

**HÅNDBOK**  
*i*  
**ENSILERING**

© Stiftelsen RUBIN, 1993  
Omslagsillustrasjon: Stenberg & Rokseth AS  
Desktop og illustrasjoner: Kjell Eriksmoen  
Skipnes Offsettrykkeri AS

ISBN: 82-993089-0-9

## FORORD

Stiftelsen RUBIN har gjennom sitt løpende samarbeid med fiskeri- og oppdrettsnæringen registrert et klart behov for bedre praktisk kunnskap om ensilering blant næringsutøverne. Også offentlig forvaltning (lokalt og sentralt) samt forsknings og opplærings-institusjoner har gitt uttrykk for dette. Siden bakgrunnen til disse aktørene er forskjellig, vil også behovene for ny kunnskap naturlig nok være forskjellig.

Denne håndboken er utarbeidet for å møte disse behovene. Det er vårt håp at den vil bidra til bedre beslutninger og en bedre håndtering av biprodukter i næringene.

Utgangspunktet for håndboken er et utkast som ble utarbeidet av Sennco A/S på Hamar. Stiftelsen RUBIN har med dette som bakgrunn innhentet synspunkter og bidrag fra andre produsenter av ensileringsutstyr samt mottakere av ensilasje. Dette samarbeidet har bidratt til at denne håndboken gir en realistisk beskrivelse av praktiske forhold som er av betydning for produksjon av god ensilasje. Under arbeidet med håndboken har vi blitt klar over at det er ulike meninger om hva som er det beste tekniske arrangement eller den beste fremgangsmåten for ensilasjeproduksjon. Av praktiske årsaker har det dessverre ikke vært mulig for oss å presentere alle disse synspunktene i denne boken.

I forbindelse med arbeidet vil vi særlig få takke Nils Ivar Viken i Sennco A/S for utarbeidelse av utkastet og andre som har bidratt med verdifulle erfaringer og innspill.

Trondheim, den 30. november 1993

*Øistein Bækken*

*Sigrun Bekkevold*

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>GENERELT OM ENSILERING</b>	13
1.1	Hva er ensilasje?	13
1.2	Hvorfor lager vi ensilasje?	13
1.3	Hvordan lager vi ensilasje?	14
<b>1.4</b>	<b>Råstoff</b>	14
1.4.1	Krav til ensilasjeråstoffet	14
1.4.2	Sløyeavfall, med og uten hoder	15
1.4.3	Filetavfall	15
1.4.4	Helfisk, avfallsfisk	16
1.4.5	Sild og makrellavfall	16
1.4.6	Annet fiskeavfall	17
1.4.7	Avfall fra oppdrettsindustrien	17
<b>1.5</b>	<b>Produksjonsutstyr</b>	18
1.5.1	Oppmaling og syretilsetning	18
1.5.2	Tankanlegg	18
1.5.3	Sirkulasjonsanlegg	18
1.5.4	Krav til produksjonsutstyr	18
1.5.5	Kontinuerlig produksjon	19
1.5.6	Batchproduksjon	20
<b>1.6</b>	<b>Konserveringsmidler</b>	21
1.6.1	Alternative syrer	21
1.6.2	Krav til pH ved forskjellige syrer	22
1.6.3	Bruk av antioksidant	22
1.6.4	Ensilasjens aggressivitet på materialer	22
1.6.5	Foretrukne materialer	23
1.6.6	Materialer som må unngås	23
<b>1.7</b>	<b>Pumpbarhet (konsistens)</b>	23
1.7.1	Fersk ensilasje	23
1.7.2	Lagret ensilasje	24
<b>1.8</b>	<b>Problemer med bein i ensilasjen</b>	25
1.8.1	Generelt	25
1.8.2	Settling i tanker	25
1.8.3	Bunnavfall av beinsubstans	26
<b>1.9</b>	<b>Omgivelsestemperaturens og pH's innvirkning på ensilasjen</b>	27

<b>2</b>	<b>DRIFT AV ANLEGG</b>	29
<b>2.1</b>	<b>Hvordan styre pH og dermed driftskostnadene</b>	29
2.1.1	Utstyr for pH måling	29
2.1.2	Syreforbruk og pH-skalaen	29
<b>2.2</b>	<b>Syreforbruk ved forskjellige råstoffer</b>	30
2.2.1	Sløyeavfall, med og uten hoder	31
2.2.2	Filétavfall	31
2.2.3	Helfisk, avfallsfisk	31
2.2.4	Sild og makrellavfall	31
2.2.5	Annet fiskeavfall	31
<b>2.3</b>	<b>Bemannning</b>	31
2.3.1	Krav til bemanningen	31
2.3.2	Krav til nøyaktighet	32
2.3.3	Krav til pass av ensileringsanlegget	32
2.3.4	Krav til tekniske kunnskaper	33
2.3.5	Rengjøring av anlegg	33
2.3.6	Opplæring	33
<b>2.4</b>	<b>Frostproblemer ved ensilasjeproduksjon</b>	34
2.4.1	Frostproblemer i lagertanker	34
2.4.2	Frostproblemer i rør og pumper	34
<b>3</b>	<b>UTSTYR</b>	35
<b>3.1</b>	<b>Kverner og bearbeidingsutstyr</b>	35
3.1.1	Generelt	35
3.1.2	Grovkverner (langsomtgående knivkverner)	35
3.1.3	Finkverner (langsomt- og hurtiggående kverner)	36
3.1.4	Kverntanker	37
<b>3.2</b>	<b>Beinseparator</b>	38
3.2.1	Generelt om beinseparatoren	38
3.2.2	Forutsetninger for bruk av beinseparatoren	39
<b>3.3</b>	<b>Pumper til produksjon og transport</b>	39
3.3.1	Fortrengningspumper	39
3.3.2	Sentrifugalpumper	39
<b>3.4</b>	<b>Rørsystemer</b>	40
3.4.1	Trykkforhold ved pumping av ensilasje	40
3.4.2	Rørdimensjoner mellom ensileringsanlegg og tank	41

3.4.3	Rørdimensjoner for sirkulering og tømning av lagertank	41
<b>3.5</b>	<b>Lagringsystemer</b>	41
3.5.1	Lagertanker med hjelpeutstyr	41
3.5.2	Lagertanker, utforming	41
3.5.3	Bruk av dagtank i sentrale anlegg	42
<b>3.6</b>	<b>Sirkulasjonssystemer</b>	42
3.6.1	Ekstern sirkulasjon	42
3.6.2	Intern omrøring	44
<b>3.7</b>	<b>Alternative tekniske løsninger for ensileringsanlegg</b>	45
3.7.1	Kverntank kjørt som batchanlegg	45
3.7.2	Kverntank kjørt kontinuerlig	45
3.7.3	Kverntank kjørt halvkontinuerlig	46
3.7.4	Kverntank med tilkoplede finkvern (kontinuerlig)	46
3.7.5	Stor kverntank med høy effekttilførsel og beinseparator	47
3.7.6	Kontinuerlig anlegg med grovkvern og finkvern (éngangsbearbeiding)	48
3.7.7	Kontinuerlig anlegg med sirkulasjon (flergangsbearbeiding)	48
<b>3.8</b>	<b>Kriterier for valg av anleggstype</b>	51
<b>4</b>	<b>ØKONOMI</b>	53
<b>4.1</b>	<b>Investeringer</b>	53
4.1.1	Ensileringsanlegg	53
4.1.2	Pumper, sirkulasjon og røreverk	54
4.1.3	Lagertanker	55
4.1.4	Montering og igangkjøring	55
<b>4.2</b>	<b>Driftskostnader</b>	55
4.2.1	Syreforbruk	55
4.2.2	Antioksidantforbruk	56
4.2.3	Strømforbruk	56
4.2.4	Arbeidskraft	56
4.2.5	Vedlikehold av utstyr	57
4.2.6	Avskrivninger på utstyr og investeringer	57
<b>4.3</b>	<b>Driftsinntekter</b>	57
4.3.1	Salg av ensilasje	57
4.3.2	Redusert vekktransport av avfall	57

<b>4.4</b>	<b>Kostnadeksempel for tre anlegg</b>	59
4.4.1	Forutsetninger for kostnadseksempelene	59
4.4.2	Anleggstype I, inntil 3 tonn/dag	60
4.4.3	Anleggstype II, inntil 8 tonn/dag	62
4.4.4	Anleggstype III, inntil 30 tonn/dag	64
<b>5</b>	<b>KVALITETSKRAV VED ENSILERING</b>	66
<b>5.1</b>	<b>Produksjon av ensilasje</b>	66
5.1.1	Krav til råvarer i ensilasjeproduksjon	66
5.1.2	Syre	66
5.1.3	Antioksidant	66
5.1.4	Produksjonsutstyr	66
5.1.5	Fremmedlegemer	66
5.1.6	Lagertanker	66
5.1.7	pH etter produksjon og pH i lagertanker	67
<b>5.2</b>	<b>Kontrolljournal, del I og del II</b>	67
5.2.1	Ensilerings- og avfallsdata. Del I	67
5.2.2	Anleggsdata. Del II	67
<b>APPENDIX I</b>		
	Avfall fra fiskeoppdrett og -slakteri	68

# 1 GENERELT OM ENSILERING

## 1.1 Hva er ensilasje?

Ensilasje kan være mange forskjellige ting, men vi skal i denne framstillingen kun befatte oss med begrepet fiskeensilasje, som betyr at ensilasjonen er laget av fiskeråstoff.

Ensilasje vil derfor være fisk eller deler av fisk som er blandet med et konserveringsmiddel, slik at blandinga er lagringsstabil over lengre tid. Som konserveringsmiddel brukes vanligvis en syre som bringer pH (surhetsgraden) i blandingen ned til et nivå der bakterieveksten i fiskemassen stopper.

Det finnes forskjellige syrer som kan brukes til dette formålet, noe vi skal komme tilbake til i et senere kapittel i håndboken.

Når forholdene er riktige, dvs temperatur over 5 °C og en pH på 3,5 til 4,5 vil fiskemassen begynne å brytes ned. Dette skjer hurtigere ved høyere temperaturer opp til 40 °C. Denne prosessen kalles *hydrolyse*. Enzymene bryter ned muskelvevet, og vi får en flytende masse.

Samtidig blir det benyttet et annet ord for den samme prosessen, *autolyse*. Dette er et annet ord for samme prosessen, med forteller hvordan prosessen forløper, nemlig automatisk ("auto"lyse). I det etterfølgende vil vi konsekvent benytte ordet autolyse for det vi snakker om her, nemlig nedbryting av fiskeavfall ved hjelp av enzymer som finnes i massen, ved riktig pH og riktig temperatur.

## 1.2 Hvorfor lager vi ensilasje?

Fisk og fiskeavfall er et lett bedervelig råstoff som tåler lite lagring uten at det er konserverte. For det stoffet vi snakker om her, et avfallsstoff fra fiskeproduksjonen, må det legges ned minst mulig investeringer og driftskostnader for å komme fram til et produkt som kan lagres og transporteres til brukere for denne type produkter.

Med ensilering er disse forutsetningene oppfylt, og vi har et produkt som beskrevet over. Det viser seg dessuten at det finnes brukere for denne ensilasjonen som er villige til å betale mere enn det koster å produsere den, dersom ensileringen foregår på en optimal måte. Bedriftene har på denne måten klart å skaffe seg en inntektskilde på et avfall som for manges vedkommende gikk over kaikanten.



Etter hvert som også miljømyndighetene begynner å bekymre seg for forurensningssituasjonen langs vår kyst, blir ensilering stadig mere aktuelt, også for mindre produsenter.

I et senere avsnitt skal vi se litt på økonomien for en del forskjellige anleggstyper som kan håndtere avfall fra større og mindre fiskebruk.

---

### 1.3 Hvordan lager vi ensilasje?

Når vi skal lage ensilasje må vi ha fisk eller fiskeavfall, syre for konservering og utstyr for å blande og kverne dette sammen til en homogen masse. Videre må vi påse at alle deler av den produserte ensilasjen har et syreinnhold som holder pH på et nivå der massen er stabil.

Dette oppnår vi ved å tilsette riktig mengde syre til fisken og kverne/blande dette sammen til en homogen masse. Vi må huske at store mengder bein vil gi en stigning i pH etterhvert som syra trekker inn i beinmassen. Bein, eller kalsium-forbindelser som beina består av, vil nøytralisere syra inntil all bufferkapasitet i beinmassen er brukt opp. Lengden på den perioden pH stiger vil være avhengig av hvor fint massen er kvernet, hvor mye bein massen inneholder og hvilken temperatur massen har.

Dersom pH stiger til ett visst nivå, over 4,5 for maursyre, vil ensilasjen begynne å råtne. Vi har da brukt for lite syre. Tilsetter vi derimot for mye syre, vil dette gå ut over økonomien for ensilering. (Se kapittel 2.1).

Pumper vi massen til et lager, må vi kontrollere pH i lagertanken slik at ensilasjen ikke begynner å råtne. pH må holdes på riktig nivå i forhold til den syra som brukes. (Se avsnitt 1.6.1 og 1.6.2 om forskjellige syrer og deres konserveringsegenskaper).

Det er enkelt å kontrollere pH-verdien. Dette gjøres med et egnet lakmuspapir eller med et håndinstrument. (Se avsnitt 2.1.1).

---

## 1.4 Råstoff

### 1.4.1 Krav til ensilasjeråstoffet

Som råstoff for ensilasje kan stort sett alt avfall fra fiskeindustrien brukes, dvs. alt avfall som har opprinnelse i fisken. Kravet til råstoffet er dog at det skal være så ferskt som mulig, helst bare noen timer gammelt fra produksjonsprosessen til ensileringsanlegget.

På sommeren med høye temperaturer er det et krav at råstoffet blir ensilert straks.

Råstoff som har begynt å råtne vil gi en ensilasje som har dårlig kvalitet. Dessuten vil det forbrukes mer syre fordi forråtnelsesprosessen gir økende pH. I verste fall vil dette kunne bederve hele innholdet i lagertanken, som da må kasseres. Dette vil medføre høye kostnader, samtidig som det ikke er lett å finne en forsvarlig måte å kassere dumpet dette avfallet på.

Første bud er derfor:

***Bruk ferskt råstoff til produksjonsprosessen, også når det gjelder ensilering. Sluttproduktet blir ikke bedre enn råstoffet inn. Både oljekvaliteten og proteinkvaliteten påvirkes av dårlig råstoff.***

Et ensileringsanlegg er ikke en tomme plass for bedervet avfall, men en produksjonsenhet for en råvare som skal selges til forbruker. Legg derfor opp rutiner slik at alt avfall blir transportert til ensileringsanlegget så fort som mulig, og pass på at ikke noe avfall blir liggende igjen over lang tid.

#### 1.4.2 Sløyeavfall, med og uten hoder

Sløyeavfall vil være beinfritt, og det er små problemer med å produsere ensilasje fra dette avfallet. Ensileringsutstyret kan være enkelt, og syreforbruket er lavt. (Se senere avsnitt om syreforbruk). Foregår hodekapping i forbindelse med sløyeprosessen, vil det være noe bein, og vi behøver noe annet kvernutstyr i dette tilfelle.

Dette avfallet er spesielt utsatt for forråtnelse p.g.a. det store innholdet av enzymer og bakterier i tarmsystemet.

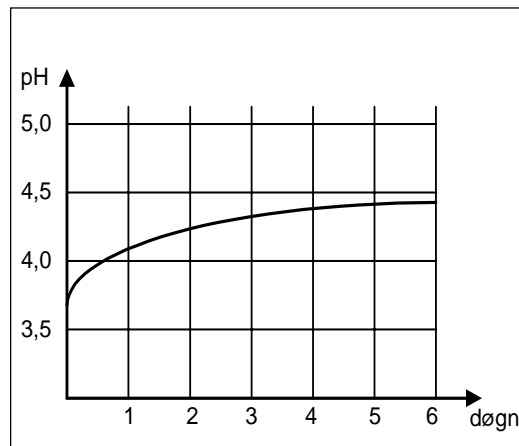
#### 1.4.3 Filétavfall

Avfall fra filétindustrien vil være meget forskjellig fra sløyeavfall da det vil inneholde store mengder med bein fra hoder og rygger.

Dette avfallet er det som krever størst syreforbruk. Årsaken til dette er at bein inneholder mye kalsium som nøytraliserer syra. Dette skjer imidlertid gradvis over noen døgn fordi det tar tid for syra å trenge inn i bein substansen. pH-verdien vil under uheldige omstendigheter kunne øke så mye at fiskemassen begynner å råtne. Dette vil igjen akselerere pH-økningen. (Se figur 1).

pH-økningen vil være avhengig av hvor finmalt avfallet blir i første omgang samt hvor lang tid syra bruker på å trenge gjennom bein substansen. I avsnitt 1.8.3 ser vi på ulike årsaker til økning av pH.

**Figur 1.**  
*pH-verdiens utvikling  
over tid.*



#### 1.4.4 Helfisk, avfallsfisk

Av forskjellige grunner er det en del fisk vi ikke kan bruke i produksjon for menneskeføde. Denne helfisken vil være et ypperlig råstoff for ensilasjeproduksjon.

Fisken kan være opp til 10 til 15 kg, og systemet må kunne ta imot denne type avfall og bringe det gjennom systemet uten at problemer oppstår.

Avfallet vil inneholde noe bein, men relativt betydelig mindre enn filétavfall. Likevel vil det bli noe stigning av pH den første tiden etter produksjon.

