



Prosjektet Smart Sirkulær By i regi av Byen som Regional Motor (BRM)

Hovedrapport

Annik Magerholm Fet

NTNU i Ålesund

Tittel: Hovedrapport – Smart Sirkulær By	Prosjektnummer: NTNU-90375800
Prosjekt: Smart Sirkulær By i regi av Byen som Regional Motor (BRM)	Date: 24.01.2020
Forfatter: Annik Magerholm Fet, NTNU	Signatur:
Ansvarlig Ålesund kommune Ronny Frekhaug	Signatur:
<p>Oppsummering:</p> <p>Bakgrunn for prosjektet er et behov fra Ålesund kommune for å få oversikt over avfallsbildet i kommende år, hvilke utfordringer ser en for seg frem mot 2030, og hvilke løsninger er mulig sett fra et økonomisk, miljømessig og teknologisk perspektiv der viktige samfunnshensyn ivaretas med hensyn på økende befolkning og bærekraftige løsninger i en større kommunestruktur.</p> <p>NTNU representerer en stor kunnskapsbase og byr på flere samarbeidsmuligheter knyttet til smartere løsninger vedr. avfall og logistikk, ressursutnyttelse av restmaterialer, utnyttelse av digital simuleringsteknologi og bærekraftige løsninger. Digitalkompetansen og simuleringstiljøet som er ved Campus Ålesund er blant det fremste i verden, og det er ønskelig å kunne utnytte dette til å utvikle regionen. I tillegg vil en utnytte hele den kompetansebasen som NTNU representerer.</p> <p>Det har vært flere enkeltstående initiativer til tematikken som her er samlet under fellesbetegnelsen Smart Sirkulær By. Målet med prosjektet er derfor å <i>koordinere initiativer for nye og fremtidige løsninger som bygger på smarte sirkulære modeller.</i></p> <p>Summary:</p> <p>The project is a collaboration between Ålesund kommune, Årim, Tafjord Kraftvarme og NTNU, and it is financed by 'Byen som regional motor'.</p> <p>The project arose because of Ålesund municipality's needs to have an overview of the solid waste volumes it has today and what it can expect in the coming years. The municipality wanted to be well prepared for sustainability challenges. To be able to implement appropriate solutions from an economic, environmental and technological perspective where important social considerations are considered with an increasing population and a larger municipal structure following the merging. The goal has therefore been to help develop new and future solutions based on smart circular models.</p> <p>The project consists of three sub-projects; 1) Waste Target 2030 – Ålesund Region; 2) Digital models for analysis, simulation and optimization of smart circular city; 3) Competence building - Smart Circular City and a Roadmap for Implementation.</p>	
Key words:	
Distribution/access: Open	

Forord

Prosjektet **Smart Sirkulær By** er et samarbeidsprosjekt mellom Ålesund kommune, ÅRIM, Tafjord Kraftvarme, Bingsa Gjenvinning AS, og NTNU. Det er delfinansiert gjennom programmet **Byen som Regional Motor (BRM)** i regi av Møre og Romsdal fylkeskommune, og gjennom egenfinansiering blant samarbeidspartnere.

Prosjektet er gjennomført i et hovedprosjekt med tre delprosjekter:

1. Målbilde avfall 2030 – Ålesundregionen
2. Digitale modeller for analyse, simulering og optimalisering av Smart Sirkulær By
3. Kompetansebygging - Smart Sirkulær By/guidelines for implementering

Prosjektet er forankret i Ålesund kommune, og med NTNU som faglig koordinator.

Delprosjektene er ledet av henholdsvis Erlend Homme Falklev (delprosjekt 1, Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk - IHB), Ibrahim Hameed (delprosjekt 2, Institutt for IKT og realfag - IIR) og Shannon Truloff (delprosjekt 3 – Institutt for internasjonal forretningsdrift - IIF). Hovedprosjektet er ledet av Annik Magerholm Fet, Institutt for internasjonal forretningsdrift, under NTNUs strategiske satsning BTSD, Business Transition to Sustainable Development (BTSD).

Prosjektperioden har vært 01.08.2018 til 31.12.2019. Sekretær for prosjektet har vært Kirsti Brekke.

Ålesund 24.01.2020

Ved styringsgruppa for prosjektet

Irene Vik	Øystein Solevåg	Ronny Frekhaug	Annik Magerholm Fet	Trond Trane Lauritsen
Tafjord Kraftvarme AS	ÅRIM	Ålesund komune	NTNU	Bingsa Gjenvinning AS

Innhold

FORORD	2
INNHold	3
1. INNLEDNING	4
2. PROSJEKTETS MÅL OG DELMÅL	5
HOVEDMÅL.....	5
<i>Effekt mål (på kort og lang sikt):</i>	5
<i>Resultatmål</i>	5
<i>Måleindikatorer</i>	5
3. ORGANISERING OG FINANSIERING	6
<i>Forankring</i>	6
<i>Prosjektorganisering</i>	6
<i>Samarbeidspartnere</i>	6
<i>Tids- og milepælsplan</i>	6
<i>Finansiering</i>	6
4. PROSJEKTGJENNOMFØRING OG RESULTATER	7
DELPROSJEKT 1: MÅLBILDE AVFALL 2030 – ÅLESUNDREGIONEN	8
<i>Bakgrunn og målsetting</i>	8
<i>Gjennomførte aktiviteter</i>	8
<i>Resultater</i>	9
<i>Vurderinger i forhold til målet med delprosjektet</i>	9
DELPROSJEKT 2: DIGITALE MODELLER FOR ANALYSE, SIMULERING OG OPTIMALISERING AV SMART SIRKULÆR BY	11
<i>Bakgrunn og målsetting</i>	11
<i>Gjennomførte aktiviteter</i>	11
<i>Resultater</i>	12
<i>Vurderinger i forhold til målet med delprosjektet</i>	12
DELPROSJEKT 3: KOMPETANSEBYGGING - SMART SIRKULÆR BY OG VEIKART FOR IMPLEMENTERING	13
BAKGRUNN OG MÅLSETTING.....	13
GJENNOMFØRTE AKTIVITETER	13
RESULTATER	13
<i>Vurderinger i forhold til målet med delprosjektet</i>	15
5. FORSLAG TIL OPPFØLGINGSTILTAK	16
FORSLAG TIL OPPFØLGINGSTILTAK DELPROSJEKT 1	16
FORSLAG TIL OPPFØLGINGSTILTAK DELPROSJEKT 2	17
FORSLAG TIL OPPFØLGINGSTILTAK DELPROSJEKT 3	17
PLAN FOR VIDEREFØRING	19
6. AVSLUTTENDE KOMMENTARER	19
7. DOKUMENTASJON FRA DELPROSJEKTENE:	21
<i>Delprosjekt 1:</i>	21
<i>Delprosjekt 2:</i>	21
<i>Delprosjekt 3:</i>	21

