

Bærkraftig biodrivstoff til sivil luftfart i Norge: Delutredning 3

Lokalisering av prosessanlegg for
produksjon av biodrivstoff, inklusive
logistikkanalyse

FORORD

Denne rapporten er utarbeidet av Analyse & Strategi på oppdrag for Avinor.

Rapporten er utarbeidet i perioden fra juni til oktober 2012. Kaj Halvorsen har vært prosjektleder. Julie Amlie har vært prosjektmedarbeider. Kjell Ove Kalhagen har kvalitetssikret arbeidet.

Oslo 30. oktober, 2012

Analyse & Strategi AS

Kjell Ove Kalhagen

Innhold

Sammendrag	6
1. Bakgrunn for oppdraget	9
2. Tilnærming.....	9
2.1 Rapportens oppbygging	10
2.2 Kriterier.....	11
2.3 Søkeområder	12
2.4 Søk	12
2.5 Evaluering	13
2.6 Situasjonsbeskrivelse og logistikkanalyse	14
3. Forutsetninger	14
3.1 Bio Jet A1	14
3.2 Teknologi	14
Basisanlegg	15
Gassifisering & Fisher-Tropsch	15
Alcohol-to-Jet	15
Andre teknologier.....	16
3.3 Råvarer	16
Gassifisering & Fisher-Tropsch	16
Alcohol-to-Jet	18
3.4 Overskuddsenergi.....	19
3.5 Andre produkter	19
3.6 Arealbehov	20
4. Logistikk.....	20
4.1 Lager	21
Eksempel 1 – dimensjonering av råvarelager for et FT-anlegg	21
Eksempel 2 - dimensjonering av Jet A1 lager – gitt togtransport.	22
Lagerkostnader	22
Servicenivå.....	23
4.2 Transport	23
4.3 Logistikk-kostnader	24

5.	Krav og kriterier	26
5.1	Absolutte krav til lokalisering	26
	Tilgjengelige arealer	27
	Transportinfrastruktur.....	27
5.2	Økonomiske kriterier.....	28
	Gassifisering+FT.....	28
	Alcohol-to-Jet	29
	Fleksibilitet	29
5.3	Øvrige kriterier	30
	Synergier ved lokalisering i etablerte industriområder.....	30
	Støy.....	31
	Oslo-navet	31
6.	Søk	31
6.1	Søkeområder	31
	Hedmark.....	32
	Buskerud.....	32
	Grenland & Vestfold.....	33
	Østfold	34
	Romerike	34
	Nord-Trøndelag	35
	Vestlandet	36
6.2	Lokaliseringer til vurdering.....	36
	Hedmark.....	37
	Buskerud.....	39
	Grenland & Vestfold.....	41
	Østfold	44
	Vestlandet	46
6.3	Mest aktuelle lokaliseringer	48
7.	Situasjonsbeskrivelse og Logistikkutredning	50
7.1	Elverum.....	50
	Beskrivelse av lokaliseringen.....	50
	Logistikkberegninger	51

7.2	Hønefoss	52
	Beskrivelse av lokaliseringen	52
	Logistikkberegninger	54
7.3	Grenland	55
	Beskrivelse av lokaliseringen	55
	Logistikkberegninger	56
7.4	Fredrikstad	57
	Beskrivelse av lokaliseringen	57
	Logistikkberegninger	58
7.5	Vestlandet	59
	Beskrivelse av lokaliseringen	59
	Logistikkberegninger AtJ-anlegg	60
	Logistikkberegninger FT-anlegg	62
8.	Konklusjoner og anbefalinger	64
	Bibliografi	65
	Vedlegg 1: Formelverk logistikkberegninger	66
	Vedlegg 2: Forutsetninger logistikkberegninger	67

Sammendrag

Analyse & Strategi AS (A&S) har utført en lokaliserings- og logistikkutredning på oppdrag fra Avinor og Rambøll. Utredning skal identifisere de mest aktuelle lokaliseringene for et anlegg som skal produsere biodrivstoff (Bio Jet A1) til norsk luftfart. Videre skal den skissere mulige logistikk løsninger og –kostnader for disse lokaliseringene. Utredningen er Delutredning 3 i Avinors hovedprosjekt: «Bærekraftig biodrivstoff til sivil luftfart i Norge». Et eventuelt anlegg er tenkt ferdigstilt i 2020-2025. I arbeidet med delutredningen har A&S jobbet tett med de andre delutredningene:

- Delutredning 1: Teknologi – SINTEF
- Delutredning 2: Norsk landbasert biomasse – Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB)
- Delutredning 4: Marine ressurser – Det Norske Veritas (DNV)
- Delutredning 5: Importerte råvarer – LMC International (LMC)

Gjennom et strukturert søk har vi identifisert fem lokaliseringer – fire på Østlandet og én på Vestlandet – som vi mener er godt egnet for et produksjonsanlegg for biodrivstoff til fly. Det er ikke utelukket at det finnes andre godt egnede lokaliseringer. Det har derfor vært et poeng å dokumentere metoden og kriteriene som er lagt til grunn for søket, slik at andre steder kan evalueres på samme måte.

Første fase av søket har vært å identifisere viktige egenskaper ved et produksjonsanlegg for biodrivstoff. Disse vil være førende for hvilke krav som vil måtte stilles til en god lokalisering. Input fra blant annet Delutredning 1 (SINTEF) og Värmeforsk sin «Forstudie for biobasert flybrensel for Stockholm-Arlanda flyplass» har vært viktig i denne fasen. Stor usikkerhet knyttet til hvilke egenskaper et produksjonsanlegg vil ha, fører til tilsvarende usikkerhet knyttet til hvilke krav som stilles til en god lokalisering. Basert på forutsetninger om teknologivalg og råvarevalg har vi utarbeidet krav og kriterier som vi har delt inn i absolutte krav, økonomiske kriterier og øvrige kriterier.

Krav om ca 200 mål med arealer, som kan antas å være tilgjengelig for industriformål, samt god tilgang til transportinfrastruktur er satt som absolutte krav. Vi har ikke vurdert arealer som pr i dag er regulert til landbruk, bolig og ulike naturvernformål. Vi har også vært svært restriktive med å vurdere arealer som kan komme i konflikt med strandsonen. Valg av teknologi påvirker arealbehovet. Et såkalt Alcohol-to-Jet-anlegg vil muligens ha behov for et mindre areal enn et anlegg som baserer seg på Gassifisering og Fisher-Tropsch-syntese (teknologier er grundig utredet i SINTEFSs rapport for Delutredning 1). En lokalisering må som et minimum ligge nært god vei, jernbane eller havn.

Nærhet til biomassekilde, nærhet til flyplassen der Bio Jet A1 skal leveres, og nærhet til havn, påvirker økonomiske forhold knyttet til transportkostnader og lagerkostnader for et biodrivstoffanlegg. Vi konkluderer i rapporten at dersom produksjonen i høy grad baserer seg på norsk landbasert biomasse (trevirke i følge UMB), så er nærhet til råvarekilden mye viktigere enn nærhet til flyplassen. Videre redegjør vi for transportøkonomiske avveininger mellom nærhet til en norsk råvarekilde og nærhet til havn der importert biomasse kan losses. Et anlegg med stor

importandel bør legges ved havn. Dersom importandelen er lav vil det være mindre relevant med nærhet til havn. God robusthet og fleksibilitet tilsier at anlegg bør ha enten havn, jernbane eller arealer som tillater store sikkerhetslager ved anlegget. Lokalisering nær en avtaker av spillvarme vil ha kommersielt potensiale som forsvarer at man legger anlegget noe lengre unna råvarekilden.

Andre egenskaper ved en lokalisering vil verken være absolutte krav eller kunne omregnes til en økonomisk konsekvens. I denne utredningen har vi vurdert synergier fra samlokalisering med annen industri, sannsynlighet for nødvendige tillatelse til døgnkontinuerlig drift (støyforurensing) og trafikkbelastning på Oslo-navet.

Vi har definert sju søkeområder der vi så det som sannsynlig at det ville være aktuelle lokaliseringer for et produksjonsanlegg: Hedmark, Buskerud, Grenland & Vestfold, Østfold, Romerike, Nord-Trøndelag og Vestlandet. To av søkeområdene, Nord-Trøndelag og Romerike, ble lagt bort, hovedsaklig på grunn av utfordringer knyttet til råvaretilgang.

Ved hjelp av definerte søkestrategier, som primært fokuserte på de absolutte kravene til areal og infrastruktur, identifiserte vi 2-6 aktuelle lokaliseringer i hvert søkeområde. Vi har rangert deretter de aktuelle lokaliseringene i søkeområdet iht de kriteriene vi definerte innledningsvis, med særlig vekt på de økonomiske kriteriene. Etter denne evalueringen sto vi igjen med følgende lokaliseringer fra de fem søkeområdene:

- Hedmark: Elverum
- Buskerud: Hønefoss
- Grenland & Vestfold: Frierfjorden
- Østfold: Fredrikstad
- Vestlandet: Haugaland, Førresfjorden

I den siste delen av rapporten gir vi en overordnet situasjonsbeskrivelse for de fem lokaliseringene, sammen med forslag til en logistikk-løsning og et overslag på logistikk-kostnader.

Elverum og Hønefoss vurderes begge som gode lokaliseringer for et anlegg basert på norsk trevirke. Teknologien vil være basert på Gassifisering og Fisher-Tropsch syntese. Vi foreslår at biomassen primært transporteres til anlegget med lastebiler. Bio Jet A1-transport foregår med tog fra Elverum og lastebil fra Hønefoss. Samlede logistikk-kostnader Bio Jet A1 er ca 1,6 kr/liter for Elverum og 1,7 kr/liter for Hønefoss.

Frierfjorden og Fredrikstad vurderes som de mest aktuelle lokaliseringene for et anlegg som skal oppgradere alkoholer til Bio Jet A1. Ingen av stedene har 200 mål som er industriklare og tilgjengelig pr i dag. De er likevel tatt med siden det er usikkerhet knyttet til arealbehovet for et alkoholbasert anlegg. Råvaren vil primært være etanol eller (iso)butanol, importert med skip. Begge anlegg vil ligge direkte tilknyttet en dypvannskai. Bio Jet A1 transporteres med bil/tog til Gardermoen. Alternativt kan den transporteres med skip til Sjørsøya og derfra inngå i den eksisterende logistikk-løsningen for

konvensjonell Jet A1 fra Sjursøya til Gardermoen. Samlede logistikk-kostnader pr liter Bio Jet A1 er ca 0,7 kr/liter for begge lokaliseringer.

Haugaland ligger i Førresfjorden, ca 13 km sørøst for Haugesund. Haugaland vurderes som det beste alternativet blant flere gode alternativer på Vestlandet. Dette blant annet på grunn av sin sentrale plassering mellom de to viktigste flyplassene på Vestlandet: Sola og Flesland. Haugaland vurderes som aktuell lokalisering enten for et anlegg basert på gassifisering og Fisher-Tropsch eller et anlegg for oppgradering av alkohol til Bio Jet A1. Begge typer anlegg vil være basert på importert råstoff som primær råvarekilde. Både råvaretransport og Bio Jet A1-transport løses primært med skip. Samlede logistikk-kostnader vil være ca 1,8 kr/liter for et anlegg basert på Gassifisering og Fisher-Tropsch syntese og 0,7 kr/liter for et alcohol-to-Jet-anlegg.

Beregning av logistikk-kostnader gjøres i en logistikkmodell. Modellen omfatter transport av biomasse, lagring av biomasse, lagring av Bio Jet A1 og transport av Bio Jet A1. Rapporten dokumenterer hvilke terminalkostnader og fremføringskostnader som er lagt til grunn for ulike transporttyper. Modellen omfatter også lagerkostnader. Lagerkostnadene beregnes som summen av kostnader knyttet til drift av lageroperasjonen og kapitalkostnader.

1. Bakgrunn for oppdraget

Avinor – i samarbeid med Rambøll – utreder i prosjektet "Bærekraftig biodrivstoff for luftfart", muligheten for norsk produksjon av bærekraftig og bedriftsøkonomisk lønnsom biodrivstoff til luftfarten. Gjennom en serie delutredninger belyses ulike problemstillinger. Denne delutredningen skal vurdere egnet geografisk lokalisering av prosesseringsanlegg for produksjon av biodrivstoff inkludert betraktninger rundt logistikk-løsning til og fra anlegget.

Prosjektet skal gå ut i fra at dersom forholdene tilrettelegges for et vedtak om bygging av et prosessanlegg for produksjon av biodrivstoff til bruk i luftfart, kan en valgt lokalisering bli gjenstand for slik etablering i år 2020-2025.

Parallelle studier har blitt gjennomført for å vurdere mulige teknologier (SINTEF), potensiale for norsk råstoff (Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, UMB), potensialet for bruk av marine ressurser (Det Norske Veritas, DNV) og potensialet for importert biomasse (LMC International). Et eventuelt prosessanlegg tenkes etablert i år 2020-2025 og skal primært levere drivstoff til Gardermoen.

Studien angir en liste over de mest egnede lokasjonene og inkluderer en grov situasjonsanalyse og logistikk-analyse for fem utvalgte lokasjoner i Norge.

Som grunnlag for å vurdere en lokasjons egnethet har vi vurdert politiske forhold, kommersielle forhold, logistikk-messige forhold, tilgjengelig areal, planstatus og andre praktiske forhold.

2. Tilnærming

Vi har i denne utredning jobbet etter en prosjektmodell som vist i Figur 1. Prosjektet har vært delt i fire faser: Identifisering av kriterier, søk etter aktuelle lokaliseringer, evaluering for å finne de mest aktuelle lokaliseringene og til sist utarbeidelse av en situasjonsbeskrivelse for de mest aktuelle stedene. Situasjonsbeskrivelsen omfatter også en logistikk-analyse.

Figur 1. Prosjektskisse



2.1 Rapportens oppbygging

Innledningsvis redegjør vi for de forutsetninger som vi har lagt til grunn for dette delprosjektet. Forutsetninger er relatert til hvilken teknologi som skal benyttes for å produsere biologisk drivstoff til fly (Bio Jet A1), hvilke biomassetypene vi har fokusert på, biprodukter fra produksjonen, arealbehov etc. Dette er nærmere beskrevet i rapportens kapittel 3.

Valg av lokalisering og valg av logistikk-/transportløsning henger tett sammen. I kapittel 4 redegjør vi for hvilke forutsetninger og beregninger som ligger til grunn for valg av lagringskapasitet, valg av transportmiddel og samlede logistikk-kostnader.

Identifisering av egnede lokaliseringer gjøres gjennom en firedelt søkeprosess:

- Identifisere kriterier – beskrevet i kapittel 5
- Definere søkeområder – beskrevet i avsnitt 6.1
- Søke etter aktuelle lokaliseringer - beskrevet i avsnitt 6.2
- Evaluere hvilke lokaliseringer som er mest aktuelle - beskrevet i avsnitt 6.3

Avsnitt 2.2 til 2.6 gir en metodisk gjennomgang av stegene i søkeprosessen.

2.2 Kriterier

Før vi begynner å søke etter aktuelle lokaliseringer er det viktig å definere hva som definerer en god lokalisering. Hvilke egenskaper må en lokalisering ha for at den skal være egnet for et anlegg som skal produsere biodrivstoff til fly?

Kravene til lokalisering avhenger av mange faktorer, men blant de viktigste er:

- Produksjonsteknologi
- Type råstoff
- Avstand til råstoffkilden
- Leveringssted for Bio Jet A1
- Biprodukter
- Potensielle synergieffekter ved samlokalisering med annen næring og industri

Hver faktor har implikasjoner for kravene som stilles til anlegges lokalisering. *Produksjonsteknologien* er blant annet førende for hvor store arealer som trengs, hvilke grupper av råstoff som er aktuelle å bruke og hvilke øvrige produksjonsfaktorer (energi, hydrogen etc) som må være tilgjengelig vedproduksjonsanlegget. Valg av *type råstoff* påvirker hva slags type infrastruktur som trengs ved anlegget for å motta råstoffet, hvilke transportmidler som kan benyttes for råstofftransport og kostnadene ved å bringe råstoffet til produksjonsanlegget. Plassering av *råstoffkilden* vil for noen teknologier og typer råstoff være svært viktig for å valget av lokalisering. *Leveringssted* for Bio Jet A1 vil for de fleste lokaliseringer være Gardermoen, men kan også være andre flyplasser. Lokaliseringen må ligge slik til at Bio Jet A1 kan transporteres på en hensiktsmessig måte til leveringsstedet. Ulike kombinasjoner av produksjonsteknologi og råstoff gir ulike *biprodukter*. Plassering av mulige biproduktkunder kan være viktig å ta hensyn til. Lokalisering nært annen nærings- eller industrivirksomhet kan gi *synergieffekter* ved en samlokalisering.

I Kriteriefasen samler vi alle faktorer vi mener er relevante og bearbeider de til krav og kriterier for gode lokaliseringer. Informasjon og resultater fra delutredningene til SINTEF og UMB har vært avgjørende for å kunne etablere forutsetninger og faktorer som vi har kunnet legge til grunn for utarbeidelsen av våre kriterier.

Basert på avklaringer med SINTEF (delutredning teknologi), UMB og Rambøll har vi lagt til grunn at det de to mest aktuelle produksjonsanleggsalternativene er:

- Et anlegg som produserer Bio Jet A1 ved hjelp av Gassifisering og Fisher-Tropsch-teknologi basert på norsk biomasse, primært trevirke fra området rundt anlegget.
- Et anlegg som produserer Bio Jet A1 ved hjelp av Alcohol-to-Jet-teknologi basert på importert alkohol (f.eks etanol) som råvare.

Vi henviser til SINTEFs og UMBs delutredninger for bakgrunn for disse valgene.

Vi deler kriteriene inn i noen absolutte kriterier, noen kriterier som kan måles i kostnader, samt noen øvrige kriterier.

De absolutte kriteriene vil blant annet være tilgang til arealer som er store nok. Disse kravene må være oppfylt for at lokaliseringen skal anses som aktuell.

Nærhet til råstoffkilde, Gardermoen (eller annen flyplass) samt kunder som kjøper spillvarme etc vil være viktig. Økt avstand til for eksempel råvarekilden vil ha en kostnad, som kan beregnes. Ved hjelp av disse økonomiske kriteriene kan vi anslå forventede logistikkegenskaper for lokaliseringer som tilfredsstiller de absolutte kravene - og prioritere mellom dem.

I tillegg til de absolutte kriteriene og de økonomiske kriteriene vil det være kriterier som i mindre grad er absolutte, eller kvantifiserbare. Dette kan være synergieffekter, trafikale kriteriet etc. Disse kriteriene kan ha varierende viktighet, avhengig av øvrige egenskaper ved anlegget.

Det har vært tidkrevende å etablere forutsetninger, krav og kriterier ettersom mye av grunnlaget for dette fremkom som resultater av de parallelle delutredningene i prosjektet. Fase 1 har således pågått som en iterativ prosess, parallelt med de øvrige fasene.

2.3 Søkeområder

Hensikten med søkeområder har vært å definere områder der aktuelle lokasjoner innenfor søkeområdet antas å ha relativt like egenskaper.

Metodisk har vi primært definert søkeområder med to ulike egenskaper. En type søkeområdet er tenkt egnet for et Gassifisering+FT-anlegg basert på norsk trevirke og ligger følgelig nært de store norske produktive skogarealer. Et AtJ anlegg forutsettes lagt ved havn for import av råstoff og for dette formålet har vi definert søkeområder med mulighet for å finne gode industriarealer ved sjøen. For begge typer søkeområder er det viktig med en rimelig nærhet til Gardermoen, eller en annen større norsk flyplass som kan ta imot Bio Jet A1.

Vi definerte 7 søkeområder:

- Hedmark
- Buskerud
- Grenland & Vestfold
- Østfold
- Romerike
- Nord-Trøndelag
- Vestlandet

2.4 Søk

Etter at vi har definert søkeområdene har vi startet søk i kart etter lokaliseringer som kunne være aktuelle. Flere søkestrategier er brukt for å finne tilgjengelige arealer i et søkeområde. Strategien

avhenger av hvilken teknologi og råstoffsituasjon som er aktuelt for søkeområdet. Som det fremgår av Tabell 1 vil vi for eksempel for et Gassifisering+FT-anlegg basert på lokalt råstoff «søke etter tilgjengelige arealer langs vei og jernbane» i søkeområdet.

Tabell 1. Søkestrategier i søkeområde

Råstoff Teknologi	Tilgjengelig råstoff i søkeområdet	Betydelige andel importert råstoff
Gassifisering+FT	Søke etter tilgjengelige arealer langs vei og jernbane	Søke etter område ved havn, med god vei eller jernbaneinfrastruktur
AtJ	Ikke aktuelt	Søke etter område ved havn for mottak av råstoff og egnet transportinfrastruktur for transport av Bio Jet A1 til flyplass

I hvert søkeområde identifiserer vi to eller flere lokaliseringer som vi mener er *aktuelle*. I neste fase evaluerer vi disse for å finne den lokaliseringen i hvert søkeområde som vi mener den den *mest aktuelle*.

