# Task 4.1 Technical evaluation

Processen med at ensilere halm kan håndteres på adskillige måder, og der er mange forskellige tekniske løsninger, som kan bringes i spil for at løse dette. Fokus i dette projekt har været at presse våde halmballer og indpakke med Pomi-indpakker. Der er forsøgt tilsætning af vand, brunsaft eller andre midler til at fremme en ensilering af halmen.

Et vigtigt udgangspunkt for projektet er de nye halmballepresser typer, som kan komprimere ballerne meget hårdt, og derved minimere den mængde luft, der er i ballerne. Presserne, der kan presse større mængder halm i ballerne, betegnes under flere betegnelser som HD, UHD og andre mærkespecifikke betegnelser, men samlet er det baller med et format på 90x120 cm. Et markant længere pressekammer, i forhold til traditionelle bigballepressere, gør det muligt at dette format kan presse samme mængde halm i ballerne, som i de gamle bigballer der er 30 cm højere og under rette forhold øge vægten op til 700 kg tør halm i ballerne. Andre forskelle er det lavere format der kan holde presset på ballerne, samt en oppakkercyklus, der giver op til 48 stempelslag i minuttet. Det gør at ballerne trykkes sammen med et tryk på 60-70 ton, som i gennemsnit giver 550 kg pr balle.

Disse HD-pressere bliver mere og mere normale, hvor 30-50% af halmen i Danmark håndteres i dette format. En vægtig grund til at dette balleformat er blevet så populært, er den lettere håndtering af ballerne efter presning. Der er færre baller der skal samles og der kan være 30 % mere halm på hvert halmlæs. Halmen fylder mindre når det skal opbevares om vinteren. Processen til håndtering, efter ballerne er presset er ret så krævende og svært at finde folk til, hvorfor en reduktion i balletallet på 30 % er en markant fordel.

De fleste pressere kan være/er monteret med en snitterenhed i forbindelse med selve opsamlingen af halmen i marken. Ved at anvende snittet materiale i biogasanlægget, vil processen omkring anvendelsen i anlægget være lettere at håndtere.

Der er utallige pressere af ovennævnte typer, men få- eller ingen, - har udstyr monteret til at tilføre væsker til halmen, i forbindelse med presning. Vi ser at der kan påbygges forskelligt udstyr, der kan håndtere det, men ikke noget der er afprøvet på, og tilpasset disse nye pressere. Der er praktiske erfaringer for andre pressetyper i lande som Norge, hvor der ensileres græsensilage i baller, og hvor der i de fleste tilfælde tilsættes ensileringsmidler eller melasse til materialet, for at sikre god ensilering. De pressere, der bruges i Norge har dog ofte ikke samme høje kapacitet, som de HD-pressere der bruges i Danmark. Udstyr til eftermontering har en overskuelig økonomi, men vil dog, alt andet lige, påvirke omkostningen pr balle i afskrivning, vedligehold, forbrug og øget tidsforbrug.

Når vi i projektet ser, at den bedste ensilering/opbevaring af halm sker ved en fugtigheds-% på over 30 eller højere, giver det tanke om udfordringer med selve presningen. De fleste pressertyper vil som udgangspunkt kunne håndtere dette ret våde materiale, dog er der erfaringsmæssigt uforholdsmæssigt store udfordringer med de apparater, der skal lægge snor på ballerne, og binde knuden derpå; de såkaldte bindeapparater. Det våde materiale vil ofte klistre på de mekaniske dele (knyttere, nåleøjer mm.), og derved være til grund for bindefejl. Derved kan vi få baller i marken, der mangler 1 eller flere snore, om som derved bliver deforme og ikke vil kunne være i en stak, hvor kravet er ensartede baller. Spildet formodes derfor at kunne være ret markant, såfremt der søges en fugtigheds-% på op mod de 50 % i halmen til presning.

# Alternative metoder til ensilering af halm til biogas

Der findes adskillige metoder til ensilering eller kompostering af halm, med det formål at få det maksimale metanpotentiale ud af halmen. Metoderne er i hvert tilfælde bestemt ud fra de lokale forhold, og den givne situation. Derfor er det svært at benævne en bestemt teknisk løsning uden at gennemgå nogle af de overvejelser der skal gøres før valg af metoden.