1. Innledning

Ålesund kommune har sammen med Ålesundsregionens interkommunale miljøsekskap (ÅRIM), Tafjord Kraftvarme, Bingsa Gjenvinning AS og NTNU, et ønske om å utvikle gode og miljøvennlige avfallsløsninger i byen og regionen. Dette må skje gjennom flere ulike tiltak, både ved å bidra til å redusere avfallsmengdene og ved å etablere gode løsninger for material- og energigjenvinning. Fra å vurdere avfall som et problem må vi nå vurdere avfall som en ressurs. Gjennom dette prosjektet ønsker vi å utvikle kunnskap og kompetanse om de gode miljøløsningene og iverksette konkrete tiltak for å prøve ut løsninger i praksis.

Sammen med forskningskompetansen hos NTNU har målet vært å utrede et målbilde for avfallshåndtering i 2030, og hvordan digital teknologi og sensorteknologi kan brukes til å skape gode sirkulære løsninger innen avfallshåndtering. Det er ønske om å utvikle Ålesund og regionen til en Smart Sirkulær By og region. Utvikling av kunnskap og teknologiske løsninger innen avfallshåndtering vil kunne ha overføringsverdi også til andre samfunnsområder for å utvikle sirkulære modeller på disse områdene. En slik utvikling vil bl.a. være i tråd med FNs bærekraftsmål 11 og 12 (særlig 11.6, 12.4 og 12.5).

Ålesund kommune har bl.a. behov for å få oversikt over avfallsbildet i kommende år, hvilke utfordringer ser en for seg frem mot 2030, og hvilke løsninger er mulig sett fra et økonomisk, miljømessig og teknologisk perspektiv der viktige samfunnshensyn ivaretas med hensyn på økende befolkning og bærekraftige løsningen i en større kommunestruktur.

NTNU er etablert i Ålesund, og dette byr på større muligheter for samarbeid innen tematikk og utfordringer beskrevet ovenfor. NTNU representerer en stor kunnskapsbase og byr på flere samarbeidsmuligheter knyttet til smartere løsninger vedr. avfall og logistikk, ressursutnyttelse av restmaterialer, utnyttelse av digital simuleringsteknologi og bærekraftige løsninger.

Digitalkompetansen og simuleringsmiljøet ved Campus Ålesund er blant det fremste i verden, og det er ønskelig å kunne utnytte dette til å utvikle regionen. I tillegg vil en utnytte hele den kompetansebasen som NTNU representerer.

2. Prosjektets mål og delmål

Det er flere enkeltstående initiativer til prosjektsamarbeid, men det vurderes som hensiktsmessig å se flere av disse under fellesbetegnelsen **Smart Sirkulær By**.

Hovedmål

Å bidra til å utvikle nye og fremtidige løsninger som bygger på smarte sirkulære modeller.

Det ble søkt midler for å utvikle dette gjennom tre delprosjekter som listet opp nedenfor. Disse vil legge grunnlaget for smartere løsninger samtidig som en bygger den nødvendige kompetansen i regionen. Delprosjektene har utviklet seg i løpet av prosjektet etterhvert som oversikten over problemstillingene og mulighetsrommet har utviklet seg. Prosjektperioden har vært 1.08.2018 til 31.12.2019. I denne fasen har en også sett på hvilke tiltak som må utvikles videre for å oppnå målet med prosjektet. Det tas sikte på å vurdere større videreføringsprosjekter dersom en finner relevante utlysninger.

Følgende effektmål og resultatmål er definert for prosjektet:

Effektmål (på kort og lang sikt):

Å bidra til å utvikle nye og fremtidige løsninger som bygger på smarte sirkulære modeller.

Øke kunnskapen om og bruken av digital teknologi i dette utviklingsarbeidet.

Resultatmål

- Utvikle rapporten Målbilde avfall 2030.
- Utrede muligheter og begrensninger for ulike avfallshåndteringsløsninger i regionen.
- Utvikle digitale løsninger og verktøy som bygger opp under en sirkulær økonomi.
- Øke kompetansen hos samarbeidspartene og i regionen for øvrig.

Måleindikatorer

Følgende måleindikatorer er satt for å måle progresjonen i prosjektet.

- Økt andel avfall som går til ulike former for materialgjenvinning og energigjenvinning.
- Utviklet sirkulære modeller for avfallshåndtering.

Målgruppen for prosjektet er regionens befolkning gjennom at det utvikles gode og miljøvennlige løsninger og ved at det utvikles nye og oppdaterte tilbud til innbyggerne.

3. Organisering og finansiering

Forankring

Prosjekteier er Ålesund kommune, og det er forankret i kommuneplanen for Ålesund kommune, fylkesplanen for Møre og Romsdal og ulike strategier og satsingsområder for de fire samarbeidspartene. Ved NTNU er prosjektet forankret i Utviklingsplan for tverrfaglig satsning, 2019-2025. Prosjektet har også forankring i FNs bærekraftsmål.