2.5 Evaluering

I første del av evalueringen gjør vi en overordnet vurdering av de aktuelle lokaliseringene innenfor området. Dette gjør vi i en evalueringstabell for søkeområdet.

Vi vurderer om de absolutte kravene til transportinfrastruktur og tilgjengelige arealer er oppfylt. Hvis de er oppfylt gis lokaliseringen fargen grønn. Dersom kriteriene ikke er oppfylt gis fargen rød. I noen tilfeller kan det være usikkerhet knyttet til vurderingen, og da gis en kort merknad og fargen gul.

Videre rangerer vi de aktuelle lokaliseringene innbyrdes etter hvor gunstige de er ift de økonomiske kriteriene. Det gjøres ingen konkrete økonomiske vurderinger, men lokaliseringen vurderes etter enkle tommelfingerregler som beskrives i avsnitt 5.2. Dersom det ikke er grunnlag for å skille mellom lokaliseringer, rangeres lokaliseringene likt for det aktuelle kriteriet.

Til sist vurderer vi øvrige egenskaper ved lokaliseringene som er beskrevet i punkt 5.3.

Etter denne innledende evalueringen innen hvert søkeområde konkluderer vi med hvilket lokaliseringsalternativ i søkeområdet som vil være det beste. En liste over de mest aktuelle lokaliseringene presenteres i avsnitt 6.3.

2.6 Situasjonsbeskrivelse og logistikkanalyse

For hver av de mest aktuelle lokaliseringene presenterer vi en situasjonsbeskrivelse og en logistikkanalyse, i kapittel 7.

Hensikten er å oppsummere de mest aktuelle lokaliseringenes egenskapene, samt supplere dette med ytterligere informasjon som vi har innhentet. I tillegg foreslår vi en logistikk-løsning og presentere relevante logistikk-kostnader for lokaliseringen.

Det har vært et poeng å synliggjøre metodikk og kriterier som er lagt til grunn for det søket som er gjort og de lokaliseringene som er identifisert. Dersom vi har oversett godt egnede lokaliseringer i vårt arbeid vil det være åpent for å spille inn slike lokaliseringer i en senere debatt, og godt kjent hvilke kriterier som må tilfredsstilles.

3. Forutsetninger

I dette kapittelet redegjør vi kort for de rammer og forutsetninger vi har lagt til grunn i arbeidet med å identifisere de mest aktuelle lokaliseringene for et produksjonsanlegg for biodrivstoff til fly.

3.1 Bio Jet A1

Bio Jet A1 er flydrivstoff produsert av fornybar biomasse. Bio Jet A1 kan produseres gjennom flere sertifiserte ruter. Sertifiseringen knyttes til teknologi og prosess som brukes i produksjonen av drivstoffet. Sertifiseringene sørger for at drivstoffet har nødvendig og lik kvalitet uansett hvor i verden den produseres og tankes på fly. Dette er helt avgjørende for at flyselskapene skal kunne tanke drivstoff på andre flyplasser enn hjemmebasene sine.

Bio Jet A1 blandes med konvensjonell Jet A1. Per i dag er det tillatt å blande inn inntil 50 prosent Bio Jet A1.

Dette prosjektet fokuserer primært på leveranser av Bio Jet A1 til Gardermoen, ettersom denne flyplassen har det klart største volumet. Det kan imidlertid være aktuelt å levere Bio Jet A1 til andre store norske flyplasser også, slik som for eksempel Flesland, Værnes og Sola.

Jet A1 leveres per i dag til Gardermoen ved hjelp av et dedikert drivstoff-tog mellom Sjursøya og Gardermoen. Toget opereres av CargoNet, mens det er Oslo Lufthavn Tankanlegg (OLT) som eier tankanleggene for Jet A1 på Sjursøya og på Gardermoen. Det er Gardermoen Fueling Services (GFS) som distribuerer Jet A1 fra tankanlegget til flyene. Per i dag kjøres det 5-6 tog i uka. CargoNet oppgir at antall avganger ventes å øke i takt med vekst i flytrafikken. Toget har en kapasitet på drøye 1100 m³ Jet A1.

3.2 Teknologi

Flere teknologier er aktuelle for produksjon av Bio Jet A1. Disse er utredet av SINTEF i delutredning 1 for dette prosjektet.

SINTEF anbefaler i sin rapport at man for produksjon i Norge primært vurderer to teknologier:

- Gassifisering & Fisher-Tropsch (FT)
- Alcohol-to-Jet

Basisanlegg

For å konkretisere arbeidet har vi tatt utgangspunkt i et basisanlegg som skal produsere om lag 50 mill liter Bio Jet A1. Det tilsvarer ca 40 000 tonn Bio Jet A1. Når et eventuelt anlegg en gang skal etableres vil optimal størrelse for anlegget bestemmes av teknologiens skalafordeler og råstofftilgangen. Anlegget må ha en minimumsstørrelse for å produsere effektivt (mer om dette i SINTEFs delutredning for teknologi) og det vil ha en maksimumsstørrelse påvirket av hvor langt det er hensiktsmessig å transportere råstoffet (mer om dette i UMBs delutredning om potensiale for norsk biomasse).

Beregninger fra Avinor tyder på at det er behov for langt mer enn 50 mill liter Bio Jet A1 for å oppnå ønsket utslippseffekt. Det er derfor mulig at det etableres anlegg med større kapasitet og/eller at det etableres flere anlegg.

Gassifisering & Fisher-Tropsch

Vi skal ikke gå nærmere inn på produksjonsprosessen, ettersom det beskrives av SINTEF i deres rapport. Fra et lokaliserings og logistikkperspektiv er det viktigst å merke seg at denne teknologien baserer seg på mer eller mindre tørr biomasse som råstoff input og produserer Bio Jet A1, Nafta og Bio diesel. Basert på tall fra Värmeforsk (Värmeforsk, 2009) vil et slikt anlegg basert på norsk trevirke (massevirke, flis etc) grovt sett trenge 1 mill m³ for å produsere ca 50 000 m³ Bio Jet A1. I tillegg blir det produsert om lag 40 000 m³ med Nafta og Bio Diesel til sammen. Logistikkmessig skal det altså fraktes omtrent 10-12 ganger mer biomasse inn til et slikt anlegg enn det skal fraktes ferdigvarer ut av anlegget. I tillegg produserer et slikt anlegg store mengder varme.

En fordel med Gassifisering+FT-prosessen er at den kan benytte mange ulike biomasser, så lenge de kan brennes. Mer om råstoff i punkt 3.3.

Alcohol-to-Jet

Den andre teknologien som SINTEF har anbefalt er Alcohol-to-Jet (AtJ). Produksjonsprosessen er nærmere beskrevet i SINTEFs rapport for delutredning 1. En AtJ-prosess tar en alkohol – for eksempel etanol – og omdanner denne til etylen gass – som igjen omdannes til Bio Jet A1. For å produsere 50 000 m³ med Bio Jet A1 trenger man ca 75 000 m³ med etanol. Volumet av råvare (alkohol) inn til anlegget er dermed langt lavere for et Gassifiserings+FT-anlegg.

Et AtJ-anlegg vil blant annet ha en dehydreringsprosess som gir overskuddsvarme som holder mellom 300-500 C. Det gir mulighet for å produsere og selge damp.

Det er i følge SINTEF få andre biprodukter fra AtJ-prosessen.

Andre teknologier

Vi henviser til SINTEFs rapport for mer informasjon om øvrige andre teknologier som er vurdert.

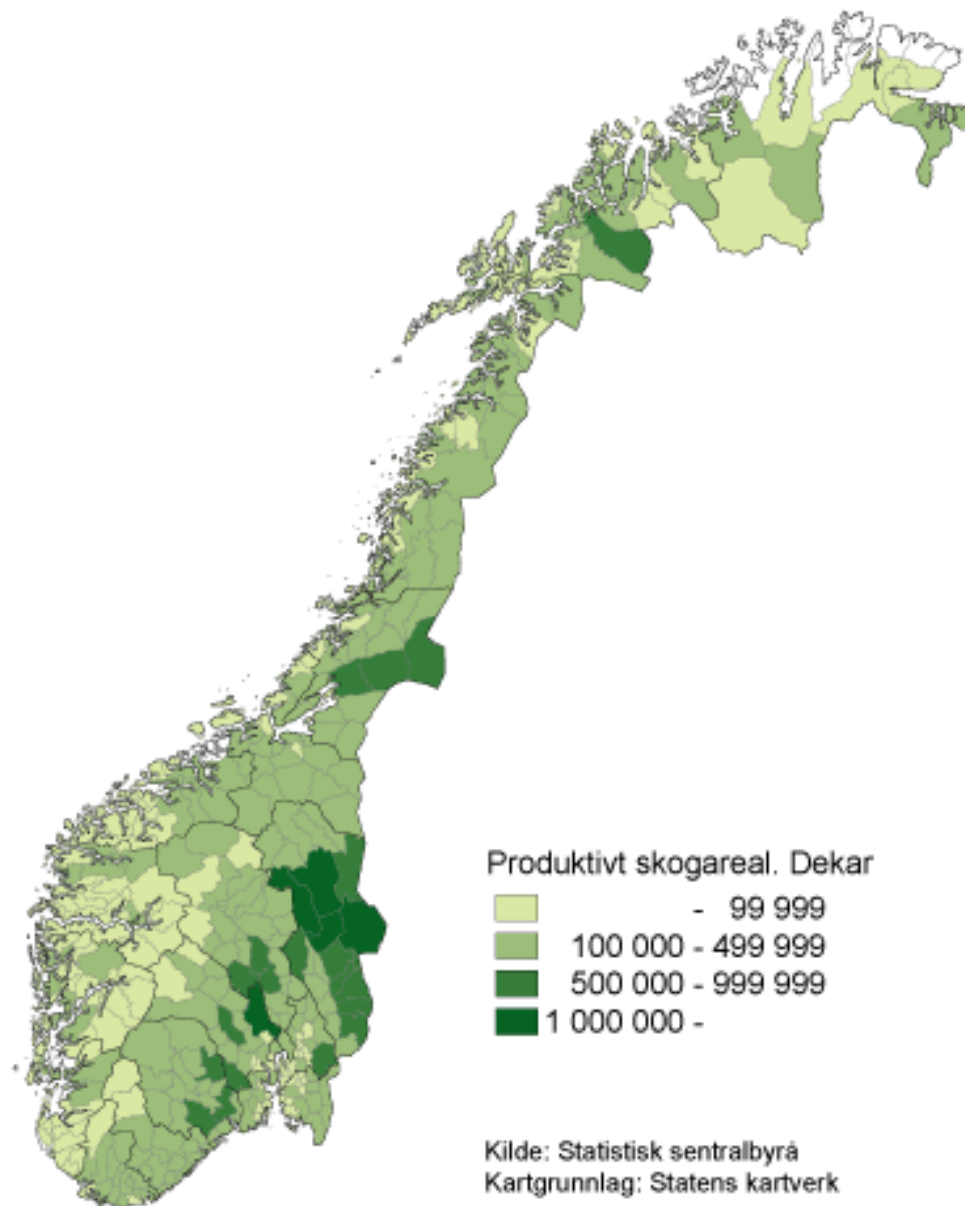
3.3 Råvarer

Gassifisering & Fisher-Tropsch

Gassifisering+FT-prosessen krever store mengder biomasse. Universitetet for Miljø- og Biovitenskap ved Ås (UMB) har utredet potensialet for bruk av norsk biomasse. De har konkludert med at trevirke er den mest aktuelle biomassen i Norge.

UMB skriver i sin rapport at det største potensialet for å hente ut trevirke til energiformål finnes i Hedmark, Buskerud/Oppland og Telemark. I tillegg finnes det også betydelige trevirkeressurser i Nord-Trøndelag, Oppland og Akershus. Se Figur 2.

Figur 2. Produktivt skogareal, etter kommune. 2008



En tømmerstokk (rundvirke), deles i den delen som kan benyttes i trevareindustrien (sagtømmer) og resten av stammen (massevirke). I tillegg kan man benytte greiner, grove røtter og topper fra treet, såkalt GROT. Sagtømmeret har en for høy verdi til at det er aktuelt å benytte i et biodrivstoffanlegg. GROT har lav verdi, men har også en lavere brennverdi. I tillegg har det den ulempen at det ofte er smusset, noe som kan komplisere automatiserte prosesser og gassifiseringsanlegg. Dessuten er GROT vanskelig å frakte, og bør flises før det transporteres. Desentralisert flising er i utgangspunktet dyrere enn flising ved et stort anlegg. Massevirke er den delen av treet som primært blir brukt til energiformål.

Trevirke kan transporteres i flere ulike former

- Stokker (massevirke) på spesialiserte tømmerbiler/-tog
- GROT (bunter) på spesialiserte tømmerbiler
- Løs flis i container
- Komprimert flis i container

Det er store volumer av råstoff som skal transporteres inn på anleggsområdet. Basert på Värmeforsk sin Arlandastudie vil det hver dag være behov for 2000 tonn biomasse (50 prosent fuktig) til produksjonen. Det tilsvarer 50-60 store tømmerbiler (36-40 tonn pr bil), eventuelt 3-4 tømmerbiler (ca 600-700 tonn pr tog), hver dag.

I henhold til SINTEF bør biomassen ha en fuktighet på ca 10 prosent når den går inn i gassifiseringsprosessen. Massevirket har en fuktighet på ca 50 prosent når det felles. Ved å la massevirket ligge og tørke naturlig vil man, iht UMB, kunne oppnå at fuktigheten kommer ned mot 20 prosent. Denne naturlige tørkeprosessen tar ca 1 år. Hvis man skal basere seg på naturlig tørking må anlegget altså ha om lag et års forbruk av biomasse liggende til tørk til enhver tid. I tillegg er det behov for en mekanisk tørking for å få fuktigheten ned mot 10 prosent. Med et antatt forbruk på om lag 1 mill m³ trevirke pr år, og en stablingshøyde på 5m vil det kreve et areal på ca 350m x 600m for å kunne ha et års forbruk liggende til naturlig tørking. Foruten arealbehovet vil det koste om lag 51 mill kr i lagerkostnader og kapitalkostnader (se avsnitt 4.1). Tørkingen kan foregå ved velteplass også, men i følge UMB er volumene så store at det neppe vil være aktuelt å la biomassen ligge til tørk ved velteplass. Kapitalkostnadene vil uansett være om lag de samme.

Som det fremgår av avsnitt 3.4 vil prosessen generere store mengder spillvarme som kan være vanskelig omsettelig. Med en lav alternativkostnad på spillvarmen vil det kunne være kostnadseffektivt å bruke noe av spillvarmen til mekanisk tørking av biomassen. I følge SINTEF vil om lag 30 MW effekt være tilstrekkelig til å redusere fuktighetsinnholdet i biomassen fra 50 til 10 prosent. Etter å ha vært i dialog med SINTEF og UMB mener vi det vil være mest hensiktsmessig at biomassen flises og tørkes mekanisk som en del av produksjonsprosessen, før den går til gassifisering. Dette er også i tråd med Värmeforsk sin Arlandastudie. Arealbehovet til lagring av biomasse blir dermed kun 1-2 måneder forbruk, basert på servicenivå, leveringsfrekvens etc.

Vi henviser til UMBs rapport for mer informasjon om andre typer norsk biomasse som har vært utredet. Vi henviser til DNVs delrapport i prosjektet, for informasjon om potensialet for bruk av marine biomasser, herunder alger. Vi henviser til LMC sin delrapport for mer informasjon om importert biomasse.

Alcohol-to-Jet

SINTEF har i sin delrapport til prosjektet pekt på etanol og Butanol (eventuelt Isobutanol) som de mest aktuelle råstoffene til produksjon av Bio Jet A1 ved hjelp av en AtJ-prosess. I utgangspunktet lages det ikke tilstrekkelige volumer av disse alkoholene i Norge, så produksjonen av Bio Jet A1 ved hjelp av en slik AtJ-prosess vil basere seg på importerte alkoholer.

På sikt er det mulig å bygge opp egne anlegg som produserer etanol, (iso)butanol eller andre egnede alkoholer i tilstrekkelige volumer basert på norsk biomasse. Det er ikke et fokus for denne utredningen.

3.4 Overskuddsenergi

Et Gassifisering+FT-anlegg som produserer ca 50 000 m³ vil ha en total energibalanse på ca 230 – 240 MW (Värmeforsk, 2009). Av dette kommer omtrent 1/3 ut som overskuddsenergi i form av varme. Varmen har i følge SINTEF for lav temperatur til at den kan benyttes til produksjon av elektrisitet eller damp. Elektrisitet ville man relativt lett kunnet solgt på kraftbørser. Damp ville vært lett omsettelig i mange industriklynger.

Om lag 30-40 prosent av varmen fra Gassifisering+FT kan benyttes til å tørke fuktig biomasse før den gassifiseres. Likevel vil et slikt anlegg har overskudd av spillvarme på ca 50 MW. Med en produksjonstid på 8000 timer pr år blir det ca 400 GWh spillvarme som potensielt har en kommersiell verdi hvis man klarer å få solgt den. Spillvarme kan ikke transporteres over lange strekninger, og nærhet til spillvarme-kunder er viktig for valg av lokalisering.

Typiske kunder til slik spillvarme vil være industriaktører som trenger varme i sin produksjonsprosess eller fjernvarmeanlegg til oppvarming av boliger. Forbruket i et fjernvarmeanlegg knyttet til boliger vil variere med årstid og tid på døgnet. Dette passer dårlig med en varmeproduksjon som går jevnt hele døgnet, hele året. Til en hvis grad kunne man løst dette med lagring av termisk energi i fjell eller vann, men det er en forutsetning at etterspørselen over tid balanserer med tilbudet. Forbruket til en industriaktør vil ofte være jevnere og industrikunder er derfor å foretrekke.

AtJ-anlegg vil i følge SINTEF kunne produsere industridamp. Hvor store volumer med damp det er snakk om var ikke klart da denne rapporten ble skrevet.

3.5 Andre produkter

Fra Gassifisering+FT-prosessen får vi, i tillegg til Bio Jet A1, Bio diesel og Nafta. Et anlegg som produserer ca 50 000 m³ Bio Jet A1, vil i følge Värmeforsk og SINTEF produsere ca 21 000 m³ Bio diesel og 18 000 m³ Nafta¹.

Bio diesel antas å være relativt lett å omsette i 2020-2025. Vi ser for oss tre mulige kanaler for kommersielt salg av biodiesel:

- Salg til grossist
- Salg til aktør med stor flåte av kjøretøy som kan bruke bio diesel – for eksempel Nettbuss eller Ruter.
- Drivstoffpumpe ved anlegget som tømmerbiler og andre kjøretøy ved anlegget kan benytte.

Nafta kan blant annet brukes i ulike typer cracker-prosesser for å splitte store molekyler til olefiner. Det finnes flere cracker-virksomheter i Europa, for eksempel i Stenungsund i Sverige, som kan være potensielle kunder.

Både biodiesel og nafta kan lett transporteres i tanker. Denne studien omfatter derfor ingen løsning for transport av biodiesel og nafta fra anlegget til kunde. Biproduktene forutsettes solgt fra anlegget.

3.6 Arealbehov

Värmeforsk oppgir i sin forstudie for Arlanda i 2009 at et Gassifisering+FT-anlegg vil ha behov for et areal tilsvarende 350m x 500m. Logistikkarealer for råstoff kommer i tillegg. SINTEF har oppgitt at vi kan legge dette arealet til grunn for et Gassifisering+FT-anlegg i vår studie også.

Et AtJ-anlegg som inkluderer produksjon av etanol fra biomasse antas å ha samme arealbehov som et Gassifisering+FT-anlegg. Et anlegg som kun skal konvertere etanol eller(iso)butanol til Bio Jet A1, antas å ha et noe mindre arealbehov, men noe eksakt arealbehov for et AtJ-anlegg har ikke blitt definert i hovedprosjektet og representerer et usikkerhetsmoment for denne delutredningen.

4. Logistikk

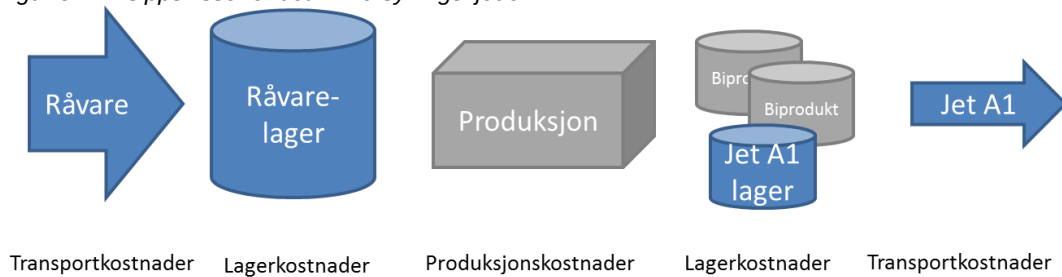
Som nevnt henger valg av lokasjon og valg av logistikk-løsninger tett sammen. Med logistikk menes her aktiviteter knyttet til vareflyten fra råvare til ferdigprodusert Bio JetA1 levert flyplass. I og med at dette er en studie i tidlig fase, vil de viktigste faktorene som påvirker logistikkopplegget og således logistikk-kostnadene være:

- Lager
- Transport
- Ønsket servicenivå

Optimalisering av lager gjennom bestillingsrutiner, vurdering av etterspørsel, sesongvariasjoner i råvaretilgang, administrasjonskostnader og lignende er ikke inkludert her, men bør vurderes senere i prosessen.

