

## Vedlegg til 3.2 Produksjonsbeskrivelse

### Mengder i utslippssøknaden

I utslippssøknaden er det tatt høyde for et eventuelt fremtidig tørkeanlegg. Det er lagt inn maksimalbelastninger for trafikk, energiproduksjon og brenselmengder. Det er på dette tidspunktet knyttet betydelig usikkerhet til gjennomføring av tørkeanlegget.

### Utvikling av mengder over tid

Fra planlagt oppstart i 2020 er det frem til maksimal belastning i 2035 en tilnærmet lineær økning av belastningene på de forskjellige områder. I 2020 er det estimert en belastning i anlegget på omtrent 60% av totalkapasitet. 100% er estimert oppnådd i 2035, og dette er inklusiv det eventuelle tørkeanlegget.

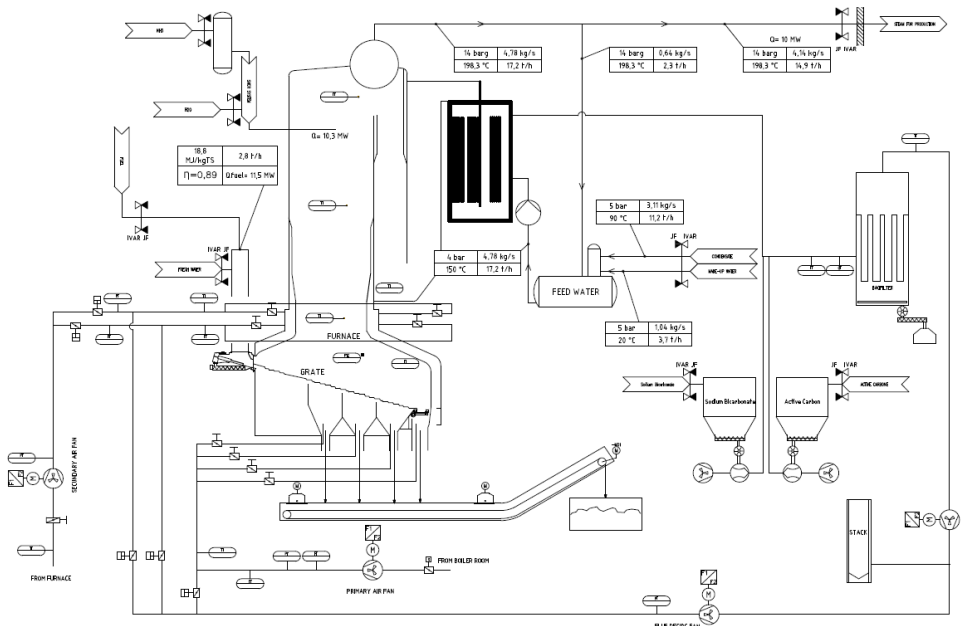
### Røykgass

Det er lagt til grunn maksimalt tillatte utslipp i henhold til avfallsforskriftens kapittel 10 i søknaden, og 100% belastning av anlegget. I realiteten vil anlegget belastes i henhold til avsnittet over, og utslippene vil være tilsvarende lavere.

Det vil i tillegg stilles strengere krav til leverandøren av forbrenningssystemet enn de grensene som er definert i avfallsforskriften pr. i dag.

## Teknologivalg, systemløsning og funksjonsbeskrivelse

Figur 1 viser en typisk flytskjema av forbrenningsanlegget for brenning av returtre og produksjon av damp.



Figur 1: typisk flytskjema for forbrenningsanlegget

I prosjektet foreslås det at det endelige design for forbrenningsanlegget overlates teknologileverandøren basert på en funksjonelle kravspesifikasjon som inneholder brensel sammensetning, krav til minimal og maksimal last, og miljøkrav. Det anbefales å låse brenselhåndteringsfilosofien for å unngå sub-optimalisering.

I forprosjektet ble det forespurt budsjett-tilbud fra leverandører basert på en funksjonell forespørsel. Det ble mottatt tilbud fra to anerkjente leverandører.

Teknologibeskrivelsen i dette kapittel er basert på erfaring fra tidligere prosjekter og informasjon mottatt fra leverandørene. De endelige anbudsokumentene som skal utarbeides i detaljprosjektet skal skrives slikt at det åpnes for maksimal konkurranse og designoptimalisering av tilbudte løsninger fra de forskjellige leverandører.

### Brenselhåndtering

Rivningsvirket blir behandlet på Hogstad hvor det kvernes og metaller fjernes. Det foreligger ingen siktprøve. For antatte sammensetning og partikkelstørrelse henvises det til paragraf **Error! Reference source not found.** Det forutsettes at nødvendig brenselopparbeiding skjer på andre steder enn på Grødaland. For å sikre driften av anlegget er det viktig at det utsorteres metaller og større partikler som kan blokkere brensel- og asketransportører. Skulle det vise seg nødvendig med ytterligere behandling, eller endringer i behandlingen er det mulig å etablere dette eksternt (f.eks. på Hogstad).

