EU taksonomiregelverket opp mot utvalgte teknologisor/prosesser

Status:

- Akt. 4.1. Kommet langt

WP 5: Karakterisering, datadeling, flaskehals, justert gjenvinningspotensial

Resp.	Main executors	Act. #	Description of activity	Task #	Task description	Output	Active partners
RISE	Yara/Solberg Industri/Norsk Vann, NCE, NIBIO	5.1	Charact. of secondary raw materials	5.1.1	Organising analysis characterisation	Characterisation of secondary raw materials will be use for evaluation in WP 3 and 4	NIBIO/YARA/ Solberg
	NIBIO, Norsk Vann, NCE	5.2	Identify unwanted substances	5.2.1	Review unwanted substances literature + dialog	Summarise unwanted substances of risk related to regulation and limit values for selected secondary raw materials. To be coordinated with VKM work.	NIBIO, Norsk Vann, NCE quatech cluster + extern + authority (Mattilsynet, Miljødirektoratet, andre? + VKM)
				5.2.2	Decide analysis to perform	Decide which contaminants to analyse for (and which lab.) and for which secondary raw materials.	
	NIBIO/Norwegian Water Association/NCE aquatech cluster	5.3	Analyse selected raw materials for selected contaminants	5.3.1	Organising analysis contamination	Content of selected unwanted compounds (concentrations and frequency) in selected secondary raw materials of special interest in the project.	NIBIO, Norsk Vann, NCE + Miljødirektoratet
				5.3.2	Data interpretation	Information for use in activity 4, particularly in 4.5.1	
	NIBIO	5.4	Organisation for sharing data & information	5.4.1	Data & knowledge sharing authority/industry/R&D	Suggest a system for sharing data and information.	NIBIO, Norsk Vann, NCE + eksterne + forvaltning (Mattilsynet, Miljødirektoratet, andre? + VKM)
	RISE+all	5.5	Charact. possible obstacles	5.5.1	Obstacles list	Identify obstacles which have to overcome/handled to succeed.	NIBIO (RISE) (together with all)
RISE+all	5.6	Final calibrated recovery pot. PNK	5.6.1	Adjusted recovery potential	Empirically supported P (N, K) recovery potential. Used as input to policy discussions and to gauge the strategic national/regional commercial value of the value chain.	RISE (together with all)	

Leveranse:

- Karakterisering av råmateriale med tanke på i) egnethet som råmateriale inn ulike teknologispør, og ii) innhold av miljøgifter og vurdering opp mot gjeldene eller mulig kommende regelverk.
- Organisering av data, kunnskapsdeling, bidra til regelverksutvikling for resirkulerte produkter. utfordringer.
- Kalibrering av gjenvinningspotensialet av P, N og K

Status:

- Akt. 5.1 & 5.3 Startet opp
- Akt. 5.2. & 5.5 Er i gang

Kunnskapsdeling

Etablere regelverk for resirkulerte produkter – behov for kvalitetskrav til nye produkter

Temaet er også løftet opp via Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) som ser hvor viktig dette er for gjennomføring av risikovurderinger og utvikling av regelverk som skal sikre miljø og helse ved bruk av resirkulerte produkter

Viktigheten av deling av kunnskap

Sirkulærøkonomi fordrer spleiselag om ny kunnskap og deling av kunnskap.

Trine Eggen,
medlem av Vitenskapskomiteen for mat og miljø
Harald Gjein,
direktør, Vitenskapskomiteen for mat og miljø

FOR NÆRINGSLIVET kan restrikulere ressurser for å utvikle nye produkter, er det behov for grundige vurderinger av hvilke effekter resirkulering kan ha på helse og miljø. Da trenger vi sterkere satsning på generering og deling av kunnskap og data, på tvers av fag og sektorer.

Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) gjør risikovurderinger innenfor området trygg mat, matproduksjon og miljø. I løpet av de siste 20 årene har VKM gjennomført flere

enn man ønsker til en risikovurdering. Det kan være ulike årsaker til det. I noen tilfeller mangler vi nødvendige data. En annen årsak er at datagrunnlag ikke er tilgjengelig for risikovurderingsarbeid før det har blitt publisert i et vitenskapelig tidsskrift, eller det kan være at vi ikke har tilgang eller kjennskap til alle relevante databaser.

Datamangel øker usikkerheten i vurderingen. Derfor er det viktig at kunnskap som allerede finnes, gjøres lett tilgjengelig for dem som utfører vurderingen. Å lete etter data krever mye tid og ressurser, og kunnskap som ville ha styrket risikovurderingen kan gå tapt.

Det må være mulig å finne løsninger for å bruke offentlig finansierte data i risikovurderinger, uten at det er til hinder for at forskningsmiljøene som har fremskaffet dataene, kan publisere dem senere.

Etter å ha utført risikovurderinger innenfor mat, helse og

miljø. I løpet av de siste 20 årene har VKM gjennomført flere risikovurderinger hvor vi har vurdert mulige negative effekter på mennesker, dyr og miljø hvis jorda blir tilført ulike gjødselvarer og jordforbedringsmidler.

Slike vitenskapelig baserte vurderinger krever mye data og kunnskap. Det gjelder blant annet data om hvilke miljøgifter som allerede finnes i jord og gjødselprodukt og i hvilke konsentrasjoner, og data og kunnskap om miljøgiftenes egenskaper, som har betydning for overføring til miljøet og til før og mat.