Prosjektorganisering

Prosjektansvar ligger i Ålesund Kommune ved Ronny Frekhaug som prosjektansvarlig. Prosjektet ledes av NTNU i Ålesund ved Annik Magerholm Fet, hvert delprosjekt har sin egen leder

1. Målbilde avfall 2030 – Ålesundregionen, Erlend Homme Falklev (delprosjekt 1, Institutt for havromsoperasjoner og byggingsteknikk - IHB)
2. Digitale modeller for analyse, simulering og optimalisering av Smart Sirkulær By, Ibrahim Hameed (delprosjekt 2, Institutt for IKT og realfag - IIR)
3. Kompetansebygging - Smart Sirkulær By og Veikart for implementering, Shannon Truloff (delprosjekt 3 – Institutt for internasjonal forretningsdrift - IIF)

Styringsgruppen er bestående av administrativ ledelse hos samarbeidspartene. Arbeidsgrupper har vært etablert etter behov i det enkelte delprosjektet.

Samarbeidspartnere

Ålesund kommune, ÅRIM, Tafjord Kraftvarme AS og NTNU. Bingsa Gjenvinning AS har deltatt som en part i prosjektet under Ålesund kommune.

Tids- og milepælsplan

Prosjektperiode august 2018 til desember 2019. De tre delprosjektene har gått delvis parallelt med hverandre. De detaljerte tids- og aktivitetsplanene som var satt opp i den opprinnelige søknaden, er blitt justert i henhold til de funnene en har sett underveis i prosjektperioden.

Finansiering

Prosjektets totale økonomiske ramme er på 3,4 mill. Prosjektet er finansiert med tilskudd på 1,5 mill NOK fra programmet Byen som Regional Motor i Møre og Romsdal. Det resterende er finansiert gjennom egenfinansiering i form av egne timer eller kontantbidrag fra partnerne.

4. Prosjektgjennomføring og resultater

Prosjektet Smart Sirkulær By er gjennomført i tre delprosjekter:

1. Målbilde avfall 2030 – Ålesundregionen
2. Digitale modeller for analyse, simulering og optimalisering av Smart Sirkulær By
3. Kompetansebygging - Smart Sirkulær By/guidelines for implementering

Koordineringen mellom prosjektene er gjort i hovedprosjektet.

De tre delprosjektene representerer hver for seg god teoretisk og praktisk kompetanse innenfor de felt prosjektet omfatter. Samarbeidet mellom partene har resultert i økt forståelse på tvers av enkeltmiljøene og gitt en merverdi gjennom samarbeidet mellom de ulike kompetansemiljøene. Samarbeidspartene har bidratt med egeninnsats og egen kompetanse inn mot utredningsarbeidet.

Prosjektet, særlig delprosjekt 2 og 3, har hatt overføringsverdi til andre samfunnsområder ved at det utvikles kompetanse og teknologi innenfor simulering og visualisering, sirkulære modeller og løsninger og bruk av sensorteknologi i ulike sammenhenger.

Resultatene fra hvert av delprosjektene er beskrevet i egne rapporter, det gis her en kort oppsummering av målsetting, gjennomførte aktiviteter, resultater og vurderinger i forhold til målet med gjeldende delprosjekt.

Delprosjekt 1: Målbilde avfall 2030 – Ålesundregionen

Prosjektleder for dette delprosjektet er Erlend Homme Falklev, Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk, NTNU i Ålesund. Se full rapport for dette delprosjektet.

Bakgrunn og målsetting

Bakgrunnen for delprosjektet var et ønske om at Ålesund Kommune, Tafjord Kraftvarme og ÅRIM i fellesskap kommer frem til gode, framtidretta løsninger for avfallshåndtering i Ålesundregionen. Det var et ønske om at NTNU skulle delta i dette arbeidet. Bingsa Gjenvinning har blitt del av prosjektet som egen aktør ved overgang til aksjeselskap.

Overordnet målsetting for delprosjektet har vært å utarbeide et målbilde for avfallshåndtering i Ålesundregionen i 2030. Sirkulærøkonomiske prinsipp skulle legges til grunn for arbeidet. Det var et mål at fasiliteter og ressurser som finnes i regionen skal nyttes i avfallshåndteringen for å sikre bærekraft gjennom best mulig totaløkonomi og samstemt ressursforvaltning.

Avfallet som blir produsert i regionen skal i størst mulig grad nyttes i regionen. Det er et mål å ikke transportere vekk andre fraksjoner enn de som ikke kan håndteres i vår region. Mest mulig av verdiskapingen skal skje i regionen. Prosjektet skal komme med anbefalte løsninger og tiltak for Ålesundregionen. Det er et mål å få god avkastning på investeringer som alt er gjort i regionen, som f.eks Bingsa og Grautneset.

Gjennomførte aktiviteter

I prosjektbeskrivelsen er det introdusert en rekke hovedaktiviteter. Disse er presentert i tabell nedenfor, som inneholder en oversikt over hovedaktiviteter i delprosjektet, sammen med hvilket kvartal arbeidet skulle vært gjort innen. Ved start av prosjektet ble det vurdert fra arbeidsgruppen at to punkter i opprinnelig aktivitetsplan ikke ville bli inkludert i videre arbeid. Dette gjelder de foreslåtte aktivitetene «Slam, vann og avløp», samt «Elektrifisert ubemanna intertransport av avfall». Arbeidsgruppen har ønsket å ha et fokus på å gjøre målbildet og analyse av avfallsstrømmene så godt som mulig, og derfor inngår ikke disse aktivitetene som en naturlig del av arbeidet. Uansett er slam en naturlig del av avfallshåndtering i regionen, og har blitt diskutert i rapporten.