#### 1.4.5 Sild- og makrellavfall

Avfall fra filétproduksjonen av sild og makrell er i utgangspunktet et filétavfall. Grunnen til at dette behandles spesielt er at beina er betydelig svakere, og at fettinnholdet er høyere i denne type fisk i forhold til torskefisk. Vi får på langt nær de samme problemene med stigning av pH i denne massen som i konvensjonelt avfall (torsk) fra filétindustrien.

Produksjon av dette avfallet kan derimot gi oss andre problemer, som under visse forhold kan føre til driftsstans om det ikke er tatt hensyn til dette under bygging av anlegget.

Ved innblanding av syre i ferskt avfall skjer det en forandring i konsistensen, og vi får et svært viskøst (tyktflytende) materiale som er meget vanskelig å pumpe. Problemet gjelder spesielt ved meget ferskt avfall, og er det samme som ved ensilering av selkjøtt.

Dette kan ikke unngås i produksjonen, men man kan dimensjonere anlegget for å kunne håndtere problemet.

Dette gjør man ved å legge lagertankene like i nærheten av produksjonen. Man kan også varme opp ensilasjen om vinteren slik at autolyseprosessen starter. Man avhjelper ikke produksjonsproblemene på denne måten, men er det lang leveringslinje til båt, er det ikke mulig å pumpe ensilasjen uten at autolysen er kommet i gang. Om vinteren er ofte temperaturen så lav at denne prosessen tar lang tid, og man får leveringsproblemer.

#### 1.4.6 Annet fiskeavfall

Alt fiskeavfall kan som nevnt brukes til ensilasjeproduksjon. Forutsetningen er at avfallet er ferskt, og at en forråtnelsesprosess ikke er startet. Hvis det er stort sett bare bein, kan det være et spørsmål om det er lønnsomt å produsere ensilasje på grunn av stort syreforbruk og lavt proteininnhold.

Det kan også være problematisk å få igang autolyse for en del avfall som ikke inneholder sløyeavfall og skinn fordi de enzymene som setter igang denne prosessen mangler. Man må derfor i noen tilfelle tilsette noe sløyeavfall for å få disse enzymene i blandingen.

#### 1.4.7 Avfall fra oppdrettsnæringen

Avfall fra oppdrettsnæringen er i utgangspunktet et meget godt avfall som egner seg til ensilering. Normalt inneholder avfallet lite bein, og store mengder fett i forhold til annet avfall. Ensilering av dette avfallet byr ikke på problemer.

Dette avfallet og sløyeavfall, med og uten hoder (se 1.4.2) kan direkte sammenliknes når det gjelder ensileringsprosessen.

Det er ikke tillatt å bruke ensilasje fra oppdrettsavfall til fôring av fisk. Dette avfallet må derfor behandles for seg, og holdes adskilt i lagertanker slik at en blanding med avfall fra villfisk ikke finner sted. En blanding av avfall fra villfisk og oppdrettsfisk vil medføre at ensilasjen ikke kan brukes fritt, og kan representere et tap for produsenten.

---

## 1.5 Produksjonsutstyr

### 1.5.1 Oppmaling og syretilsetning

Produksjonsutstyret for et komplett ensileringsystem er her delt inn i tre deler (elementer):

- Oppmaling og syretilsetning
- Tankanlegg
- Sirkulasjonsanlegg

Rent prosess teknisk innebærer den primære delen av et ensileringsanlegg oppmaling og syreinnblanding. Utstyr for dette skal være innrettet slik at blandingen blir tilstrekkelig finmalt, homogen og har riktig pH-verdi. Nødvendig utstyr er mottaks-arrangement, kvern(er), syredosering (syretank, pumpe, styrings-innretning), røropplegg og pumper for transport helt fram til lagertank.

### 1.5.2 Tankanlegg

I tankanlegget lagres den ferdige ensilasjen til vi kan levere den til kunden. Tankanlegget kan bestå av en eller flere tanker som innbyrdes er forbundet med rør. (Se figur 6). Tankanlegget mottar ensilasjen fra produksjonsenheten, ensileringsanlegget.

### 1.5.3 Sirkulasjonsanlegg

For å kunne sirkulere ensilasjen på lagertankene og for å hindre at bein settler i tankene, må vi ha et system som holder ensilasjen i bevegelse. Dette kan være en pumpe som sirkulerer ensilasjen rundt i tankene. Da bruker vi samme pumpe som vi bruker for levering (se figur 6).

For store anlegg kan det i tillegg være nødvendig med intern sirkulasjon på tankene som vist i figur 8 og 9.

### 1.5.4 Krav til produksjonsutstyr

Når vi skal produsere ensilasje er det viktig å ha et produksjonsutstyr som er tilpasset den jobben som skal gjøres. Utstyret skal ikke koste mer enn nødvendig for den jobben som skal utføres, men skal heller ikke være så enkelt at det ikke fungerer uten en masse innsats for å klare å opprettholde produksjonen.

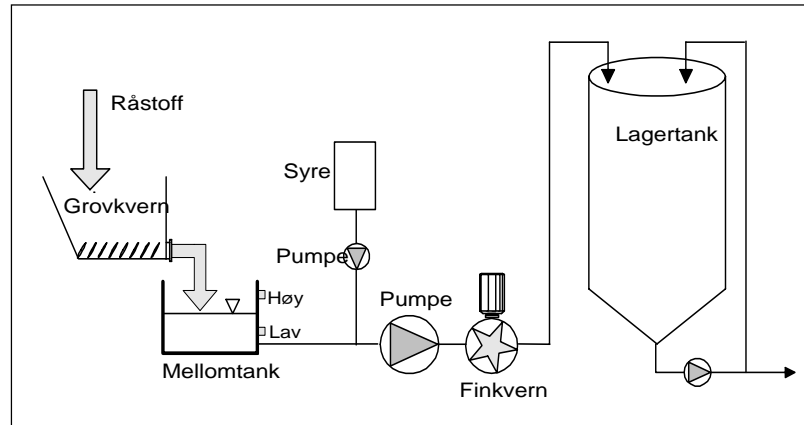
Det er viktig å ha et utstyr som gir muligheter for kontroll av pH-verdien. pH må ikke stige for mye slik at ensilasjen blir ødelagt, men det er også viktig at syreforbruket holdes lavest mulig for å sikre økonomi i anlegget.

En dårlig utforming av anlegget vil i driftsfasen kunne føre til at man ikke klarer å holde syreforbruket nede, eller at man får for lite syre i ensilasjen. For lite syre fører i neste omgang til at ensilasjen må kasseres. En dårlig utforming av anlegget kan derfor ødelegge mulighetene for å få lønnsom drift.

### 1.5.5 Kontinuerlig produksjon

Slike systemer vil egne seg best for større ensileringsanlegg, anlegg med kapasiteter over 8 tonn pr. dag.

Med kontinuerlig produksjon menes et anlegg som er montert i en linje der avfallet stadig kommer inn og går gjennom en kvern hvor det blir malt. Et slikt anlegg kan bestå av en grovkvern, med eventuelt en finkvern i tillegg, for å få tilstrekkelig fin oppmaling. Syre kan tilsettes foran pumpa eller i finkverna. Figur 2 gir en skisse av et kontinuerlig anlegg med både grovkvern og finkvern. Se kapittel 3.1 og 3.7.



**Figur 2.** Eksempel på kontinuerlig ensileringsanlegg med produktpumpe og tankanlegg.

Det finnes mange varianter av denne type anlegg, men felles for alle er at de har et kvernsystem som maler opp avfallet og at det tilsettes syre under eller like etter kverneprosessen. Fiskemassen kan gå én gang gjennom anlegget og over i lagertank, eller den kan sirkulere flere ganger gjennom kvernsystemet for å oppnå tilstrekkelig finmaling. Type avfall bestemmer behovet for finmaling.

Ensilasjen som kommer fra et slikt anlegg må ikke være for grov, og syra bør være homogent blandet inn i massen, ellers vil det oppstå fare for lokal forråtnelse i lagersystemet. (Se også avsnitt 1.8.3 og figur 4).

Det vil også ta lang tid for massen er stabil med hensyn på pH om massen er for grov. (Se også avsnitt 1.4.3 og figur 1).

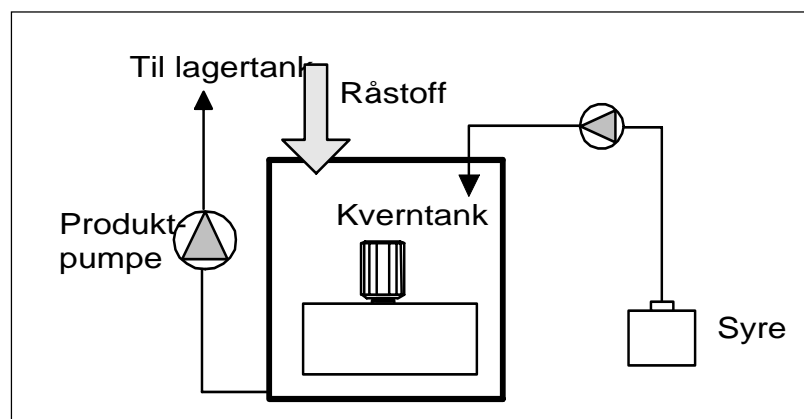
### 1.5.6 Batchproduksjon

For mindre ensileringsanlegg er det hensiktsmessig å bruke utstyr som produserer ensilasje batchvis (se figur 3).

Dette innebærer at vi bruker en tank eller container med innmontert kvern slik som beskrevet i kapittel 3.1.4 om kverntanker.

Syre tilsettes i forhold til den massen som kommer inn. Normalt skjer dette manuelt.

Et kvernsystem bearbeider så denne massen slik at den blir homogen. Selv om det finnes ulike former for oppmaling, alt etter hvilken leverandør som velges, vil resultatet stort sett bli det samme.



*Figur 3. Ensileringsanlegg for batchproduksjon.*

Lengden på bearbeidingsperioden bestemmes normalt av operatøren. Konsistensen på ensilasjen vil være avhengig av denne bearbeidingsperioden. Det som skjer i et slikt batchsystem er at det tilføres energi til ensilasjen, avhengig av bearbeidingsperioden og av effekten på kverna.

Når det tilføres energi til ensilasjen vil temperaturen stige. Det settes da igang en autolyse av ensilasjen som gir en mer tyntflytende konsistens enn for anlegg med kanskje bare én gangs gjennomløp (kontinuerlige anlegg).

Dette gjør at det kan stilles enklere krav til pumper i slike systemer. Det finnes flere systemer som kan bruke enkle sentri-

fugalpumper for videretransport av ensilasjen. Fordelen med disse er at det i slike tilfeller er nok med én pumpe for både transport fra ensileringsanlegget til lagertank, sirkulasjon av lagertank og levering fra lagertank til transportmiddel.

Dette gir god økonomi, fordi sentrifugalpumpa har stor kapasitet i forhold til prisen. Kapasiteten er tilstrekkelig til at innholdet i lagertanker opp til en viss størrelse kan holdes i sirkulasjon. Samtidig sørger den for at levering til bil/båt ikke tar lengre tid enn akseptabelt.

Kverntanker kan også brukes som kontinuerlige produksjonslinjer, eller semi-kontinuerlige linjer. Anlegget må i et slikt tilfelle utstyres med noe automatikk slik at det blir kontroll på det volum råstoff som fylles på kverntanken hver gang den etterfylles, samt et syredoserings-system som etterfyller syre i forhold til råstoffmengden. Denne bruk av batch-systemet blir nærmere beskrevet i kapittel 3.7.

---

## 1.6 Konserveringsmidler

For å få en ensilasje som er lagringsstabil må vi bringe pH til en grense der forråtnelsesbakterier ikke vokser og formerer seg. Dette kan skje ved å høyne pH ved hjelp av lut, eller senke pH ved hjelp av en syre.

Fisk har stor bufferkapasitet, slik at det skal relativt store syremengder til for å bringe pH ned. Dette varierer imidlertid fra syre til syre.

Det ble tidligere laget ensilasje med lut. Dette skjer ikke lengre i dag fordi det ikke passer til fordøyelsessystemene til dyra som skal ete denne massen.

Det viser seg også at det dannes en del uheldige forbindelser ved bruk av lut.

### 1.6.1 Alternative syrer

I ensileringsprosessen kan de fleste syrer brukes. Ensilering har foregått med både uorganiske syrer som saltsyre, svovelsyre, salpetersyre og fosforsyre og med organiske syrer som maursyre, propionsyre og eddiksyre. Det oppstår imidlertid en del problemer med de fleste av disse syrene. De vil være aggressive mot mange typer materialer og kreve en svært lav pH for å gi et lagringsstabilt produkt (se avsnitt 1.6.2). Dette gir problemer både for produsenten og for brukeren.



Den syra som etterhvert er blitt enerådende for ensilasjeproduksjon til fôrstoffer er maursyra. Denne bør blandes med et antioksidasjonsmiddel (se avsnitt 1.6.3).

Statens Tilsynsinstitusjoner i Landbruket (STIL) krever at det brukes maursyre der ensilasjen skal brukes som fôrstoff i husdyrproduksjonen.

For andre bruksområder, for eksempel pelsdyrmarkedet, vil det kunne være aktuelt med andre syrer.

#### 1.6.2 Krav til pH ved forskjellige syrer

Den pH som gir lagringsstabil ensilasje vil variere med type syre. For maursyre må vi ha en pH som er 4,5 eller lavere. Bruker vi derimot svovelsyre, må vi ned i en pH på 2-2,5 for å få den samme lagringsstabiliteten.

Når det gjelder andre syrer vil pH-verdien som gir lagringsstabilitet variere, uten at dette skal vurderes her. Generelt må pH bringes ned til enn lavere verdi ved bruk av uorganiske syrer i forhold til bruk av organiske syrer, for å få samme antimikrobielle effekt. De som skal produsere ensilasje med andre syrer bør derfor konferere med en kjemiker eller mikrobiolog om det nivå som gir lagringsstabilitet.

#### 1.6.3 Bruk av antioksidant

For å hindre harskning av fett må det tilsettes et antioksidasjonsmiddel til ensilasjen. I praksis blandes antioksidanten med syra for denne doseres inn i fiskemassen. Selv om behovet for antioksidant avhenger av fettinnholdet i råstoffet, anbefales jamt over tilsats av 1 % antioksidant i syra.

#### 1.6.4 Ensilasjens aggressivitet på materialer

Jo lavere pH vi får i ensilasjen, jo mer aggressiv vil ensilasjen være for de materialer vi bruker i anlegget.

For å unngå korrosjon har vi tydd til bruk av plastmaterialer. Ved bruk av maursyre har det imidlertid vist seg at det ikke er noe til hinder for å bruke lagertanker av vanlig stål. Dette kan forundre mange fordi maursyre på stål gir en heftig korrosjon.

Forklaringen er at ved ensilering brytes fiskemassen ned slik at fett frigjøres. Dette fett legges seg som en hinne på alle flater, og det synes som om denne er med å beskytte stålet.

I forbindelse med andre syrer er ikke bildet like enkelt. Kombinasjonen ståltanker og saltsyre som konserveringsmiddel vil ikke fungere. Tankene korroderer raskt i stykker.

#### 1.6.5 Foretrukne materialer

Tar vi utgangspunkt i bruk av den mest vanlige syra for konservering, maursyre, vil materialvalget være enkelt, dvs. stål- eller plasttanker. For rørledningene kan også stål brukes, men plast av forskjellige typer vil være å foretrekke. Det er flere grunner til dette, blant annet at plastledninger er enklere å legge, og kan utføres av folk ved anlegget.

#### 1.6.6 Materialer som må unngås

Materialer med korrosjonsbelegg bør unngås. Når det gjelder galvaniserte materialer kan ikke disse brukes, fordi dette vil utvikle giftige stoffer.

Andre korrosjonshindrende belegg kan fungere, men går det hull på belegget, kan det utvikle seg en intens korrosjon i dette området. Det kan føre til at tanken eller røret går i stykker der, mens resten av røret ikke er angrepet.

Det er da bedre å få en viss tæring på hele overflata, men ingen direkte punkttering som kan bli ganske intens.

---

### 1.7 Pumpbarhet (konsistens)

#### 1.7.1 Fersk ensilasje

Når vi produserer ensilasje fra fiskeavfall, skal avfallet være ferskt. Det kan likevel være forskjell på hvor lenge det er siden fisken er tatt opp av havet. Denne forskjellen vil gi noe variasjoner i pumpbarheten. Vi velger her å kalle all ensilasje som er nyprodusert for fersk ensilasje.

Stoffet som kommer ut av produksjonsenheten er en meget tyktflytende masse som er vanskelig å pumpe. Den renner ikke før etter en tids lagring ved høye nok temperaturer (se kapittel 1.9).

Avhengig av det utstyret som brukes, kan ensilasjen være vanskelig å håndtere. Ved bruk av kontinuerlig produksjonsutstyr der massen går én gang gjennom anlegget vil ensilasjen være meget tøff å pumpe, og det kreves spesielle pumper (se kapittel 3.3). Dette gjelder spesielt produksjon ved lave temperaturer der autolysen ikke kommer i gang.

Ved flergangsbearbeiding, der massen sirkulerer flere ganger gjennom oppmalingsystemet, blir forholdene noe bedre. Imidlertid skal det store energimengder til for å oppnå ensilasje som er lett å behandle i de etterfølgende systemer.