* **Materialet, krav til findeling og slut resultat**
* **Logistik**
* **Halm prioritering – Hvem skal have halmen?**
* **Kapacitetsøgning ved at kunne presse våd halm**
	+ **2 sorteringer af halm**
* **Hvad er værdien af halmen, solgt eller nedmuldet?**

## Materialet og kravet til findeling og slut resultat

Hvilket materiale er til rådighed, både i form af halm og anden biomasse? Hvilken slags halm er der, hvor modent er det, er det halm der har lagt på skår gennem længere tid, og ikke kunnet presses tørt? Der er stor forskel på, hvordan halmen er i sig selv, og det bør inddrages i de overvejelser der gøres, når man skal bestemme, hvilken teknik der vælges.

Grønt materiale i halmen har stor betydning for muligheden for ensilering, og derved hvilken teknik der er bedst anvendelig. Det grønne materiale stiller større krav til mere tørring eller hurtig håndtering, for ikke at miste indholdet i materialet. Hvis der er stor mængde grønt i halmen, skal det håndteres hurtigt og sikre at minimal luft kommer til for at sikre at grønmassen kan ensilere.

Der kan også være supplerende materialer der skal iblandes halmen for at lave en fælles stor stak, som biogasanlægget kan tage af løbende, og sikre ens ”fodring” af anlægget.

Nogle biogasanlæg har store mængder dybstrøelse, der ønskes iblandet med knust halm for derved at opnå en kompostering af en blanding. Her vil halmen blive delvist nedbrudt, og der vil ske en vis ammoniakfordampning fra dybstrøelsen. Komposteringsprocessen ligger udenfor dette projekt, og derfor kendes de aktuelle påvirkninger ikke.

Opbygning af det specifikke biogasanlæg, og hvordan det fodres med biomasse, stiller krav til det færdige ensilerede produkt. Nogle anlæg kan håndtere halmpiller, andre kan håndtere fint snittet materiale, og andre igen har oprivere til at kunne findele materialet. Findelingsgraden af materialet påvirker opholdstiden i anlægget.

## Logistikken

Det geografiske område der skal indhentes materiale på, har stor betydning for hvilken teknik der anvendes. Det kan overvejes, om materialet skal samles før ensilering på selve biogasanlægget, eller samles i satellit stakke, hvorefter det senere køres til biogasanlægget, når det er færdigensileret.

Ved længere afstande er behovet for effektiv transport vigtigt, og her kan HD baller transporteres over længere afstande, til en forholdsvis overkommelig transportpris. Flere steder transporteres halmen i HD baller til biogasanlægget, og når der er samlet nok halm, samt evt. anden grøntmasse, bliver ballerne kørt gennem en haybuster eller anden type neddeller, og findelt direkte i den plansilo det skal ensileres i. Ved denne proces kan alt den biomasse der er samlet, køres igennem denne neddeler og derved behøver forarbejdningen ikke være så kritisk overfor findeling af det anvendte materiale. Det kan være alt fra forskellige typer af grønmasse til dybstrøelse der bliver findelt. Fordelen ved at samensilere på stedet, er bl.a. en mere ensartet fodring, og deraf en mere kontinuérlig proces i anlægget. Samensilering kan gøre den samlede ensileringsproces bedre og sikre den optimale tørstofprocent. Her kan halmen bruges til at hæve tørstof i meget våde materialer som fx sene slæt græs eller andet våd grønmasse, samt diverse spild- og restprodukter fra industrielle processer (f.eks. kartoffelpulp).

Over kortere afstande mellem mark og anlæg, kan man med fordel anvende finsnitter og almindelige frakørselsvogne, til at opsamle og findele halmen. Som udgangspunkt er det finsnitteren, der er den mest effektive maskine til at findele det materiale, der ligger på marken, da det er det, den er produceret og udviklet til. Når materialet snittes direkte i marken, indføres det med et ret jævnt materialeflow ind i finsnitteren, og sikrer derved de bedste forhold for ensartet snitning, med et lavere brændstofforbrug til følge. Løsningen med finsnitter og frakørselsvogne bliver dog en forholdsvis omkostningstung løsning over lidt længere afstande, da det fintsnittede materiale er løst og fylder meget. Derved reduceres mængden, målt i kg TS, der kan transporteres på hvert læs. Dette kan delvist kompenseres med anvendelse af de såkaldte afskubbevogne, som kan komprimere det løse læs vha. hydraulik til at skubbe materialet i forenden af vognen bagud, og derved presse materialet sammen.