Oversikt over hovedaktiviteter i delprosjekt 1

Hovedaktivitet	Ferdig i løpet av kvartal
Definere de ulike partene sin rolle i prosjektet og fremtidig avfallshåndtering	Q1 - 2019
Samle informasjon om hvilke krav som vil gjelde i 2030	Q2 – 2019
Kartlegge avfallsstrømmer for 2018, samt hvilke typer avfall som går ut av regionen	Q4 – 2019
Kartlegge sannsynlige avfallsstrømmer og økonomiske forutsetninger for 2030	Q4 – 2019
Samle informasjon om tilgjengelig teknologi, miljønytte og kostnader for ulike tiltak, samt spesielle forutsetninger for vår region	Q4 - 2019

Resultater

De tre avfallsselskapene som er en del av arbeidsgruppen, er Ålesundregionens Interkommunale Miljøsekskap IKS (Årim), Tafjord Kraftvarme AS (TKV), og Bingsa Gjenvinning AS (Bingsa). Disse tar på hver sin måte tar hånd om avfall i regionen. Årim samler inn husholdningsavfall og er ansvarlige for miljøstasjoner i området. TKV drifter et energigjenvinningsanlegg og leverer fjernvarme lokalt. Bingsa drifter det største deponiet i regionen, i tillegg til å ta imot næringsavfall og drifte metallsorteringsanlegg for bunnasken fra energigjenvinningsanlegget.

Rapporten har gjort rede for hva som blir nye mål for materialgjenvinning i 2030. Disse kravene er kommet som et resultat av endringer i det europeiske avfallsregelverket, og er også gjeldende for EØS-land. Det er nødvendig å ha oversikt over de nye målene for å kunne prioritere hvilke tiltak og teknologier som kan gi måloppnåelse.

Arbeidsgruppen har gjort en analyse over avfallsstrømmer for 2018. Analysen ble gjennomført ved hjelp av årsrapporter fra diverse virksomheter i Ålesundregionen. Virksomhetene inkludert i analysen ble i stor grad bestemt fra nedslagsfeltet til TKV. Selv om tallgrunnlaget i noen tilfeller har vært vanskelig å arbeide med, har vi ved hjelp av kompetanse fra arbeidsgruppen og personlig kontakt med selskapene kommet til et grunnlag vi er komfortable med. Dette har resultert i den mest detaljerte analysen over avfallsmengder på regionsnivå i Norge.

Videre er det gjort en vurdering av avfallsstrømmer og økonomiske forutsetninger for avfallshåndtering i 2030. Dette viser et utfordrende avfallsbilde og en bransje i stor endring. Det er få framskrivninger på spesifikke fraksjoner for avfall som er gode nok til å brukes som grunnlag for analysen gjort i dette prosjektet, men det finnes noen. Ved grunnlag i to framskrivingsrapporter, har arbeidsgruppen utført beregninger for hvordan avfallsmengdene kan se ut i 2030. Beregningene viser økte avfallsmengder, og store endringer for visse avfallsfraksjoner.

Rapporten presenterer flere teknologier som potensielle tiltak for fremtidig avfallshåndtering for Ålesundregionen. Blant disse er løsninger for ytterligere materialgjenvinning for restavfall, organisk avfall og avfallstrevirke. I dette inngår teknologier som ettersorteringsanlegg, biogassanlegg, biokullanlegg og løsninger for avfallstrevirke. Dette er tiltak som ikke bare vil kunne gi miljønytte, men også føre til samfunnsøkonomiske gevinster og verdiskaping i vår region. På grunn av beliggenhet, tidligere investeringer, og et stort ressursgrunnlag, er Ålesundregionen i en god posisjon til å videreføre disse tiltakene.

Vurderinger i forhold til målet med delprosjektet

Resultatmål

- Utvikle rapporten Målbilde avfall 2030
- Utrede muligheter og begrensninger for ulike avfallshåndteringsløsninger i regionen

Måleindikatorer

- Økt andel avfall som går til ulike former for materialgjenvinning og energigjenvinning.

Arbeidsgruppen har levert en rapport som er et målbilde for avfall i Ålesundregionen i 2030. Målbildet inneholder analyser av avfallsmengder i 2018 og 2030, samt hvilke tiltak som kan gjennomføres i regionen for å nå nye krav om materialgjenvinning og øke verdiskapingen. Tiltakene er vurdert i samråd med tidligere investeringer, og vil føre til at avfallet i større grad kan nyttes i regionen.

Delprosjekt 2: Digitale modeller for analyse, simulering og optimalisering av Smart Sirkulær By

Prosjektansvarlig for dette delprosjektet er Ibrahim A. Hameed, Institutt for IKT og Realfag, NTNU i Ålesund. Delprosjektet er summert opp i artikkelen «Smart and Sustainable Solid Waste Management System for Smart Norwegian Municipality».

Bakgrunn og målsetting

Bakgrunn: Benytte simuleringskompetanse til å utvikle modeller for smartere logistikk og material/avfallshåndtering.

Dette delprosjektet vil videre inngå i et større pilotprosjekt Smartbyen Nye Ålesund som opprettes som et forskningsprogram med et sett av forskningsprosjekter.

Innenfor dette temaet har IIR spesiell kompetanse til å:

1. Utvikle Virtuelle nye Ålesund, en digital tvilling som plattform for tverrfaglig forskning og samfunnsplanlegging.
2. Innføre visuelle stedbunden informasjon for framstilling av trafikk og endringsprosesser
3. Utvikle metoder for å løse optimaliseringsproblem

Overordna målsetting: Å kunne optimalisere framtidige scenarier for avfallhåndtering og avfallslogistikk i Nye Ålesund kommune

Dette ligger til rette for at forskningen ved IKT gjøres i to forskningsgrupper, som ledes av forskningsleder:

1. Visualiseringsgruppe: Virtuelle Ålesund, geodata, VR, digitale spor, big data.
2. AI-gruppe: Metoder for å løse optimaliseringsproblem. Parallell datakraft.