For små anlegg, der det kan brukes batchutstyr, vil en bearbeiding av ensilasjen føre til at temperaturen stiger, og at ensilasjen begynner å autolysere. Dette gir straks et mer lettflytende produkt. Forutsetningen er likevel at vi har nok tid til å bearbeide denne ensilasjen, og at det er stor nok motoreffekt på utstyret til at temperaturen stiger.

En utbredt misoppfatning er at det er bearbeidingen som gir lettflytende ensilasje. Ensilasjen blir lettflytende fordi temperaturen stiger under bearbeiding slik at autolysen kommer igang (se kapittel 1.9).

For å få en mer lettflytende ensilasje som kan pumpes straks ut av ensileringsanlegget på vinterstid (uten lagring), må vi ha en kW-effekt fra motorene på 12-20 ganger timekapasiteten i tonn. Volumet på ensileringsstanken ( $m^3$ ) bør ligge 1-2 ganger over timekapasiteten. For et anlegg som skal produsere 5 tonn/time, og med et tankvolum på  $10 m^3$ , vil det si en motoreffekt på 60-100 kW.

Et slikt anlegg kan drives kontinuerlig eller som batchanlegg (se kapittel 3.7).

Som en regel kan vi si at fersk ensilasje, der autolysen ikke har startet, er tykflytende og derved vanskelig å pumpe.

### 1.7.2 Lagret ensilasje

Hvis ensilasjen lagres over noe tid og forholdene ligger til rette, vil den autolysere. De forholdene vi her snakker om, er høy nok temperatur samt at det er enzymer tilstede i ensilasjen.

Normalt vil det være nok enzymer i alle typer ensilasje, enten fra fiskeinnvoller eller fra skinn. Til og med i fiskekjøtt finnes enzymer som normalt er nok til at prosessen kommer igang. Når autolysen starter, vil ensilasjen gradvis bli mer tyntflytende. Den blir enklere å pumpe og å håndtere på nesten alle måter.

Om vinteren er ofte temperaturforholdene slik at autolyseprosessen ikke kommer skikkelig igang, og vi får derved en ensilasje som er vanskelig å håndtere selv etter en tids lagring. Dette må vi ta hensyn til under dimensjonering av pumper og annet utstyr for lager- og tømmesystemet ved ensileringsanlegget.

---

## 1.8 Problemer med bein i ensilasjen

### 1.8.1 Generelt

Filétavskjær, rygger, hoder etc. inneholder mye bein som tildels kan skape store problemer, både for mottaker av ensilasje, transportøren og ensilasjeprodusenten.

Et spesielt problem for mottaker av ensilasje, de som produserer ensilasjekonsentrat, er påbrenning på inndamperne. På grunn av bein i ensilasjen vil det være et høyt innhold av kalsium (kalk) i ensilasjen som skal inndampes, selv om råstoffet har gått gjennom en dekanter-sentrifuge. Disse stoffene legger seg på de varme flatene i inndampersystemet og hindrer en effektiv varmegjennomgang, og derved reduseres effektiviteten av utstyret. Etter en tid vil dette belegget bli så tykt at anlegget må stoppes for rengjøring. Dette betyr nedsatt driftstid, nedsatt kapasitet og kostnader i forbindelse med rengjøring av anleggets heteflater.

Inndampersystemet er konstruert for beinfritt materiale, og den nye situasjonen med ensilasje fra filétavfall gir tildels store problemer.

Det er derfor ønskelig med minst mulig bein inn til videreforedlingsanlegget.

Man kan innrette seg slik at mesteparten av beina settler i lagertanken hos avfallsprodusent. Dette vil imidlertid skape store driftsproblemer og ekstrakostnader fordi tanken jevnlig må tømmes for beinmasse. Ofte er beinfraksjonen størknet og vanskelig å få ut. Dessuten vil en kunne få pH-økning og slike problemer som er nærmere beskrevet i avsnitt 1.8.3.

Beinholdig ensilasje vil nesten alltid gi settlingsproblemer ved båttransport. Det beste hadde vært å fjerne beina før ensilasjen ble laget hos avfallsprodusenten. Det arbeides med utvikling av beinsepareringsutstyr. Dette er beskrevet i kapittel 3.2.

### 1.8.2 Settling i tanker

Beinsubstansen har betydelig større egenvekt enn resten av ensilasjen, og vil etterhvert som viskositeten avtar i ensilasjen ha en tendens til å falle mot bunnen i lagertanken.

Når ensilasjen er meget tyktflytende, vil ikke beinsubstansen skille seg fra resten av ensilasjen på grunn av den høye viskositeten. Dette gjelder enten beina er finmalte eller noe grovere i størrelsen.

Under lagring av ensilasje er det tidvis problemer med bein i ensilasjen, spesielt om lagringsforholdene blir slik at autolyse starter. Beina har i disse tilfellene en tendens til å synke mot bunnen i lagersystemet om det ikke er noen form for omrøring. Økt temperatur gir økt grad av autolyse. Dette betyr at settlingsproblemene er størst om sommeren. Nyprodusert ensilasje vil gi små problemer i så måte om vinteren.

Settling av bein kan vi unngå ved å pumpesirkulere eller ved å ha et røreverk i ensilasjetanken. Tankens utforming samt dens totale volum har betydning for hvilken type omrøring vi må velge.

Problemene kommer når vi skal videretransportere ensilasje som er autolysert og som har mye bein. Selv om vi behersker forholdene i en tank er det ikke like enkelt å få den samme kontroll på sirkulasjonen ombord i en båt. Her er det de virkelige problemene oppstår med bein som faller ned til bunnen. Normalt må disse fjernes manuelt, noe som er en meget ubehagelig jobb.

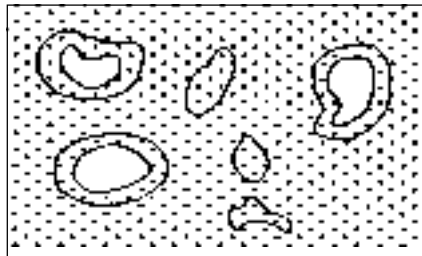
Fra det som er skrevet foran, har vi motstridende ønsker om hvordan vi ønsker å behandle ensilasjen. For å få den mest mulig pumpbar ønsker vi en viss autolyse i massen. For å hindre beinutfelling ønsker vi minst mulig autolyse i massen, for derved å holde den tyktflytende slik at den kan holde på beina.

I det ene tilfellet ønsker vi å tilføre varme/energi for å få en autolyse, i det andre tilfellet ønsker vi å holde ensilasjen kald, eller til og med kjøle denne for å hindre autolyse.

### 1.8.3 Bunnfall av beinsubstans

Bunnfall av beinsubstans gir ikke bare problemer ved tømning av tanken, men vil også kunne medføre et kvalitetsproblem for ensilasjen.

Under ensilering blir syre tilsatt fiskemassen som samtidig blir malt opp til mindre partikler. Syra blir liggende på overflaten av disse partiklene, men vil etterhvert gå inn i den enkelte partikkel. Jo mindre partikler, jo raskere vil syra trenge inn slik at vi får en homogen masse (se figur 4).



*Figur 4.*  
*Fiskebiter, ikke*  
*ferdig konservert.*

Beina vil være de partiklene som det er vanskeligst for syra å trenge inn i. I tillegg forbruker beina syre, slik at syrekonsentrasjonen på overflaten vil være lavere enn ellers i massen.

Når resten av fiskemassen er konservert og ferdig, vil en del av beina fortsatt ikke være gjennomkonservert. Etter hvert som ensilasjen blir mere tyntflytende, vil beina på grunn av egenvektforskjell falle mot bunnen i tanken (kapittel 1.8.2). Får de lov å ligge der uten å være ferdigkonservert, dvs uten at pH er 4.4 eller lavere, vil det starte en forråtnelse i denne beinhaugen. Det er da en meget stor fare for at hele tankens innhold etterhvert blir bedervet. (Se figur 7 i avsnitt 3.6.2).

Den eneste måten å fjerne disse beina på er å gå inn å spa de ut. Dette er ikke enkelt, fordi de etter en stund binder seg og blir til noe som ligner betong.



*Det er dessuten en ikke helt ufarlig jobb å få disse beina ut, fordi det vil være en gassutvikling fra denne beinhaugen. Gassen vil fortrenge oksygenet i tanken, så husk derfor god friskluft-tilførsel under dette arbeidet.*

En beinseparator kan være løsningen på dette problemet, men den må da monteres tidlig i systemet slik at disse beina ikke kommer inn i tanksystemet. (Se også avsnitt 3.2 om beinseparatoren).

---

## 1.9 Omgivelsestemperaturens og pH's innvirkning på ensilasjen

For at autolyse skal kunne finne sted trengs det enzymer. Disse enzymene er alltid tilstede i fiskemassen. Likevel finnes de i større mengder i innvoller fra fisk. Dette er fordøyelsesenzymer.

For at disse enzymene skal virke, dvs. sette igang en autolyse av fiskemassen, er det flere forutsetninger som må være oppfylt.

Er temperaturen i lufta og i råmaterialene for ensilasjeproduksjonen lav, under 5 °C, vil vi få en meget tyktflytende ensilasje, også etter lagring over tid. Om temperaturen er høyere vil autolyse starte og ensilasjen blir etterhvert mer lettflytende.

Den angitte temperaturen på 5°C, er ikke noen absolutt grense. En viss autolyse vil foregå også ved denne temperaturen, men den vil gå meget sakte.

For å øke autolysehastigheten kan vi kjøpe inn kunstig produserte enzymer, som utfører denne jobben mye raskere enn de naturlige enzymene. Dette kan være aktuelt i forskjellige kontinuerlige industrielle prosesser.

Denne prosessen går fortere jo høyere temperaturen er, opp til en temperatur på 36-37 °C. Som vi skjønner, kan vi tilføre energi og varme opp ensilasjen, slik at vi kunstig kan akselerere opp denne prosessen om den går for sakte fra naturens side.

pH-verdien må være mellom 3 og 4,5. Ved pH lavere enn 3 vil ikke enzymene kunne arbeide skikkelig. Er pH høyere enn 4,5 vil det gå forråtnelse i massen. Dette gjør at pH stiger raskt og inaktiverer enzymene, mens massen ødelegges. I dette området er det andre mikroorganismer som tar over alle funksjoner.

## 2 DRIFT AV ANLEGG

### 2.1 Hvordan styre pH og derved driftskostnadene

I et senere avsnitt skal vi se at syreforbruket utgjør den vesentligste posten i driftskostnadene. I figur 5 i avsnitt 2.1.2 er det forsøkt vist hva en liten pH-senkning betyr i økt syreforbruk, og derved økte kostnader for drift av anlegget. Klarer vi å kontrollere pH til å ligge høyest mulig, men under de før angitte verdier 4,3 til 4,4 (for ikke å få forråtnelse), vil vi kunne spare store syremengder, og derved utgifter.

#### 2.1.1 Utstyr for pH måling

Utstyr for pH-måling må finnes ved eller montert på anlegget. Det er riktig pH som skal sikre god kvalitet på ensilasjen. For små anlegg kan dette gjøres enkelt, ved hjelp av et lakmuspapir med riktig måleområde. pH avleses som en "fargeverdi" etter at lakmuspapiret er fuktet i ensilasjen.

For større anlegg kan man fortsatt bruke lakmuspapir, men det er ofte mere hensiktsmessig å bruke et håndinstrument. Ved å stikke en føler ned i ensilasjen, vil den direkte registrere pH digitalt. Man må huske på at disse instrumentene skal kalibreres med visse mellomrom. Se leverandørs bruksanvisning. pH-føleren må skiftes med 1 til 3 års intervall.

For store anlegg er det normalt montert en pH-føler i røret ut av ensileringsanlegget. Her registreres pH kontinuerlig når anlegget er i drift. Disse instrumentene er utstyrt med øvre og nedre alarmgrense for pH. Disse grensene kan innstilles som vi ønsker, og kan stoppe anlegget og gi alarm ved avvik fra riktig pH. Dette sikrer oss en mest mulig korrekt pH i produksjonen.

Vi må likevel være nøye med å kontrollere pH på lagertanker fordi pH vil forandre seg over tid avhengig av beinandelen.

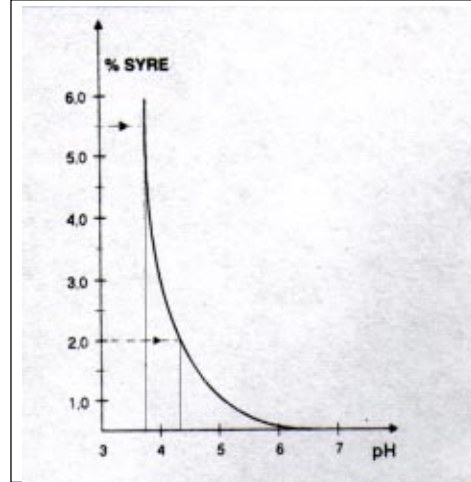
#### 2.1.2 Syreforbruk og pH-skalaen

pH-skalaen er en logaritmisk skala. Det vi måler er hydrogenioneaktiviteten i stoffet. Enkelt forklart betyr dette at for hver tall vi går nedover på skalaen øker ioneaktiviteten med f.eks. 10 ganger.

Har vi et syreforbruk på 1 liter når pH senkes fra 5 til 4, skulle derfor syreforbruket øke til 10 liter om vi skal ned fra 4 til 3 på pH skalaen.



Så enkelt er det ikke, men for å illustrere syreforbruket for fiskeavfall med mye bein, viser vi til figur 5 som angir et eksempel på syreforbruket mellom pH 7 og 3,5 for denne type avfall.



**Figur 5.**  
*Eksempel på syreforbruk  
avhengig av pH-verdien.*

Av denne figuren ser vi nytten av å styre pH på riktig måte for å få en best mulig økonomi på vår ensileringsprosess. Syreforbruket stiger kraftig når pH begynner å komme under 5 og stiger eksponentielt med synkende pH.

---

## 2.2 Syreforbruk ved forskjellige typer råstoff

I dette avsnittet vil vi kun ta for oss forbruk av maursyre, fordi ensilasje framstilt med maursyre er den eneste ensilasjen som normalt lages i Norge.

Syreforbruket i det etterfølgende er angitt for en pH som ligger opp mot det som er tillatt for lagringsstabil ensilasje basert på maursyre, ca. 4,2 - 4,4. Det er viktig å huske på at pH under produksjonen skal ligge lavere, vanligvis mellom 3,9 og 4,3, avhengig av råstofftype. Dette fordi man pga. beininnholdet får en viss pH-økning ved lagring. Råstoff med mye bein, f.eks. avskjær og rygger fra filétindustri, bør under produksjon ha en pH ned mot 3,5.

Avvik fra de angitte tall vil det alltid være, fordi sammensetningen av avfallet vil variere, og ikke være så ensartet som de gruppene som er angitt her. Det er derfor viktig at den enkelte ensilasjeprodusent skaffer seg måleutstyr og finner den syremengden som er nødvendig for den type avfall han skal produsere.

### 2.2.1 Sløyeavfall, med og uten hoder

Med sløyeavfall mener vi slo, eller innvoller, fra fisk med noe innblandet vrakfisk. Syreforbruket er lavt for denne ensilasjen fordi den inneholder lite bein. Vi kan regne ca. 1 til 1,5 % forbruk av syre.

Foregår hodekapping i forbindelse med sløying, vil syreforbruket øke noe, men ikke over 2 % for vanlig fisk.

### 2.2.2 Filétavfall

Dette avfallet er kun den resten av fisken som filétmaskinene ikke klarer å nyttiggjøre seg av. Beinfraksjonen er her meget stor, og syreforbruket vil være deretter. For dette avfallet kan vi regne med fra 2,5 til 3,5 % forbruk av maursyre.

### 2.2.3 Helfisk, avfallsfisk

I denne gruppen er både bein og fiskemasse tilstede i det stoffet som skal ensileres. Syreforbruket ligger derfor noe lavere enn for forrige gruppe, nemlig på 2,0 til 2,5 avhengig av fiskeslag.

### 2.2.4 Sild og makrellavfall

Avfall fra silde- og makrellproduksjonen blir etter hvert en større og større del av den totale avfallsmengden som går til ensilasje. For denne avfallstypen vil syreforbruket ligge på 1,6 til 2 %.

### 2.2.5 Annet fiskeavfall

Annet fiskeavfall kan være hva som helst, og det er vanskelig å si hvilket syreforbruk dette avfallet behøver. Som vi har sett over vil syreforbruket ligge mellom ytterpunktene 1 til 3,5 %.

---

## 2.3 Bemanning

### 2.3.1 Krav til bemanningen

For å kunne drive et ensileringsanlegg godt, trengs en ansvarlig personen ved anlegget. Denne personen tar beslutninger, driver anlegget, sørger for vedlikehold, besørger utskiftinger og tar de prøver som er nødvendig for at ensilasjekvaliteten skal sikres best mulig.

Selv om flere personer arbeider sammen ved anlegget, på grunn av skift eller andre forhold, må det være én person som styrer og kontrollerer det som foregår. Denne personen har også ansvaret for vedlikehold og ensilasjens kvalitet som beskrevet over.

### 2.3.2 Krav til nøyaktighet

Utstyr for produksjon av ensilasje krever ikke spesiell nøyaktighet, men man må hele tiden passe på at alle deler av anlegget fungerer som det skal. Dette gjør man best ved å kontrollere utstyr og funksjon regelmessig, gjerne én gang pr. dag.