Rivningsvirket fra Hogstad blir levert til Grødaland på lastebiler med lastekapasitet på ca. 112 m<sup>3</sup>. For en logistikkvurdering se **Error! Reference source not found.**

Typisk partikkelstørrelse av brenselet før det mates inn i kjelen er gitt i tabell xx

Tabell 1: typisk partikkelstørrelse av grov brensel for ristfyring for design av kjelen basert på Videnblad nr. 160 fra Vidensenter for Halm- og flisfyring, Forskningscenter for Skov og Landskab, januar 2001\*\*\*

Fraksjon	Partikkelstørrelse (mm)	Fraksjon (%)
Støv	<3,15	< 8
Små	3,15 < x < 8	< 20
Mellom	8 < x < 16	*
Stor	16 < x < 45	*
Ekstra stor	45 < x < 63 mm	*
Overstor	> 63	< 3
Overlengde 10	100 - 200	< 6
Overlengde 20	> 200 **	< 0,5

\* Ingen krav

\*\* Partikler med følgende dimensjoner må ikke forekommer:

- > Lengre enn 500 mm med en diameter > 10 mm
- > Større enn 30 x 50 x 200 mm

\*\*\* Denne standarden blir ofte brukt for anleggsdimensjonering i Skandinavia og foreslås å bruke for prosjektet.

Brenselkvaliteten tilsvarer omtrent P63, F10 iht tabell 5 'specification of properties for wood chips and hog fuel' i NS-EN-ISO 17225-1:2014 'Fast biobrensel, spesifikasjoner og klasser for brensel'.

Lastebilene veies på den eksisterende vekten ved innkjøring på anlegget, samtidig blir det gjort en elektronisk registrering av kjøretøyet.

Det finnes forskjellige eksisterende konsepter for håndtering og lagring av brensel på site. Fordi det tas utgangspunkt i ekstern opparbeiding av brenselet skal håndteringsanlegget på Grødaland inkludere følgende anleggsdeler, se paragraf **Error! Reference source not found.** for detaljer på massebalanse:

- > Mottaksbinger for lastebillast
- > Transportsystemer mellom mottaksbinger og mellomlagringsanlegg
- > Mellomlagring for å sikre anleggets drift gjennom visse perioder uten tiltransport
- > Brenseldosering i ovnen fra mellomlagring

Tabell 2 viser en oversikt over de forskjellige anleggskonfigurasjoner som vurderes som 'proven' teknologi.

Tabell 2: brenselhåndteringsalternativer

<b>ID</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Mottaksbinger</b>	<b>Transport mottaksbinger til mellomlagring</b>	<b>Mellomlagringsprinsipp</b>	<b>Brenseldosernig i ovnen</b>
<b>1</b>	Mottaksbinger i tilknytning til bunker med kran	Vanntett bing, 5 m under bakkeplan	Kran	Bunker på bakkeplan, ~8 m høy	Kran
<b>2</b>	Integrerte binger med walking floor på bakkeplan	2/3 binger på bakkeplan med walking floor	Ingen	I bingene, hjullaster til å lagre i høyden	Transport conveyor
<b>3</b>	Mottaksbingene med walking floors og separat brenselagring	2 binger under bakkeplan	Transport-conveyor	Silo eller bunker på bakkeplan	Transport-conveyor
<b>4</b>	Bunker med kjørerampe	Lastebil-mottak direkte i bunker	Ingen	Bunker under bakkeplan	Kran

Disse konsepter har blitt kvalitativt vurdert i forhold til investeringsbehov, FDV kostnader, HMS og plassbehov.

HMS inkluderer da helserelaterte aspekter fra støv, støy, risiko i tilknytning kjørebegivelser på site, vedlikeholdsbehov, etc.

Tabell 3: kvalitativ vurdering av brenselhåndteringsalternativer

ID	Beskrivelse	CAPEX	OPEX	HMS (inkludert driftssikkerhet og arbeidsmiljø)	Plassbehov
1	Mottaksbinger i tilknytning til bunker med kran	+	+	++	++
2	Integrerte binger med walking floor på bakkeplan	++	--	-	+
3	Mottaksbingene med walking floors og separat brenselagring	+	+/-	-	-
4	Bunker med kjørerampe	--	++	+	-

Ut i fra ovenstående vurdering anbefales alternativ 1. Dette alternativ har blitt utarbeidet videre i forprosjektet.

Etter innveiling lossers lastebilen i mottaksbingen. Mottaksbingene har en kapasitet på ca. 250 m<sup>3</sup> og vil ha plass til omtrent 2 lastebillass med flis. Grunnen til den utvidete kapasitet på mottaksbingen i forhold til massebalansen er at bingene skal være stor nok til kranen. Da dette resulterer i ekstra lagringskapasitet kan bunkerstørrelsen reduseres tilsvarende.

Ved beregning av nødvendig lastebiltransport for brensel er det lagt opp til at denne foregår i ordinær arbeidstid man-fre 08:00-16:00. Ved full drift er brenselbehovet: 15 m<sup>3</sup>/time x 24 time/døgn x 7 døgn/uke = 2520 m<sup>3</sup>/uke. Volumet tilsvarer 21 lastebiler pr. uke, og de skal levere i det ønskede tidsrommet, noe som gir omtrent 1 lastebil hver 2. time.