Kommentar: IKT har i dag kompetente folk til begge gruppene. Videre kan Msc studenter i Sim&Vis benyttes i arbeidet. Forskningsleder er den som har kontakt ved AI-Lab i Trondheim.

Gjennomførte aktiviteter

Hovudaktivitetar og milepælar:

	2018	Q1-2019	Q2-2019	Q3-2019	Q4-2019
Etablere 2D/3D terrengmodell					
Lage 2D/3D representasjon av avfall					
Utvikle kostnadsfunksjoner for avfall og logistikk					
Utvikle AI-baserte metoder for optimalisering					
Data collection, testing, and validation					
Paper and report writing					

Resultater

I dette prosjektet utvikles en smart avfallshåndteringsplattform for selektiv avfallsinnsamling. Den utviklede plattformen er i stand til å overvåke og visualisere fyllenivåer av avfallsdunker i sanntid. Fyllnivået detekteres ved hjelp av ultralydsensorer som er montert inne i hver dunk. Mengden/volumet av avfall i hver dunk anslås via to tilnærminger. Den første tilnærmingen er basert på en ultrasonisk sensor som måler avstanden fra toppen til bunnen av avfallsdunkene. Den andre tilnærmingen relaterer seg til nedgravde dunker hvor estimering skjer gjennom telling av antall dunkåpninger av avfallsdør. Historiske oppfyllingsnivåer brukes til å estimere oppfyllingsnivåene. Flere regresjons- og maskinlæringsmodeller er anvendt for å forutsi påfyllingsnivåene med nøyaktighet. GPS-koordinatene til hver avfallsdunk brukes til å identifisere plasseringen av dunkene som grunnlag for innsamlingsprosessen. Når fyllingsnivået oppnår en forutbestemt grense, vil dunken planlegges for tømming. GPS-koordinatene til settet av dunker for tømming anvendes til å generere en optimalisert avfallsinnsamlingsrute. En optimalisert rute er en rute som bruker mindre tid, mindre kjøring, og dermed mindre kostnader for å samle samme settet med dunker. En utvidet kostnadsfunksjon som består av innsamlingstid, kjøreavstand, antall stopp etc. brukes.

Vurderinger i forhold til målet med delprosjektet

Resultatmål

- Utvikle digitale løsninger og verktøy som bygger opp under en sirkulær økonomi.
- Øke kompetansen hos samarbeidspartene og i regionen for øvrig.

Gjennom prosjektet har en skaffet seg innstikt i problemstillingen, samt en forståelse av de sosiale og miljømessige muligheter for forbedring. Prosjektet har også bidratt til større aktsomhet og forståelse av optimale avfallsinnhentings systemer.

Måleindikatorer

Følgende måleindikatorer er satt for å måle progresjonen i prosjektet

- Utviklet sirkulære modeller for avfallshåndtering.
- Det er utviklet en plattform som kan hjelpe kundene, kommunen og andre interessenter til en bedre samordning av gode løsninger.

I dette prosjektet har vi lagt merke til at avfallsinnsamlingsbedrifter bruker forskjellige plattformer for å overvåke empiriske prosesser, slik at kundene kan rapportere når avfallsdunkene er fulle. Imidlertid ble innsamlingsprosessen utført manuelt der hver sjåfør har ansvar for alle registreringer og tilhørende kostnader. Basert på dette har vi besluttet å automatisere denne prosessen ved bruk av sanntidsmålinger og bruk av presisjonsmodeller for å estimere neste fylling. Når avfallsdunkene er fulle, vil en optimalisert rute bli generert og gitt til føreren i innsamlingsprosessen. Den optimerte ruten, når den følges, vil redusere flere kriterier som kjøretid, kjøreavstand osv. Den optimaliserte ruten har oppnådd reduksjon i kostnader i området fra 30 % til 60 % sammenlignet med tradisjonell avfallsinnsamling.

Delprosjekt 3: Kompetansebygging - Smart Sirkulær By og veikart for implementering

Dette delprosjektet er forankret under NTNU strategiske satsing BTSD-Business Transition to Sustainable Development, ved Institutt for internasjonal forretningsdrift (IIF). Prosjektansvarlig for dette delprosjektet har vært Shannon Truloff i samarbeid med Annik Magerholm Fet, NTNU.

Bakgrunn og målsetting

Dette delprosjektet handler om å bygge kompetanse og tilrettelegge initiativer som passer direkte inn i smart by-tilnærmingen under modellen for Universitetskommune 3.0. Dette kan gjøres gjennom et helhetlig perspektiv og samarbeid mellom forskning og utdanning, industrielle aktører og offentlig sektor (Ålesund kommune).

Målet for dette delprosjektet er å styrke og øke innovasjonskapasiteten rundt ressurseffektivitet gjennom samarbeid, forskning og teknologisk utvikling innenfor avfallssektoren. Dette prosjektet vil legge til rette for strategier for sirkulær økonomi for kommunen og samtidig bygge kompetanse i samspillet med NTNU. Det er et nytt fagfelt som vil bidra inn i utdanningen ved NTNU og vil inngå i ulike utdanningsløp.

Gjennomførte aktiviteter

Planlagte oppgaver i dette delprosjektet:

1. Analyser av best practice for sirkulære modeller
2. Tilpasse veikart for Smart Sirkulær By, uttesting
3. Handlingsplan for implementering av Universitetskommune 3.0

Hovedoppgaver utført:

- Analyser av sirkulære modeller på forretnings-, sektor-, by- og regionalt nivå.
- Analyser av internasjonale tilnærminger til både smart og sirkulær byplanlegging, veikart og strategier.
- Gjennomgang av standarder for indikatorer for måling og oppfølging av både smart og sirkulær økonomi, først og fremst på bynivå.
- Innledende skisse til prosjekt som bidrag til pilarer Smart bærekraftig samfunn under modell for Universitetskommune 3.0.