For å produsere en god ensilasje kreves det at råstoffet er ferskt. Det vil driftsoperatoren kunne påvirke i ganske stor grad, spesielt på mindre anlegg med en del manuell håndtering av avfallet.

I tillegg er det meget viktig for alle typer anlegg å kontrollere at pH på ensilasjen ut av anlegget er riktig. Dette må gjøres med jevne mellomrom for å sikre riktig syreforbruk. pH må holdes innenfor de grenser som er akseptable for ensilasje som skal lagres, men samtidig ligge så høyt at bedriften ikke bruker mere syre enn det er behov for.

For å kunne utføre disse arbeidene tilfredsstillende, må operatoren kunne kalibrere pH instrumentet slik at disse viser riktig verdi. Nøyaktighet og systematisk arbeide er viktig i denne sammenheng.

### 2.3.3 Krav til pass av ensileringsanlegget

For at et ensileringsanlegg skal fungere tilfredsstillende, må operatør være tilstede og se til anlegget en viss tid hver dag. Dette er for å sikre at alt fungerer som det skal, og at det ikke oppstår lekkasjer eller andre driftsproblemer.

Tidsforbruket ved anlegget vil være avhengig av anleggets størrelse, mengden som går gjennom pr. år samt anleggets kompleksitet med hensyn på automatisering og mekanisk oppbygging.

Et lite manuelt anlegg vil ikke kreve annet tilsyn enn når avfallet tømmes i anlegget og anlegget startes. I praksis vil det si ca. ½ time ved anlegget pr. dag når anlegget brukes. Dette inkluderer også nødvendig pH-kontroll.

For større anlegg er det nødvendig å bruke mere tid på anlegget. Ved en produksjon på 3.000 tonn pr. år og over, kan det være aktuelt med tilnærmet kontinuerlig tilsyn av anlegget. Kan man ved en slik driftsmåte spare 15 til 25 % av syreforbruket, kan dette tilsvare en redusert utgift på 60 til 95.000 kr i syreinnkjøp. Dette er mulig ved god pass av anlegget.

Skal vi oppnå slike driftsforhold, kreves det at pH kontrolleres ofte, og at vi tar prøver av ensilasjen på lagertanken med jevne mellomrom for å sikre oss at vi har en lagringsstabil ensilasje.

Skulle vi oppdage at pH har steget for mye på lagertanken, kan dette *reddes* ved at vi tilfører syre og blander godt.

#### 2.3.4 Krav til tekniske kunnskaper

En operatør av et ensileringsanlegg bør ha en viss teknisk innsikt. Han skal blant annet foreta vedlikehold og utskifting av komponenter som inngår i anlegget etter hvert som det blir behov for det.

Videre bør operatøren av hel- og halvautomatiske anlegg ha en viss kunnskap om styrings- og kontrollfunksjonene ved anlegget. Denne kunnskapen vil komme til nytte under igangkjøring og senere justeringer av anlegget.

#### 2.3.5 Rengjøring av anlegg

Anlegg som er i daglig bruk har ikke behov for innvendig rengjøring om prosessen arrangeres fornuftig. Vi må legge opp et rørsystem som på slutten av dagen gir oss mulighet til å kjøre ensilasje tilbake til innløpet for fiskemasse, slik at anlegget er fylt med ferdigensilert masse før vi stopper.

I området rundt anlegget er det nødvendig å holde orden og fjerne eventuelle fiskerester. Orden og renhold på anleggsplassen må innføres som en rutine minst én gang hver dag.

Anlegg som benyttes periodevis bør rengjøres når man vet at anlegget skal stå ubrukt mer enn 1 måned. Dette gjelder også for anlegg som er i daglig drift. Ved sesongslutt må anlegget rengjøres for det tas ut av drift.

#### 2.3.6 Opplæring

Noe opplæring er det normalt behov for. Opplæringen kan skje ved at operatøren er med under montering av anlegget samt ved igangkjøringen i samarbeid med leverandøren. I denne perioden skal operatøren lære det han skal vite om anlegget.

Sørg for at leverandør leverer med en god instruksjonsbok, slik at det er enkelt for driftspersonalet å finne hva som er feil.

Driftsoperatøren bør også få noe opplæring i pH-målinger, og kalibrering av instrumenter for pH-måling om slike finnes ved anlegget.

---

## 2.4 Frostproblemer ved ensilasjeproduksjon

### 2.4.1 Frostproblemer i lagertanker

I lagertankene har vi normalt ikke problemer med at ensilasjen fryser fordi det tar lang tid før varmen i tankens innhold går ut gjennom veggene. Selv ved lange perioder med sterk kulde vil vi ikke få frostproblemer.

Ett punkt skal vi imidlertid passe på, og det er inn- og utløp for rørene til tanken. Er det en konisk tank vil det også være behov for å isolere den nederste del av konen.

Av praktiske grunner bør tilførselsrøret for ensilasje til lagertank gå innvendig i tanken for å beskytte dette mot kulden. Dette gir også den fordel at inn- og utløp kommer i nærheten av hverandre og kan isoleres sammen.

### 2.4.2 Frostproblemer i rør og pumper

Har vi rør, rørføringer og pumper for ensilasje som er plassert ute, vil det være fare for frostskafer på disse om de ikke isoleres og tilføres noe varme på den kaldeste årstiden. Varmetilførselen kan være i form av en varmekabel som legges sammen med røret under isoleringen. Alle rør bør isoleres i de strøk av landet der temperaturen kan komme ned på  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  over flere dager.

Kan man holde sirkulasjonen i gang er heller ikke de så utsatt for frysing, men man skal ikke satse på å holde de åpne på denne måten. Dersom røret fryser vil alle ventiler stå åpne, og det kan bli en kostbar erfaring.

Pumper skal vi ikke plassere ute om vi har en mulighet til å plassere disse inne. Ensileringsanleggene skal vi heller ikke plassere ute i de kaldeste strøk i landet.

## 3 UTSTYR

### 3.1 Kverner og bearbeidingsutstyr

#### 3.1.1 Generelt

Oppmaling av fiskeavfallet er et helt vitalt ledd i ensileringsprosessen. Det er viktig av avfallet males tilstrekkelig opp slik at syra kan trenge inn i fiskemassen. Det er dessuten viktig at man velger et kvernsystem som kan tåle de påkjenninger som denne beinholdige fiskemassen gir. Ofte er det innblandet fremmedlegemer som skruer, angler, trestykker, gummi, plast etc. som gir en ekstra påkjenning. Det er da viktig å velge et kvernsystem som klarer dette uten at vedlikeholdskostnadene blir for store.

Vi har mange typer kverner som arbeider etter ulike prinsipper. Under har vi foretatt en grovinndeling i 3 ulike kverntyper:

- \* Grovkverner (kontinuerlige)
- \* Finkverner (kontinuerlige)
- \* Kverntanker (batchsystem)

I kontinuerlige anlegg bør fiskeavfallet grovkvernes før syre tilsettes. Det vil dessuten ofte være nødvendig å installere en finkvern i tillegg for å få tilstrekkelig fin oppmaling. Noen vil velge å sette inn fine hullskiver i den eksisterende grovkverna for derved å spare innkjøp av ekstra kvern. Dette medfører imidlertid en betydelig redusert kapasitet.

Det finnes også robuste langsomtgående knivkverner som kan ta helfisk, rygger, etc., og som maler forholdsvis fint. Slike kverner kan overflødiggjøre ekstra finkvern, dvs. hele kvernprosessen foregår i ett trinn. Innblanding av syre blir imidlertid dårligere enn dersom massen går gjennom finkvern.

#### 3.1.2 Grovkverner (langsomtgående knivkverner)

Slike kverner arbeider etter kjøttkvernprinsippet og er utviklet i forbindelse med oppmaling og produksjon av pelsdyrfôr og andre proteinholdige stoffer som behøver en nedmaling. Massen går én gang gjennom kverna, som derfor egner seg i kontinuerlige linjer.

For å styre oppmalingsgraden kan disse kvernene utstyres med forskjellige hullskiver. Dessuten kan skjæresettet skiftes. Noen kniver bare kutter, mens andre også knuser materialet. Kvernas kapasitet vil være avhengig av hulldiameteren i disse skivene, men også av tilførselsskruens mating.

Disse kvernene maler forholdsvis grovt, og det brukes gjerne hullskive med hull diameter fra 12 til 16 mm. For å oppnå finere maling kan det installeres skive med enda mindre hull. Minste hull diameter som kan anbefales for denne type materiale er 8 mm. Hvis man i tillegg installerer et skjæresett med propellkniv, vil avfallet både bli kuttet og knust. Dette gir forholdsvis fin oppmaling. Man må være oppmerksom på at kapasiteten reduseres ved bruk av en slik hull diameter (8 mm), slik at den modifiserte kverna kun egner seg for mindre fiskebedrifter der kapasiteten ikke er avgjørende.

Dessuten er det viktig at avfallet inneholder minimalt med vann, siden det er vanskelig å oppnå tilstrekkelig trykk hvis det er mye vann tilstede og hull diameteren er såpass liten.

Syreinnblanding i kverna vil ikke være aktuelt fordi mengden gjennom kverna ikke er konstant. Med konstant omdreiningshastighet vil mengden avhenge av råstoffkonsistens. Syreinnblandinga bør skje i annet utstyr etter kverna, f.eks i tilknytning til en eksenterskruepumpe etter buffertanken som den kvernede massen går opp i, eller i en eventuell etterfølgende finkvern. Eksenterskruepumpa gir konstant mengde pr. omdreining, og gir et godt utgangspunkt for styring av syremengden.

Denne kverntypen egner seg for alle typer fiskeavfall, også stor helfisk om skruematinga er bygd kraftig nok.

### 3.1.3 Finkverner (langsomt- og hurtiggående kverner)

Det finnes ulike typer av disse kvernene. Felles for dem er at de maler avfallet forholdsvis fint, og at flere av dem bør brukes i forbindelse med grovkverner. Dvs. at finkverna tilføres allerede grovkvernet masse, og syretilsetninga kan finne sted i forbindelse med finkverningen om det ikke har skjedd på forhånd.

#### *Langsomtgående knivkvern*

Det finnes langsomtgående knivkverner som arbeider etter kjøttkvernprinsippet (se avsnitt om grovkverner) med hullskive ned til 3 mm, og som derved maler ganske fint. På samme måten som grovkverner kan de mates med ubearbeidet avfall (helfisk, rygger etc.). De er noe dyrere enn grovkverner, men til gjengjeld sparer man innkjøp av grovkvern. Man unngår den samme kapasitetsbegrensningen ved bruk av en slik finmalende kvern, som man får med en grovkvern som er modifisert til å male finere enn 8 mm.

Denne kverntypen kan også modifiseres til å grovkverne, dersom avfallet i stedet for å ensileres skal fryses til pelsdyrfôr. Det må da skiftes hullskive, skjæresett og i noen tilfeller skrue. Det siste skyldes skruens utforming, som gir en spesiell bearbeiding av massen.

#### *Knivkvern for kombinasjon med grovkvern*

For store anlegg vil det være naturlig både å ha en grovkvern og en finkvern. Det er utviklet finkverner etter kjøttkvernprinsippet, men med noe større hastighet på skruen enn for de kvernene som er nevnt over. Denne kverna må kombineres med en grovkvern, men er rimelig i anskaffelse og enkel/billig å vedlikeholde.

#### *Hurtiggående kverner*

En annen type finkvern er hurtigkverner av typen "mazerator". Dette er en kvernstype som er utviklet i forbindelse med behandling av bl. a. kloakk, men den er også endel brukt i ensileringsanlegg, dog med blandet erfaring.

Der det er rent avfall, vil disse systemene kunne fungere godt. Der det er en del fremmedlegemer i avfallet vil disse kvernene lett bli skadet, og reparasjonene er kostbare og tungvinte. Skjæreknivene blir lett skadet av metaller, skruer og stein med en viss dimensjon.

Massen bør derfor være grovmalt på forhånd, og fri for fremmedgjenstander.

Kverner av denne typen gir god syreinnblanding under selve kvernprosessen, noe som gir en homogen ensilasje. Imidlertid vil fett i fiskeavfallet bli pisket effektivt inn i massen (emulgering), noe som kan gjøre en eventuell senere fettavskilling vanskeligere.

### 3.1.4 Kverntanker

Kverntanker er tanker der det er montert et kvernsystem i tanken, fortrinnsvis nærmest mulig bunnen. Dette kan være *hurtiggående knivsatser* som er montert på aksel, og som fungerer etter hurtigmiksersystemet. Knivene roterer med en hastighet på fra 1.000 til 1.500 o/min. Denne enheten kan monteres i en større eller mindre tank, avhengig av kapasitet og avfallstype. Oppmalingsgraden bestemmes av knivenes tilførte effekt og av den tid massen bearbeides i tanken.

I utgangspunktet er dette utstyret konstruert for batch-kjøring, og syre må blandes inn manuelt, eventuelt halvautomatisk på volummål.



Disse kvernene egner seg for alle typer avfall, også stor helfisk, forutsatt at det er stor nok effekt på knivenes drivmotor. Dessuten bør kverna greie å opparbeide fiskeavfallet til en flytende pumpbar masse. Kapasiteten på disse anleggene vil være noe begrenset, og de egner seg ikke for de helt store volumene.

Noen pumpeleverandører har pumper med knivsats, såkalte *knivpumper*, som fungerer som skjæreenhet for fiskemassen. Pumpa vil i tillegg besørge omrøring. I denne enheten er knivsatsen skiftet ut med en pumpe, anleggene forøvrig er like, og vil ha de samme funksjoner som den beskrevet over. Forutsetningen, også for dette batchutstyret, er at massen blir pumpbar, og begynner å sirkulere i tanken, samt får en bearbeidingstid slik at den blir tilstrekkelig nedmalt for å gi en homogen ensilasje.

En slik kverntank med knivpumpe leveres også som et kontinuerlig anlegg, og da med en ekstra knivkvern (“grinder”) etter utløpet for pumping til lagertank. Nivåfølere styrer tømning og innmating, samt syredosering.

Generelt for kverntanker er en stor grad av finfordeling av fett i massen (se kapittel 3.1.3).

---

## **3.2 Beinseparator**

### **3.2.1 Generelt om beinseparatoren**

Det er under utvikling en beinseparator som skal fjerne mesteparten av de beina som gir settlingsproblemer i lagertanker og transportsystem, og som er årsak til høyt syreforbruk.

Det oppmalte fiskeavfallet utsettes for et stort trykk i en konisk sylinder med hull. Fiskekjøttet presses ut gjennom hullene mens beina transporteres framover i sylindren til et utløp for bein.

For fiskeavfall fra filétindustrien, samt avfall fra andre fiskebearbeidende industrier med stor beinandel i avfallet, vil denne beinseparatoren være til god nytte. Den fjerner 70 til 90 % av de beina som gir problemer i lager- og transportsystemet. Beinfraksjonen må håndteres/disponeres for seg, og den er pr. i dag ikke salgbar.

Ved at beina fjernes fra fiskemassen vil vi få to fraksjoner, en beinfraksjon og en fiskekjøttfraksjon. Utstyret er utprøvd kun på batchanlegg. Samtidig som vi får en tilnærmet problemfri ensilasje, vil også syreforbruket bli betydelig redusert med bruk av beinseparatoren.

### 3.2.2 Forutsetninger for bruk av beinseparatoren

Forsøk med beinseparatoren har vist at ensilasjen bør ha blitt tyntflytende og autolysen kommet godt igang, slik at bein og fiskemasse lett lar seg skille. Dette er oppnådd ved å produsere ensilasje i kverntank (batchstyr), med grovkvern foran, og tilføre en energimengde på 20 til 25 kWh pr. tonn avfall. Temperaturen stiger, og i løpet av en time blir massen tyntflytende. Mesteparten av syra er tilsatt i tanken for beinseparatoren.

Med en slik ensilasje blir utkastet i beinseparatoren på ca. 11 - 14 %, og vil hovedsaklig bestå av bein og beinsubstans. Den beinandelen som følger med fiskekjøttet har gjennomgått en behandling som tilsynelatende gir mere porøse bein, dvs. bein med lavere egenvekt som ikke så lett faller mot bunnen i lager- og transportsystemene.

Erfaringene fra forsøk viser at utstyr for "storbatch" beskrevet under avsnitt 3.7.5 kan være aktuelt utstyr for denne produksjonsformen. Beinseparatoren kun egne seg i tilknytning til kverntanker.

---

## 3.3 Pumper til produksjon og transport

### 3.3.1 Fortrengningspumper

Ensilasje som er nyprodusert i et kontinuerlig anlegg er et meget tyktflytende medium, og krever spesielt utstyr for pumping og transport.

En fortrengningspumpe er en pumpe som gir tilnærmet konstant mengde uavhengig av trykk innenfor pumpas arbeidsområde. Videre kan den pumpe væsker med meget høy viskositet, og de har normalt meget god sugeevne.

Fortrengningspumper som ofte brukes, eller som kan brukes i forbindelse med ensilasje er:

- \* Skrueeksenterpumper
- \* Tannhjulpumper
- \* Lamellpumper
- \* Slangepumper
- \* Membranpumper

### 3.3.2 Sentrifugalpumper

Normalt brukes ikke sentrifugalpumper på ensilasje. I forbindelse med batchstyr for ensilasjeproduksjon kan de likevel brukes i noen tilfeller. Dette blir gjort av flere leverandører av batch ensileringsanlegg.