Lagringskapasiteten på ferdig brensel på Grødalaland skal være stor nok til å kunne håndtere nominal drift gjennom en langhelg uten tiltransport av brensel. Skissert lager har en kapasitet på 1700 m<sup>3</sup> i tillegg til volumet i mottaksbingene på 250 m<sup>3</sup>. Det vil i praksis ikke være mulig å utnytte denne kapasiteten 100% på grunn av sikkerhetsavstander fra kran til vegg, og på grunn av oppbygning av små partikler i bunnen på bunkeren. Støv og småpartikler må fjernes manuelt typisk 1-2 ganger pr. år avhengig av brenselssammensetning (større andel finfraksjoner fører til økt behov for opprydding i bunkeren). Det vil si at ved full bunker tilsvarer lagringsvolumen omtrent 4 døgn drift på nominal last.

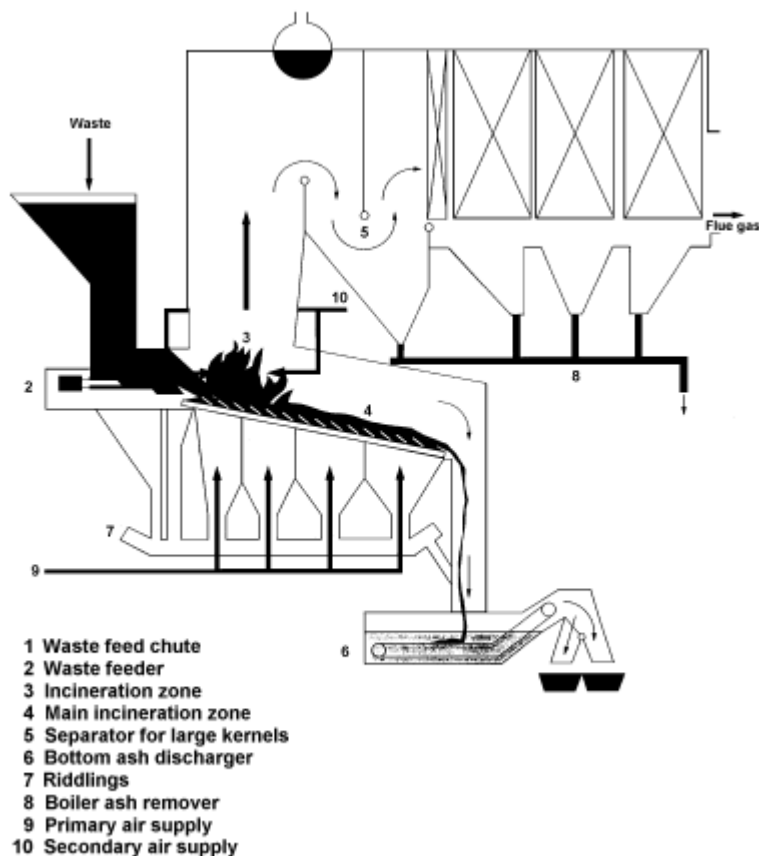
For å minimere håndtering av brensel med kranen mater kranen forbrenningsanlegget direkte fra mottaksbingen. Det som ikke kan mates inn direkte lagres i bunkeren. Kranen programmeres for å redusere støving, dvs. kranen kjører ned så lavt som mulig før den slipper lasten.

Brenselet flyttes fra mottaksbingene til mellomlageret ved hjelp av to redundante traverskraner.

Vektceller i kranene sørger for å registrere mengden brensel som mates inn i forbrenningskjelen.

## Ovn

Figur 2 viser en skjematisk bilde av et forbrenningsanlegg (ovn og kjel) med en forbrenningsrist. Omtrent 90% av alle avfallsforbrenningsanlegg i Europa er utstyrt med en slik type rist. For rivningsvirke er dette også et gjennomprøvd konsept. Det anbefales å bruke dette konseptet i prosjektet. Under anbudsprosjekteringen skal det defineres rammebetingelser for anlegget som avgasstemperatur, oppholdstid, belastningen på rist, materialvalg, godstykkelsen på rør, egnede soner for ammoniainnsprøyting, osv., mens detaljert utforming av ovnen og kjel overlates leverandøren.



Figur 2: skisse av et forbrenningsanlegg med ristfyring (BREF WI)

En ristforbrenningsanlegg er typisk utstyrt med følgende komponenter:

- > Doseringssystem
- > Forbrenningsrist

- > Askeutmatingsystem
- > Forbrenningsluftsysteem
- > Brennkammer
- > Støttebrennere

### Doseringssystemet

Avfallet doseres batchwise fra bunkeren i brenseltrakten med en automatisk kran. Trakten blir utsatt for høy belastning og noen ganger brann (back fire). Material valg for konstruering av trakten er viktig. For ytterlige beskyttelse mot varme blir traktene ofte utstyrt med vannkjøling.