Resultater

Resultater fra delprosjektene 1 og 2 har bidratt til en felles handlingsplan og tilpasset veikart for implementering av nye løsninger for håndtering av materialstrømmer etter sirkulære prinsipper. Dette danner også grunnlag for implementering av nye løsninger under arbeidet med Universitetskommune 3.0 – Smarte bærekraftige samfunn.

Gjennom prosjektet er det etablert et nettverk blant forskningsmiljøer som er aktive innen sirkulær økonomi. Dette er nettverk som vil bidra til å støtte opp under de løsninger som blir videreført. Det tas sikte på at det etablerte nettverket vil fortsette å fungere som en motor etter prosjektets slutt for å tilby eksperttjenester, gjøre vurderinger og studier, og formidle

resultater og beste praksis til andre aktører i regionen. Prosjektet har vært koblet opp mot Nettverk for Grønn Vekst, et næringsrettet nettverk med støtte fra Norges Forskningsråd, samt nettverket for Business Models for Sustainability (BMS).

Hovedleveranser ved avslutning er

1. Oversikt over Business Models for Sustainability (BMS)
2. Indikatorrammeverk for sirkulære modeller
3. Utkast til Veikart for en smart bærekraftig sirkulær kommune
4. Opplæringsmateriell med powerpoint-slides om sirkulære modeller

1. Arbeidsdokument for sirkulære økonomiindikatorer i håndtering av avfall

For tiden er det ingen standard anerkjent måte å måle hvor effektiv en by er ved overgangen til en sirkulær økonomi. Eksisterende indikatorer fokuserer på materielle innganger, produksjon og utslipp. Denne tilnærmingen er begrenset fordi den ikke klarer å fange initiativer som deling, gjenbruk og reparasjon. Hensikten med arbeidsdokumentet om Circular Economy-indikatorer er å lukke dette kunnskapsgapet ved å sette i gang utviklingen av et sett med sirkulære indikatorer spesielt for bruk i Ålesundsregionen. Et overvåkningsrammeverk, så vel som individuelle indikatorer, i første omgang skissert innen sektor for fast avfall, vil bidra til en forenkling av politisk utvikling av Ålesundsregionen på en systematisk måte. Et slikt rammeverk vil gi meningsfulle svar på politiske spørsmål som dekker alle relevante dimensjoner ved sirkulær overgang. På grunn av den komplekse dynamikken som styrer overgangen, må utviklingen av overvåkingsrammeverket være fleksibel, noe som gjør det mulig å tilpasse indikatorer til fokusområder, for å opprettholde en effektivitet gjennom hele utviklingen av overgangen til en mer bærekraftig Ålesund by.

2. Utkast til Veikart for en smart bærekraftig sirkulær kommune

Målet med veikartet er å støtte beslutningstakere på regionalt og bynivå for å utvikle og implementere politikk og strategi mot en smart, bærekraftig, sirkulær by. Det sikrer en omfattende og inkluderende tilnærming til smart og sirkulær byinnsats. Det kan brukes som grunnlag for diskusjoner knyttet til utforming av nye strategier, politiske dokumenter, prosjekter og tjenester. Det fungerer som grunnlag for samskapingsprosessene fra kommuner sammen med innbyggere, gründere, akademikere og andre interessenter. Veikartet foreligger i en ferdig versjon for uttesting.

3. Et sett med power-point slides for undervisningsmoduler i smart, sirkulær og bærekraftig utvikling og økonomi

Seminarets læringsmateriell er beregnet for bruk i opplæring for ulike brukergrupper, som f.eks. i workshops i kommunen, og innenfor opplæringsprogrammet i universitet/utdanning om smart og sirkulær bærekraftig utvikling. Pakken er fleksibel og kan tilpasses for flere brukerbehov.

Seminarmateriell dekker følgende emner:

- Fra lineær til sirkulær overgang
- Sirkulær økonomi fordeler, utfordringer, muliggjørende
- Forretningsmodeller for sirkulær økonomi og bærekraft
- Oppskalering av sirkulær økonomi til by og regionalt nivå
- Viktige prestasjonsindikatorer ved overgang til sirkulær by
- Beste praksisstrategier og veikart for sirkulær transformasjon

Vurderinger i forhold til målet med delprosjektet

Resultatmål

- Øke kompetansen hos samarbeidspartene og i regionen for øvrig.

Materiellet som er utviklet oppfyller dette resultatmålet.

Måleindikatorer

Følgende måleindikatorer er satt for å måle progresjonen i prosjektet

- Utviklet sirkulære modeller for avfallshåndtering.

Gjennom det opplæringsmateriellet som er utviklet, så bidrar det til denne måleindikatoren. Denne kunnskapen vil også bidra til å øke andelen avfall som går til ulike former for material- og energigjenvinning.

5. Forslag til oppfølgingstiltak

Hvert av delprosjektene har gitt nyttige resultater i seg selv, og det er flere områder som kan følges opp:

Forslag til oppfølgingstiltak delprosjekt 1

Med Målbilde Avfall 2030 som underlag, ser arbeidsgruppen et stort potensial i å videre utrede mulighetene for å etablere et ettersorteringsanlegg i regionen. En slik utredning er nødvendig for samtlige partnere i prosjektet, og målbildet vil være et solid underlag for å opprette et nytt prosjekt. Dette bygger direkte videre på bakgrunnen til hvorfor prosjekt Smart Sirkulær By ble opprettet – et ønske om at Ålesund kommune, Årim, Tafjord og Bingsa i fellesskap kommer frem til gode, framtidsrettede løsninger for håndtering av avfall i Ålesundregionen, med hjelp av kompetansemiljøet hos NTNU.