## Halm prioritering – Hvem skal have halmen?

2024 har været præget af en yderst våd sæson, og samlet set har vi oplevet det vådeste år, inden for år med tilgængelige vejrdata. Det har påvirket væksten af særligt kornafgrøderne, og derved reduceret i mængden af tilgængelig halm på markedet. En våd høst har bidraget til at understrege udfordringerne med at bjerge halmen i tilstrækkelig tør kvalitet. Flere end vanligt valgte derfor at snitte halmen direkte efter mejetærskeren, og derved blev halmen ikke tilgængelig på markedet. Dette har bevirket, at efterspørgslen og derved priserne på halmen er steget. Det har en del steder været vanskeligt at sikre halm nok til maskinstationernes kunder, og vi ser at halm hentes langt væk fra, for at kunne forsyne de husdyrproducenter, der mangler halm. Her prioriterer maskinstationerne deres kunder som får lavet andet arbejde og har et langt kundeforhold. Vi ved at der har været arbejdet på at importere halm for at dække den efterspørgsel der har været, så vi er i et år hvor udbuddet ikke kan dække den efterspørgsel der er. Dette underbygger tanken omkring opsamling og anvendelse af de halmarter, - og kvaliteter, der normalt ikke er særlig attraktive at håndtere.

## Kapacitetsøgning ved at kunne presse våd halm

Når der kan presses halm på marken, inden morgenduggen er væk, og efter den igen er faldet om aftenen, vil man selvsagt hæve kapaciteten på den enkelte presser ganske betydeligt. Vi har dog i forsøget her fået vist, at en almindelig dug ikke er fugt nok, til at fremme en egentlig ensileringsproces af halm i baller. Det der sker i praksis her, er at halmen presses i baller med denne højere fugt og ballerne samles ved biogas. Når der er baller nok der samles, bliver ballerne neddelt af en haybuster eller lignende maskine, så den findelte halm tilsættes vand eller anden grøn masse direkte i plansiloen og derved ensileres i stak. De let fugtige baller fra marken ikke brugbare til foder eller strøelse, men de fungerer godt til denne ensilering efter findeling.

Der kan derved opnås en øgning af kapaciteten, og boniterende marker med halm af varierende fugtighedsprocent kan presses 1-2 dage før alt halmen er tør. Praktikken i ikke at skulle fokusere på at opnå en maksimal fugtighed i halm på 15 % ved presning, vil give en langt mere smidig og struktureret planlægning af hele arbejdsprocessen, omkring presning og sammenkørsel af halm. En kapacitetsøgning på 30-50 %, målt over en sæson, er slet ikke urealistisk.

**2 sorteringer af halm**

Alternativet til dette kan være, at halmballerne ved presning registreres med den fugtighedsprocent der er i den aktuelle balle, og sorteres ballerne i 2 kvaliteter, med prima kvalitet til tør halm og let fugtig halm som 2.sortering. Det kan håndteres med de nyeste pressere, hvor ballerne kan registres med GPS-koordinater. Man vil derved kunne registrere både hvor halmen er opsamlet, hvad den aktuelle fugtighed er, og hvor på marken, halmballen er placeret. Det kan være en del af løsningen, i forhold til kommende krav omkring certificering af biomasse, - herunder halm.

Selve håndteringen af to forskellige sorteringer af halm vil dog næppe kunne håndteres i praktisk udførelses, da opsamling og hjemkørsel af halmballerne, og håndtering hjem til lager bliver for omkostningstung. Der vil være behov for at køre med 2 separate vognsæt, eller opdeling halmballerne på det enkelte halmlæs. Det vil under alle omstændigheder komplicere processen, og stille markant større krav til det personale, der udfører opsamlingen af halmen. Dette kan i mange tilfælde være personer, der ikke er fastansatte, men som er lejet ind til denne specifikke opgave, og dermed ikke nødvendigvis besidder den største erfaring og faglige ekspertise indenfor området.

Alternative metoder til håndtering af flere sorteringer kan være tags der sættes på ballerne, eller spray markering af ballerne når de forlader presseren. Der vil også kunne køres med halmspyd med fugtmåler, når halmen læsses af vognen hjemme. Disse giver dog kun en fugtighedsprocent af 1 sted i ballen og derved kan det give usikkerhed hvis fugtige klumper er til stede i ballen. Denne metode vil heller ikke kunne hjælpe med en evt. sporbarhed af halmen ved en certificering.