Figur 3 under viser en skisse over logistikkopplegget for produksjon av JetA1. Aktiviteter og kostnader knyttet til produksjonslogistikk og logistikk for biproduktene er ikke inkludert i logistikkanalysen. Selv om vi vet volumene for biproduktene, vet vi ikke hvor kunden er, eller hvilke transportløsninger biproduktene skal distribueres med. Følgelig kan man heller ikke dimensjonere lagerstørrelsen for biproduktene. Det er likevel sannsynlig at lagerstørrelsen på biproduktene, særlig for et FT anlegg, tilsvarer lagerstørrelsen for Bio Jet A1.

Figur 3. Prinsippskisse for Jet A1 forsyningskjede



4.1 Lager

Uavhengig av type råvare og produksjonsprosess er det nødvendig med lager i logistikk-kjeden. Lager holdes blant annet for å oppnå stordriftsfordeler eller være rustet mot sesongvariasjoner, og særlig for å tilfredsstille etterspørsel under ledetid. Med ledetid menes her den tiden det tar å bestille og transportere ny forsendelse. For å unngå at kunden eller produksjonsprosessen skal vente hele ledetiden på ny forsyning, holdes lager. I denne studien har vi ikke mulighet til å vurdere hvor lang tid det tar å bestille råvarer. Derfor benyttes transporttid som ledetid i logistikkanalysen.

Vi bruker her to type lager:

- Syklus: gjennomsnittlig lager, gitt ved halve bestillingsstørrelsen.
- Sikkerhetslager: Lager for å holde et gitt servicenivå, selv om noe uforutsett skjer i forsyningskjeden, generelt gitt ved en prosentstørrelse ganget med ledetiden ganget med gjennomsnittlig etterspørsel.

Dimensjonen på lageret er avhengig av hvilket transportmiddel man benytter, hvor ofte lageret får forsyning og i hvilken størrelse, samt hvilket servicenivå man ønsker å holde. Størrelsen på lageret kan nå sin maksimum hvis det f. eks blir produksjonsstans, og man ikke får avbestilt den nye forsendelsen av råvarer.

Eksempel 1 – dimensjonering av råvarelager for et FT-anlegg

Et FT- anlegg som produserer 50 mill liter Jet A1 i året, krever ca.2100 tonn/3335 m³ massevirke (vått) pr dag. Hvis produksjonsanlegget forsynes av lastebil eller tog, er det behov for henholdsvis 50-60 lastebiler eller 3 tog per dag. Dette gir en daglig leveranse på 2100 tonn/3335 m³ massevirke og utgjør «bestillingsvolumet».

Teoretisk sett vil gjennomsnittlig lager fra full til tomt, være halvparten av bestillingsvolumet. Dette utgjør lageret i syklus og gir første dimensjonerende størrelse.

I tilfelle produksjonsstans, vil lageret ikke nødvendigvis være tomt når ny forsyning kommer dagen etter. Man dimensjonerer derfor lageret til å kunne håndtere ett bestillingsvolum, i tillegg til lager i syklus. Bestillingsvolum gir andre dimensjonerende størrelse.

Sesongsvingninger, forsinkelse i transport og andre faktorer kan ha påvirkning på forsyning av massevirke. For å ha et robust system som kan takle uforutsette hendelser, dimensjonerer man for et sikkerhetslager. Størrelsen på sikkerhetslageret avhenger av ønsket servicenivå. Vi har i denne rapporten dimensjonert for 1 måneds forsyning av massevirke som sikkerhetslager.

Dette gir behov for å kunne lagre: $(3335\text{m}^3 \cdot 0,5) + (3335\text{m}^3) + (3335\text{m}^3 \cdot 30) = 105\,052\text{ m}^3$.

Videre antar vi at man kan stable massevirke i 5 m høyde. Det gir et behov for $21\,000\text{ m}^2$ til lagringsareal.

Eksempel 2 - dimensjonering av Jet A1 lager – gitt togtransport.

Et anlegg som produserer 50 mill. liter Bio Jet A1 i året, og som er i drift 8000 t i året, vil ha en produksjon på 6 250 liter or time og 150m^3 pr dag. Et tanktog kan frakte 1100 m^3 . Det er med andre ord behov for ett tog i uken til distribusjon av Bio Jet A1. «Bestillingsvolumet» vil her være tanktogstørrelsen på 1100 m^3 .

Vi bruker tilsvarende fremgangsmåte som for råvarelager for å dimensjonere plass til sykluslager og bestillingsvolum. Hvis det oppstår driftsbrudd eller annen stans i produksjonen, kan det også her være ønskelig å ha et sikkerhetslager, slik at det er mulig å levere ukentlig bestillingsvolum til f. eks Gardermoen. Likevel, vil det være større etterspørsel etter Bio Jet A1 enn det anlegget kan leverer. Det vil derfor ikke være fornuftig å holde tilbake Bio Jet A1 i sikkerhetslager. Det vi derimot må ta høyde for er ekstra kapasitet på tanken, for noe luft på toppen, og for bunnvæske som ikke blir pumpet ut. Dette er anslått til å utgjøre 10 prosent av tankstørrelsen².

Dette gir behov for å kunne lagre: $((1100\text{m}^3 \cdot 0,5) + (1100\text{m}^3)) \cdot 1,10 = 1\,815\text{ m}^3$

Dette gir behov for en tank på 2000 m^3 . Gitt en tankhøyde på 5 m, gir dette behov for et grunnflateareal på 380 m^2 .

I tillegg vil det være behov for å lagre biprodukter, i tilnærmet lik tankstørrelse.

Lagerkostnader

Det er kostnader knyttet til å holde lager, og det kan utgjøre en betydelig andel av de totale logistikk-kostnadene. Lagerkostnadene kan deles inn i to kategorier – «leiekostnader» og «ventekostnader». Leiekostnader er knyttet til kostnader for leie av lagerinfrastruktur, tank, håndtering og lignende. Ventekostnader er knyttet til bundet kapital ved å ha varer enten i lager eller i transport, som vi her har satt til 8 prosent av vareverdien. Man beregner lager i transport til å være gjennomsnittlig

² (A-Tek AS, 2012)

transportert mengde ut av produksjonsanlegget, ganget med transporttiden ganget med frekvensen av transporten over året. Hvis produktet i lager er foredlet, får det høyere enhetsverdi og vil på den måten utgjøre høyere ventekostnader.

Lagerkostnadene for eksempel 1 vil være ca 5,5 mill. kr årlig. Av dette utgjør kapitalkostnaden/ventekostnaden ca 50 prosent og leiekostnaden ca 50 prosent. Da man har daglig leveranse av råvarer, er det sikkerhetslageret som utgjør den største kostnadene. Ønsker man å ha 2 måneders sikkerhetslager i stedet for en måned, vil dette koste ytterligere 5 mill. kr årlig.

Lagerkostnadene for eksempel 2 vil være ca 600 000 kr årlig. Selv om Bio Jet A1 har en høyere enhetsverdi enn massevirke, så er størrelsen på lageret betydelig mindre. Dette gjenspeiles i at 95% av kostnadene for dette lageret er knyttet til kapitalkostnad/ventekostnad.

Servicenivå

Valgt servicenivå har stor betydning for både dimensjonering av lager og lagerkostnader. Et sikkerhetslager som består av en måneds forsyning av massevirke, vil være dyrere og kreve større plass, enn en halv måneds forsyning. Valg av servicenivå i denne studien er i hovedsak relatert til driftssikkerhet og robusthet.

For å sikre et robust anslag på lagerstørrelser, dimensjonerer vi derfor i denne studien med 1 måneds sikkerhetslager for biomasse-råvarene. For import av alkohol dimensjonerer vi for å takle 10% uregelmessighet under ledetiden/transporttiden. For Jet A1 holder vi ikke sikkerhetslager.

4.2 Transport

Transport er en nødvendig logistikkaktivitet, da det flytter produkter fra ett punkt til et annet. Transport har også som nevnt innvirkning på lagerstyring, og bør sees i sammenheng med lagerkostnadene. Valg av transportmiddel er avhengig av produktet som skal transporteres, frekvens, kapasitet og pris for transportmiddelet, og tilgjengelig infrastruktur. Dette til sammen påvirker hvor konkurransedyktig et transportmiddel er i forhold til et annet.

Generelt er det slik at skip har sitt konkurransefortrinn på lange avstander, der volumene som fraktes er store og gjerne i bulk, og der tid ikke er kritisk. Som nevnt, distribueres konvensjonell Jet A1 i dag fra Slagentangen med skip til Sjursøya og videre derfra med tog. Det er naturlig å tenke seg at anlegg på Østlandet som ligger nært til havn, kan inkluderes i den eksisterende forsyningskjeden. Sjøtransporten utføres med store skip som tar volumer på mellom 10-17 000 tonn³. Det vil være lite hensiktsmessig å bruke så store skip til å frakte 1000-3000 mt med Bio Jet A1 fra et eventuelt

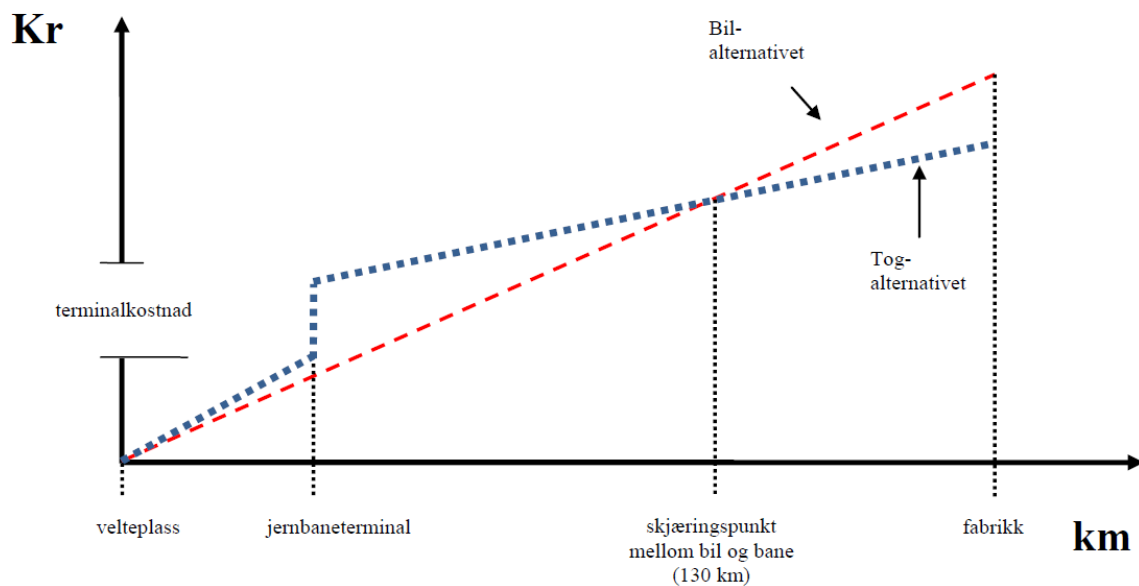
³ Kilde: Tangen Shipping

produksjonsanlegg ved Oslofjorden. Om man øker skipingsvolumet fra basisanlegget til 10 000 mt, så betyr det 4 skipinger i året. Det vil kreve en økning i lagerkostnadene på 12,3 mill kr pr år. Forskjellen i ratene mellom de store skipene som betjener Slagentangen-Sjursøya pr i dag mindre tankskip som kan håndtere 1000-3000 mt er ikke store nok til å forsvare en slik økning i lagerkostnadene.

Sjøtransport fra et biodrivstoffanlegg til Sjursøya vil derfor ha høyere rater enn dagens rater mellom Slagentangen og Sjursøya. I våre beregninger har derfor skip fra Østlandet og tog videre til Gardermoen kommet ut dyrere enn de logistikk-løsningene som blir presentert i kap 7. Likevel, er det viktig å påpeke at dette bør sees nærmere på i videre prosesser, og at f. eks administrasjonskostnader kan bidra til at en innpassing i eksisterende distribusjonsløsninger via Sjursøya er det mest fornuftige.

Tog har sitt konkurransefortrinn på lange til mellomlange distanser, er noe raskere enn skip, men kan transportere mindre volumer. Lastebil har sitt konkurransefortrinn på korte strekninger, der fleksibilitet og tid er kritisk. Figur 4 under er hentet fra rapporten «Økt virketransport på jernbane» av Statens landbruksforvaltning og Jernbaneverket, og viser at transport av tømmer på tog er konkurransedyktig på avstander større enn 130 km.

Figur 4. Prinsippskisse av kostnader for virketransport med bare bil og i kombinasjon jernbane



Kilde: Økt virketransport på jernbane, Statens Landbruksforvaltning og Jernbaneverket, 2010

De andre delprosjektene har utredet priser for råvarer levert ved anlegg, inkludert transportkostnader. Likevel, har dette delprosjektet laget en logistikkmodell, der transport og lagerløsninger og kostnader ved dette sees i sammenheng. I Tabell 2 under oppsummeres de viktigste kostnadene vi har benyttet til å beregne logistikk-kostnadene i denne studien.

Tabell 2. Transportkostnader bil og tog

	Bio Jet A1	Massevirke
Lastebil	0,07 øre/literkm ⁴	0,6kr/m ³ km
Terminalkostnader	1,5 øre/liter ⁵	24kr/m ³
Tog	0,025 øre/literkm ⁶	0,2kr/m ³ km
Terminalkostnader	1,5 øre/liter	26 kr/m ³

Tabell 3. Transportkostnader skip

Type forsendelse med skip	Sendingsstørrelse	Kr/tonn
Pellets⁷	45 000 tonn	120 inkl terminalkostnader
Bio Jet A1⁸	2000 tonn	110/122 kr/tonn + 50 000 kr i terminalkostnader
Bio Jet A1⁹	2000 tonn	175kr/tonn + 50 000 kr i terminalkostnader

⁴ Tangen Shipping estimerer 7000kr for tankbil som kjører 210 km og tar 32 tonn/40m³/40 000 liter Jet A1. Dette er inklusive terminalkostnader. Gitt en terminalkostnad på 15kr/m³ eller 1,5 øre/liter, er samlet terminalkostnad for tankbilen 600kr. Fremføringskostnaden er totalt 6 400 kr, fordelt på antall km og antall liter, gir dette en fremføringskostnad på 0,07 øre/literkm.

⁵ Antar lavere terminalkostnader ved Jet A1 til forskjell fra massevirke, da man bruker pumpe og rørledning.

⁶ Omregnet fra en kostnad på 0,2kr/m³km, ref. UMB

⁷ Rater fra Fearnleys, Fernbulk 20 USD

⁸ Rater fra Tangen Shipping for transport av 2000 mt fra lokaliteter på Østlandet til Sjursøya

⁹ Estimert rate for skip fra Vestlandet til Sjursøya, basert på Tangen Shipping

Tabell 4. Lagerkostnader

Lagerkostnader	Bio Jet A1/Alkohol	Massevirke/Pellets
Vareverdi	12 000/7 000 kr/tonn	700-720kr/tonn
Ventekostnader	8% av vareverdi	8% av vareverdi
Leiekostnader	72 kr/tonn/år	67 kr/tonn/år

5. Krav og kriterier

En lokalisering må inneha en rekke egenskaper for å være godt egnet for plassering av et biodrivstoffanlegg. Viktige egenskaper å vurdere er:

- Tilgjengelige arealer
- Mulighet for effektiv transport av råstoff til anlegget
- Mulighet for effektiv transport av Bio Jet A1 og andre biprodukter fra anlegget
- Mulighet for kommersiell utnytting av spillvarme
- Synergier ved samlokalisering med annet næringsliv

Kravene til disse egenskapene drives av ulike faktorer som vi nevnte innledningsvis i avsnitt 2.2. Ulike valg av teknologi setter ulike føringer for størrelsen på arealene som må være tilgjengelig. Ulike valg av råstoff legger ulike føringer for hvilken infrastruktur som kreves ved lokaliseringen, osv.

Noen av disse egenskapene vil vi behandle som absolutte. Dette gjelder blant annet krav til at det må finnes tilgjengelige arealer, at lokaliseringen ikke må føre til brudd på miljøkrav etc. Andre krav vil ha en økonomisk konsekvens. Dette gjelder for eksempel behovet for en lokalisering som muliggjør kostnadseffektiv transport av biomasse og Bio Jet A1. Til sist er det egenskaper som ikke kan ansees å være absolutt nødvendige, og som heller ikke er lett å verdsette økonomisk.

I avsnitt 5.1 til 5.3 oppsummeres de viktigste betraktningene og vurderingene knyttet til kriteriene som er lagt til grunn i det videre arbeidet. Kriteriene er beskrevet mer i detaljer i eget vedlegg, se vedlegg 3.

5.1 Absolutte krav til lokalisering

Tilgjengelige arealer

Arealbehovet for et Gassifisering+FT-anlegg er anslått til 350m x 500m pluss nødvendige arealer for mottak og lagring av råstoff¹⁰. Areal for lagring av råstoff er anslått til 100m x 150m (se avsnitt 4 for mer om beregnet arealer til logistikk), og i tillegg er det behov for mottaksareal som kan håndtere lastebiler/tog inn på anlegget. Totalt areal for råstofflogistikk er anslått til å være 100 x 350m. Samlet arealbehov for et Gassifisering+FT-anlegg anslås dermed til 350m x 600m

Arealbehovet for et AtJ-anlegg der også produksjon av alkohol fra biomasse inngår i prosessen er av SINTEF oppgitt til å være om lag det samme som for et Gassifisering+FT-anlegg. Et AtJ-anlegg som ikke skal ta i mot biomasse, men kun oppgradere alkoholer til Bio Jet A1 antas å være mindre, men det er ikke klart hvor mye. I det videre arbeidet har vi derfor lagt 350m x 500m til grunn for et AtJ-anlegg, men behandlet arealkravet noe mindre absolutt.

Med 2020-2025 som horisont kan man ikke være sikker på at arealer som er ledige i dag, vil være ledige når et eventuelt anlegg skal bygges. Vi forsøker å peke ut områder der det er sannsynlig at det i 2020 vil finnes tilgjengelige arealer som er aktuelle lokaliseringer for et produksjonsanlegg for Bio Jet A1.

Vi anser det som krevende å skulle omregulere arealer som opprinnelig er regulert til landbruk, natur, fritid (LNF), boliger etc. Enda mer krevende er det å skulle etablere anlegget innenfor grensene til nasjonalparker, landskapsvernområder, naturreservat, verneområder i sjø og biotopvernområder. For denne studien har vi derfor vurdert det som et absolutt krav at det finnes tilgjengelige arealer i området som ikke kommer i konflikt med nevnte verneområder og LNF-arealer.

Loven om bygging i strandsonen gjør det vanskelig å etablere industrivirksomhet med umiddelbar nærhet til sjøen. Mengden av sjø nære fritidseiendommer i Østfold, inn Oslofjorden og på vestsiden av Oslofjorden helt ned til Sørlandet gjør at vi anser det som tilnærmet umulig å skulle etablere et industrianlegg på områder som ikke allerede er etablert til industriformål i dette kystbeltet. Vi har derfor ikke vurdert den typen lokaliseringer. Andre steder i landet, på Vestlandet og nordover er vår erfaring at etablering av industri innenfor 100m-sonen er lettere å få gjennomført. Vi har derfor ikke anvendt 100m-sonen som like absolutt i disse områdene.

Transportinfrastruktur

Anlegget må ha god tilknytning til transportinfrastruktur. Dette er spesielt viktig for effektivt mottak av råvarer, uten unødvendige omlasteringer av råvarene. Lokaliseringen bør tilfredsstille minst ett, helst flere, av følgende kriterier:

¹⁰ Jfr Värmeforsk sin forstudie for Arlanda, som bekreftes av SINTEF.

1. Rimelig nærhet til europavei, riksvei eller annen vei med god standard som tåler 50-60 lastebiler pr dag
2. Jernbanespor eller sidespor inn på området
3. Mulighet for dypvannskai ved anlegget (Må-krav for anlegg som er avhengig av importert råstoff)

5.2 Økonomiske kriterier

Gassifisering+FT

Det skal transporteres ca 1 mill tonn(50 prosent fuktig) massevirke inn til anlegget. Dette koster om lag 0,60 kr pr km å transportere en fm^3 virke med lastebil¹¹. Fremføringskostnaden med tog er i følge Statens landbruksforvaltning¹² om lag $\frac{1}{3}$ av lastebil og settes til 0,20 kr pr fm^3km . Togtransport involverer større terminalkostnader på grunn av omlasting fra bil til tog, og tog er derfor lønnsomt bare på distanser over ca 130 km (se kapittel 4).