Det gjelder data og kunnskap om regionale variasjoner i jordegenskaper og i klima. Vi trenger også kunnskap om hvor skadelig ulike miljøgifter er for organismer som lever i jord, vann og sedimenter, og hva som er tålegrensen for inntak av miljøgifter, både for dyr og mennesker.

Det er også aktuelt å stille spørsmål om hvordan klimendringer kan påvirke risikobildet. Mer nedbør og flere intense nedbørsepisoder gir økt avrenning fra jord til vannmiljø. Det kan føre til økte konsentrasjoner av miljøgifter, og ha negative konsekvenser for organismer som lever i vann, men også føre til opphopning av miljøgifter i fisk, og dermed øke eksponeringen for miljøgifter hos mennesker.

Det er ikke uvanlig at tilgangen til datagrunnlag er mindre

Etter å ha utført risikovurderinger innenfor mat, helse og miljø i snart 20 år, er det vår erfaring er at det er helt nødvendig at vi deler på kunnskap og data som vi trenger til den type arbeid. I tillegg trenger vi ny kunnskap og samarbeid på tvers av sektorer og fagområder, også samarbeid for å finansiere dette. Det gjelder ikke minst for å løse utfordringene vi står overfor for å lykkes med sirkulær økonomi.

Den type spleiselag ser man for eksempel i MAREANO-programmet. Programmet, som har pågått siden 2005, skal øke kunnskapen om havbunnen, og bidra til en kunnskapsbasert og bærekraftig forvaltning og næringsutvikling.

Programmet finansieres av Nærings- og fiskeridepartementet og Klima- og miljødepartementet. Den øverste ledelsen utgjøres av styringsgruppen med representanter fra fire departementer, og Norges geologiske undersøkelse, Havforskningsinstituttet og Kartverket sjødivisjonen står for den daglige driften.

For å få fart på kunnskapsdeling og fremskaffe ny kunnskap som er nødvendig for å restrikulere ressurser til mat og før, kan en mulig løsning være å etablere et tilsvarende program som MAREANO. Programmet og samarbeidet må inkludere fageksponeringen for miljøgifter hos mennesker.

Det er ikke uvanlig at tilgangen til datagrunnlag er mindre

WP 6: Kommunikasjon & mulig studietur til eksisterende P-gjenvinningsanlegg

Resp.	Main executors	Act. #	Description of activity	Task #	Task description	Output	Active partners
NIBIO	All	6.1	Workshops, seminars, information etc	6.1.1	Workshops & seminar	Communication and gaining knowledge during the project.	NIBIO/RISE
	Willing	6.2	Study trips to P recov. plants	6.2.1	Study trips	Gaining in-depth understanding of selected technologies in order to evaluate how this can be used/adjusted for our purpose.	NIBIO/RISE

Leveranse:

- Kommunikasjon. Mulig studietur for å se på utvalgt/utvalgte teknologi(er)

Status:

- Akt. 6.1. Workshop, seminar og informasjon/kommunikasjon
Fellesmøter med medlemmer i Norsk Vann, NCE aquatech cluster og civa (min. 2 i løpet av prosjektet)
Pressemelding om prosjektet på norsk er ute
Pressemelding på engelsk, straks klar
- Akt. 6.2. Enda ingen planer

WP 7: Implementering – videre veikart

Resp.	Main executors	Act. #	Description of activity	Task #	Task description	Output	Active partners
RISE	All	7.1	Compilation of high-level techno-economic analysis	7.1.1	CAPEX & OPEX	High-level, example-based CAPEX and OPEX estimations.	RISE
				7.1.2	Balance plant & operation cost	High-level, example-based estimate of other costs that affect production cost.	RISE
				7.1.3	Project param./product. cost ® sensitivity analysis	2 - 4 project parameters that will undergo sensitivity analysis	RISE
				7.1.4	Project param. ® sensitivity analysis	Advise on important project parameters	All
				7.1.5	Techno-economic analysis (1-3 products)	High level, example-based range of production costs for 1-3 selected mineral P products & organo-mineral P products based on processed secondary raw materials	RISE
	All	7.2	Description of a possible path to realization	7.2.1	Current status & future targets (1-3 cases)	Current status and future targets of the most important project parameters (technical, economic/market or regulatory) to achieve commercial feasibility (1-3 example cases).	RISE+
				7.2.2	Decide how to process further	Discussions, input and expert opinions	All

Leveranse:

- Gjennomføre tekno-økonomisk analyse: CAPEX & OPEX, vurdere prosess-parametere, produktkostnad, sensitivitetsanalyse for utvalgte teknologisor.
- Beskrive status og framtidsmuligheter for 1-3 realistiske teknologisor
- Diskusjoner og valg for veien videre

Status: Starter når en har prioritert 1-3 realistiske teknologisor basert på kunnskap fra AP 2, 3, 4 og 5

Finansiering

Innovasjon Norge Trøndelag og Trøndelag Fylkeskommunen	2.682.126 NOK
Egeninnsats partnere (timer)	2.141.250 NOK
Kontantbidrag fra næringsaktører (spleiselag fra bransjene som løsningen er rettet mot)	540.875 NOK
Innkjøpte eksterne tjenester og andre prosjektkonstanter. Inkluderer en pott til behov for innkjøp av tjenester konsortiet ikke dekker selv, samt analyser/karakterisering av restråstoff	3.223.000 NOK
Total økonomisk ramme	5.364.250 NOK