For å nå vedtatte mål om materialgjenvinning av avfall, har Miljødirektoratet anbefalt etablering av automatisk ettersortering av restavfall. Det er etablert to slike anlegg i Norge i dag, og disse leverer gode resultater på utsortering av plastavfall og andre fraksjoner. Anleggene er dimensjonert for store befolkningskonsentrasjoner, noe som i utgangspunktet ikke er tilfellet for Ålesundregionen. Derfor er det nødvendig å utrede om det er mulig å etablere et mindre ettersorteringsanlegg i regionen. Det er flere viktige utfordringer som må avklares i et prosjekt:

- Kan dagens teknologiske løsninger nedskaleres, eller må det introduseres ny teknologi?
- Hvilke materialer, og med hvilken kvalitet, kan et anlegg sortere ut?
- Hvor fleksibelt må et anlegg utformes med hensyn til variasjoner i innholdet i avfallet og etterspørsel etter materialer som er gjenvunnet?
- Hvordan er den beste metoden for å vurdere miljønytte av et ettersorteringsanlegg?

I tillegg til å vurdere aktuelle teknologier og avfallstyper som kan gjenvinnes, er det viktig å ha en forskningsmessig tilnærming til hvilke modeller for beslutningsstøtte som blir brukt. Dette må være tilstede når prosjektet går fra å være planlegging av en løsning til å bli et spørsmål om beslutningsstøtte.

Foreslåtte mål for prosjektet er som følgende:

Hovedmål:

Utrede muligheten for å etablere et ettersorteringsanlegg for restavfall tilpasset Ålesundregionen.

Delmål:

1. Kartlegge teknologier og kombinasjon av teknologier - hva kan sorteres ut?
2. Kartlegge sammensetningen av restavfallet – hva inneholder det?
3. Kartlegge dagens marked for avsetning av avfall – hva kan gjenvinnes i dag?

4. Kartlegge miljønyttet – hva blir effekten av et anlegg i form av gjenvinningsgrad og klimanytte?
5. Kartlegge økonomiske konsekvenser – hva koster det?
6. Kartlegge ulike løsninger for sortering, herunder roboter, NIR-teknologi, automasjon – fungerer det?

Arbeidsgruppen ønsker å søke om midler for å få på plass et slikt prosjekt. I første omgang er det gjort en avgjørelse om å søke om Klimasats-midler. Klimasats er støtte til miljø-satsing i kommunene, og skal bidra til omstilling til lavutslippssamfunnet. I andre omgang ser arbeidsgruppen mot Byen som regional motor og liknende utlysninger.

Prosjektet skal forankres hos Ålesund kommune, med partnere involvert i Smart Sirkulær By. Det er flere aktører i regionen som vil være naturlig å trekke inn i et slik prosjekt. Dette gjelder i hovedsak de interkommunale avfallsselskapene i regionen, som også ønsker høyere materialgjenvinning og bedre avsetning for restavfallet sitt. Det er et ønske om å utnytte NTNU sin kompetanse i det videre arbeidet, med en forskningsbasert tilnærming til prosjektet. NTNU har også automasjonskompetanse lokalt i Ålesund, og det er et mål å kople dette miljøet til prosjektet. I tillegg er det naturlig at FNs Framtidslab på Campus Ålesund trekkes inn i arbeidet.

Forslag til oppfølgingstiltak delprosjekt 2

Avfallshåndteringssystem dekker alle aspekter relatert til denne oppgaven, for eksempel innsamling av avfall, sortering, resirkulering og transport. Dette forskningsarbeidet fokuserte på å finne den korteste veien med minimale kostnader og tid. En av de fremtidige anbefalingene for dette arbeidet er smart sortering og gjenvinning for å gjøre lønnsomme bedrifter. For eksempel kan sensorene i SWMS modifiseres for smart sortering på en slik måte at de kan føle og varsle avfallstypen.

Vi kan legge til kostnader for CO₂ og utslipp av CO₂ avhengig av årstider (hvordan det påvirker miljøet og vårt bidrag til å redusere det). For å gjøre plattformen generisk, implementere optimaliseringsløsning ikke bare for ett enkelt deponeringssted, men også for alle kategorier av styringssystem for fast avfall, kan vi bruke optimalisering av ant colony i stedet for TSP for flere deponeringssteder.

En annen måte å utvide denne forskningen på å studere innbyggerne, og hvordan deres vaner og levekår påvirker avfallsproduksjonen og –håndteringen, gitt en fremtidig installasjon av avfallsbeholderne.

Forslag til oppfølgingstiltak delprosjekt 3

Delprosjekt 3 har hatt fokus på kompetansebygging og forståelse for de utfordringer som ligger i smarte løsninger for sirkulærøkonomi. Det er lagt vekt på tilpasse opplæringsmateriell samt å utvikle en guideline/et veikart for implementering av smarte bærekraftige løsninger.

Hovedtema i veikartet er:

1. Hvorfor trenger vi en sirkulær økonomi?

- 2 Muligheter for en bærekraftig utvikling
- 3 Sirkulær økonomi for ulike systemnivåer - prinsipper og strategier
- 4 Smart Bærekraftig By – visjon og 8 prinsipper
- 5 Veien mot en kommunal policy for Smart Sirkulær Ålesund – en stegvis modell med stakeholder involvering (4-steps modell)

Med utgangspunkt i intensjonsavtale 9.mai 2019 mellom NTNU og Ålesund kommune, var det satt et mål om at en samarbeidsavtale skulle være inngått innen 01.01.2020. Modell for Universitetskommune 3.0 er etablert med 2 hovedpilarer; 1. Smarte bærekraftige samfunn, og 2. Smart helse og velferd. I tillegg skal en i Universitetskommune-modellen legge vekt på bærekraft, digitalisering, simulering og nyskaping, se figuren nedenfor.

Resultatene i dette delprosjektet er et viktig redskap ved utvikling av Universitetskommune 3.0, se figur, spesielt under de tiltakene som representerer venstre pilar – Smarte bærekraftige samfunn.