Det koster 0,60 kr pr km å transportere et tonn Bio Jet A1 på lastebil¹³. Imidlertid utgjør volumene (40 000 tonn) under 5 prosent av volumene som skal inn på anlegget. *For hver kilometer som anlegget legges nærmere råvarekilden sparer man grovt regnet 600 000¹⁴ kr i transportkostnader på virketransporten mens Bio Jet A1-transportkostnadene bare øker med 24 000 kr¹⁵, gitt alt annet likt.* Det er altså vesentlig å lokalisere produksjonsanlegget nært råvarekilden. Nærhet til råvare er ca 20 ganger viktigere enn nærhet til Gardermoen (eller annen flyplass) om man bare ser på råvare og Bio Jet A1

Anlegget vil kunne levere ca 400 GWh med spillvarme pr år. En lokalisering der spillvarmen kan selges kommersielt vil gi betydelige inntekter. Der spillvarmen fra biodrivstoffanlegget konkurrerer med annen spillvarme vil prisen erfaringsmessig ligge mellom 15 og 20 øre pr kWh¹⁶. Det gir liten gevinst i et bærekraftperspektiv å erstatte spillvarme fra en kilde med spillvarme fra en annenkilde, så lenge begge kildene fortsetter å produsere spillvarme og det etterspurte behovet er uforandret. Dersom spillvarmen kan erstatte spillvarme fra dedikerte varmekilder slik som fyrkjeler etc kan prisen

¹¹ Kilde: UMB

¹² Kilde: (Statens landbruksforvaltning og Jernbaneverket, 2010)

¹³ For tog er fremføringskostnaden 0,20 kr pr tonnkm, noe som gir enda lavere fremføringskostnader på Bio Jet A1 ift råvaretransporten.

¹⁴ $0,60 \text{ kr pr tonnkm} * 1\,000\,000 \text{ tonn} = 600\,000 \text{ kr pr km}$

¹⁵ I tillegg skal også om lag 30-40 000 tonn nafta og biodiesel transporteres ut av anlegget, men dette forutsettes levert fra anlegg, og taes således ikke inn den bedriftsøkonomiske vurderingen.

¹⁶ Kilde: Multiconsult

ligge mellom 25 og 30 øre pr kWh¹⁷. Det er mer bærekraftig å erstatte varme fra dedikerte fyrkjeler som dermed kan slås av.

Potensielt kan salg av spillvarme gi inntekter på 100 mill¹⁸ kr dersom man får solgt hele volumet på 400 GWh til 0,25 kr/kWh. Inntekter på 100 mill kr fra salg av spillvarme kan teoretisk forsvare en lokalisering inntil 167 km¹⁹ lengre unna råstoffkilden enn en lokalisering nært råvarekilden, som gir 0 kr i inntekt fra salg av spillvarme. *En økning i salget av spillvarme med 10 prosent forsvare en økning i transportavstanden for råstoff med 17 km.*

I praksis er det vanskelig å få solgt så store volumer med spillvarme. Få fjernvarmeanlegg til boliger har behov for så store volumer. De fleste etablerte industriklynger har allerede spillvarme tilgjengelig fra en eller flere aktører i klyngen.

Alcohol-to-Jet

Volumforholdet mellom råstoff og Bio Jet A1 er annerledes for et AtJ-anlegg enn for et Gassifisering+FT-anlegg. AtJ klarer å omgjøre en betydelig større andel av råvarevolumet som går inn i produksjonen til Bio Jet A1, anslagsvis 70 prosent i følge SINTEF. Vektingsforholdet mellom nærhet til råvare og nærhet til Gardermoen (eller annen flyplass) blir svært annerledes. Dessuten er fremføringskostnaden med skip mindre enn den er for transport på bane og vei. Nærhet til råvaren er således mindre viktig. Derimot er det viktig at anleggets lokalisering muliggjør et effektivt mottak av råvare uten unødvendige omlastinger. For AtJ-anlegg har vi derfor primært vurdert lokaliseringer som kan tilby dypvannskai²⁰ slik at etanol eller annet råstoff kan losses rett inn på tanker ved anlegget.

AtJ-prosessen produserer i tillegg til Bio Jet A1, også andre typer fuel samt industridamp. I skrivende stund kan SINTEF ikke anslå volumene på industridamp og heller ikke eksakt hvilke typer fuel. Dette er derfor ikke beskrevet nærmere i denne rapporten.

Fleksibilitet

Et produksjonsanlegg bør være robust ift blant annet sviktende råvaretilgang fra primærkildene. Det er flere måter å sikre seg mot svikt i råvaretilgangen. For eksempel kan anlegget

- være plassert ved en havn som gir mulighet for å motta importert biomasse.
- ha løsninger for frakt av importert biomasse med tog, enten fra havn eller fra Sverige.

¹⁷ Kilde: Multiconsult

¹⁸ 400 GWh * 0,25 kr pr kwh = 100 mill kr

¹⁹ 100 mill kr / 600 000 kr pr tonn = 167 km

²⁰ Oppankringsbøye med rørforbindelse inn til land der anlegget ligger kan vurderes

- ha arealer ved anlegget som muliggjør tilstrekkelig sikkerhetslager.

Behovet for robusthet bør sees i sammenheng med den lokale råvaretilgangen. Gevinsten ved å legge seg ved en havn er at man unngår terminalkostnader knyttet til omlasting fra skip til tog som har en anslått kostnad på 26 kr pr m³. Å lokalisere anlegget nært en havn kan medføre at fremføringsavstanden – og fremføringskostnaden – for den lokale råvaren blir større. Kostnaden knyttet til å fremføre råvaren den ekstra distansen til en havn, må veies opp mot kostnaden man sparer ved å ha anlegget liggende ved en havn slik at man slipper terminalkostnaden knyttet til omlasting av importert råstoff fra båt til tog.

For et anlegg med 50 prosent importandel vil lokalisering ved havn forsvare at anlegget legges inntil 65 km lengre unna den lokale råvaren²¹. En høyere importandel forsvare en lengre avstand fra den lokale råvaren. Ved 75 prosent importandel, eller høyere, utgjør terminalkostnadene en så stor kostnad at anlegget uansett bør ligge ved havn. For anlegg med en lavere importandel, for eksempel 20 prosent, vil det ikke være lønnsomt å flytte anlegget til en havn, dersom dette øker transportavstanden for den lokale råvaren med 12 km eller mer²².

For et anlegg som regner med lav importandel er den beste strategien for å oppnå robusthet å sørge for gode løsninger for mottak av biomasse med tog, og oppbygging av et noe større råvarelager lokalt. Dette vil være rimeligere enn å plassere seg ved en havn dersom dette øker fremføringsavstanden for den lokale råvaren betraktelig.

5.3 Øvrige kriterier

Synergier ved lokalisering i etablerte industriområder

Lokalisering i tilknytning til etablerte industri kan ha mange fordeler som er vanskelig å kvantifisere. For eksempel:

- Synergieffekter gjennom bruk av felles, gjerne eksisterende, infrastruktur
- Felles logistikk dersom flere aktører bruker samme råvare, f.eks rundvirke
- Kompetansemiljø for industrietablering og industriutvikling
- Fokus på industri hos lokale myndigheter
- Etablert kultur og forståelse for industrivirksomhet (skiftarbeid etc) i lokalsamfunnet

²¹ Gitt at lokal råvare transporteres med lastebil til anlegget og at importert råvare ville blitt importert med tog fra havn.

²² Se Vedlegg 3 for utregninger

Det er vanskelig å anslå verdien av slike fordeler og vi gjør ingen forsøk i denne studien på å kvantifisere disse egenskapene ved en aktuell lokasjon. Det får være opp til interessenter i en fremtidig etablering å synliggjøre disse fordelene ved de lokaliseringene som vurderes. *Det understøtter imidlertid vår intensjon fra punkt 5.1 om å finne lokaliseringer i tilknytning til eksisterende industri.*

Støy

Et produksjonsanlegg som skal produsere døgntilførsel må søke om godkjenning for dette og det er et absolutt krav at en slik tillatelse blir innvilget. Om anlegget lokaliseres i tilknytning til industri som allerede har slik godkjenning, antar vi at også biodrivstoffanlegget vil få tillatelse. Ved lokalisering uten tilknytning til annen industri må det gjøres en vurdering av omgivelsene. Om lokaliseringen for eksempel ligger for tett opp mot boligområder er det mindre sannsynlig at tillatelse vil bli gitt. *Det er en fordel om anlegget plasseres nær industri som allerede har slik godkjenning.*

Oslo-navet

Oslo er et trafikalt knutepunkt både for vei og jernbane. Kapasiteten på vei og jernbane gjennom oslo er høy og til tider sprengt. Det jobbes med prosjekter som vil bedre dette, f.eks ny jernbanetunnel, men det er usikkert om dette er på plass i 2020-2025. På lang horisont kan man imidlertid neppe vente at det vil være mye ledig vei og jernbanekapasitet gjennom Oslo-navet. *Et anlegg som forutsetter transport av store råvarevolumer gjennom Oslo-navet vil være lite bærekraftig. Transport av Bio Jet A1 via Oslo-navet er ikke ønskelig, men vil heller ikke være ekskluderende for aktuelle lokasjoner.*

6. Søk

Som beskrevet i punkt 2 begynner søket med å definere noen søkeområder der vi mener det kan ligge aktuelle lokaliseringer. Deretter gjør vi et søk innenfor hvert søkeområde basert på relevant søkestrategi, jfr Tabell 1. Aktuelle lokaliseringer som oppfyller de absolutte kravene vurderes ift de økonomiske kriteriene:

- Nærhet til råvare vs nærhet til Gardermoen, eller annen flyplass
- Importandel vs havn
- Robusthet ift havn, jernbane eller lagerkapasitet
- Kommersiell gevinst fra salg av overskuddsenergi

Til sist gjøres en vurdering av de øvrige kriteriene for å se om det er vesentlige fordeler eller ulemper som bør tas med i vurderingen.

6.1 Søkeområder

Hensikten med søkeområdene er todelt:

1. Identifiser områder som åpenbart vil ha gode egenskaper knyttet enten til lokal råstofftilgang eller havn, samtidig som transport av Bio Jet A1 til Gardermoen eller annen stor norsk flyplass vil kunne gjennomføres kostnadseffektivt.
2. Definere områder slik at aktuelle lokaliseringer innenfor området vil ha mange like egenskaper.

Vi har valgt å ta inn en beskrivelse av alle søkeområdene for å dokumentere hvilke områder som har vært vurdert i delutredningen. Noen søkeområder fremsto tidlig som lite egnet. For disse har vi trukket en delkonklusjon i rapporten som redegjør for hvorfor vi ikke utreder dette søkeområdet videre.

Hedmark

Hedmark defineres som søkeområde for et Gassifisering+FT-anlegg basert på norsk biomasse. Flere ting taler for lokalisering i dette søkeområdet:

- De største områdene med produktiv skog finnes i dette fylket, jfr Figur 2.
- Det er relativt god standard vei- og jernbaneinfrastruktur langs de viktigste transportaksene i søkeområdet.
- Det vil i 2020-2025 være høy kvalitet på vei- og jernbaneinfrastruktur til Gardermoen.
- Det er en fordel at verken transport av biomasse eller av Bio Jet A1 vil belaste Oslo-navet.

Lokalisering i søkeområdet har noen potensielle utfordringer:

- Terskelen for å eksportere virke til Sverige har vist seg å være lav. Dersom virkeprisene i Sverige blir vesentlig høyere enn i Norge, kan det sette leveringssikkerheten av biomasse i fare.
- Det er om lag 140 km til nærmeste havn (Oslo). Det er imidlertid god togforbindelse fra Oslo, men lokalisering nært jernbane blir vesentlig for å ivareta fleksibilitet og robusthet

Buskerud

Søkeområdet vurderes primært som aktuelt for å finne en egnet lokalisering for et Gassifiserings+FT-anlegg. Søkeområdet har flere sterke egenskaper:

- Buskerud har svært store områder med produktiv skog. I følge tall bygget på UMBs rapport²³ vil virkeprisen være omtrent lik som i Hedmark i et scenariet der et slik anlegg etableres i Buskerud.
- Etter nedleggelsen av virksomheten ved Norske Skogsindustrier ASAs fabrikk på Follum er det rom for etablering av ny virkebasert industri i området.
- Relativt god standard på vei- og jernbaneinfrastruktur langs de viktigste transportaksene for råstoff i søkeområdet.
- Bio Jet A1 vil kunne transporteres med lastebil via nye E16 direkte fra Ringerike til Gardermoen, uten å belaste Oslo-navet.

Lokaliseringer i søkeområdet har noen potensielle utfordringer:

- Ved Hønefoss ligger flere industribedrifter som også etterspør lavkvalitetsvirke²⁴. En slik klynge kan gi positive synergieffekter, men kan også gi uønsket høy konkurranse om massevirket i regionen. Dette kan presse råstoffprisene i området opp til et nivå som stiller lønnsomheten til et biodrivstoffanlegg i fare.
- Det er om lag 70 km til nærmeste havn (Drammen). Det er god togforbindelse fra Drammen, men lokalisering nært jernbane blir vesentlig for å ivareta fleksibilitet og robusthet

Grenland & Vestfold

Søkeområdet vurderes som aktuelt både for et Gassifiserings+FT-anlegg basert på norsk og importert trevirke, og for et AtJ-anlegg. Søkeområdet har flere sterke egenskaper:

- Telemark har store områder med produktiv skog. I følge tall bygget på UMBs rapport²⁵ vil virkeprisen ligge anslagsvis 5-10 prosent høyere enn i Hedmark i et scenariet der et slikt anlegg etableres i Telemark.
- Etter nedleggelsen av virksomheten ved Union er det rom for etablering av ny virkebasert industri i området.
- Relativt god standard på vei- og jernbaneinfrastruktur langs de viktigste transportaksene for råstoff i søkeområdet.
- Innen 2025 vil det trolig være dobbelsporet jernbane fra Skien til Gardermoen. På noe sikt vil et nytt jernbanestreck nordvest for Frierfjorden, binde Vestfoldbanen og Sørlandsbanen sammen. Bio Jet A1 vil også kunne transporteres med tog eller eventuelt lastebil via E18/E6 der veistandarden er høy.

^{23,24,25} (Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, 2012)

- Søkeområdet har lang kystlinje, slik at det er kan være mulig å finne lokaliseringer for at AtJ-anlegg med tilknytning til god havn.

Lokaliseringer i søkeområdet har noen potensielle utfordringer:

- I følge UMB vil det ikke være tilstrekkelig tilgjengelige, produktive skogarealer lokalt for leveranse av trevirke til Gassifisering+FT-anlegg. En betydelig andel av biomassen må påregnes å være transportert over lengre avstander fra andre fylker, f.eks Buskerud eller Aust-Agder, eller importert med skip
- Bio Jet A1-transport på bane eller vei vil belaste Oslo-navet. Alternativ transport med skip til Sjursøya og tog videre til Gardermoen vil kunne være aktuelt, men vil kreve minst en ekstra omlasting ved terminalen på Sjursøya.

Østfold

Søkeområdet vurderes primært som aktuelt både et AtJ-anlegg, men mulighetene for et Gassifiserings+FT-anlegg basert på norsk og importert trevirke undersøkes også. Søkeområdet har flere sterke egenskaper:

- Relativt god standard på vei- og jernbaneinfrastruktur langs de viktigste transportaksene
- Innen 2025 vil det trolig være dobbelsporet jernbane fra Halden til Gardermoen, for transport av Bio Jet A1. Etablering av Brynsdiagonalen vil kunne lede drivstofftoget utenom Oslo-navet.
- Søkeområdet har lang kystlinje, slik at det er kan være mulig å finne lokaliseringer for anlegg med tilknytning til god havn.

Lokaliseringer i søkeområdet har noen potensielle utfordringer:

- I følge UMB vil det ikke være tilstrekkelig tilgjengelige, produktive skogarealer for et Gassifisering+FT-anlegg i Østfold. En betydelig andel av biomassen må påregnes å være transportert fra andre fylker på jernbane, eller importeres med skip.
- Alternativ transport med skip til Sjursøya og tog videre til Gardermoen vil kunne være aktuelt, men vil kreve minst én ekstra omlasting ved terminalen på Sjursøya.

Romerike

Søkeområdet vurderes primært som aktuelt for å finne en egnet lokalisering for et Gassifiserings+FT-anlegg. Søkeområdet har flere sterke egenskaper:

- Avstanden til Gardermoen er kort.
- Det er høy standard på vei- og jernbaneinfrastruktur i søkeområdet.
- Bio Jet A1 vil kunne transporteres med tog eller lastebil på E6 direkte fra Romerike til Gardermoen, uten å belaste Oslo-navet. Potensielt kan det finnes lokasjoner som ligger så nært Gardermoen at man kan se for seg leveranser av Bio Jet A1 til Gardermoen via rør.

- Fjernvarmenettet ved Lillestrøm, kan muligens bli koblet sammen med nettet i Lørenskog og Oslo på lang sikt. Et slikt nett ville hatt kapasitet til å ta unna store deler av spillvarmen fra et Gassifiserings+FT-anlegg, gitt at man fant arealer langt sør i søkeområdet.

Lokaliseringer i søkeområdet har noen potensielle utfordringer:

- Det er ikke tilstrekkelige skogarealer i søkeområdet. Råstoff vil måtte hentes med bil og tog over relativt store avstander fra Hedmark, Buskerud eller andre områder.
- Det om lag 20-70 km til nærmeste havn (Oslo), der importert biomasse kan lastes om til tog for videre transport til anlegget.
- Arealene på Romerike er i stor grad utnyttet til landbruk og det er vanskelig å finne tilgjengelige arealer

Delkonklusjon: *Det er veldig vanskelig å finne tilgjengelige arealer. Nærhet til råstoff er mye viktigere enn nærhet til Gardermoen, jfr 5.2. Råstofftransportkostnadene for et anlegg på Romerike vil være så store sammenliknet med for eksempel Hedmark og Buskerud at vi har valgt å ikke gå videre med søkeområdet Romerike.*

Nord-Trøndelag

Søkeområdet vurderes primært som aktuelt for å finne en egnet lokalisering for et Gassifisering+FT-anlegg. Søkeområdet har flere sterke egenskaper:

- Nord-Trøndelag har svært store områder med produktiv skog.
- Relativt god standard på vei- og jernbaneinfrastruktur langs de viktigste transportaksene for råstoff i søkeområdet.
- God vei for transport av Bio Jet A1 til Trondheim Lufthavn Værnes.
- Mulighet for transport av Bio Jet A1 med jernbane til Gardermoen.
- Langs Trondheimsfjorden vil det muligens finnes muligheter for dypvannskai for import av råstoff.

Lokaliseringer i søkeområdet har noen potensielle utfordringer:

- I Skogn ligger en stor papirfabrikk eid av Norske skogindustrier. Den etterspør en stor andel av uttaksvolumet fra skogområdene i Nord-Trøndelag. I følge UMB vil det ikke være tilstrekkelig volumer tilgjengelig i søkeområdet for et biodrivstoffanlegg så lenge papirfabrikken er i drift.

Delkonklusjon: *Basert på informasjon fra UMB om virkesituasjonen i Nord-Trøndelag valgte vi å ikke gå videre med søkeområdet Nord-Trøndelag.*

Vestlandet

Et biodrivstoffanlegg på Vestlandet vil kunne levere Bio Jet A1 primært til Flesland og Sola. Volumet av Jet A1 ved disse to flyplassene er stort nok til å forsvare et eget anlegg med god skalaøkonomi på Vestlandet.

Søkeområdet vurderes som aktuelt både for et AtJ-anlegg og Gassifisering+FT-anlegg. Til et Gassifisering+FT-anlegg som skal produsere 50 mill liter Bio Jet A1, må man ha ca 1 000 000 m³ fast biomasse. Det er potensiale for økt uttak av trevirke frem mot 2020-30 på Vestlandet²⁶, men potensielt uttaksvolum tilsier i følge UMB at importandelen for et slikt anlegg likevel vil bli høy (70-80 prosent). Tidlige konklusjoner fra LMCs rapport om importert biomasse indikerer imidlertid at det er mulig å importere store volumer biomasse til Norge til en lav pris pr kWh. Vi utelukker derfor ikke et importbasert Gassifisering+FT-anlegg. For et AtJ-anlegg med tilsvarende Bio Jet A1 kapasitet må man importere bare 70 000 m³ etanol eller (iso)butanol. Søkeområdet har flere sterke egenskaper:

- Vestlandet har lang kystlinje, slik at det er kan være mulig å finne lokaliseringer for anlegg med tilknytning til god havn.
- Det finnes en del områder regulert for industri nært sjøen, med godt utbygde dypvannskai-anlegg
- Områder har gode forutsetninger for en skipsbasert logistikk-løsning der råstoff transporteres inn med skip og Bio Jet A1 transporteres til Bergen lufthavn Flesland og Stavanger lufthavn Sola med skip.

Lokaliseringer i søkeområdet har noen potensielle utfordringer:

- Jernbaneinfrastrukturen er begrenset. Det går ingen direkte togforbindelse til verken Flesland eller Sola. Veiinfrastrukturen er under utbygging, blant annet oppgraderes E39, men i 2020 vil det fortsatt være en del fergesamband langs Vestlandskysten.
- Ved Sola er det per i dag ingen infrastruktur for mottak av flydrivstoff fra skip.