Trakten skal minimal dimensjoneres etter de største deler som skal kunne komme i kjelen i henhold til brenselspesifikasjonen. Her skal det håndteres gode marginer. Det er viktig at det ikke kan oppstå 'bruer' eller blokkeringer fordi de kan resultere i ujevnt dosering av brensel i ovnen og eventuell falsk luft lekkasje gjennom trakten inn til ovnen.

Trakten er utstyrt med en spjeld for å unngå at luft trekkes inn gjennom trakten når trakten er tom.

Nederst i trakten er det installert innmatingsutstyr. Det finnes forskjellige teknologier som kan være akseptabel. Typisk brukes det hydrauliske 'pushere' som skyver brensel inn på forbrenningsristen. Hastigheten av pushere kan justeres etter lasten på kjelen.

### Forbrenningsteknologi

I BREF WI kapitel 4.2 er det definert karakteristikk for forskjellige mulige forbrenningsteknologier.

Det finnes forskjellige mulige typer forbrenningsrister som kan være akseptabelt for prosjektet.

Risten har forskjellige funksjoner:

- > Transport av brenselet gjennom ovnen
- > Sørge for homogen fordeling av brenselet på risten og sikre god uttørking og god forbrenning
- > Posisjonering av hoved forbrenningszone (se 'main incineration zone' i Figur 2) i ovnen

Risten skal designes slik at forbrenningsluft fordeles kontrollert. Den primære forbrenningsluftvifte blåser forbrenningsluft gjennom små hull i risten. Sekundærluft blir dosert ovenfra.

Forbrenningsristen er mekanisk drevet, og består av flere faste og/eller bevegelige ristelementer. Den fungerer på en slik måte at brenselet skyves trinnvis nedover den slakt hellende risten. De bevegelige elementene skyver og vender på brenselet før det som utbrent aske faller ned i askefangeren.

## Askeutmatingsystem

Bunnasken som dannes faller ned i et transportsystem som ligger under forbrenningsristen. Ubrennbare fraksjoner som f.eks metaller faller også ned i dette transportsystemet. Funksjonen av askeutmateren er å kjøle og fjerne forbrenningsrestene. Askeutmateren er vannfylt eller tørt.

Bunnasken transporteres til en lukket askekonteiner som står under tak på utsiden av anlegget. I forprosjekteringen forutsettes det er bunnaskesystem bestående av 2 containere med systemer som fordeler aske mellom de to. Fordelen med containere er at man får et lukket system som begrenser renholdsbehov mm.

Flyveaske vil feste seg på posefilteret. Dette blåses rent ved jevne mellomrom og asken som samles sendes til flyveaskesilo (70 m<sup>3</sup>) ved hjelp av pneumatisk transport.

Over tid vil det akkumulere seg akse inne i kjelen, og kjelen må derfor renses med jevne mellomrom. Avhengig av kjeletype finnes det forskjellige systemer for dette.

## Forbrenningsluftsystem

Funksjonen av forbrenningsluft er følgende:

- > Levere oksygen for forbrenningsprosessen
- > Kjøling av risten
- > Regulering av forbrenningstemperatur i ovnen (unngå 'slagging')
- > Blanding av røykgass

Risten benytter forbrenningsluft hvor primærluft tilføres nedenifra og opp gjennom risten, og sekundærluft tilføres gjennom dyser som sitter i fyrrommets sider for å ytterligere sikre fullstendig forbrenning av brenselet.

Som primærluft kan det eksempelvis benyttes luft fra kjelehallen. Fordelen ved å benytte luft fra toppen av hallen er at dette er allerede varm og bidrar til luftutskifting i hallen. Primærluft doseres med vifter under risten. Fordelingen av primærluft kontrolleres ved bruk av forskjellige fordelingsstokker og ventiler.

Det er mulig med forvarming av primærluften hvis det er behov for det. Vanligvis fører dette til forbedret effekt når vanninnhold i brenselet er høyt.

Som sekundærluft kan det benyttes luft fra kjelehallen. Sekundærluft blåses inn via lanser ovenfor risten med høy hastighet. Funksjonen av sekundærluft er intensiv miksing av røykgassene og sikring av komplett forbrenning.

Det er aktuelt å bruke resirkuleringsluft for å kontrollere oksygeninnhold i forbrenningsluften på bestemte områder/zoner i brennkammeren. Resirkuleringsluft blir hentet fra røykgass-systemet etter røykgassrensningssystemet.



## Brennkammer og kjelen

Brennkammer, rist og kjel blir dimensjonert i detalj av leverandøren. Hver leverandør har sin egen design basert på sine erfaringer.

Dimensjonerende kriterier er:

- > God blanding av røykgassene er essensiell for god forbrenning av røykgassene
- > Nok oppholdstid av røykgassene på en viss temperatur er avgjørende for komplett forbrenning
- > Kjøling av røykgassene slik at røykgasstemperaturen ikke overstiger en viss maksimum temperatur. Ved for høy røykgasstemperatur opptrer 'fusion' av flyveaske som kan føre til ekstrem 'fouling' av kjelen helt til den blir blokkert.