Veikartet utviklet under delprosjekt 3 vil være et viktig bidrag ved utvikling av handlingsplanen for implementering av Universitetskommune 3.0.

Som en del av uttestingen vil også indikatorrammeverkene blir vurdert og tilpasset. I dag rapporterer Ålesund kommune på indikatorene i U4SSC-programmet, men som vist i vedlegg 2 i rapporten for delprosjekt 3, eksisterer flere indikatorsett. Tabell 7 i vedlegget viser et fullt sett av Key Performace Indicators (KPI) for avfall. Dette settet inkludere både kjerneindikatorer og støtteindikatorer. Intensjonen er å bruke disse for å måle den faktiske situasjonen, samt for å utvikle en sirkulær avfallsstrategi.

Som en del av uttestingen av veikartet, vil KPI-settet i Tabell 7 bli tilpasset situasjonen i Ålesund kommune. Interessentinvolvering gjennom workshops med deltagere fra

avfallsselskap, fra kommunen og avfallsleverandører vil vektlegges for å finne et optimalt sett med indikatorer for sirkulær økonomi.

Plan for videreføring

Kompetansebygging og uttesting av veikartet, med ca 6 - 8 månedsverk for et pilotprosjekt for gjennomføring av følgende tiltak i tråd med de fire stegene som er beskrevet i Veikartet:

1. Invitasjon til møter med stakeholdergrupper
2. Gjennomføring av workshops med fokus på prinsipper som er beskrevet i veikartet
3. Utvikle plan for uttesting av veikartet og indikatorsettet for sirkulære avfallsløsninger for noen brukergrupper
4. Justering av veikartet basert på tilbakemelding fra brukergruppene og uttestingen

Oppdatering av opplæringsmateriellet, videreutvikling til etter- og videreutdanningskurs for bedrifter og kommune vil være en integrert del av arbeidet.

Samarbeid med Ålesund kommune er viktig for å sette strategiske prioriteringer for en smart sirkulær Ålesundsregion.

I tillegg til å kjenne til den kontekstuelle situasjonen i byen, er det også viktig å forstå barrierer og drivere i Ålesundsregionen. Vurdering av den lokale konteksten gjør det mulig å definere områdene med det høyeste potensialet.

En videreføring av delprosjekt 3 vil bidra til å utvikle opplæringsmateriale. Det vil også bidra til utvikling av bærekraftige ledelsesmodeller (Sustainable Business Models) der prinsipper fra sirkulær økonomi vil være sentrale (se Vedlegg 1 i rapport for delprosjekt 3 om ulike ledelsesmodeller der bærekraftperspektivet er sentralt). Dette vil også involvere næringslivet i regionen. Det er etablert et samarbeid mellom NTNU, HiVolda, HiMolde, med næringslivsklyngene og noen bedrifter (inkl. Tafjord energiarena) for å utvikle en regional kompetanseHub for bærekraftige forretningsmodeller. Gjennom nettverksprogrammet støttet av næringsavdelingen i fylket, skal det gjennomføres noen samlinger i 2020 for å øke bevisstheten rundt dette feltet. Et styrket samspill mellom næringsliv, kompetansemiljøer og Ålesund kommune vil bidra til en akselerering av overgangen til mer sirkulære løsninger. Oppfølgingstiltaket fra delprosjekt 3 vil bidra inn i utviklingen av pilaren Smarte bærekraftige samfunn som vist i figuren for Universitetskommune.

En detaljert fremdriftsplan vil bli utviklet.

6. Avsluttende kommentarer

Resultater fra delprosjektene 1 og 2 vil bidra til en felles handlingsplan og tilpassede veikart for implementering av nye løsninger for håndtering av materialstrømmer etter sirkulære prinsipper. Dette vil danne grunnlag for implementering av Universitetskommune 3.0 som en direkte oppfølging av delprosjekt 3.

Prosjektet Smart Circular City har startet de første trinnene med å analysere det lokale potensialet, ressursene, tapte ressurser og evner som kan være medvirkende til å oppnå visjonen. Arbeidet bør fortsette med ytterligere analyse av regional og nasjonal statistikk; benchmarking mot internasjonale standarder; og konsultasjon med interessenter (intervjuer, fokusgrupper, undersøkelser, workshops). Samarbeid mellom forskere og kommune er essensielt, og arbeidet kan strekke seg utover kommunens avfallssektor.

Kompetansen innen sirkulære modeller, systemanalyser, miljøeffektvurderinger, miljøledelse, kommunikasjon ved hjelp av indikatorer, visualisering gjennom digitale løsninger mm, bør utnyttes i nært samarbeid mellom forskere ved NTNU og Ålesund kommune. Teknologi som data mining som gir informasjon i sanntid og visualisering og kunne være et godt case for forskningsfeltet Sustainability Analytics, noe som kan bringes inn som et viktig utviklingstema under paraplyen Universitetskommune 3.0.

7. Dokumentasjon fra delprosjektene:

Delprosjekt 1:

Rapport Målbilde Avfall 2030 - Ålesundregionen

Delprosjekt 2:

Artikkel «Smart and Sustainable Solid Waste Management System for Smart Norwegian Municipality»

Delprosjekt 3:

1 - Rapport Kompetansebygging - Smart Sirkulær By

2 - Opplæringspakke med presentasjonsmaterieell / opplæringsmaterieell

Fra lineær til sirkulær overgang

Sirkulær økonomi fordeler, utfordringer og muliggjørende

Forretningsmodeller for sirkulær økonomi og bærekraft

Oppskalering av sirkulær økonomi til by og regionalt nivå

Viktige prestasjonsindikatorer ved overgang til sirkulær by

Beste praksisstrategier og veikart for sirkulær transformasjon

3 - Veikart for en smart bærekraftig sirkulær kommune (Roadmap for Smart Sustainable Circular Cities), en stegvis modell for innføring av smarte og sirkulære (avfalls)løsninger tilpasset for Ålesund kommune