6.2 Lokaliseringer til vurdering

Etter at søkeområdene nå er definert er neste steg å søke etter aktuelle lokaliseringer i søkeområdene. De søkeområdene vi jobber videre med er

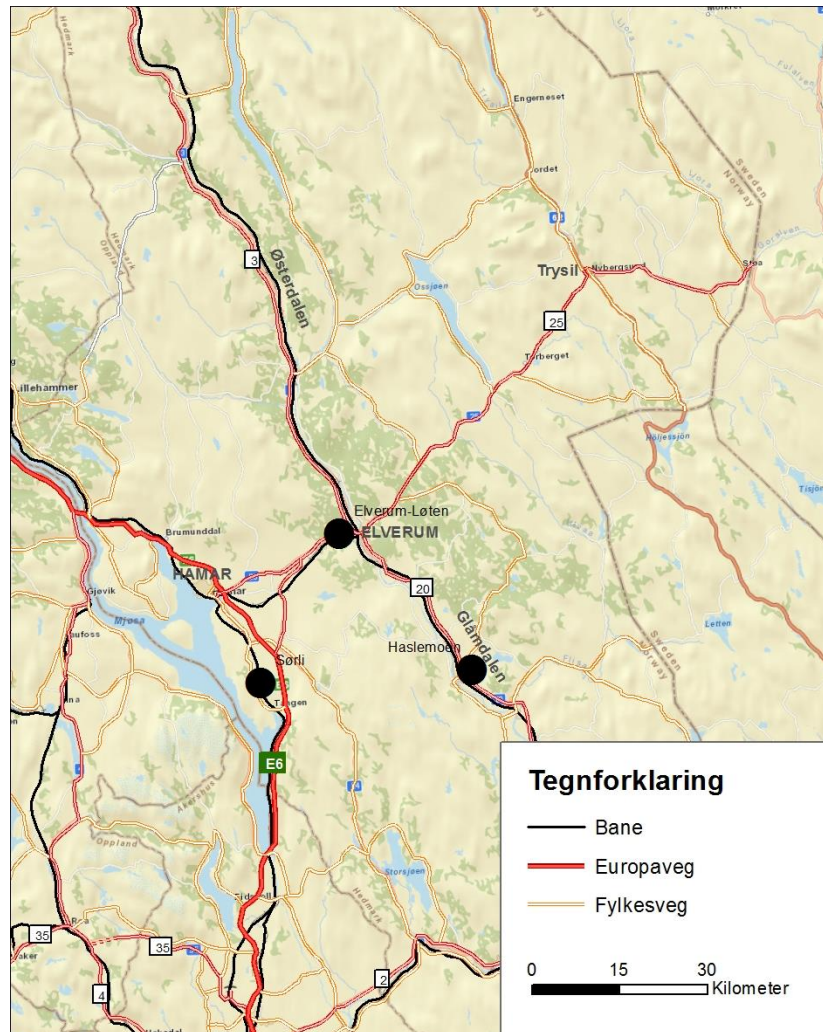
- Hedmark
- Buskerud
- Grenland & Vestfold
- Østfold

²⁶ (SINTEF Teknologi og samfunn, 2011)

- Vestlandet.

Søkeområdene Romerike og Nord-Trøndelag er ikke vurdert i det videre arbeider. Romerike hadde for lang avstand til de store produktive skogarealene. I Nord-Trøndelag vurderte vi den lokale råvaretilgangen som for begrenset som følge av konkurransen med Norske Skogindustrier.

Hedmark



I Hedmark vil den største andelen av lokalt råstoff kommer fra Glåmdalen, Trysil og Østerdalen. Veiene fra disse tre områdene møtes i Elverum. Fra Elverum går det vei og jernbane til Gardermoen. Søkestrategien har vært å søke etter tilgjengelige arealer rundt Elverum, og langs jernbanelinjen og langs riksveien/europaveien vestover, og siden sørover, mot Gardermoen. Det er en del jordbruksarealer i dette området, men på strekningen mellom Elverum og Løten er det tilgjengelige arealer. I tillegg virket det å være tilgjengelige arealer i området rundt Sørli tømmerterminal ved jernbanelinjen nær Stange. Vi tok også med Haslemoen ved Våler i Glåmdalen, fordi også der så ut til å være tilgjengelige arealer som ville kunne reguleres til industriformål.

Vi vurderte deretter de tre stedene opp mot hverandre:

- **Sørli** ligger 30-40 km nærmere Gardermoen enn Elverum, langs vei og jernbane fra Elverum mot Oslo. Sørli har ingen spesielle fortrinn fremfor Elverum-Løten og Haslemoen, og blir dermed et dårligere alternativ på grunn av råvaretransportkostnadene.
- **Haslemoen** ligger 30 km sør for Elverum ved Våler i Glåmdalen. Det korter ned transportavstanden for virke fra Glåmdalen, men øker transportavstanden for virke fra Østerdalen og Trysil tilsvarende. Avstanden til Gardermoen økes også med 30 km. Haslemoen har ingen andre spesielle trinn i forhold til Elverum-Løten, og blir dermed et dårligere alternativ.
- **Elverum-Løten** ligger tett opp mot knutepunktet for råvaretransporten, det har god transportinfrastruktur både på vei og jernbane, og transport til Gardermoen kan gå utenom Oslo-navet. Elverum-Løten velges derfor som mest aktuelle lokalisering i søkeområdet.

	Elverum-Løten	Sørli	Haslemoen
Absolutte krav			
Tilgjengelige arealer			
Transportinfrastruktur			
Økonomiske kriterier (Innbyrdes rangering i søkeområdet)			
Tilgang til lokal råvare	1	1	1
Råvaretransport	1	2	2
Bio Jet A1 transport	2	1	3
Fleksibilitet/robusthet	1	1	2
Øvrige kriterier			
Etablert industri	1	2	2
Støy	1	2	2
Oslo-navet	1	1	1

Delkonklusjon: Elverum-Løten utredes nærmere som den mest aktuelle lokalisering i søkeområdet Hedmark for et biodrivstoffanlegg basert på Gassifisering+FT-teknologi. Elverum-Løten ligger nærmere råvarekildene enn de to andre lokaliseringene

Buskerud



I Buskerud vil den største andelen av lokalt råstoff komme fra områdene rundt Hønefoss. Hønefoss ligger sentral plassert og har generelt god stander på vei. Det går også jernbane til Oslo, Gjøvik, Drammen og Bergen. Det er ingen klare alternativer til Hønefoss i søkeområdet. Søkestrategien har vært å søke i området rundt Hønefoss, i rimelig nærhet til jernbanespor og riksvei/europavei.

Norske Skogindustriens fabrikker ved Follum er lagt ned, og det er naturlig å vurdere disse arealene. I utgangspunktet er Follumtomten for trang, men Treklyngen oppgir at det samarbeides med Ringerike kommune om å utvide arealene rundt Follum. Det satses på å bygge opp en industriklynge for virkebasert industri. Som et alternativ er også Eggemoen vurdert. Begge lokaliseringer har god vei og jernbaneinfrastruktur.

Vi vurderte deretter de to lokaliseringene opp mot hverandre:

- Eggemoen er plassert et lite stykke unna den øvrige industriaktiviteten på Hønefoss. På Eggemoen etableres det i følge Treklyngen en noe annen type industri og næringsvirksomhet enn det et produksjonsanlegg for biodrivstoff representerer.

- Follum blir i følge utkast til reguleringsplan liggende midt i en industriklynge bygget opp rundt skogbasert biomasse. Her vil man kunne utnytte felles infrastruktur, logistikkapparat, og transportveier. Vi rangerer derfor Follum som et bedre alternativ enn Eggemoen i søkeområde Buskerud.

	Follum	Eggemoen
Absolutte krav		
Tilgjengelige arealer		
Transportinfrastruktur		
Økonomiske kriterier (Innbyrdes rangering i søkeområdet)		
Tilgang til lokal råvare	1	1
Råvaretransport	1	1
Bio Jet A1 transport	1	1
Fleksibilitet/robusthet	1	1
Øvrige kriterier		
Etablert industri	1	2
Støy	1	2
Oslo-navet	1	1

Delkonklusjon: Follum ved Hønefoss utredes nærmere som den mest aktuelle lokalisering i søkeområde Buskerud for et biodrivstoffanlegg basert på Gassifisering+FT-teknologi.

Grenland & Vestfold



I søkeområde Grenland & Vestfold ser vi etter aktuelle lokaliseringer både for et AtJ-anlegg og et Gassifisering+FT-anlegg. Begge

Et AtJ-anlegg vil i utgangspunktet være basert på 100 prosent import av alkoholer. Det er usikkerhet rundt størrelsen på arealet som kreves for et AtJ-anlegg, ettersom det ikke eksisterer kommersielle fullskala-anlegg pr i dag. Vi har tatt utgangspunkt i de samme arealene som for et Gassifisering+FT-anlegg. Imidlertid ekskluderer vi ikke aktuelle AtJ-lokaliseringer, der tilgjengelig arealer ligger noe under det definerte kravet.

Et Gassifisering+FT-anlegg i dette søkeområdet vil måtte påregne en betydelig importandel, kanskje omkring 50 prosent eller mer. De viktigste produktive skogarealene i Telemark ligger i snitt 50-100 km fra havn. Vi velger derfor å lete etter aktuelle lokaliseringer som ligger i tilknytning til havn.

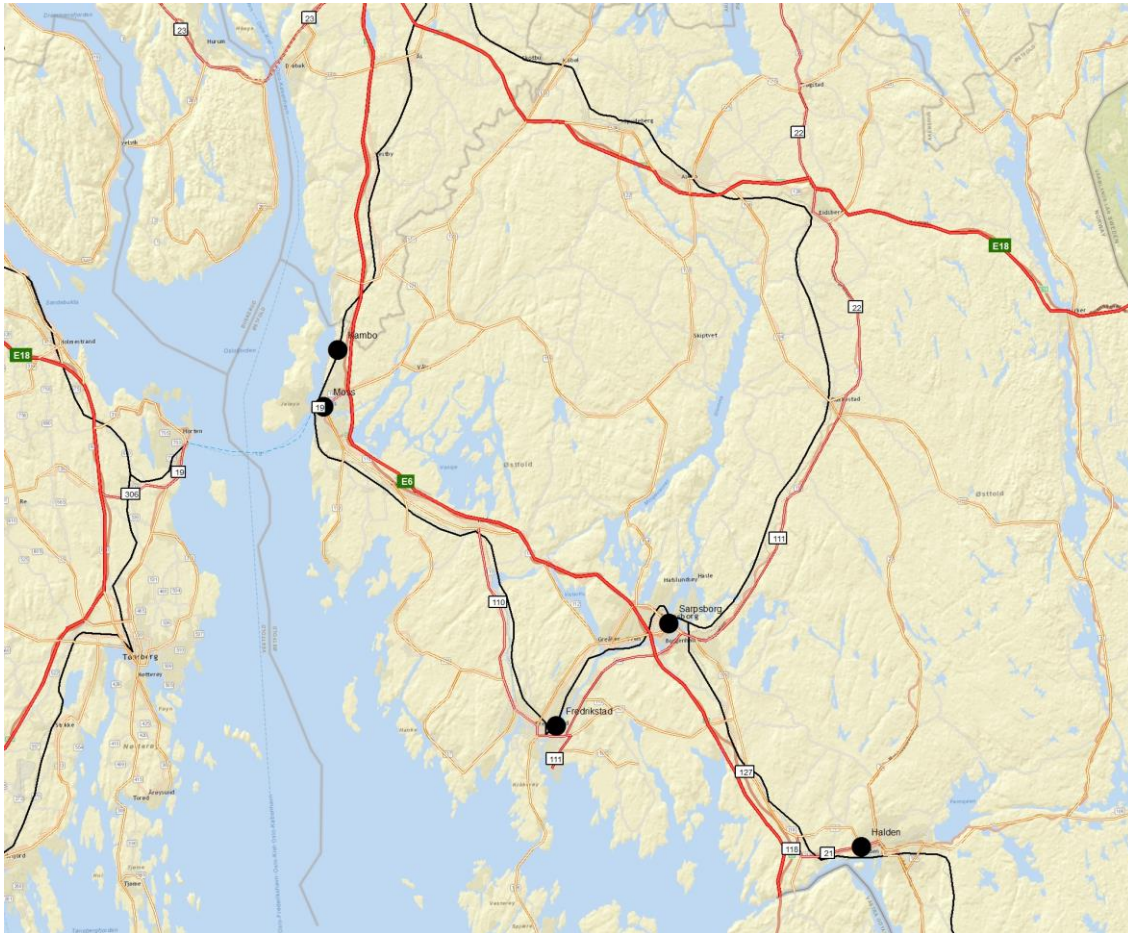
Søkestrategien i dette søkeområdet har vært å lete etter tilgjengelige arealer med tilknytning til havn. De fleste aktuelle lokaliseringer kommer dermed i konflikt med strandloven. Vi har imidlertid funnet noen lokaliseringer som har blitt vurdert:

- **Langøya**, utenfor Holmestrand. Langøya i dag deponi for farlig avfall. Etter hvert som deponiet fylles opp, kan det tenkes at det ble tilgjengelige arealer på Langøya. Langøya har imidlertid ingen infrastruktur for vei eller jernbane. All logistikk, ikke bare råstoff og ferdigvarer, men også arbeidskraft og innsatsvarer for øvrig vil måtte transporteres med båt. Det anses som lite hensiktsmessig. Langøya regnes derfor ikke som en spesielt aktuell lokalisering.
- **Slagentangen**. Her ligger Essos anlegg som leverer drivstoff til Sjursøya pr båt. Det er for langt til produktive skogarealer, så lokaliseringen vurderes for et AtJ-anlegg. All råstoff og ferdigvare ville blitt transportert med skip. Areal situasjonen er imidlertid vanskelig. Det anses ikke som sannsynlig at Esso vil finne plass på innsiden av sitt område. På utsiden av Essos område er det en vernet skog. Vi anser derfor ikke at det er tilgjengelige arealer på Slagentangen.
- **Frierfjorden** – Rundt Frierfjorden i Grenland ligger en stor industriklynge fordelt på blant annet Herøya, Rafnes, Rønningen og Skjærkøya. Felles for alle disse fire stedene er at de har god tilgang til havn og de har om lag samme avstand til lokalt trevirke fra Telemark. Området har lang tradisjon for tung industrivirksomhet. I Industriklyngen finnes infrastruktur, kompetanse, erfaring og ressurser etc som et biodrivstoffanlegg kan dra nytte av. Porsgrunn og Skien har fjernvarmenett som kan kjøpe spillvarme fra anlegget. Per i dag nyter imidlertid fjernvarmenettet i Porsgrunn allerede godt av tilgjengelig spillvarme fra Herøya. En sammenkobling med nettet i Skien vil kunne gi bedre muligheter for salg av spillvarme.
 - **Herøya** er den eneste lokaliseringen rundt Frierfjorden som har jernbaneinfrastruktur. Det er også noe kortere distanse til Porsgrunn for påkobling til fjernvarmenett. På Herøya er det imidlertid trangt om plassen, og i følge Herøya Industrial Park passer ikke nødvendigvis et biodrivstoffanlegg inn i den industrimiksen de ønsker å bygge på Herøya.
 - Arealene ved **Rafnes, Rønningen og Skjærkøya** på vestsiden av Frierfjorden disponeres av INEOS. INEOS oppgir at det er virksomheten ved Rønningen som primært vil kunne ha samlokaliseringseffekter med et biodrivstoffanlegg. Arealene som er tilgjengelige ved Rønningen pr i dag er ca 70 mål, pluss diverse eksisterende infrastruktur i form av tanker, kaianlegg, administrasjonsbygg etc. 70 mål er for lite til å romme et Gassifisering+FT-anlegg, men vil muligens kunne romme et AtJ-anlegg. INEOS disponerer ferdig regulerte, tilstrekkelig store områder som kan tilrettelegges for et Gassifisering+FT-anlegg, men dette kreve opparbeiding av arealer blant annet ved omfattende masseforflytning og infrastrukturinvesteringer. Ved Rønningen vil det være tilgjengelig hydrogen, som særlig trengs til en Gassifisering+FT-prosess. Det går rørledning i tunnel under Frierfjorden fra Rønningen til Herøy der det er jernbaneinfrastruktur. Rørledningen har dimensjoner som kan brukes for transport av Bio Jet A1 til Gardermoen, Det er usikkert om det er ledig rørkapasitet i 2020, og om eksisterende kapasitet kan utvides. Alternative transportmuligheter for Bio Jet A1 vil være lastebil, lastebil til Herøya eller båt fra Rønningen til Sjursøya.

	Langøya	Slagentangen	Herøya	Rafnes	Rønningen	Skjærkøya
Absolutte krav						
Tilgjengelige arealer ²⁷	Neppe tilgjengelig 350 x 600 m	Ikke tilgjengelige arealer	Neppe tilgjengelig 350 x 600 m	Ikke tilgjengelig 350 x 600 m	Mulig å opparbeide 350 x 600 m	Ikke tilgjengelig 350 x 600 m
Transportinfrastruktur	Ingen jernbane eller vei					
Økonomiske kriterier (Innbyrdes rangering i søkeområdet)						
Tilgang til lokal råvare	2	2	1	1	1	1
Råvaretransport, lokal	3	2	1	1	1	1
Tilgang til importert råvare	1	1	1	1	1	1
Bio Jet A1 transport	2	2	1	2	2	2
Fleksibilitet/robusthet	1	1	1	1	1	1
Øvrige kriterier						
Etablert industri	3	1	1	2	1	3
Støy	2	1	1	1	1	1
Oslo-navet	1	1	1	1	1	1

Delkonklusjon: Rønningen på vestsiden av Frierfjorden og Herøya er de to mest aktuelle lokaliseringene. Herøya Industrial Park mener et biodrivstoffanlegg passer bedre inn på Rønningen enn på Herøya. Rønningen utredes derfor nærmere som den mest aktuelle lokalisering i søkeområdet Grenland & Vestfold for et biodrivstoffanlegg basert på AtJ-teknologi.

²⁷ Ikke tilgjengelige arealer for et Gassifisering+FT-anlegg som krever 350 x 600 m, inkl råvarelogistikk. Men et AtJ-anlegg kan muligens settes opp på et noe mindre areal.



Søkeområdet vurderes primært for et AtJ-anlegg, men mulighetene for et Gassifisering+FT-anlegg basert på norsk og importert trevirke undersøkes også. Som for Grenland vil et Gassifisering+FT-anlegg måtte kalkulere med en relativt høy importandel. Det søkes derfor primært etter lokaliseringer med havn. Som for vest siden av Oslofjorden utgjør strandsonen en betydelig begrensning også i Østfold. Søket må derfor fokusere mest på arealer i nærheten av de store byene der det er regulert for industrivirksomhet. Som for Grenland har vi på grunn av usikkerheten rundt arealbehovet for et AtJ-anlegg ikke ekskludert lokaliseringer der tilgjengelig areal er noe mindre enn det påkrevde arealet på 350 x 600 m. Vi vurderte 5 lokaliseringer:

- Halden – I Halden ligger Norske Skogindustri's Saugbruk. Det er, slik vi bedømmer det, ingen ledige arealer i området rundt Halden for et stort produksjonsanlegg for biodrivstoff.
- Sarpsborg – Her ligger Borregaard industrier som også baserer sin produksjon på trevirke. Det er, slik vi bedømmer det, ingen ledige arealer i området rundt Sarpsborg for et stort produksjonsanlegg for biodrivstoff.
- Fredrikstad – Her ligger Øra Næringspark med god dypvannskai. Øra Industripark AS oppgir av om lag 40-50 mål vil kunne være tilgjengelig for et biodrivstoffanlegg. I tillegg til disse arealene kan Øra Industripark tilby tankkapasitet i eksisterende tanker. Arealene er ikke

store nok ift et Gassifiserings-FT-anlegg. Lastebiler som skal levere tømmer til Øra vil måtte kjøre mer enn 10 km gjennom mer eller mindre tettbebygget strøk. Det anses ikke som en god løsning og et eventuelt Gassifisering+FT-anlegg vil måtte basere seg primært på importert biomasse. Det kan tenkes at arealene ved Øra er store nok for et AtJ-anlegg. Det vil være vanskelig å legge jernbanespor inn til områdene ved Øra. Som For Rønningen i Grenland vil Bio Jet A1 måtte transporteres enten med lastebil til Gardermoen (eller Rygge), lastebil til jernbane, eller via båt til Sjursøya og tog derfra til Gardermoen.