For kontinuerlige ensileringsanlegg må det ikke, under noen omstendighet, gjøres bruk av denne pumpetypen. Det fungerer garantert ikke.

---

### **3.4 Rørsystemer**

#### **3.4.1 Trykkforhold ved pumping av ensilasje**

Når man pumper ensilasje i et rør, vil trykket som oppstår være avhengig av rørdimensjonen og av ensilasjens viskositet.

For å drive ensilasjen gjennom røret trengs et rimelig trykk. Er røret feildimensjonert, vil trykket øke uforholdsmessig mye. Trykk over 4 til 6 bar er ikke hensiktsmessig. Om vi øker trykket utover dette, vil vi ikke få vesentlig mere ensilasje gjennom røret.

Nyprodusert ensilasje kan ikke pumpes lengre enn ca. 40 m med én pumpe, selv om røret er riktig dimensjonert. Ved feil dimensjonering kan denne lengden bli betydelig kortere. Ønskes lengre transport, må det normalt settes inn en pumpe midt på rørledningen. Dette for å fordele trykkstigningen over to pumper. To pumper som hever trykket med 5 bar, og plassert som nevnt over, gir langt bedre resultat enn en pumpe som gir 10 bar.

Ved dimensjonering av rør for nyprodusert ensilasje, bør utgangspunktet være en hastighet på ca. 0,2 m/s. Hastigheter over 0,5 m/s vil i praksis ikke være mulig.

*Alle data gitt ovenfor gjelder for ensilasje produsert i kontinuerlige ensileringsystemer.*

For ensilasje fra batchproduksjonsutstyr gjelder andre regler. For batchprodusert ensilasje kan man benytte høyere hastigheter i rørene under forutsetning av at tilstrekkelig energi er tilført under produksjonen. Ved energitilførsel stiger temperaturen, og autolyseprosessen starter. Dette gir en mere lettflytende ensilasje.

Skal vi øke rørhastigheten i ensilasjesystemer må ensilasjen bearbeides til autolyse begynner.

Vær klar over at ved lave temperaturer om vinteren vil dette kreve betydelig lengre bearbeiding enn om sommeren.

### 3.4.2 Rørdimensjoner mellom ensileringsanlegg og tank

Uansett mengde produsert ensilasje bør vi ikke benytte rør med mindre diameter enn 3". Dette gjelder både for batch og kontinuerlig produksjon.

For kontinuerlige systemer med en produksjon på 6 m<sup>3</sup>/time må røret til lagertank ha en diameter på 4". Om avstanden fram til lagertanken er mellom 20 og 40 m, bør vi øke dimensjonen til 5" eller 6".

### 3.4.3 Rørdimensjoner for sirkulering og tømning av lagertank

Gjennom et 8" rør kan vi sirkulere/tømme ca. 60 til 80 m<sup>3</sup>/time. Denne hastigheten tilsvarer ca. 0,5 til 0,8 m/sek, og vi må her være sikre på at vi får igang autolysen før vi begynner å transportere ensilasjen i rørene.

Om vinteren når ensilasjen er kald, og tankene står ute, kan dette være et problem.

Regelen er at vi forsøker å dimensjonere rørene slik at vi får maks. 0,5 m/sek i sirkulasjonsledningene samtidig som vi reduserer lengden på disse ledningene mest mulig.

---

## 3.5 Lagringssystemer

### 3.5.1 Lagertanker med hjelpeutstyr

Når vi skal produsere ensilasje, må vi ha tanker for å lagre ensilasjen i før vi kan sende den til mottaker. Mottaker har som regel et transportsystem som blir brukt. Dette kan være bil eller båt.

Volumet på vårt lagersystem må derfor være tilpasset mottakerens transportopplegg for at vi skal få en smidig produksjon og god transportøkonomi. Normalt må vi ha ca. 20 % større lagervolum enn avtaket pr. transport.

Til lagertanken behøver vi en pumpe for å laste mottakers transportutstyr. Vi behøver også i noen tilfeller et utstyr for røring og blanding av ensilasjen på tanken. Videre må det være et røropplegg som er tilpasset det behov vi har på anlegget.

### 3.5.2 Lagertanker, utforming

Lagertanker for ensilasje skal normalt ha et sentralt utløp i bunnen. Sidene i bunndelen bør være koniske med 45° vinkel, og tanken må stå på bein for at dette skal være mulig. Slike tanker kan leveres i glassfiberarmert polyester med et volum opp til 150 m<sup>3</sup>. Som spesialvarianter kan de leveres opp til 250 m<sup>3</sup>.

Langs kysten finnes det en god del utrangerte oljetanker som ofte blir brukt til lagring av ensilasje. Disse tankene er ikke tilpasset dette formålet, men de kan brukes om forholdene ellers legges tilrette for en effektiv omrøring.

En av forutsetningene er at bein som settler i tanken blir holdt flytende ved hjelp av en røre/sirkulasjonsmekanisme. Dessuten må uttaket være ombygd slik at all ensilasje, inklusive bein, blir fjernet ved tømning. Avtappingsrøret, som normalt er på siden, må føres inn til senter av tanken, samt ned mot bunnen.

### 3.5.3 Bruk av dagtank i sentrale anlegg

Er det flere leverandører av råstoff til et anlegg, vil det være en fordel å ta ensilasjen inn på en dagtank før den pumpes inn på lagertanken. Dette for å kontrollere kvaliteten før den blandes med ferdigprodusert ensilasje på lagertanken. Ved å gjøre det på denne måten har man muligheter til å fjerne mindre partier dårlig ensilasje om noe skulle være bedrevet, istedet for å måtte kassere en hel tank. Det vil videre være enkelt å justere pH om det skulle vise seg ved kontroll dagen etter at pH er for høy.

---

## 3.6 Sirkulasjonssystemer

### 3.6.1 Ekstern sirkulasjon

For lagertanker inntil 75 m<sup>3</sup> vil det, om det benyttes en riktig utformet tank, være tilstrekkelig med en pumpe som sirkulerer ensilasjen. Dette gjelder også om ensilasjen inneholder en del bein, dvs. at råstoffet kommer fra gråfiskavfall, med hoder og rygger.

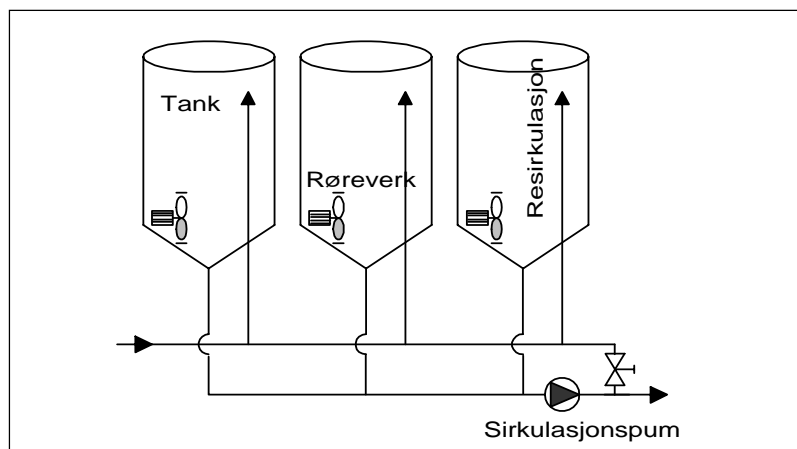
Når det gjelder tankens utforming, er det spesielt bunnen som har betydning. I en ensilasjetank med en konisk bunn på minst 45° er det liten fare for at det legger seg opp bein i hjørnene. Det er derfor mulig å bruke pumpe for å holde bein flytende.

Ved sirkulasjon med pumpe kan vi som en erfaringsverdi si at vi må sirkulere tankvolumet 0,7 til 1 gang pr. time om vi skal være sikker på å holde bein flytende. Dette krever at tankens bunn er konisk som beskrevet. Pumpesirkulasjon egner seg ikke for tanker over 75 m<sup>3</sup>, uansett hvilken form de har. Først og fremst klarer vi ikke å få en jevn synk i tanken fordi diameteren er for stor. Dette gir stor fare for at deler av tankvolumet ikke blir med i sirkulasjonen.

Dessuten vil anskaffelses-, drifts- og vedlikeholdskostnadene for pumpene blir høye om vi skal opprettholde kravet om sirkulasjonsmengde på 0,7 til 1 ganger tankvolumet pr. time.

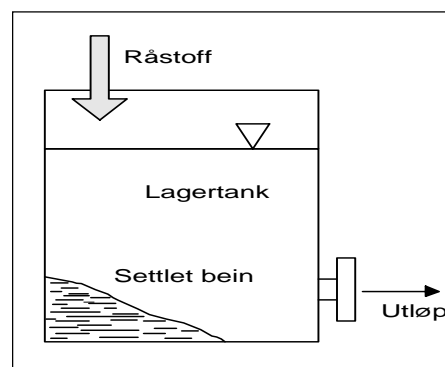
Ved større tanker er det sirkulasjonssystemer nedsenket i tanken som må brukes. (Se avsnitt 3.6.2).

For avfall fra sild og makrell, samt ren slo vil det være godt nok med pumpesirkulasjon opp til et tankvolum på 150 m<sup>3</sup>, fordi dette avfallet inneholder lite bein (se figur 6).



*Figur 6. Tankanlegg med røreverk og pumpesirkulasjon.*

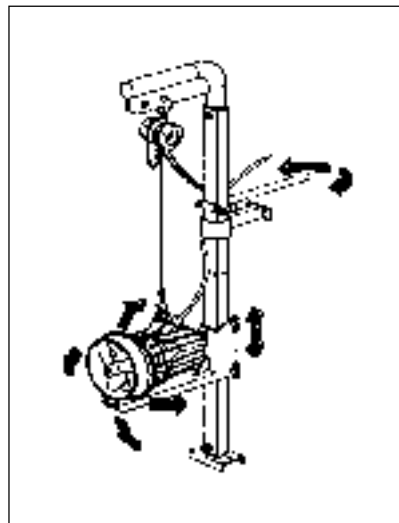
For oljetanker med flat bunn er det mere tvilsomt å benytte samme framgangsmåte, fordi det her blir områder langs ytterveggene som ikke får omrøring. Derved dannes det et opp samlingssted for bein som faller ut av ensilasjen (se figur 7). Intern omrøring må derfor til i disse tankene (se figur 9).



*Figur 7.  
Beinansamling  
i flatbunnet tank  
uten røreverk.*

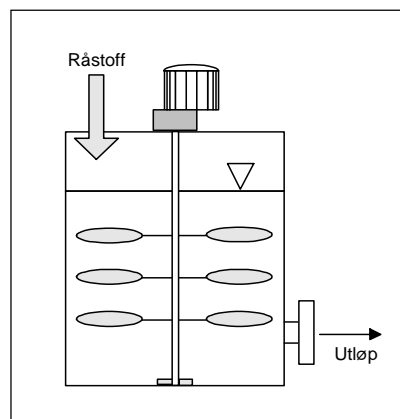
### 3.6.2 Intern omrøring

For tanker som er for store, eller som ikke er egnet for pumpe-sirkulasjon, vil en intern røremekanisme være aktuell. Dette kan være en senkbar motor med propell, som holder massen i tanken i sirkulasjon. Tilført energi vil da direkte bli omsatt til bevegelsesenergi som holder ensilasjen i bevegelse. Plasseringa av dette omrørerutstyret er viktig for å oppnå en god sirkulasjon, og hindre utfall av beinsubstans (se figur 8).



**Figur 8.**  
*Nedsenkbar  
sirkulasjonsrøreverk.*

Den andre typen røreverk som er aktuell her er et propellrøreverk som sitter på en aksling som går gjennom tanken fra topp til bunn. Denne type røreverk er betydelig dyrere, men gir den desidert sikreste omrøring om røreverket er riktig utformet. Motor for drift av dette røreverket sitter på toppen av tanken, og dreier akslingen sakte rundt (se figur 9).



**Figur 9.**  
*Fastmontert  
saktegående røreverk.*

Grunnen er at dette røreverket har en eller flere propeller som går over hele tankens diameter, og sjansene for kanaldannelse i ensilasjen er derved eliminert. Vi klarer å holde hele tanken i sirkulasjon, selv ved ujamn viskositet i blandinga.

Dette røreverket kan utformes slik at utfall av bein ved ytterveggen kommer tilbake i sirkulasjonen igjen.

Røreverkene må tilpasses den enkelte tank, og det er vanskelig å i noe generelt om dette uten å kjenne tankens form og grunnflate. Vi må imidlertid passe på at det ikke legger seg opp bein i hjørnene. På store tanker bør det benyttes flere røreverk om man benytter seg av den nedsenkbare typen (se figur 8).

### 3.7 Alternative tekniske løsninger for ensileringsanlegg

#### 3.7.1 Kverntank kjørt som batchanlegg

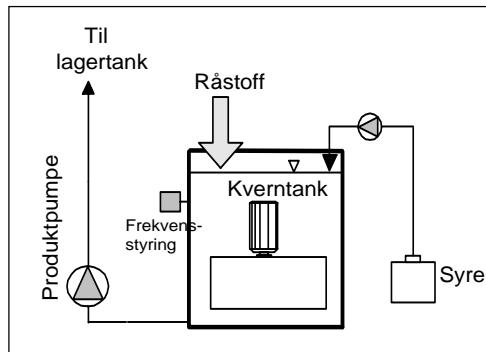
Som batchanlegg fylles tanken opp til  $\frac{3}{4}$  full med avfall som i løpet av neste time kvernes opp og blandes med syre før ensilasjen pumpes til tank (se figur 3 i avsnitt 1.5.6).

Energi tilført ensilasjen i kverntanken kan her være 3 til 5 kWh pr. tonn produsert ensilasje.

#### 3.7.2 Kverntank kjørt kontinuerlig

Ved automatisk regulering av tømme-pumpa kan vi holde konstant nivå i tanken, og på denne måten drive anlegget kontinuerlig. Syrepumpa styres av det samme signalet som tømme-pumpa, og doserer inn syre etter det som tas ut. For å holde konstant nivå blir det som kommer inn lik det som går ut. Med relativt beinfritt avfall kan dette gå direkte inn i kverntanken. Er det derimot avfall med mye bein vil det være nødvendig med en grovkverning for avfallet går til kverntanken.

Energi tilført ensilasjen i kverntanken kan her være 3 til 5 kWh pr. tonn produsert ensilasje.



**Figur 10.**  
*Kverntank  
kjørt kontinuerlig.*



### 3.7.3 Kverntank kjørt halvkontinuerlig

Alternativt kan vi bruke en stor tømmepumpe som tømmer ut et fast volum på kort tid. Oppmalingsenheten stoppes under tomninga. Fiskeavfall som kommer inn i den perioden anlegget står, vil bli liggende på toppen i tanken, og ikke bli blandet inn for oppmalingsenheten starter igjen.

Volumet i tanken vil da variere mellom øvre og nedre nivå, og syrepumpa doserer i henhold til dette. Anlegget vil i dette tilfelle arbeide mellom to nivå, men aksepterer kontinuerlig tilførsel av fiskeavfall.

Oppholdstiden i tanken bestemmer behovet for grovkvern.

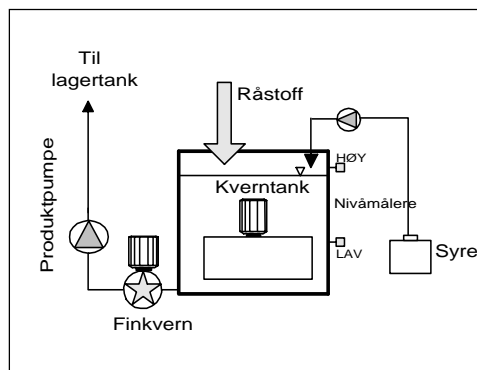
Energi tilført ensilasjen i kverntanken kan her være 3 til 5 kWh pr. tonn produsert ensilasje.

### 3.7.4 Kverntank med tilkopleet finkvern (kontinuerlig drift)

En vanlig kverntank med knivpumpe (se kapittel 3.1.4) utviklet spesielt for helfisk, er videreutviklet for å ensilere beinholdig filétavskjær og for å kunne drives kontinuerlig. En finkvern er plassert i utløpet av tanken slik at den syreblandede massen fra kverntanken blir finmoset. Tanken er utstyrt med en nivåmåler som styrer pumpa. Ved det høyeste nivået starter tømmepumpe som er koplet til finkverna. Når det laveste nivået er nådd starter syredosering og tilførsel av ny ubearbeidet masse. På denne måten kan anlegget drives kontinuerlig. Fra finkverna pumpes massen direkte til lagertanken.

Ved vanlig drift går massen én gang gjennom systemet. Man kan imidlertid kjøre den finmalte massen i retur til kverntanken. Da gå man imidlertid over til mer manuell drift.

Anlegget er tilpasset avskjær fra en filétlinje for torsk, og har en kapasitet på opp mot 2 tonn/time.