## Støttebrennere

Ved oppstart brukes det brennere for å varme opp kjelen før det doseres brensel. Ved nedkjøring sørger brennere at all brensel på risten forbrennes. Brennere startes automatisk når forbrenningstemperaturen blir for lavt under drift for å sikre at temperatur og oppholdstidskravene for røykgass opprettholdes til enhver tid. Da Grødal er i nærheten av et gassnettverk anbefales det å koble brennere opp mot gassnettet.

## Vann- og dampsystemer

### Dampsystem

Konfigurasjonen av dampsystemet er valgt ut i fra det lokale varmebehovet på Grødal. Se vedlegg 7 for oversikt over dampsystem i forbrenningsanlegget.

Det detaljerte design av kjelen overlates leverandøren. Typisk er kjelen utstyrt med følgende:

- > Dampgenerator (fordampning av vann)
- > Economizer (oppvarming av matevann)

Matevannsopparbeiding er viktig for å redusere korrosjon i vann/dampsystemer.

Dampkjelen er plassert på toppen av forbrenningsovnen og utnytter varmen i røykgassen for oppvarming. Dampen som produseres i forbrenningsanlegget skal til flere forbrukere på Grødal: prosesser i biogassanlegget, gassoppgraderingsanlegget og fjernvarmesentralen.

Dampen distribueres på følgende måte:

- 1 Damp går til ny fordelingsstokk som etableres i dette prosjektet og som sender damp til henholdsvis eksisterende dampstokk i biogassanlegget og til fjernvarmesentralen. Fordelingen blir gjort slik at dampmengden til fjernvarmesentralen reguleres for å holde designtrykk på dampstokken i biogassanlegget. I praksis betyr dette at fjernvarmesystemet har andreprioritet og får damp etter at biogassanlegget har fått sitt.

- 2 På eksisterende dampstokk i biogassanlegget fordeles dampen mellom anlegget for termisk hydrolyse, gassoppgraderingsanlegg og byggvarmeveksler.

Når det termiske hydrolyseanlegget stanser sitt dampavtak vil trykket på samlestocken øke, og reguleringsventilen åpner og slipper igjennom mer damp til damp/vann-varmeveksleren i fjernvarmesystemet for å holde stocken på korrekt trykk.

Tabell 4: Dampparametere på dampstocken i forbrenningsanlegget.

Parameter	Verdi
Damptemperatur [°C]	198,9
Damptrykk [bara]	15,2

## Vannsystem

Av alle prosessene på Grødalaland er den termiske hydrolysen i biogassanlegget den eneste som forbruker damp, og ikke sender mottatt vann/damp i retur som kondensat.

Kondensatet skal resirkuleres i systemet da det er behandlet og holder en høy temperatur har dette vannet en mye høyere verdi enn vanlig nettvann. Det vil derfor være ønskelig å unngå avdamping av dette. Systemet skal derfor designes slik at all kondensat bevares og resirkuleres i systemet.

Et av tiltakene for å sørge for bevaring av kondensat er å installere systemer som kan kondensere flash dampen som genereres. Flash damp er damp som oppstår når kondensat under trykk som holder høy temperatur får et trykkfall og denne temperaturen overstiger kokepunktet for vann i de nye trykkforholdene. Da dette kan føre til store volumer av gjenfordampet vann så er det viktig at systemene (flash drum) designes med en slik robusthet at man forhindrer utslipp av dette vannet.

Restvarmen i kondensatet som kommer fra gassoppgraderingen er oppgitt å gå til oppvarming av forbehandlingsanlegget for matavfall og returnerer med en temperatur på ca. 50 °C.

## Deaerator/Matevann

En deaerator, eller oksygenfjerner, fjerner oksygen og andre oppløselige gasser fra matevannet som brukes for å lage damp i forbrenningsanlegget. Spesielt oksygen i kjelen kan føre til korrosjonsskader ved å oksidere rør og kjelevegger i systemet. Deaerator-tanken vil også fungere som matevannstank i vannsystemet.

## Economizer

For å dra nytte av restvarmen i røykgassen og varme opp matevann til en temperatur i nærheten av kokepunktet vil matevann gå gjennom economizeren før det går til kjelen. Economizeren er typisk en vannrørvarmeveksler.

## Fjernvarmesentral

### Overordnet

Anleggsoppbygning fremkommer av flytskjema, se PID, vedlegg 8, A061216-T-O-B-002-A03.

Det er valgt å forprosjekttere fjernvarmesentralen i mer detalj enn forbrenningsanlegget, som er en totalentrepriseløsning basert på (stort sett) funksjonelle krav.

At anlegget håndterer dampleveransestans og variasjoner i varmemproduksjon på en kontrollert måte er avgjørende for å oppnå stabil drift og en robust anleggskonfigurasjon.

Under drift er dampproduksjonen av forbrenningsanlegg avstemt på gjennomsnitt varmemengden som er etterspurt av de forskjellige avtakere, dvs. biogassanlegget (THP og oppgradering) og fjernvarme (og i framtiden et. tørken).