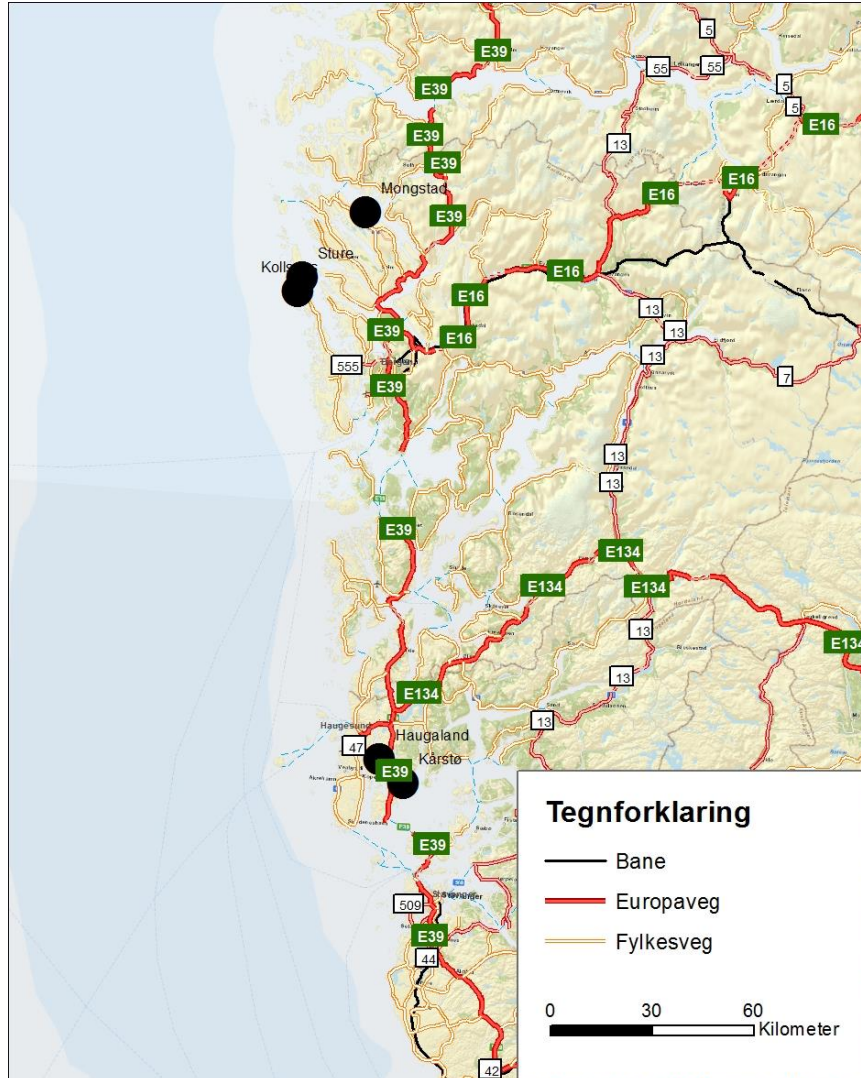
- Moss – Her lå tidligere Peterson fabrikker, som nå er nedlagt. Arealene til Peterson er nå omregulert til boligformål. Dermed er det, slik vi bedømmer det, ingen ledige sjø nære arealer i området rundt Moss for et stort produksjonsanlegg for biodrivstoff.
- Kambo – Ligger litt nord for Moss, ved jernbanelinjen og med kaianlegg. Her det imidlertid ikke tilstrekkelige arealer, med mindre man gjør omfattende sprengningsarbeider. Det anses å være en dyr løsning som ikke er aktuell. Det er, slik vi bedømmer det, ingen ledige arealer i området rundt Kambo for et stort produksjonsanlegg for biodrivstoff.

	Halden	Sarpsborg	Fredrikstad	Moss	Kambo
Absolutte krav					
Tilgjengelige arealer ²⁸	Ikke tilgjengelige arealer	Ikke tilgjengelige arealer	Ikke tilgjengelig 350 x 600 m	Ikke tilgjengelige arealer	Ikke tilgjengelige arealer
Transportinfrastruktur					
Økonomiske kriterier (Innbyrdes rangering i søkeområdet)					
Tilgang til lokal råvare	1	1	1	1	1
Råvaretransport, lokal	1	1	2	2	1
Tilgang til importert råvare	1	1	1	1	1
Bio Jet A1 transport	1	1	2	1	1
Fleksibilitet/robusthet	1	1	1	1	1
Øvrige kriterier					
Etablert industri	1	1	1	2	2
Støy	1	1	1	2	2
Oslo-navet	1	1	1	1	1

²⁸ Ikke tilgjengelige arealer for et Gassifiserings+FT-anlegg som krever 350 x 600 m, inkl råvarelogistikk. Men et AtJ-anlegg kan muligens settes opp på et noe mindre areal.

Delkonklusjon: Øra ved Fredrikstad utredes nærmere som den mest aktuelle lokalisering i søkeområde Østfold for et biodrivstoffanlegg basert på AtJ-teknologi.

Vestlandet



Søkeområdet er først og fremst tenkt som et område hvor et importbasert anlegg kan etableres. Bergen lufthavn Flesland og Stavanger lufthavn Sola vil være primærkundene av Bio Jet A1. Jernbaneinfrastrukturen er dårlig i området, og vil neppe kunne benyttes mellom de lokaliseringene vi vurderer. Veinettet er kronglete og mange steder må man påregne ferge. På sikt vil blant annet E39 bli fergefri og bli en effektiv transportrute. Et anlegg må allikevel primært basere seg på transport av råvarer pr skip. For Bio Jet A1 må man påregne at maks en av flyplassene kan nåes ved fergefritt samband.

Det finnes en rekke industriområder med gode dypvannskaier i søkeområdet:

- Kårstø – er mottaksanlegg for naturgass fra Nordsjøen. Anlegget ligger på nordsiden av Boknafjorden. Naturkraft AS oppgir at det ikke er tilgjengelige arealer inn på Kårstø sitt område.
- Haugaland Næringspark ligger 8 km nordvest for Kårstø. Her etableres en ny næringspark for arealkrevende og tung industri. Haugaland Næringspark oppgir at de har 5000 mål tilgjengelig som er regulert til næringsformål. Kapasiteten ved dypvannskaiaen vil bli stor. Per i dag er det lite industri som er etablert her, men Haugaland opplyser at det vil bli base for større logistikkoperasjoner til Nordsjøen. Næringsparken vil bli liggende sentralt plassert langs E39 nord-sør og E134 øst-vest mellom Haugesund og Drammen, via Haukeli. Med Rogfast, som kan bli ferdigstilt før 2025, vil Haugaland ha fergefri forbindelse til Sola.
- Kollsnes/Sture – Nord i Øygarden utenfor Bergen ligger Kollsnes ilandføringsanlegg og Sture Olje terminal. I området ligger også Kollsnes næringspark. Næringsparken oppgir at det er tilstrekkelige arealer i dette området, og det finnes flere dypvannskaier. I tillegg til ilandføringsanlegget og oljeterminalen er det noe etablert industri som potensielt kan tenkes å ville kjøpe spillvarme, om enn i beskjedne volumer.
- Mongstad – Ligger om lag 50 km nord for Bergen i Fensfjorden. Her ligger Statoils store produksjonsanlegg. Det er tilgjengelige arealer i området med gode havnefasiliteter. En spennende mulighet med samlokalisering med Mongstad er muligheten for å sende CO₂ fra biodrivstoffproduksjonen til deponeringsanlegget for CO₂ ved Mongstad.

	Kårstø	Haugaland	Kollsnes/Sture	Mongstad
Absolutte krav				
Tilgjengelige arealer ²⁹				
Transportinfrastruktur				
Økonomiske kriterier (Innbyrdes rangering i søkeområdet)				
Tilgang til lokal råvare	1	1	1	1
Råvaretransport, lokal	1	1	1	1
Tilgang til importert råvare	1	1	1	1
Bio Jet A1 transport	1	1	1	1
Fleksibilitet/robusthet	1	1	1	1
Øvrige kriterier				
Etablert industri	1	2	1	1
Støy	1	1	1	1
Oslo-navet	1	1	1	1

²⁹ Ikke tilgjengelige arealer for et Gassifiserings+FT-anlegg som krever 350 x 600 m, inkl råvarelogistikk. Men et AtJ-anlegg kan muligens settes opp på et noe mindre areal.

Tre av de fire lokaliseringene har store arealer tilgjengelig. Vestlandet kan således ha potensiale for å etablere et Gassifisering+FT-anlegg ved havn. LMCs rapport antyder at blant annet «Urban Wood Waste» kan leveres til Oslo for 0,14 NOK pr kWh. Det er etter alt å dømme billigere enn hva man betaler pr kWh for norsk massevirke levert til anlegg. Arealtilgjengeligheten åpner også for at et AtJ-anlegg etablert ved en av disse lokaliseringene senere kan utvides til også å omfatte prosessen som produserer alkohol fra biomasse.

Delkonklusjon: *Det er en rekke gode lokaliseringalternativer på Vestlandet som vil kunne tilby gode forhold for et bioproduksjonsanlegg. Vi mener Haugaland kanskje har et lite fortrinn fremfor de andre på grunn av*

- *svært store tilgjengelige arealer*
- *mulighet for anlegget å etablere seg som leverandør av fjernvarmeleverandør til en stor klynge av industribedrifter*
- *Noe bedre veiinfrastruktur på sikt*
- *Mulighet for å motta LNG-gass fra Kårstø som kan benyttes til å produsere Hydrogen*
- *Mer sentralt plassert mellom Sola og Flesland enn de andre alternativene*

6.3 Mest aktuelle lokaliseringer

Fra våre søk gjennom de fem søkeområdene har vi altså funnet en rekke lokaliseringer som vi har vurdert:

Hedmark

Aktuelle lokaliseringer: Elverum-Løten, Sørlig tømmerterminal, Haslemoen

Mest aktuelle lokalisering: Elverum-Løten

Begrunnelse: Elverum-Løten har samme nærhet til infrastruktur som Sørli. Elverum-Løten ligger nærmere råvarekildene enn Sørli og Haslemoen.

Buskerud

Aktuelle lokaliseringer: Follum og Eggemoen

Mest aktuelle lokalisering: Follum

Begrunnelse: Lokalisering ved Follum gir større nærhet til relevant industri enn lokalisering ved Eggemoen.

Grenland & Vestfold

Aktuelle lokaliseringer: Langøya, Slagentangen, Herøya, Rafnes, Rønningen og Skjerkøya

Mest aktuelle lokalisering: Rønningen

Begrunnelse: Herøya og Rønningen er de beste alternativene. Herøya Industrial Park mener det er mest hensiktsmessig å plassere et biodrivstoffanlegg ved Rønningen.

Østfold

Aktuelle lokaliseringer: Halden, Sarpsborg, Fredrikstad, Moss, Kambo

Mest aktuelle lokalisering: Fredrikstad

Begrunnelse: Kun Øra ved Fredrikstad som har tilgjengelige arealer. Arealene på 40-50 mål er for små for et Gassifisering+FT-anlegg, men kan være tilstrekkelige for et AtJ-anlegg. Det avhenger av arealbehovet.

Vestlandet

Aktuelle lokaliseringer: Kårstø, Haugaland, Kollsnes og Mongstad

Mest aktuelle lokalisering: Haugaland Næringspark

Begrunnelse: Både Haugaland, Kollsnes og Mongstad har tilgjengelige arealer og nødvendig dypvannskai. Haugaland ligger mer sentralt plassert ift Sola og Flesland. Oppbygging av en ny industripark i Haugaland gir mulighet for å etablere produksjonsanlegget som leverandør av spillvarme til hele næringsparken. Veiinfrastrukturene i 2020 antas å være bedre rundt Haugaland enn rundt Kollsnes og Mongstad.

Figur 5 viser de mest aktuelle lokaliseringene. I kapittel 7 følger en overordnet stedsutredning og logistikkanalyse for delokaliseringen vi har vurdert som mest aktuelle i de fem søkeområder.

Figur 5. Mest aktuelle lokaliseringer

Søkeområde	Mest aktuelle lokalisering	Teknologi	Råvare
Hedmark	Elverum-Løten	Gassifisering+FT	Lokalt trevirke
Buskerud	Follum	Gassifisering+FT	Lokalt trevirke
Grenland & Vestfold	Rønningen	AtJ	Importert alkohol
Østfold	Øra, Fredrikstad	AtJ	Importert alkohol
Vestlandet	Haugaland	AtJ/Gassifisering+FT	Importert alkohol/ Importert biomasse

7. Situasjonsbeskrivelse og Logistikkutredning

I kapittel 7 gir vi en grov situasjonsbeskrivelse av de utvalgte lokaliseringene fra punkt 6.3. Videre gir vi en beskrivelse av logistikk-kostnader beregnet for de ulike lokasjonene. Formelverk og forutsetninger for logistikkberegningene er gitt i vedlegg 1 og 2. De viktigste forutsetningene er oppsummert under hver lokasjonsbeskrivelse.

7.1 Elverum

Beskrivelse av lokaliseringen

Elverum-Løten vurderes som den beste lokaliseringen i søkeområde Hedmark. Et anlegg lokalisert her vil kunne utnytte de store virkevolumene som er tilgjengelige i Hedmark.

Elverum kommune har oppgitt at Grundsetmoen 3 km nord for Elverum som en lokalisering der et produksjonsanlegg for Bio jet A1 kunne vært plassert. Området ligger langs riksvei 3 mot Trondheim og noen hundre meter fra jernbanelinjen mellom Hamar og Røros. Kriteriet om god transportinfrastruktur og tilgjengelige arealer er således oppfylt.

Elverum er navet der råvaretransportene fra Østerdalen, Trysil og Glåmdalen møtes, og Elverum er derfor det stedet i regionen som antas å ha den kortest mulige gjennomsnittlige transportavstanden fra uttakssted til anlegg, av de vurderte lokaliseringene i søkeområdet.

Tall fra UMB viser at virkesprisene pr i dag er relativt høye i Hedmark pr i dag. UMB har bygget en modell som anslår virkesprisene etter at et anlegg har blitt etablert. Modellen viser at Hedmark er det området der prisene ventes å stige minst. Faktisk kan det se ut til at Hedmark er det fylket der et fremtidig produksjonsanlegg kan vente å få de laveste virkeprisene, levert anlegg.

Robusthet er viktig. Svikt i den lokale virketilgangen må påregnes. Vi har ikke estimater på hvor ofte en slik svikt vil inntreffe. For Elverum har vi lagt til grunn at slik svikt vil inntreffe relativt sjelden. Elverum har ingen havn knyttet til anlegget. Det er mulig å bringe importert tømmer med tog fra havn ved Oslo-fjorden. I tillegg er arealene ved Grundsetmoen store nok til at et betydelig sikkerhetslager kan etableres, hvis ønskelig. Anlegget anses derfor å ha forutsetninger for å bli robust mot svikt i virketilgangen, selv om det ikke ligger ved en havn.

Ved Grundsetmoen ligger det pr i dag en næringsmiddelprodusent. Denne vil kunne være avtaker av spillvarme i form av damp. Per i dag sitter vi ikke på informasjon om at et produksjonsanlegg for biodrivstoff vil kunne levere damp, men det kan endre seg i fremtiden. I tillegg vil Elverum fjernvarmeanlegg vil kunne være avtaker for noe av spillvarmen.

Ettersom Grundsetmoen ikke ligger nært noe boligområde og ettersom kommunen har stilt seg positiv til at et slikt anlegg etableres på Grundsetmoen ser vi det som sannsynlig at nødvendige tillatelser knyttet til industriell virksomhet, støy-forurensning vil bli innvilget.

Per i dag er industrivirksomheten ved Grundsetmoen begrenset. Elverum kommune oppgir imidlertid at det er en betydelig mengde annen virkebasert industri i området, som kan gi synergieffekter.

Transport av Bio Jet A1 vil kunne gjøres med tog, og på den måten benytte eksisterende infrastruktur ved Gardermoen. Transport med tankbil er også mulig.

En lokalisering ved Elverum vil i liten grad belaste Oslo-navet med økt trafikk.

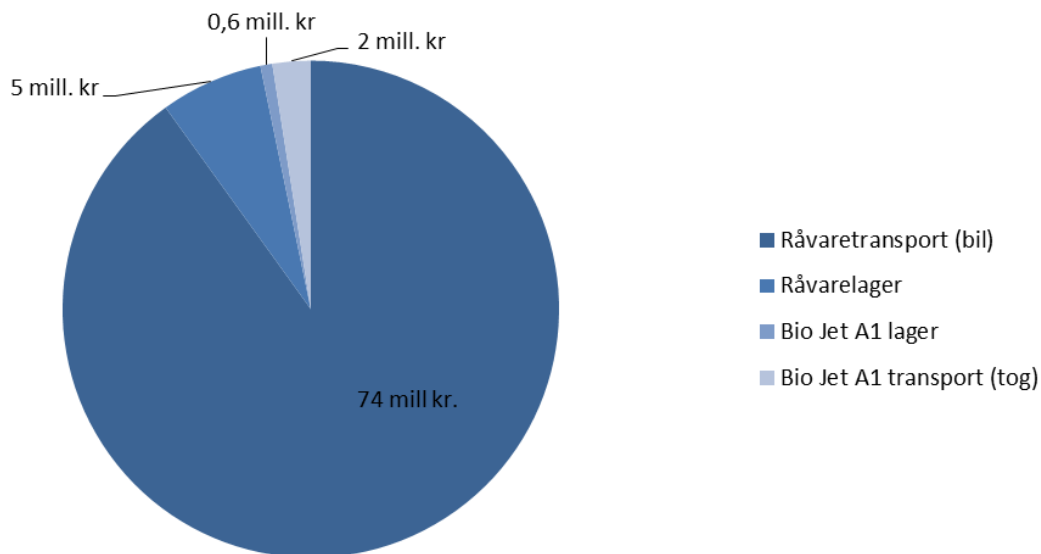
Logistikkberegninger

Logistikkberegningene baserer seg på transport av massevirke inn til anlegg med bil, og transport av Bio Jet A1 ut av anlegg med tog. Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

- For å produsere 50 mill liter Bio Jet A1, kreves det 1 888 040 MWh/1 120 000m³ massevirke³⁰.
- 100 prosent norsk massevirke
- Transport av råvare er estimert til gjennomsnittlig 70 km med en framføringskostnad på 0,6 kr/m³km og en terminalkostnad på 24 kr/m³
- En måneds sikkerhetslager av massevirke
- Lagerkostnader (vente+leie) massevirke er 0,3 øre/kWh ved bruk av bil
- Lagerkostnader (vente+leie) Bio Jet A1 er 1,2 øre/liter ved bruk av tog
- Tog har en framføringskostnad på 0,025 øre/literkm. I tillegg kommer terminalhåndtering på 1,5 øre liter.
- Avstanden Elverum-Gardermoen er ca 100 km.

³⁰ Brennverdi tørt tømmer 4MWh/tonn. Man kan forvente at massevirke transportert er mellom 40-50% fuktig, noe som vil gi en lavere brennverdi (2-2,1MWh/tonn) og en høyere vekt/m³. Vekten øker ca proporsjonalt med synkende brennverdi. Vi legger til grunn her en 30% økning i vekt.

Figur 6. Fordeling av logistikkostnader for Elverum, inkl. råvarekostnader



Årlige logistikk-kostnader for Elverum vil være ca 82 mill kr gitt transport av råvare inn med bil og transport av Bio Jet A1 ut med tog. Dette gir en logistikkpris per liter i underkant av ca 1,6 kr.

Anlegget på Elverum vil ha behov for 50-60 biler som leverer massevirke hver dag. Det er videre behov for ett tog i uken for distribusjon av Bio Jet A1 til Gardermoen.

Det vil kreve et lagringsareal for massevirke på ca 21 000 m², og et lagringsareal som har plass til en tank på 2000 m³ for lagring av Bio Jet A1, samt lagring for biprodukt, sannsynligvis i samme størrelsesorden.

Beregningene forutsetter at man kan tappe direkte fra produksjonsanleggets lager av JetA1 til tog. Dette vil mest sannsynlig kreve investering i jernbanespor inne på produksjonsanlegget, til hovednettet, og kostnader for dette er ikke inkludert.

7.2 Hønefoss

Beskrivelse av lokaliseringen

Hønefoss vurderes som den beste lokaliseringen i søkeområde Buskerud. Et anlegg lokalisert her vil kunne utnytte de store virkevolumene som er tilgjengelige i Buskerud og Oppland.

Norske Skogindustriers tomt ved Follum regnes som det beste alternativet, gitt at planene om utvidelse realiseres. Follum ligger langs E16 og har jernbanelinje som passerer igjennom området. Kriteriet om god transportinfrastruktur og tilgjengelige arealer er således oppfylt.

Hønefoss ligger sentralt plassert i de store skogområdene som finnes rundt Hønefoss, i de to dalførene som møtes ved Hønefoss og for mottak av trevirke fra vest-Oppland.

Tall fra UMB viser at virkesprisene pr i dag er litt lavere i Buskerud enn de er i Hedmark. Dette henger trolig sammen med den økte avstanden til Svenskegrensa, der prisen er høyere. UMB har utviklet en modell som anslår virkesprisene etter at et anlegg har blitt etablert. Modellen viser at prisene i Buskerud stiger noe mer enn prisene stiger ved tilsvarende etablering i Hedmark. Prisnivået etter en utbygging vil trolig være temmelig likt i Hedmark og Buskerud.