## Hvad er værdien af halmen solgt eller nedmuldet

Halmens værdi for landmanden er med i alle overvejelser, når anvendelse af halmen skal overvejes f.eks. som fodermiddel, strøelse til husdyr, kulstoflagring, biomasse til energiproduktion eller ved afbrænding i varmeværker. Mulighederne og overvejelserne er utallige omkring anvendelse eller salg. Skal vi følge tankerne bag den nye CO2-afgift på landbruget og hvordan den håndterer andre fodermidler til dyr, vil halmen bliver underlagt en CO2-afgift på 3-6 kr/kg.

Skal halmen nedmuldes, så CO2 bliver bundet i jorden eller opbruges til afbrænding eller biogas, hvor landmanden skal betale en afgift for halmen, og denne afgift sendes videre til slutbrugeren af halmen?

”***1 ton halm er tilsvarende ca 821 kg CO2 ækvivalenter”***

Forudsætningerne for indsamling og anvendelse af halm er under meget kraftig påvirkning, og der ændres næsten konstant på de vilkår, der skal danne baggrund for beslutning om halmens anvendelse, på den enkelte bedrift. At vi i forsøget har anskueliggjort, hvordan indsamling af halm potentielt kan håndteres, så processen i marken gøres mere ukompliceret, i forhold til vejrligets påvirkning, kan være en del af baggrunden for at træffe den rigtige beslutning.

# Tekniske konklusion

Løsningen med at presse våde halmballer og pakke dem ind, for at kunne bruge halmen i biogas, er næppe en løsning der passer til ret mange maskinstationer og biogasanlæg. Dette skyldes at der findes så mange andre tekniske og praktiske løsninger, omkring ensilering eller kompostering af halmen. Udnyttelse af kapacitet, samt optimering omkring de øvrige processer i marken, vil vægte højt i de samlede overvejelser. Andre omtalte tekniske løsninger som tager specifikke hensyn til de lokale forudsætninger som:

* Hvilket materiale kan vi få ind
* Hvad er omkostninger til logistik, set i forhold til værdien af indsatsen
* Sæsonens påvirkning
* Halm prioritering – hvem skal have halmen?

Den kapacitetsøgning der var forventet ved at kunne presse våd halm, i stedet for at køre hjem når duggen er faldet, eller vente til halmen igen er tør er ikke været så stor, at den ville kunne håndtere 2 forskellige sorteringer af halm. Det er særligt udtalt når der er alternative måder at bruge den let fugtige halm på.

Der hvor der kunne være potentiale, er hvor der er små områder af marken, hvor halmen ikke kan presses tør nok til at være lagerfast, eller områder med større mængder grønt materiale. I disse marker ville der kunne spares 1-2 dages tørring, eller en/flere vendinger af halmen, for at sikre at alt halmen er tør nok. Det vil dog kræve at logistikken bagefter kan håndtere flere sorteringer af halm, og det er fra halmen samles i marken til den står oplagret, samt formidlet videre til slutbrug. Det har vi ikke systemer der kan håndtere endnu, men det kan blive udviklet, i takt med at kravet til certificering af biomasse bliver indfaset, og CO2-afgiften bliver større. Det er i dag muligt at logge, hvor halmen er presset på marken, helt ned på enkeltballeniveau, og hvilken fugt halmen har haft. Dette kan gøre ud fra GPS koordinater. Men logistikken fra ballepresseren og hjem kan ikke håndtere flere sorteringer af halm uden omkostningen bliver for stor. Alternativt kan alle baller testes med halmspyd med fugtmåler ved aflæsning efter halmen er kommet hjem til lageret.

Argument for at håndtere mere fugtig halm, der fjernes fra marken straks efter høst, er de lokalt store udfordringer, der er med at etablere de lovpligtige efterafgrøder inden for rette tidsvindue. En ændring i lovgrundlaget vil givetvis skubbe til forståelsen og behovet for at gå på kompromis med den kvalitet, man hidtil har søgt at lave. Altså kan eksterne faktorer have stor påvirkning på idérigdom og interesse for at håndtere våd halm i baller til ensilering. De stadig stigende regnmængder, og generelt mere intense vejrforhold, vil også være et argument for at gøre halmbjergning mere rationel, selv under komplicerede forhold og vilkår.

At der skal anvendes stigende mængder halm i biogasanlæg i de kommende år, bør være uden for enhver diskussion. Vi ser, at der er mange måder, hvorpå halmen kan håndteres og behandles, i processen fra mark til forbrug i de forskellige biogasanlæg.