Den interne fjernvarmesentralen fungerer som buffer i tilfelle det oppstår mismatch mellom dampproduksjon og leveranse slik at forbrenningsanlegget kan driftes så jevnt som mulig. Et forbrenningsanlegg kan ikke tilpasse driftslast for rask på grunn av termisk inert i systemet. Det er også mulig å destruere en del av varmen innenfor regelverkskravene rund energieffektivitet (se paragraf **Error! Reference source not found.**).

Den interne fjernvarmesentralen er designet som en mellomkrets. Varmeoverføring til fjernvarmesystemet til Jæren fjernvarme skjer via varmeveksleren HX-3. Teoretisk er det mulig å koble Jæren Fjernvarmes fjernvarmesystem direkte til HX-1 og eliminere ekstra pumpene P3 og P4 og varmeveksleren HX-3. Grunnen til valget av mellomkrets er at det er avgjørende for prosessanlegget på Grødalaland å ha full kontroll over kjøle- og varmeakkumuleringsystemer. Valget med mellomkretsen resulterer i et mer robust system.

Det er inkludert en akkumulatortank og et kjøleanlegg i mellomkretsen. Akkumulatortanken har en foreløpige kapasitet til å lagre/levere 2 timers drift på nominal last. Utgangspunkt er å få stabil drift på forbrenningsanlegget ved variasjoner i brenselskvalitet, unngå avblåsning eller bortkjøling av varmen i tilfelle stans i damp/varmeleveransen, og gi fjernvarmeleverandøren mulighet til å reagere i tilfelle plutselig shut down av forbrenningsanlegget. Definitive kapasitet på akkumulatortank og kjøleanlegg fastsettes i detaljprosjekt.

Designdata fremkommer av Tabell 5: Designdata.

Tabell 5: Designdata fjernvarmesentralen

Design		Arbeidstilstand	
Dampmanifold t [°C]	200	Dampmanifold t [°C]	180-190
Dampmanifold trykk [bara]	16	Dampmanifold trykk [bara]	10-14
Mellomkrets t [°C]	120	Mellomkrets t [°C]	112-120

Mellomkrets trykk [bara]	10	Mellomkrets trykk [bara]	4-6
Mellomkrets t akkumuleringstank [°C]	120	Mellomkrets t akkumuleringstank [°C]	112- 118
Mellomkrets trykk i bunn av akkumuleringstank [bara]	4	Mellomkrets trykk i bunn av akkumuleringstank [bara]	4
Fjernvarmekrets t [°C]	110	Fjernvarmekrets t [°C]	110
Fjernvarmekrets trykk [bara]	10	Fjernvarmekrets trykk [bara]	TBD

Systemet er designet slik at alle pumper er redundante. Styringen skal programmeres slik at hver redundante pumpe får like mange driftstimer og like stor slitasje.

Damp som ikke benyttes i prosessanleggene skal til varmeveksleren i fjernvarmesentralen hvor den kjøles ned, kondenserer og overfører varmeenergien til fjernvarmesystemet (*mellomkrets på tegning*) på den andre siden av veksleren. Mengden damp varierer med prosessen i THP-anlegget hvor dampavtaket kan gå av og på med jevne mellomrom.

Da det ikke skal være for stor trykkforskjell mellom damp og vannside på en platevarmeveksler er det valgt å holde fjernvarmeside av HX-1 på trykk og redusere trykket over en regelventil i fjernvarmekretsen. Dette resulterer i kondensat på høy trykk som kan gi mye flashing når kondensat kommer tilbake i kondensattanken. Alternativet er å redusere damptrykket før HX-1. En endelig beslutning skal tas i detaljprosjektet.

### Akkumulatortank

Det foreslås at tanken har et integrert ekspansjonssystem. Tanken er utstyrt med systemer for å holde en N<sub>2</sub>-"pute" i tanktoppen for å håndtere volumutvidelsen etter hvert som vannet i tanken varmes opp.

Det er lagt opp til en varmekapasitet i akkumulatortanken på ca.  $2t \times 2 \times 6MW = 24MWt$ , og dette tilsvarer at volum 600 m<sup>3</sup>. Dette resulterer i mulighet til å lagre 6 MW varme i to timer. 6 MW er omtrent den minimale kapasitet på forbrenningsanlegget og den maksimale kapasitet som skal leveres som fjernvarme. I tillegg kan det leveres to timer med fjernvarme skulle dampproduksjonen plutselig falle bort på grunn av ikke planlagt stans e.l. Dette vil gi Jæren Fjernvarme tid til å starte opp reservekapasitet.

Temperaturen på vannet er på det høyeste omtrent 120 °C, og for at vannet ikke skal koke i toppen av tanken skal trykket holdes på minimum 2,4 bar.

Definitive kapasitet på akkumulatortank og kjøleanlegg fastsettes i detaljprosjektet.