Robusthet er viktig. Svikt i den lokale virketilgangen må påregnes. Vi har ikke estimater på hvor ofte en slik svikt vil inntreffe. For Hønefoss har vi lagt til grunn at slik svikt vil inntreffe relativt sjelden. Hønefoss har ingen havn knyttet til anlegget. Det er mulig å bringe importert tømmer med tog fra havn ved Oslofjorden. I tillegg virker arealene ved Follum å bli store nok til at et betydelig sikkerhetslager kan etableres, hvis ønskelig. Anlegget anses derfor å ha forutsetninger for å bli robust mot svikt i virketilgangen, selv om det ikke ligger ved en havn.

Mulighetene for å få solgt all overskuddsvarmen fra produksjonen er usikker. Det er vanskelig å identifisere aktører som kan ta unna store volumer med lavtemperatur spillvarme. Hønefoss fjernvarmeanlegg vil kunne ta unna noe spillvarme.

Ettersom Follum ligger i et etablert industriområde vil anlegget kunne regne med å få de nødvendige tillatelser til utslipp av støy.

Ved Hønefoss er det en omfattende industriklynge som er bygget opp rundt trevirke. Her vil det være potensiale for synergieffekter knyttet til felles infrastruktur, felles logistikk og transportløsninger, deling av kompetanse og erfaring. Samtidig er det mange andre aktører i klyngen som etterspør samme type råstoff som biodrivstoffanlegget, og det kan presse råstoffprisene opp i perioder.

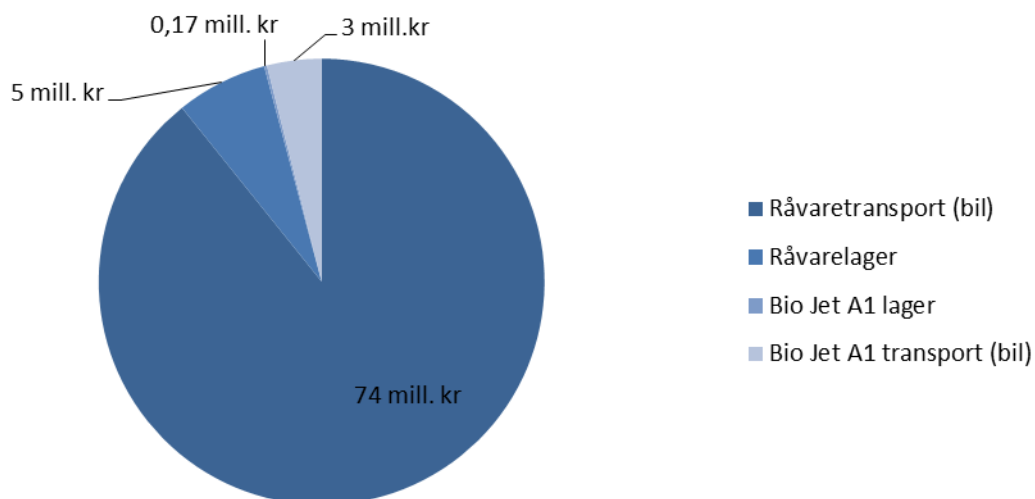
Transport av Bio Jet A1 vil kunne gjøres med tog, og på den måten benytte eksisterende infrastruktur ved Gardermoen. Dette vil imidlertid belaste Oslo-navet. Et bedre alternativ vil være å transport Bio Jet A1 med tankbil via nye E16 over Jevnaker til Gardermoen.

Logistikkberegninger

Logistikkberegningene baserer seg transport av råvare inn med bil og transport av Bio Jet A1 til Gardermoen med tankbil. Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

- For å produsere 50 mill liter Bio Jet A1, kreves det 1 888 040 MWh/1 120 000m³ massevirke³¹.
- 100% norsk massevirke
- En måneds sikkerhetslager av massevirke
- Transport av råvare er estimert til gjennomsnittlig 70km med en framføringskostnad på 0,6kr/m³km og en terminalkostnad på 24kr/m³
- Lagerkostnader (vente+leie) massevirke er 0,3 øre/kWh ved bruk av bil
- Lagerkostnader (vente+leie) Bio Jet A1 er 0,4 øre/liter ved bruk av bil
- Tankbil for Jet A1 har en framføringskostnad på 0,07 øre/literkm. I tillegg kommer terminalkostnad på 1,5 øre/liter
- Avstanden Hønefoss-Gardermoen er ca 72km på veg.

Figur 7. Fordeling av logistikkostnader for Hønefoss



³¹ Brennverdi tørt tømmer 4MWh/tonn. Man kan forvente at massevirke transportert er mellom 40-50% fuktig, noe som vil gi en lavere brennverdi (2-2,1MWh/tonn) og en høyere vekt/m³. Vekten øker ca proporsjonalt med synkende brennverdi. Vi legger til grunn her en 30% økning i vekt.

Årlige logistikk-kostnader for Hønefoss vil være ca 83 mill. kr gitt transport av råvare inn med bil og Bio Jet A1 ut med tankbil til Gardermoen. Dette gir en logistikkpris per liter på ca 1,7 kr.

Anlegget på Hønefoss vil ha behov for 50-60 biler som leverer massevirke hver dag. Det er videre behov for 3 tankbiler daglig for distribusjon av Bio Jet A1 til Gardermoen. Sammenlignet med Elverum, vil en distribusjon av Bio Jet A1 med bil gi dyrere transportkostnader, men grunnet hyppigere frekvens på utkjøringen, gi lavere lagerkostnader.

Det vil kreve et lagringsareal for massevirke på ca 21 000 m², og et lagringsareal som har plass til en tank på 300 m³ for lagring av Bio Jet A1, samt lagring for biprodukt, sannsynligvis i samme størrelsesorden.

7.3 Grenland

Beskrivelse av lokaliseringen

Rønningen ligger plassert på vestsiden av Frierfjorden. Anlegget vil være basert på AtJ-teknologi og importert råstoff. Det er råstoffgrunnlag i Telemark til å etablere et Gassifisering+FT-anlegg med ca 50 prosent andel med lokalt råstoff. Det er regulerte arealer på Rønningen som er store nok for et Gassifisering+FT-anlegg, men omfattende investeringer må påregnes før disse arealene er opparbeidet og tilgjengelige. INEOS oppgir at det er om lag 70 mål tilgjengelig innenfor de etablerte industriarealene ved Rønningen. Om dette er tilstrekkelig plass til et AtJ-anlegg avhenger av hvor store arealer et slikt AtJ-anlegg krever.

Rønningen har god tilgang til havn. Pr i dag kan den ta i mot skip med 6 m dybde. Den kan utvides til å ta imot skip med inntil 10 m dybde. Frierfjorden har innseiling for Panamax fartøy. Dette sikrer robusthet for anlegget ift råvareleveranser.

Bio Jet A1 transporteres billigst med tog fra Grenland til Gardermoen. Pr i dag er det imidlertid ingen jernbaneforbindelse på vestsiden av Frierfjorden. Det jobbes med en jernbanestrekning som skal gå på nordsiden av Frierfjorden og skal binde sammen Vestfoldbanen med Sørlandsbanen. Det vil være aktuelt å knytte seg til denne linjen med et sidespor. Denne strekningen er foreløpig ikke inne i Nasjonal Transportplan, og anses dermed som relativt usikker. Det er en mulighet å knytte seg til Herøya med rør under Frierfjorden. Per i dag eksisterer det noe rørkapasitet som neppe vil bli utvidet. Det er usikkert om et anlegg etablert i 2020 vil få tilgang til denne rørkapasiten. Bio Jet A1 må dermed transporteres ut av området, enten med skip til Sjursøya og tog videre til Gardermoen, eller med lastebil fra Rønningen til Gardermoen. Disse to alternativene koster omtrent det samme. Vi foreslår en tredje, delt løsning med en lagringstank på Herøya, tilknyttet jernbanen. Én tankbil kan dermed bringe Bio Jet A1 fra Rønningen til Herøya, 3-4 ganger per dag. Deretter kan et tanktog hente drivstoffet fra Herøya med 1-2 ukers frekvens. Det planlegges dobbeltsporet jernbane fra Skien til Gardermoen. Transporten av Bio Jet A1 vil belaste Oslo-navet

Dersom AtJ-anlegget kan levere industridamp vil det kunne omsettes kommersielt ved Rønningen. Lavtemperatur spillvarme er vanskeligere å få solgt.

Ettersom Rønningen er et etablert industriområde vil anlegget kunne regne med å få de nødvendige tillatelser til utslipp av støy.

I Grenland er det en omfattende industriklynge som er bygget opp rundt tung industri. Her vil det være potensiale for synergieffekter knyttet til felles infrastruktur, felles logistikk og transportløsninger, deling av kompetanse og erfaring.

Logistikkberegninger

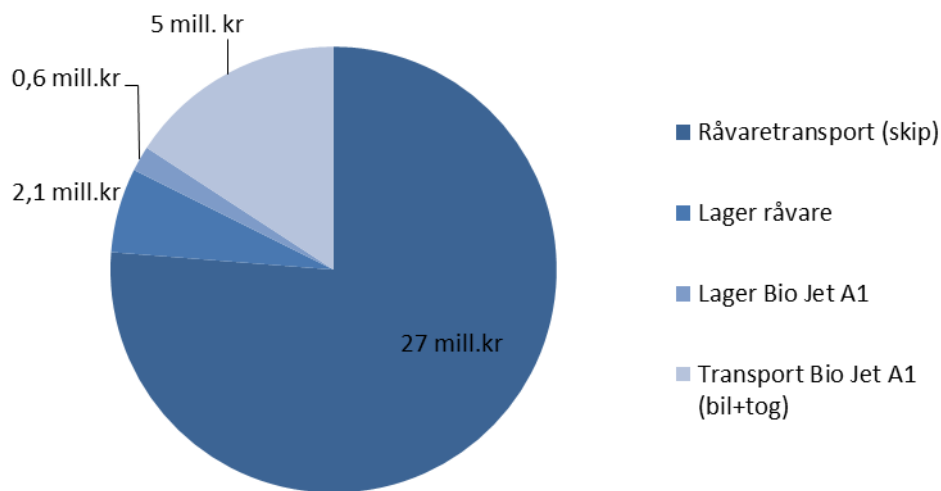
Logistikkberegningene baserer seg importert alkohol med skip inn på anlegg, og en løsning med bil og tog ut av anlegget for distribusjon av Bio Jet A1. Følgende forutsetninger ligger til grunn:

- For å produsere 50 mill liter Bio Jet A1, kreves det 688 595 MWh/98 367³² tonn alkohol.
- 100 prosent importert Anhydrous ethanol med en transportkostnad på 48\$/mt³³
- Lagerkostnader (vente+leie) alkohol er 0, 3 øre/kWh, gitt skipsstørrelse på 2000 mt.
- Lagerkostnader (vente+leie) Bio Jet A1 er 1,2 øre/liter for tog/bil.
- Tankbil for Bio Jet A1 har en fremføringskostnad på 0,07 øre/literkm. I tillegg kommer terminalkostnad på 1,5 øre/liter
- Tog har en framføringskostnad på 0,025 øre/literkm. I tillegg kommer terminalhåndtering på 1,5 øre liter. For å benytte tog i Grenland, må Bio Jet A1 først lastet om på bil. Avstand med bil til tog er 18 km. Ved en slik løsning triples terminalkostnaden grunnet tanking fra anlegg til bil, fra bil til tank på togterminal og fra tank til tog.
- Avstanden Grenland-Gardermoen er ca 210 km.

³² Brennverdi alkohol er 7MWh/tonn

³³ LMC for Avinor. Kostnaden er beregnet for levering i Oslo. I rapporten heter det kostnadene med å transportere alkohol med skip fra Rotterdam til Oslo utgjør kun 10%. Det er derfor grunn til å anta at differansen i kostnadene for levering i Grenland i stedet for i Oslo er minimale. Vi bruker en kurs på 5,63 NOK/USD. 1000 liter alkohol = 1m³ = 0,79 tonn.

Figur 8 Fordeling av logistikk-kostnader for Grenland



Årlige logistikk-kostnader for Grenland ligger på ca 34 mill. kr avhengig av hvilket transportmiddel som brukes til leveranse av Bio Jet A1. Dette gir en logistikkpris per liter på ca 0,7 kr.

Anlegget i Grenland vil basere seg på import av alkohol, og har behov for ett skip i uken av 2000 mt. Det er videre behov for 21 tankbiler til å fylle opp ett tog i uken for distribusjon av Bio Jet A1 til Gardermoen.

Det vil kreve et lagringsareal med plass til en tank på ca 5000 m³ for råvaren (alkohol), og et lagringsareal som har plass til en tank på 2000 m³ for lagring av Bio Jet A1.

7.4 Fredrikstad

Beskrivelse av lokaliseringen

Øra industriområde ligger sørvest for Fredrikstad sentrum. Et anlegg her vil være basert på AtJ-teknologi og importert råstoff. Arealene ved Øra er noe begrenset og rommer ikke et anlegg på 350 x 600m. Om det er plass til et AtJ-anlegg avhenger av hvor store arealer et slikt AtJ-anlegg krever.

Øra har god tilgang til havn. Pr i dag kan den ta i mot skip med 10 m dybde. Dette sikrer robusthet for anlegget ift råvareleveranser.

Bio Jet A1 transporteres billigst med tog fra Fredrikstad til Gardermoen. Pr i dag er det imidlertid ingen jernbaneforbindelse på sørsiden av Glommas utløp der Øra ligger. Det er neppe aktuelt å

strekke et sidespor over Glomma til Øra. I utgangspunktet på Bio Jet A1 dermed transporters ut av området, enten med skip til Sjursøya og tog videre til Gardermoen, eller med lastebil fra Øra til Gardermoen. Disse to alternativene koster omtrent det samme. Vi foreslår en tredje, delt løsning med en lagringstank i Fredrikstad, tilknyttet jernbanen. Én tankbil kan dermed bringe Bio Jet A1 fra Øra til tankterminalen 3-4 ganger per dag. Deretter kan et tog hente drivstoffet fra tankterminalen med 1-2 ukers frekvens. Det planlegges dobbeltsporet jernbane fra Halden til Gardermoen. Transporten av Bio Jet A1 vil belaste Oslo-navet

Dersom AtJ-anlegget kan levere industridamp vil det kunne omsettes kommersielt ved Øra. Lavtemperatur spillvarme er vanskeligere å få solgt.

Ettersom Øra er et etablert industriområde vil anlegget kunne regne med å få de nødvendige tillatelser til utslipp av støy.

Logistikkberegninger

Logistikkberegningene baserer seg importert alkohol med skip inn på anlegg, og en løsning med bil til togterminal og tog videre til Gardermoen for distribusjon av Bio Jet A1. Følgende forutsetninger ligger til grunn:

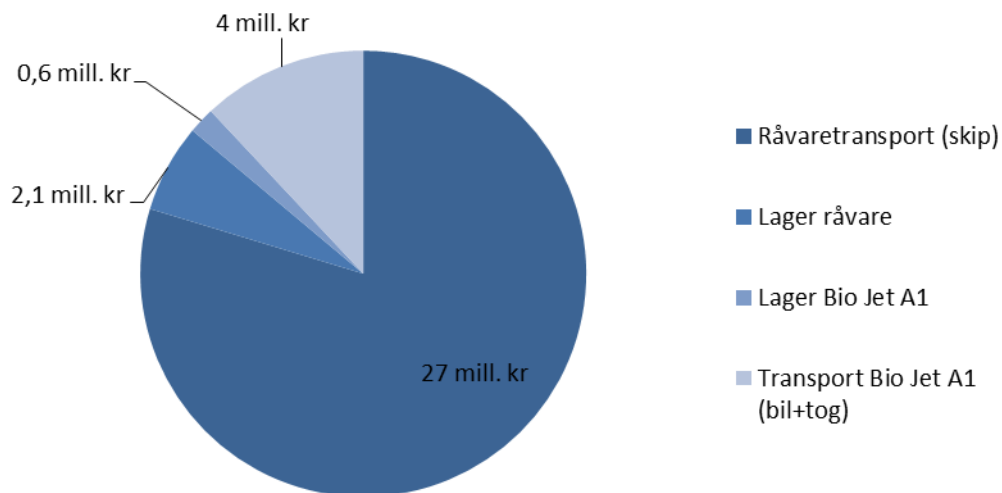
- For å produsere 50 mill liter Jet A1, kreves det 688 595 MWh fra alkoholen/98 367³⁴ tonn alkohol.
- 100% importert Anhydrous ethanol med en transportkostnad på 48\$/mt³⁵
- Lagerkostnader (vente+leie) alkohol er 0, 3 øre/kWh
- Lagerkostnader (vente+leie) Bio Jet A1 er 1,2 øre/liter for skip.
- Frakt av Jet A1 med tog fra Fredrikstad krever tanking av Bio Jet A1 på bil til tank på togterminal og videre med tog til Gardermoen. Ved en slik løsning triples terminalkostnaden grunnet tanking fra anlegg til bil, fra bil til tank på togterminal og fra tank til tog
- Tankbil for Jet A1 har en fremføringskostnad på 0,07 øre/literkm. I tillegg kommer terminalkostnad på 1,5 øre/liter
- Tog har en framføringskostnad på 0,025 øre/literkm. I tillegg kommer terminalhåndtering på 1,5 øre liter.

³⁴ Brennverdi alkohol er 7MWh/tonn

³⁵ LMC for Avinor. Kostnaden er beregnet for levering i Oslo. I rapporten heter det kostnadene med å transportere alkohol med skip fra Rotterdam til Oslo utgjør kun 10%. Det er derfor grunn til å anta at differansen i kostnadene for levering i Grenland i stedet for i Oslo er minimale. Vi bruker en kurs på 5,63 NOK/USD. 1000 liter alkohol = 1m³ = 0,79 tonn.

- Avstanden Fredrikstad-Gardermoen er ca 130 km.

Figur 9. Fordeling av logistikkostnader for Fredrikstad



Årlige logistikk-kostnader ligger på ca 33 mill. kr hvis alkohol importeres med skip, og Bio Jet A1 distribusjon løses med bil til togstasjon og videre med tog til Gardermoen. Dette gir en logistikkpris per liter på ca 0,7 kr.

Anlegget i Fredrikstad vil basere seg på import av alkohol, og har behov for ett skip i uken av 2000 mt. Det er videre behov for 21 biler og 1 tog i uken for distribusjon av Bio Jet A1 til Gardermoen.

Det vil kreve et lagringsareal med plass til en tank på ca 5000 m³ for råvaren (alkohol), og et lagringsareal som har plass til en tank på 2000 m³ for lagring av Bio Jet A1.

7.5 Vestlandet

Beskrivelse av lokaliseringen

Et anlegg på Vestlandet vil bli basert på importert biomasse eller alkohol. Kravene til lokaliseringen er derfor primært store tilgjengelige arealer med tilhørende dypvannskai. Utover dette så bør mulighetene for kommersiell utnytting av spillvarme/industridamp prioriteres. Som beskrevet tidligere så har vi identifisert flere egnede lokaliseringer på Vestlandet som oppfyller disse kravene.

For denne delutredningen har vi vurdert at Haugaland er den mest aktuelle lokaliseringen, men understreker at et anlegg også vil kunne settes opp på to av de andre stedene som er vurdert.

Haugaland Næringspark består av 5000 mål som er ferdig regulert til næringsformål. Noen detaljreguleringer gjenstår. Næringsparken retter seg primært mot arealkrevende og fremtidsrettet industri. Næringsparken har uttrykt at et biodrivstoffanlegg vil passe godt inn i næringsparkens profil. Svært lite industri er etablert foreløpig, men Næringsparken oppgir at det vil komme en relativt omfattende logistikkbasefunksjon der. I tillegg vil det kunne komme petrokjemisk industri. Næringsparken har avtale med Kårstø om leveranser av naturgass til Haugaland. Naturgass kan blant annet brukes til å produsere hydrogen som vil være en viktig input-faktor i et slikt anlegg, særlig hvis det er basert på Gassifisering+FT-teknologi.

De fleste industriklynger har en eller to aktører som leverer varme til de andre aktørene. Det gjør det krevende for en ny aktør som biodrivstoffanlegget å etablere seg i en klynge og få solgte lavtemperatur spillvarme. I en ny næringspark som denne kan biodrivstoffanlegget være tidlig etablert og bli hovedleverandør av varme til eksisterende og nye aktører som etablerer seg.

Vi ser det som sannsynlig at nødvendige tillatelser til døgkontinuerlig støy-utslipp blir innvilget i Haugaland Næringspark.

RogFast er navnet på en veiforbindelse som planlegges lagt i tunnel under Boknafjorden. Det vil være et viktig steg i å gjøre E39 fergefri, når man kan kjøre fergefritt fra Stavanger til Haugesund. Haugaland er plassert tett ved nye E39. RogFast skal opp til beslutning i Stortinget 2014, og kan stå klar i 2022. Hordfast er under planlegging og vil tidligst stå klar i 2025. Den gir fergefri forbindelse fra Haugesund til Bergen.

Bio Jet A1 vil primært bli levert til Flesland og Sola med skip. Flesland har allerede infrastruktur for å motta drivstoff med skip. Sola har ikke det, men flyplassen ligger nært sjøen slik at den type infrastruktur kan etableres hvis det er vilje til det. Tankbil vil være mulig alternativ transporttype til både Sola og Flesland.