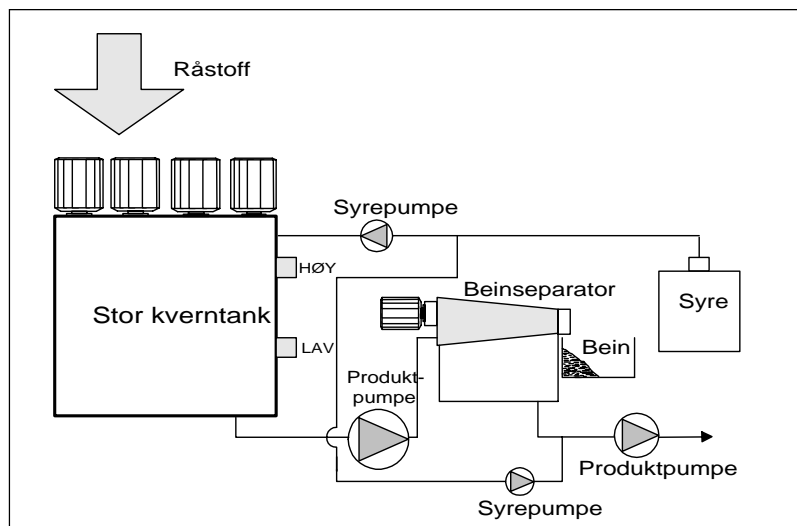


**Figur 11.**  
*Kverntank kjørt kontinuerlig med finkvern.*

Ved en slik kopling vil det ikke være nødvendig med grovkvern for kverntanken. Tilført energi vil her være noe høyere fordi finkverna krever også en viss energitilførsel for å gjøre den jobben den skal.

### 3.7.5 Stor kverntank med høy effekttilførsel og beinseparator

For å få beinseparatoren (se kapittel 3.2) til å fungere tilfredsstillende, er vi avhengig av en begynnende autolyse. For å oppnå dette bør man ha en ensileringstank (kverntank) som har et volum på 1 til 2 ganger anleggets timekapasitet. Effekten (kW) på kvernutstyret må være minst 20 ganger timekapasiteten i tonn.



*Figur 12. Skisse av anlegg med beinseparator.*

Ved en timekapasitet på 4 tonn har vi behov for en kverntank på ca. 6 m<sup>3</sup>, og en effekt på kvernutstyret på ca. 80 kW. Under disse forhold får vi en oppholdstid i tanken på i overkant av 1 time, og en temperaturstigning på ca. 20 °C. Dette gir de forhold vi ønsker for beinseparering. Energi tilført ensilasjen i kverntanken kan her være ca 20 kWh pr. tonn produsert ensilasje.

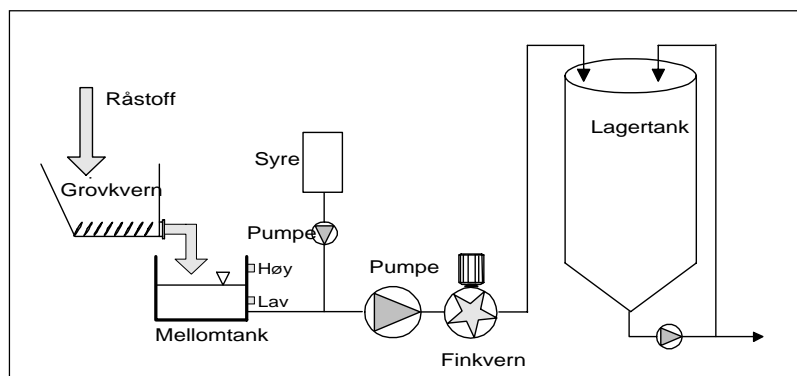
Kvernenheteren består av flere parallelle aggregat, som kan kjøres når det er nødvendig. Dette gjør at vi på sommeren med høye temperaturer kan spare energi. Oppfyller vi disse betingelsene kan vi få en tyntflytende ensilasje uavhengig av temperaturen og andre forhold.

Beinseparatoren vil kun egne seg i tilknytning til kverntanker for at ensilasjen skal få tilført nok varmeenergi. Disse kan imidlertid kjøres kontinuerlig.

### 3.7.6 Kontinuerlig anlegg med grovkvern og finkvern (éngangsbearbeiding)

Skal vi ha et litt større anlegg vil det være vanlig å ta inn fiskeavfallet gjennom en grovkvern som maler avfallet til en mellomtank, der det mellomlagres før videre behandling. Mellomtanken er i dette tilfellet bare en buffer for at finkverna skal få konstant mengde når den går. Start og stoppsignalene til finkverna kommer fra nivåmålere i denne buffertanken.

Fra denne tanken tar så finkverna det grovmalte fiskeavfallet, finmaler dette samtidig som syre tilsettes. Den ferdige ensilasjen går så til lagertank for ensilasje.



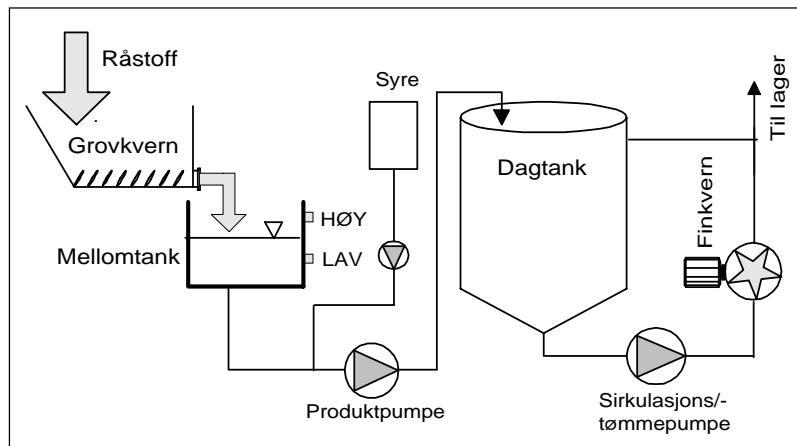
*Figur 13. Kontinuerlig anlegg med grovkvern og finkvern.*

### 3.7.7 Kontinuerlig anlegg med sirkulasjon (flergangsbearbeiding)

Mange vil velge opplegg for å sirkulere ensilasje i ensileringsanlegget, både for å oppnå en finere oppmaling og en mer nøyaktig pH-justering. For større anlegg vil dette forutsette at det inngår en dagtank for å kunne bearbeide dagsrasjonen før den går inn på lagertanken. Normalt vil dag-tanken være noe større enn én dags produksjon, men dette vil variere.

Det finnes mange varianter av slike sirkulasjonssystemer. Det er her bare vist noen få av disse måtene å innrette seg på for å illustrere mangfoldet. Ut fra den enkeltes situasjon bør man i samråd med ensilasjemottaker og utstyrsleverandør finne det beste alternativet.

*Figur 14* viser et eksempel der grovmalt avfall blandes med syre og pumpes rett inn på dagtanken. Tilsats av syre før pumpa gir en viss homogenisering av blandingen ved at den passerer pumpa før den går inn på tanken.



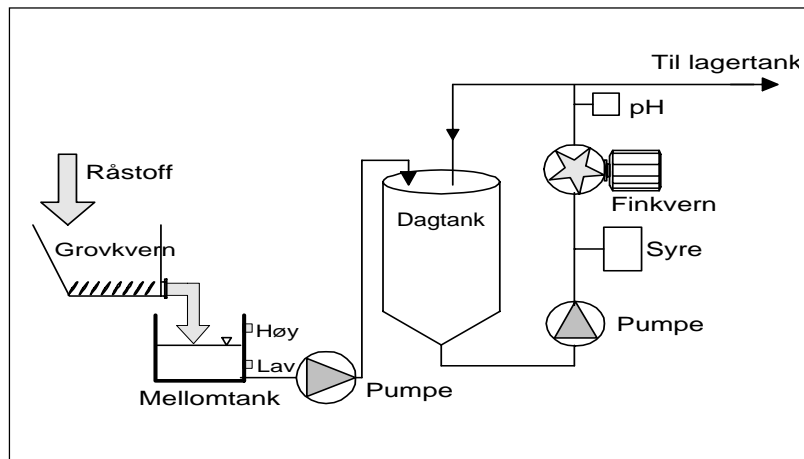
**Figur 14.** Kontinuerlig anlegg med finkvern, dagtank og sirkulasjon.

Finkverna er da montert i tilknytning til dagtanken slik at den kontinuerlig maler den grove ensilasjen før den går tilbake til tanken igjen. Ensilasjen blir finkvernet samtidig som det blir en viss sirkulasjon på tanken. Sirkulasjonen foregår uavhengig av innmatingen av ny masse til dagtanken.

Man kan velge hvor lenge finkverna skal arbeide med denne ensilasjen, inntil tanken må tømmes for neste dags produksjon.

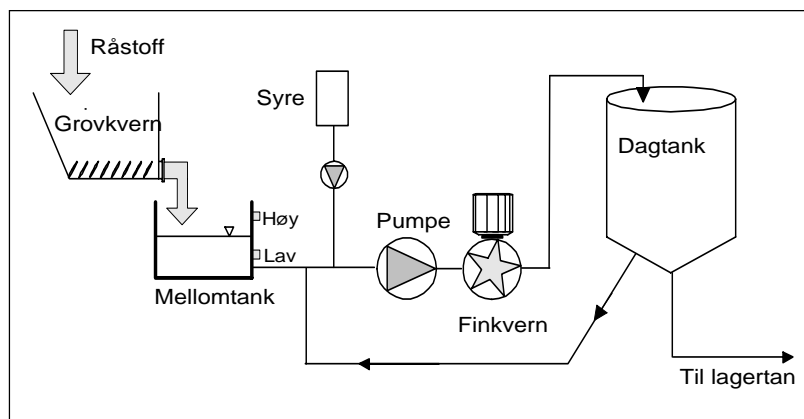
*Figur 15* viser et system der syredoseringen foregår i sirkulasjonssløyfa rundt dagtanken. I denne sløyfa tilsettes syre for massen finkvernes og går tilbake til dagtanken. Syredoseringen styres her av en pH-føler som er montert etter pumpe og finkvern. På samme måte som opplegget skissert i figur 14 er sirkulasjonen uavhengig av innmating av ny masse i dagtanken.

Dette systemet innebærer med andre ord at grovmalt masse som ikke er tilsatt syre, vil ligge i dagtanken inntil massen når fram til sirkulasjonssystemet.



**Figur 15.** Kontinuerlig anlegg med finkvern, dagtank og sirkulasjon.

I figur 16 ser man et system der syredoserings- og finmalingsenhetene er plassert foran dagtanken. Fra dagtanken kan da massen pumpes tilbake til et punkt i prosessen foran syredoseringen, og får derved ekstra finmaling og evt. pH-justering. I dette opplegget må innmatingen i grovkverna stanse under sirkulasjonen. På denne måten pumpes sirkulasjonsmassen med den samme produktpumpa som sitter i hovedlinjen.



**Figur 16.** Kontinuerlig anlegg med finkvern, dagtank og sirkulasjon.

---

### 3.8 Kriterier for valg av anleggstype

Det er flere kriterier som avgjør valg av anleggstype når det skal bygges et ensileringsanlegg:

- a) Mengde fiskeråstoff over året.
- b) Maksimal døgnkapasitet av fiskeavfall.
- c) Måten avfallet skal transporteres fra produksjon til ensilering.
- d) Faller avfallet kontinuerlig, eller batchvis fra produksjonen.
- e) Er avfallet av samme type (samme beininnhold) hele dagen, eller varierer beininnholdet hele tiden.
- f) Kommer avfallet fra samme leverandør, eller er det flere leverandører som leverer til samme anlegg.

#### 1) Høy kapasitet, ensartet råstoff

Har vi en døgnkapasitet på 8 til 10 tonn eller mere og en driftstid på ca. 200 dager må vi velge et kontinuerlig anlegg. I et slikt tilfelle er det sannsynlig at avfallet faller kontinuerlig fra produksjonen når det kommer fra en bedrift. Det er lite sannsynlig at det er store variasjoner i beinsubstans over dagen for dette avfallet.

Vi velger da et anlegg som beskrevet som anleggstype III i avsnitt 4.4.4. Tankanlegg og sirkulasjonssystemer tilpasses de gjeldende forhold lokalt.

For produksjon opp til 2 tonn pr. time kan man også bruke en såkalt kontinuerlig kverntank med knivpumpe og en finkvern som sitter etter utløpet (se avsnitt 3.1.4 og 3.7.4). Slike anlegg er utviklet med tanke på beinholdig avfall fra en filélinje for torskefisk.

#### 2) Høy kapasitet, uensartet råstoff (flere leverandører)

Har vi samme betingelser som pkt. 1) over, men med flere leverandører og avfallet kommer inn i store batcher og med varierende beininnhold, vil det kunne være vanskelig å styre syreinnblandingen på en optimal måte. Med volumstyrt syredosering og ujamn sammensetning av fiskeavfall, kan syremengden ofte bli for høy eller for lav i forhold til behovet. For sløyeavfall kan syrebehovet ligge på 1,5 %, mens det kan ligge opp mot 3,5 % for filétavskjær (se kapittel 2.2 om syrebehov).

En kan her velge et batchsystem med stor tank, 10 m<sup>3</sup> (stor-batch). Se avsnitt 3.7.2 og 3.7.3.

Operatøren kan blande syre i tanken som tilsvarer den mengden avfall han har tømt inn. Når anlegget går, kan han dra ut for å hente

mere mens anlegget bearbejder massen. Operatør måler pH når han er tilbake, og etterjusterer eventuelt før ensilasjen pumpes til lagertanken.

Denne anleggstypen vil være arbeidsbesparende, og sikre god ensilasje uavhengig av fiskeavfall så lenge dette er ferskt.

### *3) Liten/mellomstor kapasitet*

Har vi en avfallsmengde på 2 til 8 tonn/døgn vil det være naturlig å velge batch-anlegg beskrevet som alternativ II i avsnitt 4.4.3. Kommer avfallet inn i større batcher enn anlegget kan ta imot, må batchene deles opp for å tilpasses anleggets volum.

Er avfallsmengden enda mindre, vil det være naturlig å velge anlegg I som beskrevet som alternativ I i kapittel 4.4.2.

### *4) Høy døgnkapasitet, kort driftstid*

Er døgnkapasitetene store, opp mot 40 til 50 tonn, men driftstiden er kort, må man vurdere økonomien i et slikt system. Her må det bygges et anlegg for stor kapasitet, mens utnyttelsesgraden på anlegget blir dårlig.

Kan man finne en forenklet løsning for tankkapasiteten i denne perioden vil også dette problemet kunne løses. Med forenklet tankløsning kan flytende tank, eller tank ombord i båt være løsningen. Valget kan i dette tilfelle falle på anlegg som går som storbatchanlegg. Se valget som er gjort under punkt 2 over. Dette anlegget vil kunne ta store mengder, og det medfører heller ikke problemer ved små mengder.

## 4 ØKONOMI

### 4.1 Investeringer

Ved overgang til ensilering må det foretas en del investeringer i utstyr. I tillegg må det kanskje gjøres en del forandringer i eksisterende utstyr, slik at det blir tilpasset den nye måten å behandle fiskeavfallet på.

Det må også gis en opplæring til de som skal drive med dette ved anlegget.

#### 4.1.1 Ensileringsanlegg

Når det skal anskaffes ensileringsanlegg er det viktig at man kjenner forutsetningene for den drift som anlegget skal ha.

Har man en maksimal mengde for ensilering som er under 8 tonn pr. dag, vil det være naturlig å gå inn for et anlegg som er tilpasset denne mengden, et batchanlegg som beskrevet i avsnitt 1.5.6 og kapittel 3.7.

Vi må da ta det arbeidet det er å bringe avfallet til anlegget om vi ikke velger å kjøpe en transportør med mekanisk inntransport av ensilasjen.

Ved større mengder for behandling, vil utstyrets automatiseringsgrad og kapasitet måtte økes noe.

Et lite ensileringsanlegg av batchtypen kan kjøpes fra ca. kr 30.000. Dette har en kapasitet på 2 til 3 tonn pr. dag. Ett slikt anlegg vil egne seg for de som har små mengder avfall, og transporterer avfallet til ensileringsanlegget i mindre transportkar eller fiskekasser.

I tillegg kommer nødvendige tanker, pumper og annet hjelpeutstyr. (Se anleggstype I i avsnitt 4.4.2).

Et batchanlegg med noe større kapasitet, 6 til 8 tonn/dag koster i størrelsesorden kr 100.000, og kan brukes av de som transporterer avfallet til anlegget i større fiskekar. Batchtanken bør på et slikt anlegg ha et volum på minst 2 m<sup>3</sup>. Dette anlegget egner seg også for de som har en mere tilfeldig produksjon av avfall, men ikke for de med kontinuerlig avfallsproduksjon fra filémaskiner og lignende.

I tillegg kommer nødvendige tanker, pumper og annet hjelpeutstyr. (Se anleggstype II i avsnitt 4.4.3).



For de som har en kontinuerlig avfallsproduksjon på 8 til 50 tonn/dag vil det være riktig med et kontinuerlig ensileringsanlegg, der oppmalingsenheten og syredoseringsenheten koster fra kr 200.000 og oppover.

Man kan enten benytte mer tradisjonelle kontinuerlige anlegg med grovkvern og finkvern som massen går én eller flere ganger gjennom, eller større kverntanker, evt. med finkvern som tilleggsutstyr, som drives som kontinuerlige anlegg (se kapittel 3.7).

I tillegg kommer nødvendige tanker, pumper og annet hjelpeutstyr. (Se anleggstype III i avsnitt 4.4.4).