### *Lagring av varme i akkumulatortank*

En trykktransmitter på dampmanifolden, som fordeler damp mellom biogassanlegg og fjernvarmesentralen, merker en økning i trykk når avtaket til THP-anlegget skrur av. Responsen på denne økningen er at reguleringsventilen på damprøret til fjernvarmesentralen åpner og slipper igjennom mer damp, og øker effekten over Hx-1. En temperaturtransmitter på sekundærsiden/vannfasen i Hx-1 merker deretter en økning i temperatur og gir beskjed til P-1 og P-2 om å øke volumstrømmen gjennom varmeveksleren for å kompensere for den økte effekten over veksleren. Dette gjør at volumstrømmen over Hx-1 er større enn den over Hx-3 så trykkes volumdifferansen inn i akkumulatortanken og varmer denne opp.

### *Bruk av lagret varme i akkumulatortank*

Forbrenningskjelens avgitte effekt vil styres av nivået av akkumulert varme i akkumulatortanken og øke eller redusere varmeproduksjonen avhengig av mengden varme som er lagret i tanken. Etter en periode uten dampavtak i THP-anlegget vil forbrenningsanlegget ha nedjustert varmeproduksjonen, og når avtaket i THP deretter gjenopptas vil dampleveransen til fjernvarmesystemet måtte senkes for å opprettholde konstant trykk på dampstokken i biogassanlegget. Trykket på dampstokken opprettholdes, men effekten over Hx-1 reduseres. Temperaturtransmitteren på utløpssiden i vannfasen i Hx-1 merker deretter en nedgang i temperatur og gir beskjed til P-1 og P-2 om å senke volumstrømmen gjennom varmeveksleren. Dette gjør at volumstrømmen over Hx-1 er lavere enn den over Hx-3 så pumpene P-3 og P-4 trekker den nødvendige volumdifferansen ut av akkumulatortanken, og tanken kjøles ned.

### *Kjølesystem*

Når dampproduksjonen er større enn ønsket varmeytelse til fjernvarmenettet (Hx-3) samtidig som at akkumuleringstanken er oppladet til et valgt nivå, skal overskytende effekt kjøles bort i tørrkjøleren. Dette skal i utgangspunktet ikke være nødvendig i normal daglig drift.

Kjølekretsen er separert fra resten av systemet, er i all hovedsak utendørs og er frostsikret til -25°C med glykol i vannet (41% Etylen-Glykol-blanding).

Pumpene P-7 og P-8 reguleres for å holde en konstant utløpstemperatur på mellomkretsens vannside.

Kjølesystemet dimensjoneres for å kunne kjøle bort forbrenningsanleggets fulle avgitte effekt på 5MW. Det er bygget opp av 2 stk moduler på med 2,5MW kjøleeffekt pr. modul.

### *Røykgassrensingsanlegg*

Anlegget utstyres med et rensesystem for røykgass for å overholde aktuelle utslippsgrenser. Røykgassen skal renses for bl.a. støv/aske, sure stoffer, tungmetaller, og dioksiner/furaner.

Et røykgassrensingsanlegg er bygget opp av forskjellige prosessenheter som til sammen utgjør røykgassrensingsanlegget. Valg av konfigurasjonen er avhengig av lokale krav til forurensning til vann og luft og type brenselet. Basert på erfaring fra tidligere prosjekter og informasjon fra leverandører kan det brukes en tørr røykgassrensingsanlegg bestående av en SNCR og en posefilter med kalk og aktiv kull injeksjon.

## SNCR

Kjelleleverandøren dimensjonerer og optimaliserer kjelen slikt at produksjon av  $\text{NO}_x$  er så lav som mulig ved å velge riktige temperaturforhold, god miksing, nok oppholdstid, etc. Dette kalles for primære tiltak for å redusere  $\text{NO}_x$ .

Typisk er  $\text{NO}_x$  konsentrasjonen i røykgassen da ikke lav nok i forhold til utslippskravene og ytterligere reduksjon kreves. Det finnes forskjellige mulige teknologier.

SNCR står for 'Selective Non-Catalytic Reduction' og er et system for reduksjon av  $\text{NO}_x$ . Det kalles derfor også et De- $\text{NO}_x$  system. Systemet er relativt enkelt og gir vanligvis tilstrekkelig reduksjon av  $\text{NO}_x$  ved akseptabel slipp av ammonia. I forprosjektet tas det utgangspunkt i bruk av SNCR, men det definitive valg overlates leverandøren basert på funksjonelle krav.

I et SNCR-system sprøytes ammoniakkvann (25%-blanding eller ureum) inn i røykgassen ved hjelp av dyser i toppen av fyrkjelen (ved  $760 < T < 1090$  °C) for å redusere utslipp av  $\text{NO}_x$ . Ammoniakkvannet reagerer med NO (nitrogenoksid) i røykgassen og reaksjonen genererer  $\text{N}_2$  (nitrogen),  $\text{CO}_2$  (karbondioksid) og  $\text{H}_2\text{O}$  (vann).

## Posefilter

Mange lignende anlegg bruker kalk (eller sodiumbicarbonat) og aktiv kull dosering i røykgassene i kombinasjon med en posefilter for å redusere følgende komponenter:

- > Syre gasser som HCl, HF, SOX reagerer med kalk
- > Tung metaller inklusiv Hg absorberes i aktiv kull
- > Flyveaske fanges i posefilteren sammen med aktiv kull og kalk som ikke har reagert

I forprosjektet tas det utgangspunkt i bruk av posefilter med kalk/aktiv kull injisering men definitive valg overlates leverandøren.