[Logistikkberegninger AtJ-anlegg](#)

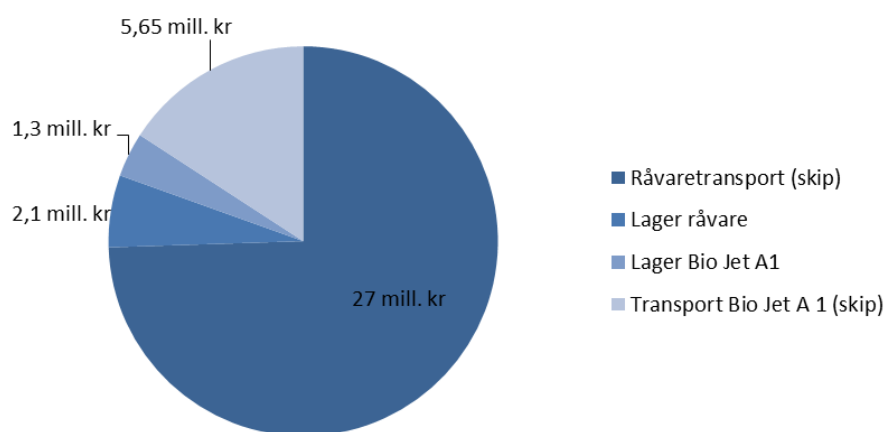
Logistikkberegningene baserer seg importert alkohol med skip inn på anlegg, og en løsning med skip til Flesland eller Sola for distribusjon av Bio Jet A1. Følgende forutsetninger ligger til grunn:

- For å produsere 50 mill. liter Jet A1, kreves det 688 595 MWh fra alkoholen/98 367³⁶ tonn alkohol.

³⁶ Brennverdi alkohol er 7MWh/tonn

- 100% importert Anhydrous ethanol med en transportkostnad på 48\$/mt³⁷
- Lagerkostnader (vente+leie) alkohol er 0,3 øre/kWh
- Lagerkostnader (vente+leie) Bio Jet A1 er ,2,6 øre/liter for skip.
- Anlegget leverer 25 mill. liter Bio Jet A1 til Sola, og 25 mill. liter til Flesland.
- Frakt av Bio Jet A1 med skip fra Haugaland til Sola er estimert til å ha samme pris som fra Fredrikstad til Sjursøya, grunnet lignende distanse, på 270 000 kr, inkl. lasting/lossing. Et skip tar 2000 tonn, og vi har behov for ca 10 skip i året.
- Frakt av Bio Jet A1 med skip fra Haugaland til Flesland er estimert til å ha samme pris om fra Grenland til Sjursøya, grunnet lignende distanse, på 295 000 kr inkl. lasting/lossing. Et skip tar 2000 tonn, og vi har behov for ca 10 skip i året.

Figur 10 Fordeling av logistikkostnader AtJ anlegg Haugaland til Sola og Flesland



Årlige logistikk-kostnader vil ligge på 36 mill kr gitt importert alkohol og distribusjon av Bio Jet A1 til Flesland og Sola, som gir en logistikk-kostnad per liter på ca 0,7 kr. Differansen i kostnadene for leveranse til Sola og Flesland er 25 000 kr per 2000 tonn, som vil utgjøre ca 10 øre/liter. Dette betyr at selv om man hadde forutsatt en annen fordeling av Bio Jet A1 til Sola og Flesland, hadde det ikke utgjort en stor kostnadsendring. AtJ anlegget på Haugaland vil basere seg på import av alkohol, og har behov for ett skip i uken av 2000 mt. Det er videre behov for ett skip til Sola og ett skip til Flesland hver måned, for distribusjon av Bio Jet A1.

³⁷ LMC for Avinor. Kostnaden er beregnet for levering i Oslo. I rapporten heter det kostnadene med å transportere alkohol med skip fra Rotterdam til Oslo utgjør kun 10%. Det er derfor grunn til å anta at differansen i kostnadene for levering på Vestlandet i stedet for i Oslo er minimale. Vi bruker en kurs på 5,63 NOK/USD. 1000 liter alkohol = 1m³=0,79 tonn.

Dette vil kreve et lagringsareal med plass til en tank på ca 5000 m³ for råvaren (alkohol), og et lagringsareal som har plass til en tank på 4000 m³ for lagring av Bio Jet A1.

Logistikkberegninger FT-anlegg

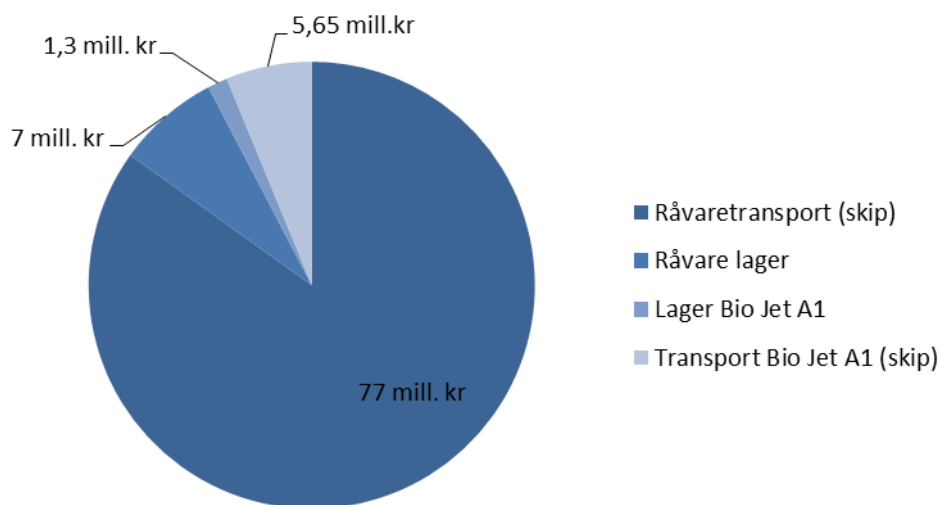
Logistikkberegningene baserer seg importert wood chips (40%) med skip inn på anlegg, og en løsning med skip til Flesland eller Sola for distribusjon av Bio Jet A1. Følgende forutsetninger ligger til grunn:

- For å produsere 50 mill liter Bio Jet A1, kreves det 1 888 040 MWh/405 142³⁸ tonn biomasse.
- 100 prosent importert wood-pellets med fraktpris på \$33,8/mt³⁹.
- Wood-pellets blir importert med pelletsskip i størrelsen 45 000 tonn. Denne forutsetningen gjør at lagerkostnadene for wood pellets blir høyere enn for norsk råvare.
- Lagerkostnader (vente+leie) wood pellets er 0,35 øre/kWh ved bruk av skip
- Lagerkostnader (vente+leie) Bio Jet A1 er 2,6 øre/liter ved bruk av skip
- Anlegget leverer 25 mill. liter Bio Jet A1 til Sola, og 25 mill. liter til Flesland.
- Frakt av Bio Jet A1 med skip fra Haugaland til Sola er estimert til å ha samme pris som fra Fredrikstad til Sjursøya, grunnet lignende distanse, på 270 000 kr, inkl. lasting/lossing. Et skip tar 2000 tonn, og vi har behov for 10 skip i året.
- Frakt av Bio Jet A1 med skip fra Haugaland til Flesland er estimert til å ha samme pris om fra Grenland til Sjursøya, grunnet lignende distanse, på 295 000 kr inkl. lasting/lossing. Et skip tar 2000 tonn, og vi har behov for 10 skip i året.

³⁸ Basert på en brennverdi på tørt pellets på 4,8MWh/tonn. Vi anslår at 40% fuktig pellets veier ca 30% mer enn tørt pellets, og gir dette i påslag for tonn pellets som importeres.

³⁹ LMC for Avinor. Kostnaden er beregnet for levering i Oslo. I rapporten heter det kostnadene med å transportere alkohol med skip fra Rotterdam til Oslo utgjør kun 10%. Det er derfor grunn til å anta at differansen i kostnadene for levering på Vestlandet i stedet for i Oslo er minimale. Vi bruker en kurs på 5,63 NOK/USD

Figur 11. Fordeling av logistikkostnader FT anlegg Haugaland til Sola og Flesland



Årlig logistikk-kostnader for et FT anlegg på Haugaland som baserer seg på import av wood chips vil ligge på ca. 91 mill. kr årlig, som gir en logistikk-kostnad per liter på 1,8 kr. Differansen i kostnadene for leveranse til Sola og Flesland er 25 000 kr per 2000 tonn, som vil utgjøre ca 10 øre/liter. Dette betyr at selv om man hadde forutsatt en annen fordeling av Bio Jet A1 til Sola og Flesland, hadde det ikke utgjort en stor kostnadsendring.

Kostnadene er basert på forsyning med skip inn hver 40. dag på størrelsen 45 000 mt. Kostnaden for frakt fra USA til Norge, er basert på rater fra Fearnbulk⁴⁰. Fearnbulk har også oppgitt at det er mest aktuelt med skip som frakter mellom 25-45 000 mt med pellets fra USA til Norge. Slike fraktstørrelser, gir behov for store lagerareal. Et grunnflate areal til å lagre woodchip på ca 29 000m² bør påregnes, gitt at man lagrer 5 m i høyden, enten i tank eller i hauger.

Det er videre behov for ett skip til Sola og ett skip til Flesland hver måned, for distribusjon av Bio Jet A1. Det er behov for lagringsareal som har plass til en tank på 4000 m³ for lagring av Bio Jet A1, samt lagring for biprodukt, sannsynligvis i samme størrelsesorden.

⁴⁰ Fearnley shipping agent, Panamax department

8. Konklusjoner og anbefalinger

Vi har i denne rapporten utredet mulige lokaliseringer for et produksjonsanlegg for biodrivstoff til sivil luftfart i Norge.

Vi har identifisert disse lokaliseringene gjennom et metodisk søk basert på et definert sett med kriterier, definerte søkeområder, identifisering av aktuelle lokaliseringer og deretter utvelgelse av den mest aktuelle lokaliseringen i hvert søke område.

For etablering av biodrivstoffanlegg som skal levere Bio Jet A1 til Gardermoen peker vi på fire aktuelle lokaliseringer – to for Gassifisering+FT-teknologi og to for AtJ-teknologi.

Vi mener et anlegg basert på Gassifisering+FT-teknologi og norsk biomasse kan etableres på Grundsetmoen ved Elverum og ved Follum i Hønefoss. Begge disse to lokaliseringene antas å være egnet for et slikt produksjonsanlegg:

- Arealene som er tilgjengelige er store og gir rom for robuste sikkerhetslager
- Lokaliseringene antas å møte de laveste virkeprisene i 2020
- De har god infrastruktur for mottak av trevirke
- De har god infrastruktur for leveranse av Bio Jet A1 til Gardermoen
- Lokale industriklynger gir mulighet for synergieffekter.
- Ingen av anleggene belaster Oslo-navet med økt trafikk

Vi mener at et anlegg basert på AtJ-teknologi kan etableres på Rønningen i Grenland og på Øra i Fredrikstad. Begge lokaliseringer kan tilby gode kaianlegg. Arealene antas å være store nok til å gi plass til et AtJ-anlegg, men dette må utredes nærmere, ettersom ingen av lokaliseringene har 350 x 600 m areal tilgjengelig uten at det gjøres vesentlige investeringer. Mulighetene for inntekter fra kommersielt salg av industridamp anses noe bedre i Grenland enn i Fredrikstad. Videre anser vi industriklyngen i Grenland som større og bredere enn den klyngen man kan finne i Fredrikstadområdet. Begge lokaliseringer har en noe komplisert logistikk-løsning for å levere Bio Jet A1 til Gardermoen. Begge har også en lokal flyplass (Torp og Rygge) som kan tenkes å kunne motta Bio Jet A1.

Vi mener at det finnes grunnlag for å etablere et anlegg på Vestlandet også, som primært kan levere bio Jet A1 til Bergen lufthavn Flesland og Stavanger lufthavn Sola. Vi har vurdert Haugaland Næringspark som det beste av flere gode lokaliseringalternativer. Haugaland tilbyr store arealer og gode kaianlegg. Arealene gir rom for å etablere et importbasert Gassifisering+FT-anlegg, eller et utvidet et AtJ-anlegg, som også å inkluderer produksjon av alkohol fra biomasse i prosessen. Bio Jet A1 vil primært bli levert til Flesland og Sola med båt, sekundært bil.

Vårt mandat har vært å peke ut en kort liste på 3-4 lokaliseringer som er egnede for etablering av et slikt anlegg. Utredningene og logistikkanalysene har hatt et overordnet ambisjonsnivå. Det gjenstår til den eller de aktørene som ønsker å investere i et slikt anlegg å gjøre mer detaljerte logistikkanalyser og grundige stedsutredninger før et endelig valg om hvor ett eller flere anlegg for produksjon av biodrivstoff til fly skal etableres.

Bibliografi

- A-Tek AS. (2012). *Trondheim Lufthavn Værnes - Forsyning av flydrivstoff*. Avinor.
- Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Statens Vegvesen. (u.d.). *Nasjonal transportplan 2014.2023 Utredningsfasen - Effektive knutepunkter*.
- Det Norske Veritas. (2012). *Marine resources for biojetfuel*. Avinor.
- Höltinger, S., Schmidt, J., & Schmid, E. (u.d.). *The Green Biorefinery Concept: Optimal plant locations and sizes in Upper Austria*.
- LMC International. (2012). *Sustainable Aviation Biofuels in Norway*. Avinor.
- Norske Skog & Hydro. (2007). *From Wood to high-quality Fuel*. StatoilHydro.
- SINTEF Teknologi og samfunn. (2011). *Transport av skogsvirke i kyststrøk*. SINTEF.
- Statens landbruksforvaltning og Jernbaneverket. (2010). *Økt virkestransport på jernbane*.
- Transportøkonomisk Institutt. (2005). *Logistikkjeder og kostnadskomponenter for ulike typer av biobrensel*.
- Transportøkonomisk Institutt. (2011). *Kostnadsmodeller for transport og logistikk*.
- Universitetet for Miljø- og Biovitenskap. (2012). *Bærekraftig biodrivstoff til sivil luftfart i Norge - Biomassetilgang fra landbaserte ressurser*. Avinor.
- Värmeforsk. (2009). *Förstudie för biobaserat flygbränsle för Stockholm-Arlanda Flygplats*.
- Wright, M., & Brown, R. C. (2007). Establishing the optimal sizes of different kinds of biorefineries.

Vedlegg 1: Formelverk logistikkberegninger

Bestillingsstørrelse	<i>For bil og tog; daglig behov. For skip; skipsstørrelsen</i>
Syklus lager	<i>Bestillingsstørrelse/2</i>
Sikkerhetslager	<i>Transporttid x % sikkerhetssats x gjennomsnittlig daglig etterspørsel</i> <i>Dimensjonert her som 1 måneds etterspørsel for massevirke, 10% sikkerhet for alkohol</i>
Lager i transport	<i>Gjennomsnittlig lager i transport - volum hver dag/uke x ledetiden transport (dag/uke) x frekvens</i>
Total lager	<i>Syklus+Transportlager+Sikkerhetslager</i>
Dimensjon lager	<i>Syklus+Bestillingsstørrelse+Sikkerhetslager</i>
Årlig ventekostnad	<i>Totalt lager x Ventekostnad</i> <i>Ventekostnad=Verdi av produktet x Inventory Rate</i>
Årlig leie kostnad	<i>Lagerkostnad per tonn per år x dimensjon lager</i>
Transport kostnad	<i>Årlig etterspørsel x transportkostnad per tonn</i>
Totale logistikkostnader	<i>(Årlig ventekostnad+Årlig leiekostnad+Årlig transportkostnad)-inntjening fra salg av biprodukt</i>

Vedlegg 2: Forutsetninger logistikkberegninger

Produksjons system	Kilde	Hva	Faktor	Benevning	Faktor	Benevning
	Sintef, FT	Jet A1 ut/Total energi inn	3,92	t/år		
	Sintef, AtJ	Jet A1 ut/Total energi inn	1,43			
	Sintef	Antall timer i drift	8000			
Råvare	Kilde	Hva	Faktor	Benevning	Faktor	Benevning
	UMB for Avinor (gjennomsnitt furu-gran)	Tømmer (tørt/10%)	0,4	tonn/m3	5,6	MWh/tonn (tørt)
	UMB for Avinor (gjennomsnitt furu-gran)	Tømmer (vått, 50%)	0,63	tonn/m3	4	MWh/tonn
	TØI Logistikkjeder og kostn.komp.for ulike typer bio.bren:	Forholdstall tørt/vått	35 %	redusert vekt	29 %	økt brennverdi
		Pellets (tørt og vått)	0,7	tonn/m3	4,8	MWh/tonn (tørt)
		Ethanol, Wikipedia, Biofuelsb2b.com	0,79	tonn/m3	7,00	MWh/tonn
Ferdigvare	Kilde	Hva	Faktor	Benevning	Faktor	Benevning
	Värmeforsk, Arlanda studien s 53	Naphtha	0,687	tonn/m3	12,35	MWh/tonn
	Värmeforsk, Arlanda studien s 53	Bio-jet	0,804	tonn/m3	11,99	MWh/tonn
	Värmeforsk, Arlanda studien s 53	Heavy diesel	0,754	tonn/m3	12,24	MWh/tonn
	Värmeforsk, Arlanda studien s 53	UCO 930	0,93	tonn/m3	11,56	MWh/tonn
Transport råvare	Kilde	Hva	Faktor	Benevning	Faktor	Benevning
	UMB 13.06.2012 s.8	Kostnader bilframføring	0,6	kr/m3km		
	UMB 13.06.2012 s.8	Terminalkostnader bil	24	kr/m3		
	SLF Økt virketransport på jernbane, nov 2010 s.15	Terminalkostnader tog	26	kr/m3		
	SLF Økt virketransport på jernbane, nov 2010 s.15	Kostnader togframføring	0,2	kr/m3km		
	Jf. E-post fra Fearnlys, FernBulk	Kostnader pelletsskip	120	kr/tonn		
	Jf. E-post fra Tangenship, 295 000/270 000 kr for 2000t inkl lastning/lossing, 328 000kr for 3000 tonn inkl. lastning/lossing	Kostnader alkohol skip	147,5	kr/tonn	135	kr/tonn
	TØI Logistikkjeder og kostn.komp.for ulike typer bio.brensel 2005. s.7		40	tonn	63	m3
			700	tonn	1111	m3
	Jf. E-post fra Fearnlys, FernBulk	Shipping size tømmerbil	45000	tonn	64286	m3
	Jf. E-post fra Tangenship	Shipping size skip alkohol	2000	tonn	2548	m3
		Ledetid bil	1	dag	3000 tonn	
		Ledetid tog	2	dager		
		Ledetid skip	10	dager		
Lagerråvare	Kilde	Hva	Faktor	Benevning	Faktor	Benevning
	TØI Logistikkjeder og kostn.komp.for ulike typer bio.brensel 2005. s.21	Lagerkostnader tømmer	67	kr/tonn/år	(tørt)	
		Lagerkostnader flis	67	kr/tonn/år		
		Lagerkostnader pellets	300	kr/tonn/år		
		Lagerkostnader alkohol	72	kr/tonn/år		
	A&S Tankkostnader (9 euro/år/tonn)	Høyde på tømmer	5	m		
	Ref. samtale med UMB	Verdi tømmer	720	kr/tonn		
	UMB for Avinor (levert anlegg 0,20kr/kWh)	Verdi pellets	700	kr/tonn		
	LMC for Avinor (levert anlegg 0,15kr/kWh)	Verdi alkohol	7000	kr/tonn		
	LMC for Avinor (levert anlegg 1 kr/kWh)	Rente	8 %			
	Anslag, kapitalkostnad ved å holde lager					
Transport Jet A1	Kilde	Hva	Faktor	Benevning	Faktor	Benevning
	Etter samtale med CargoNet, tog billigere enn bil	Kostnader togframføring	0,2	kr/m3km	(beregnet lønnskostnader for lastning/lossing til 3 kr/m3)	
	Regnet ut fra 24kr/m3 som over (billigere grunnet pipe)	Terminalkostnad	15	kr/m3		
	UMB 13.06.2012 s.8 (antar samme fremføringskostnad)	Kostnader tankbil	0,6	kr/m3km		
	Jf. E-post fra Tangenship, tilsvarende som for alkohol	Kostnader tankskip	147,5	kr/tonn	135	kr/tonn
	Etter samtale med CargoNet	Shipping size tog	1100	m3	1000 l/m3	
	Værnes	Shipping size bil	43	m3		
	Jf. E-post fra Tangenship	Shipping size skip	2000	tonn		
		Ledetid bil	1	dag	43000 Liter	
		Ledetid tog	2	dager		
		Ledetid skip	3	dager		
Lager Jet	Kilde	Hva	Faktor	Benevning	Faktor	Benevning
	A&S tankkostnader (9 euro/år/tonn)	Lagerkostnader	72	kr/tonn/år		
	Anslag basert på en literpris på 10kr	Verdi Jet A1	12000	kr/tonn		