Prisene er uten lagertanker og uten sirkulasjons- og tømme-system for lagertankene, men inklusive kverner og nødvendig utstyr for ensileringen, som beskrevet under avsnitt 1.5.1 og 3.7.

Problemene er ofte at kapasitetsbehovet er stort på den tiden fisket foregår, men dette kan være relativt kort sesong. Anleggets driftstid over året blir derfor liten, dvs liten utnyttelse av investeringen. Skal man få nytte av anlegget må det dimensjoneres etter den maksimale kapasiteten.

#### 4.1.2 Pumper, sirkulasjon og røreverk

Pumpe- og sirkulasjonssystemet må tilpasses den produksjonen vi har, samt det lagervolum som bygges opp ved anlegget. Det er ofte gunstig å tenke litt framover for ikke å velge løsninger som på et senere tidspunkt sperrer for en videre utvikling av anleggets lagersystem.

For batchanleggene vil et tømme/sirkulasjonssystem med ventiler ligge på ca. kr 30.000. For et større anlegg med flere tanker vil dette systemet fort komme opp i kr 150.000.

Det er vanskelig å anslå priser på slike systemer fordi de vil måtte tilpasses det system som velges i det enkelte tilfelle.

Også for store anlegg vil prisene kunne variere en god del, avhengig av om det er intern omrøring på tankene eller om pumpa skal brukes til sirkulasjon av tankene.

Et røreverk for en tank på 1.000 m<sup>3</sup> vil koste ca. kr 150.000 ferdig montert, mens et propellrøreverk for en tank vil koste ca. kr 40.000. Skal en oljetank benyttes til beinholdig ensilasje, vil det bli problemer uten et slikt røreverk.

#### 4.1.3 Lagertanker

Priser på lagertanker vil variere etter hva slags tanker som velges, om det er nye ensilasjetanker eller brukte oljetanker.

For nye tanker i glassfiberarmert polyester, vil literprisen ligge på 2 kr for små tanker, dvs. fra 10 m<sup>3</sup> og opp til ca. 50 m<sup>3</sup>. For store tanker vil literprisen ligge på fra kr 1 til 1,20 kr pr. liter.

For brukte oljetanker og andre brukte tanker er det umulig å si hva prisene er fordi det ofte vil være avhengig av transportavstand, tanktilstand, ombygging etc. Det vi må sørge for er at prisen blir betydelig lavere enn prisen på nye tanker. Det vil alltid bli noen flere problemer med disse tankene enn med tanker tilpasset ensilasje.

#### 4.1.4 Montering og igangkjøring

Monteringen vil være avhengig av hvordan vi kjøper inn dette utstyret. Kjøper vi inn enkeltkomponenter for egenmontering vil denne kostnaden bli høy. Kjøper vi inn standardsystemer vil det kun være snakk om å legge rør mellom de enkelte blokkene.

Ved innkjøp av system er det viktig å sørge for at leverandøren av ensileringsanlegget bygger inn drift og sikkerhet for omliggende komponenter som har med ensileringen å gjøre, slik at man får et komplett system som overvåkes fra samme sted.

Igangkjøring vil ta kort tid om anlegget er kjøpt ferdig. Leverandører kjenner de problemene som kan oppstå med ensilasje, og har normalt tatt hensyn til dette.

Bygger man anlegget selv, vil man sannsynligvis gå i en del fallgruver som kan unngås ved systemkjøp.

---

## 4.2 Driftskostnader

### 4.2.1 Syreforbruk

Syreforbruket er normalt den største utgiftsposten for et ensileringsystem.

Syreforbruket vil være avhengig av den type avfall som skal produseres til ensilasje. Kalkylene som er gjort i neste kapittel viser også at syreforbruket er en vesentlig del av driftsutgiftene.

Laveste syreforbruk får vi ved ren slo, og det vil da ligge på ca. 1,1 % av ensilert mengde. Det er normalt mindre anlegg som tar kun slikt ensartet avfall, og vi regner derfor en syrepris på 10 kr/liter. Syrekostnaden blir da kr 110 pr. tonn avfall.

Høyeste syreforbruk får vi på avfall fra filétindustrien, ca. 2,5 % av ensilert mengde. Da dette vanligvis er store anlegg, vil syreprisen kunne komme ned i kr 6 pr. liter. Dette gir en syrekostnad på 150 kr pr. tonn.

For litt større anlegg er det derfor viktig å kjøpe inn syre på en slik måte at prisen blir lavest mulig. Dette oppnås ved å kjøpe i større parti, eller i bulk om det er muligheter for lagring på anlegget.

#### 4.2.2 Antioksidantforbruk

Antioksidant brukes i ensilasjen for å bevare fettkvaliteten, og hindre at dette oksiderer eller harskner.

Mengden antioksidant som er nødvendig er beskjeden, og stoffet blandes i syra med 0,75 til 1,25 % av syremengden, noe avhengig av avfallstype (jevnt over ca. 1 % av syremengden).

Prisen på dette stoffet er høy, og kostnaden vil ligge i størrelsesorden 8 til 15 % av syrekostnaden.

#### 4.2.3 Strømforbruk

Strømforbruket pr. kg produsert ensilasje er lavt, og kostnadene tilsvarende små.

For anlegg beskrevet under avsnitt 3.7.5, som er det mest energikrevende, vil energikostnadene ligge på ca. 1 øre pr. kg. produsert ensilasje.

#### 4.2.4 Arbeidskraft

Ensileringsanleggene går stort sett uten bemanning, men for alle anleggstypene gjelder at de må etterses og vedlikeholdes om de skal fungere på sikt.

For batchanlegg må karet fylles og tømmes, samt syre tilsettes manuelt ved å betjene en syrepumpe. Mengdene må beregnes/anslås i hvert enkelt tilfelle, og pH må måles ofte inntil man får erfaring om hvordan et slikt anlegg skal kjøres.

Det er ofte et spørsmål om hvor stor del av en persons tid et slikt anlegg legger beslag på. Annen avfallshåndtering vil også legge beslag på folk, og dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle. I våre beregningseksempler har vi valgt å legge inn den mertid som brukes på avfallet ved ensilering kontra annen avfallshåndtering når anlegget er innkjørt, og innkjøringsproblemene er borte.

#### 4.2.5 Vedlikehold av utstyr

Skal anlegget fungere framover vil det bli en del vedlikehold av utstyr som er i kontakt med fiskemassen. Pumper, kverner og diverse annet utstyr er utsatt for stor slitasje, betydelig større enn det som skulle forventes når man ser på det stoffet som skal behandles.

Normalt regner vi en vedlikeholdskostnad på ca. 6 til 10 % av investeringene i ensilerings- og sirkulasjonsutstyr. Dette gjelder for et anlegg med det vi kaller normal drift. Se kalkyle i neste kapittel.

For anlegg med ekstrem drift, er vedlikeholdskostnadene noe høyere enn antydnet her. Disse anleggene går 8 til 16 timer pr. døgn.

Fordi det er spesielle pumper som må brukes, og disse er utsatt for slitasje når de belastes, vil vi få endel utskiftinger av deler på disse. Dette er avhengig av massens konsistens og av lengder og rørdimensjonering.

#### 4.2.6 Avskrivninger på utstyr og investeringer

Investeres det i ensileringsanlegg i 1993 vil det kunne bli gitt tilskudd på inntil 40 % av investeringen. En slik ordning vil ikke kunne være permanent.

For å avskrive anlegget og dekke rentekostnader har vi regnet 30 % av den reelle investering pr. år i 5 år. Her er det mange måter å regne på, og hver enkelt får vurdere dette ut fra sin egen situasjon.

---

### 4.3 Driftsinntekter

#### 4.3.1 Salg av ensilasje

I dag er det flere mottakere av ensilasje, og prisene vil variere noe, avhengig av tid for salg. I kalkylene som er gjort her er det brukt en pris på kr 0,45 pr. kg, fritt hentet på fiskebruket.

Mottakerne synes stabile, og er i dag interessert i å få inn så mye ensilasje som mulig. Deres avtakere kan ta imot mere, og de har fortsatt betydelig ledig kapasitet på sine foredlingsfabrikker.

#### 4.3.2 Redusert vekktransport av avfall

Mange fiskebruk må i dag betale for å få fjernet avfallet på en forsvarlig måte. For å unngå denne utgiftsposten blir derfor mye avfall dumpet rett utenfor kaia. Nye bestemmelser er på vei, slik at dette etterhvert ikke vil bli tillatt. Det kan derfor være riktig å ta med en besparelse i borttransport i tilfelle man investerer i ensilering.

Innskjerpelse er på gang når det gjelder å dumpe fiskeavfall i nære kystområder, slik at det kan ikke forventes at dette blir tillatt i noe omfang utover 1993.

SFT og miljøvernavdelingene hos Fylkesmennene har allerede gitt visse restriksjoner, men samtidig også gitt visse tilskudd til de som gjør noe med problemet nå, blant annet til investering i ensileringsanlegg.

---

## 4.4 Kostnadseksempel for tre anlegg

### 4.4.1 Forutsetninger for kostnadseksempelene

Det er vanskelig å gi noe fasitsvar på hva anleggstypene koster, da disse avhenger av lokale forhold, av arrangement og ikke minst av leverandør(er). Imidlertid har Senneco A/S utarbeidet et kostnadseksempel for tre anleggstyper for å illustrere nivået. Slike anlegg kan i mange tilfeller bli både dyrere og billigere, men kalkylene er her presentert for å demonstrere hvilke kostnader som må tas med.

#### Forutsetninger:

- \* Det er regnet med et direkte tilskudd på 40 % av den totale investeringen
- \* Arbeid medgått for ensilering er regnet som merarbeid i forhold til den normale avfallshåndtering uten gjenvinning
- \* Det er valgt å bruke nye tanker inntil 100 m<sup>3</sup>, og brukte oljetanker for større volum

#### Kostnadseksempel for følgende anleggstyper:

*I: Anlegg for inntil 3 tonn pr. dag*

Lite batch-ensileringsanlegg med pumpesirkulasjon og lagertanker.

- Side 60 - 61

*II: Anlegg for inntil 8 tonn pr. dag.*

Batch-ensileringsanlegg med pumpesirkulasjon og lagertanker.

- Side 62 - 63

*III: Anlegg for inntil 30 tonn pr. dag.*

Kontinuerlig ensileringsanlegg med pumpesirkulasjon og lagertanker.

- Side 64 -65

#### 4.4.2 Anleggstype I

##### **Lite batch-ensileringsanlegg med pumpesirkulasjon og lagertanker.**

Anlegg for inntil 3 tonn pr. dag, driftstid 120 dager.  
Avfallstype er slo og hoder fra torskfisk.

##### *Forutsetninger forøvrig:*

* Avfallsmengde totalt/år	360 tonn/år
* Syreforbruk	1,6 % av avfallsmengde
* Syrepris	10 kr/liter
* Antioksidant forbruk	1,0 % av syreforbruk
* Pris antioksidant	100 kr/liter
* El. kraft	0,40 kr/kWh
* Lønnsutgifter	120 kr/time
* Tidsforbruk på anlegget	1,5 timer/dag
* Vedlikehold av teknisk investering <sup>8</sup> %	
* Salgspris ensilasje	0,45 kr/liter

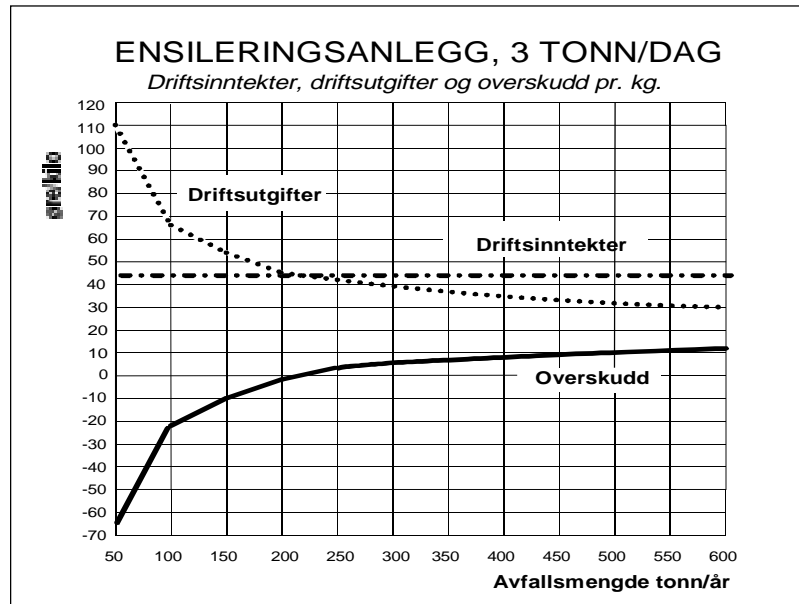
##### **Investeringer:**

* Tankanlegg 100 m <sup>3</sup>	kr 120.000,-
* Sirkulasjonspumpe m/ventiler og røropplegg	kr 35.000,-
* Kverning og syredosering (lite batchanlegg)	kr 30.000,-
* Montering av anlegg med rør	kr 15.000,-
* Diverse kostnader	<u>kr 20.000,-</u>
Totalt investert	kr 220.000,-
Tilskudd 40 %	<u>kr 88.000,-</u>
Egenkapital 60 %	<u>kr 132.000,-</u>

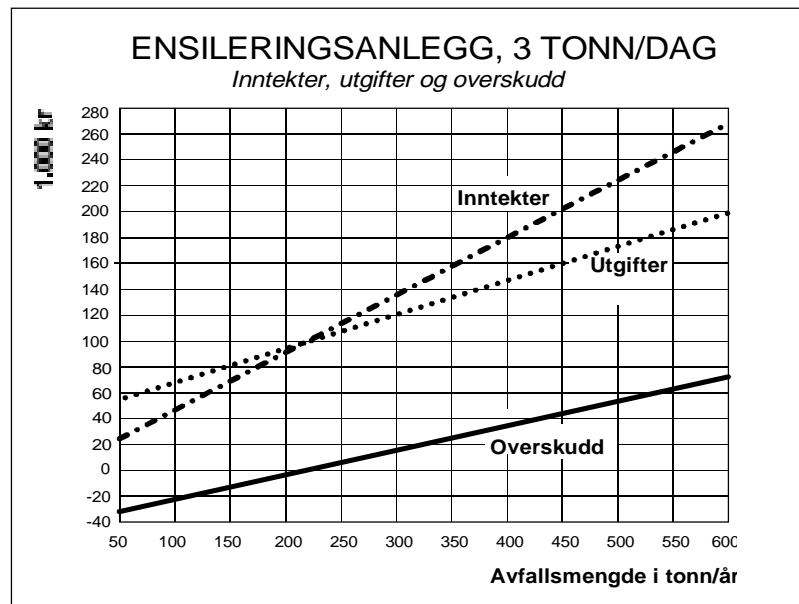
##### **Årlige driftsutgifter:**

* Syreforbruk vil være ca. 1,6 %	kr 57.600,-
* Antioksidant	kr 5.800,-
* Strømforbruk 8 kW under drift	kr 3.000,-
* Bemanning	kr 21.600,-
* Vedlikehold av anlegg	kr 5.200,-
* Renter og avskrivn, 30 % av netto invest.	<u>kr 39.600,-</u>
<b>Totale driftsutgifter pr. år</b>	<b>kr 132.800,-</b>
Driftsutgifter pr. tonn	kr 369,-
<b>Salgsinntekter pr. år</b>	<b>kr 162.000,-</b>
<b>Overskudd ensileringsanlegget pr. år</b>	<b>kr 29.200,-</b>
eller	<u>8 øre/kg ensilasje</u>

Se grafisk framstilling på neste side, figur 17a og 17b.



*Figur 17a. Utgifter, inntekter og overskudd pr. kg.*



*Figur 17b. Utgifter, inntekter og overskudd pr. år.*



#### 4.4.3 Anleggstype II

##### **Batch-ensileringsanlegg med pumpe-sirkulasjon og lagertanker.**

Anlegg for inntil 8 tonn pr. dag, driftstid 120 dager.  
Avfallstype er slo, hoder og noe rygger fra torskefisk.