Et fordel ed å bruke en posefilter er at anlegget ikke produserer prosessavløpsvann som må renses, som er nødvendig ved noen andre relevante teknologier; bl.a. våtvaskeanlegg.

Kalk og aktiv kull tilsettes røykgassene foran posefilteret slik at det oppnås nok reaksjonstid. Flyveasken, aktiv kull og resten av kalken fanges i posefilteren. Det oppstår en sjikt med aktiv kul, flyveaske og kalk på posene som fjernes automatisk med trykkluft. Når posefilteret blåses rent faller dette ned og tas ut til flyveaskesiloen.

Da det overdoseres kalk for å oppnå tilstrekkelig reduksjon av syre komponenter i røykgassene kan det være hensiktsmessig å resirkulere en del av filterkake.

## Skorstein

For å sikre at bakkgrunnskonsentrasjonene for forskjellige komponenter på bakken ikke overstiger tillatte nivåer er det regnet med en skorstein med høyde på minst 36 meter for å få spredt utslippet utover et stort nok område. Røykgassen blir kontinuerlig overvåket i skorsteinen for å

sikre at man drifter i henhold til gjeldende krav. Mengden tilsetningsstoffer (kalk og aktivt kull) reguleres av de målte utslippene. For beregning henvises det til vedlegg xx.

## Øvrige prosess-systemer/hjelpeutrustning

### Tillegg til tilrettelegging for fremtidig tørkeinstallasjon

Det er satt av plass i layouten til en eventuell framtidig tørkeanlegg. Det er reservert 2 MW forbrenningskapasitet til varmeproduksjon til tørken.

Skal det tørkeanlegg bygges så er det fremkommet ønsker om å flytte foravvanningssystemer for bioresten som nå er lokalisert i biogassanlegget opp til tiltenkt lokasjon for tørkeanlegget. En fordel med dette er at kravene til pumpene som skal flytte biorest fra biogassanlegget til tørkeanlegget kan senkes. Våt biorest pumpes enklere enn foravvannet biorest.

Det er også ytret ønske om å inkludere etablering av en buffertank for våt og tørket biorest som en del av tørkeanlegget. Dette vil gjøre bioresthåndtering mer robust. Nødvendig volum på eventuelle tanker fremkommer av biorestproduksjon og filosofi rundt hvor mange døgnns kapasitet man ønsker.

Nødvendig plassbehov er oppgitt av IVAR og indikert på layouten.

### Trykkluftanlegg

Trykkluftforbruk vil primært være til rens av posefilter og kjele, og en mindre andel til instrumentering, ventiler, arbeidsluft mm.

### Hydraulikkanlegg

Forbrenningsristen og innmateren er hydraulisk drevet.

### Servicekraner

Det skal etableres oppheng/løpekatter for servicekraner på de mest hensiktsmessige steder rund kjelen og filteranlegget.

### RO anlegg (reverse osmosis)

Vann som benyttes i prosessinstallasjonene skal renses i et RO-anlegg som fjerner uønskede ioner, molekyler og andre større partikler. Kapasiteten i anlegget må være tilstrekkelig til å etterfylle med minst like mye vann som forbrukes i THP og kompensere for volumendringer som følge av temperaturforskjellen i kjelen. Det forutsettes en demin vann tank på omtrent 15 m<sup>3</sup>. Den eksakte volumen beregnes av leverandøren

## Trapper og gangbaner

Det skal etableres nødvendige trapper og gangbaner for hensiktsmessig tilgang til service og vedlikehold av anlegget. Minimumsbredde på 900 mm, (1000 mm der gangbanen fungerer som rømningsvei).

For tilgang til silotopper godtas ledere der det kun er nødvendig med tilgang i forbindelse med komponentfeil/utskiftning.

Utforming av trapper og gangbaner i forbindelse med rømningsveier må gjøres i samarbeid med branningeniør/inspektør.

## Reserve-/back-upkjeler

Biogassanlegget og gassoppgraderingsanlegget mottar i dag damp fra en kjele som kjøres på naturgass. Denne kjelen er lokalisert i biogassanleggets bygg. For å sikre drift av de to anleggene anbefales det at denne kjelen beholdes og vil fungere som reserve når forbrenningsanlegget er ute av drift. Det er ytret ønsket om at relokalisering av denne kjelen til forbrenningsanlegget inkluderes i dette prosjektet. Dette vil være logisk for logistikk og prosesser på Grødalaland at all dampproduksjonsutstyr har tilhold på samme sted. Det bestemmes i detalj prosjektet og foreslås inkludert som et tillegg til prosjektet. I denne fasen er det satt av plass til dette.

Skulle det installeres en tørke så er det sannsynligvis hensiktsmessig med en ekstra back up kjele for å produsere varme når forbrenningsanlegget ikke er i drift. Det bestemmes som en del av tørkeprosjektet. I denne fasen settes det av plass til dette i layouten.