*Forutsetninger forøvrig:*

* Avfallsmengde totalt/år	960 tonn/år
* Syreforbruk	2,0 % av avfallsmengde
* Syrepris	8 kr/liter
* Antioksidant forbruk	1,0 % av syreforbruk
* Pris antioksidant	100 kr/liter
* El. kraft	0,40 kr/kWh.
* Lønnsutgifter	120 kr/time
* Tidsforbruk på anlegget	2 timer/dag
* Vedlikehold av teknisk investering	8 %
* Salgspris ensilasje	0,45 kr/liter
* Anlegget inneholder ikke grovkvern	

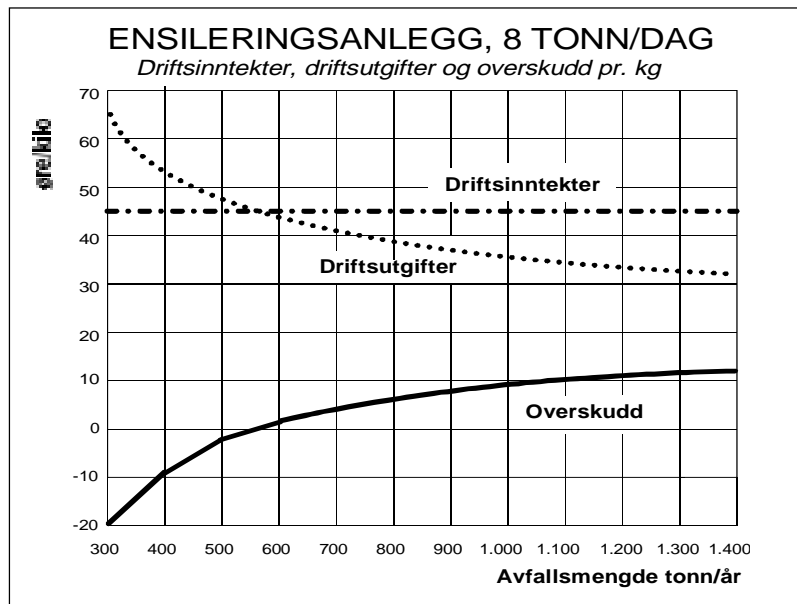
##### **Investeringer:**

* Tankanlegg 2 x 100 m <sup>3</sup> . Nye tanker	kr 220.000,-
* Fundamentering for tanker	kr 40.000,-
* Strømforsyning til anlegget	kr 40.000,-
* Sirkulasjonspumpe med ventiler og røropplegg	kr 135.000,-
* Kverning og syredosering (større batchanlegg)	kr 95.000,-
* Montering av anlegg med rør	kr 45.000,-
* Opplæring i bruk av anlegg	kr 5.000,-
* Diverse kostnader	kr 40.000,-
Totalt investert	kr 620.000,-
Tilskudd 40 %	kr 248.000,-
Egenkapital 60 %	kr 372.000,-

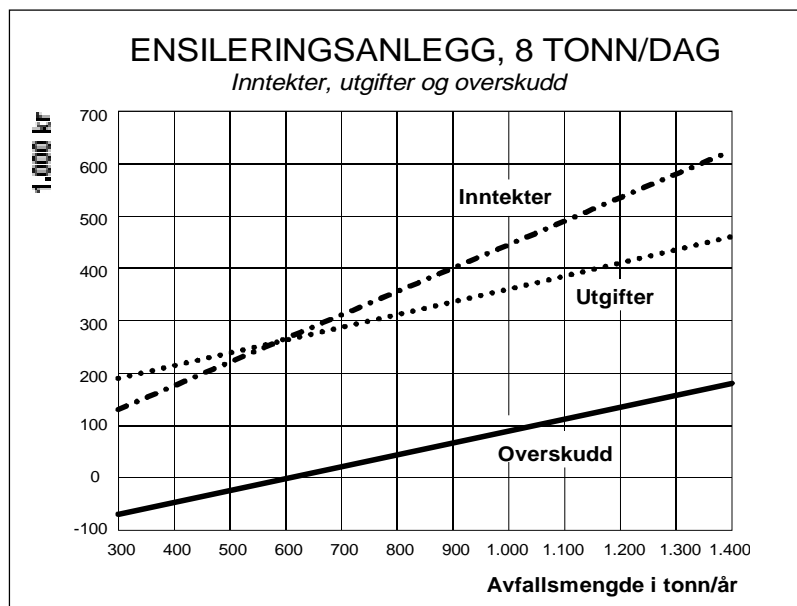
##### **Årlige driftsutgifter:**

* Syreforbruk vil være ca. 2,0 %	kr 153.600,-
* Antioksidant	kr 19.200,-
* Strømforbruk 20 kW under drift	kr 7.680,-
* Bemanning	kr 28.800,-
* Vedlikehold av anlegg	kr 20.000,-
* Renter og avskrivninger, 30 % av netto invest.	kr 111.600,-
Totale driftsutgifter pr. år	kr 340.880,-
Driftsutgifter pr. tonn	kr 355,-
Salgsinntekter pr. år	kr 432.000,-
Overskudd ved ensileringsanlegget	kr 91.120,-
eller	9 øre/kg ensilasje

Se grafisk framstilling på neste side, figur 18a og 18b.



*Figur 18a. Utgifter, inntekter og overskudd pr. kilo.*



*Figur 18b. Utgifter, inntekter og overskudd pr. år.*

#### 4.4.4 Anleggstype III

##### **Kontinuerlig ensileringsanlegg med pumpesirkulasjon og lagertanker.**

Anlegg for inntil 30 tonn pr. dag, driftstid 200 dager.

Avfallstyper er hoder, rygger, skinn og noe avskjær fra torskefisk.

*Forutsetninger forøvrig:*

* Avfallsmengde totalt/år	6.000 tonn/år
* Syreforbruk	2,1 % av avfallsmengde
* Syrepris	6 kr/liter
* Antioksidant forbruk	1 % av syreforbruk.
* Pris antioksidant	100 kr/liter.
* El. kraft	0,40 kr/kWh
* Lønnsutgifter	120 kr/time
* Tidsforbruk på anlegget	5 timer/dag
* Vedlikehold av teknisk invest	8 %
* Salgspris ensilasje	0,45 kr/liter

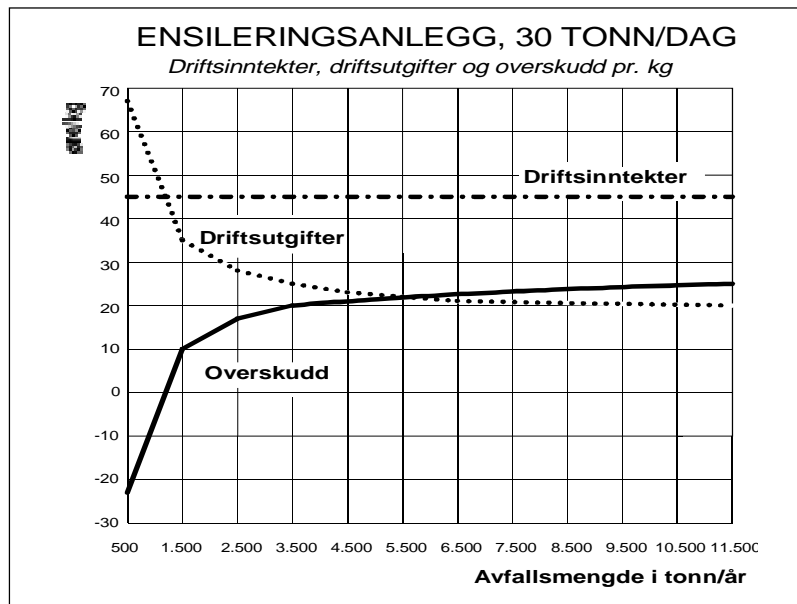
##### **Investeringer:**

* Tankanlegg 2 x 100 m <sup>3</sup> (nye tanker)	kr	220.000,-
* Tankanlegg 1 x 500 m <sup>3</sup> (brukte tanker)	kr	200.000,-
* Fundamentering for tanker	kr	100.000,-
* Maskinhus for anlegg	kr	140.000,-
* Røreverk for stortank	kr	100.000,-
* Sirkulasjonspumpe med ventiler og røropplegg	kr	115.000,-
* Kverning og syredosering	kr	250.000,-
* Montering av anlegg med rør	kr	45.000,-
* Elektrisk anlegg, tilførsel etc.	kr	80.000,-
* Diverse kostnader	kr	40.000,-
* Grovkvern	kr	80.000,-
Totalt investert	kr	1.370.000,-
Tilskudd 40 %	kr	548.000,-
Egenkapital 60 %	kr	822.000,-

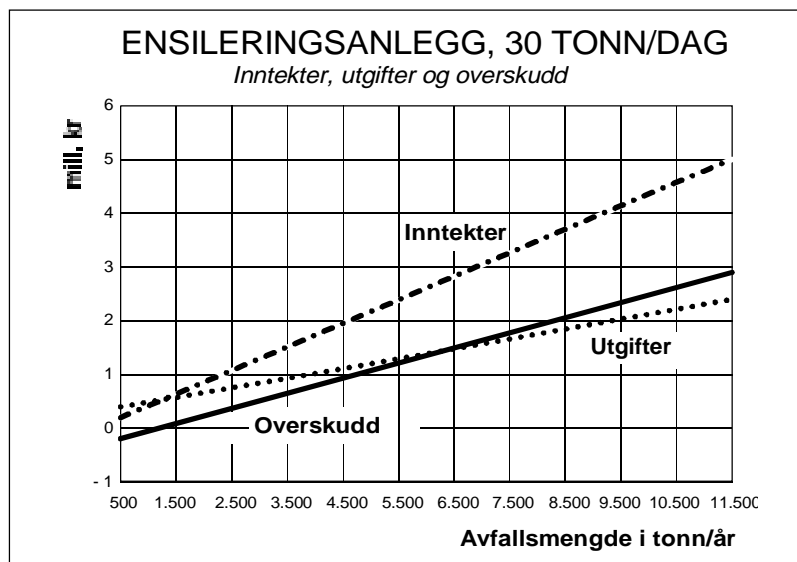
##### **Årlige driftsutgifter:**

* Syreforbruk vil være ca. 2,1 %	kr	756.000,-
* Antioksidant	kr	126.000,-
* Strømforbruk 30 kW under drift	kr	19.200,-
* Bemanning	kr	120.000,-
* Vedlikehold av anlegg	kr	36.600,-
* Renter og avskrivninger 30 % av netto invest.	kr	246.600,-
Totalt driftsutgifter pr. år	kr	1.304.400,-
Driftsutgifter pr. tonn	kr	217,-
Salgsinntekter pr. år	kr	2.700.000,-
Overskudd ved ensileringsanlegget	kr	1.395.600,-
eller		23 ore/kg ensilasje

Se grafisk framstilling på neste side, figur 19a og 19b.



*Figur 19a. Utgifter, inntekter og overskudd pr. kilo.*



*Figur 19b. Utgifter, inntekter og overskudd pr. år.*

## 5 KVALITETSKRAV VED ENSILERING

### 5.1 Produksjon av ensilasje

#### 5.1.1 Krav til råvarer i ensilasjeproduksjon

Råvarene skal alltid være ferske, og avfall, bifangst og annet som skal gå til ensilering skal gå til prosessen uten unødig opphold. Avfall som ikke tilfredsstillende disse krav må fjernes fra ensileringsanlegget og bortskaffes på annen måte.

#### 5.1.2 Syre

Ved produksjon av ensilasje skal riktig type syre brukes. Er det grunn til å tro at annen syretype kan være aktuelt, kontakt mottaker av ensilasjen og kontroller kravet fra mottaker/kjøper.

#### 5.1.3 Antioksidant

Antioksidant skal brukes om ikke mottaker/kjøper sier noe annet. Den blandes i syra for å få en god fordeling i fiskemassen. Antioksidant skal brukes i en mengde tilsvarende 0,15 kg/tonn ensilasje. I praksis blandes ca. 1 % antioksidant i syra uansett avfallstype.

#### 5.1.4 Produksjonsutstyr

Produksjonsutstyret skal male opp fiskeavfallet i så små biter at syra trenger inn til kjernen i hver bit før en eventuell nedbryting av biten starter.

Syra som tilsettes må blandes godt inn i massen, slik at alle fiskepartikler har tilgang til syre etterhvert som den trenger inn i partiklene og nøytraliseres.

#### 5.1.5 Fremmedlegemer

Ensilasjen skal ikke inneholde fremmedlegemer så som plast, isopor, trebiter eller metaller. Kommer fiskeavfall inn som inneholder disse bestanddelene må disse fjernes, eller fiskeavfallet må bortskaffes på annen måte.

#### 5.1.6 Lagertanker

Lagersystemet for ensilasje må være slik innrettet at bein ikke faller ut og blir liggende i bunnen av tanken. Om det ikke er mulig å unngå dette, må beina fjernes ved første mulighet, og ikke etter at en eventuell forråtnelse starter.

Beinfragmenter som ikke er ferdigkonservert etter at produksjonen er avsluttet forbruker syre. Blir disse liggende uten syretilgang vil en forråtnelsesprosess starte.

### 5.1.7 pH etter produksjon og pH i lagertanker

Under produksjonen skal pH ligge fra 3,9 til 4,3, avhengig av hvilket avfall som skal ensileres. Mye bein tilsier en lavere pH, ned mot 3,5.

pH i lagertankene får ikke overskride 4,3 til 4,4 etter en lagringstid som viser at pH er stabil. Vi må være sikker på at hele tankvolumet har samme pH når denne blir bestemt.

---

## 5.2 Kontrolljournal

### 5.2.1 Ensilerings- og avfallsdata. Del I

*Kontrolljournal I skal føres hver dag, og inneholde følgende:*

- Dato og måned
- Mengde ensilert
- Mengde syre forbrukt
- Mengde antioksidant forbrukt
- Avfallstype
- Fiskeslag om mulig
- pH etter produksjonen
- pH på lagertankene
- Tid fra fiske til prosessering av avfallet (om mulig)
- Ved levering angis: eldste og yngste ensilasje i leveransen, samt pH ved levering
- Angi om pH er stabil ved leveringstidspunktet
- Kopi av journalen leveres med ensilasjeleveransen
- Underskrift av driftsoperatøren hver dag

### 5.2.2 Anleggsdata. Del II

*Kontrolljournal II skal føres hver dag, og inneholde følgende:*

- Dato og måned
- Driftstid for ensileringsystemet
- Eventuelle feil på anlegget
- Driftstid på omrøringsystemet i lagertankene
- Kalibrering av instrumenter. pH måling, trykk, nivå etc.
- Tidsforbruk ved anlegget
- Forebyggende vedlikehold
- Driftsstans med årsak og reparasjon
- Renhold ved anlegget
- Kontroll for sopp eller mugg på lagertankene eller utenfor tankene
- Underskrift av driftsoperator eller reparatør hver dag

## APPENDIX I

### AVFALL FRA FISKEOPPDRETT OG -SLAKTERI

#### Ulike avfallskategorier og generelle begrensninger

Avfallet fra oppdrettsnæringen deles i to grupper:

- 1) Avfall fra slakterier og foredlingsanlegg, samt død fisk fra oppdrettsanleggene, som er medisinfri og ikke kadaverøs. Syreforbruket vil her ligge meget lavt, og kan sammenliknes med sløyeavfall. (Se avsnitt 2.2.1).
- 2) Dødfisk som ikke lenger er fersk (kadaverøs fisk) og dødfisk som inneholder antibiotikarester. Syreforbruket er vanskelig å anslå for denne gruppen fordi kadaverøs fisk i utgangspunktet vil ha en meget høy pH. Det kreves derfor større mengder syre for å bringe pH ned til det vi ønsker, ca. 4,1 til 4,2. Legg merke til at vi her setter er lavere pH enn vi har gjort for villfisk. Dette skyldes ikke at denne fisken er vanskeligere å konservere, men at disse anleggene er mere uten tilsyn, og da er det greit å ha litt avstand til faregrensa.

#### Avfall fra slakteri og videreforedling, samt fersk dødfisk

Ensilasje produsert av dette råstoffet brukes til fôr og fôrstoffer for varmblodige husdyr, rev og mink. Imidlertid kan det ikke brukes til fôr og fôrtilsetning for fisk eller andre kaldblodige dyr i sjøen, uten forutgående sterilisering, noe som gjør en slik utnyttelse lite aktuelt. Dette skyldes at man er redd for smitteeffekten i dette fôret. Bærer fôret bakterier eller virus, som ikke er drept under behandling av fôret, vil dette kunne være katastrofalt for det anlegget som bruker fôret.

Smitteeffekten er ikke tilstede for husdyr og pelsdyr, derfor kan vi føre disse fritt med det behandlede avfallet, forutsatt at kvaliteten er god og fettinnholdet på et akseptabelt nivå (maksimum grenser). Som man ser her er det meget viktig å skille mellom ensilasje produsert fra villfisk og ensilasje produsert fra laks eller annen oppdrettsfisk. Ensilasje fra villfisk kan både brukes som fôr til fisk og til husdyr.

## Kadaverøs og antibiotikaholdig dødfisk

Kadaverøs fisk kan ikke brukes som fôr, men kan komposteres og brukes som jordforbedringsmiddel.

Fisk med antibiotikarester er heller ikke egnet som fôr, og kan også være uakseptabel som jordforbedringsmiddel. Fôrmyndighetene har imidlertid definert en grenseverdi for antibiotikainnhold (MRL-verdi) i forhold til hva som kan regnes som antibiotikafritt til fôr. Denne verdien er satt så lavt (50 ng/g) at det kreves en streng kildesortering ved oppdrettsanleggene mht. dødfisk med og uten rester av antibiotika. Kun den fraksjonen som etter en slik sortering skal være antibiotikafritt, vil kunne oppnå en så lav verdi.

Grunnen til å operere med en grenseverdi og ikke en absolutt nullverdi, er at med de følsomme analysemetodene som er utviklet, vil man alltid kunne risikere å registrere mikroskopiske mengder antibiotika i den fisken som har vært behandlet med antibiotika.

Den eneste sikre måten å behandle antibiotikaholdig avfall på ut fra miljøhensyn, er forbrenning, f.eks. i kommunale avfallsforbrenningsanlegg.

Det er viktig at dødfisk blir sortert ved det enkelte oppdrettsanlegg slik at man kan holde godt avfall adskilt fra kadaverøst og antibiotikaholdig avfall. Også kadaverøs fisk og antibiotikaholdig fisk bør holdes hver for seg.

### Ulike avfallskategorier til ensilering:

- a: Avfallet fra et lakseslakteri er som regel kun slo og annet lettere avfall fra fisken.
- b: Etterhvert har det blitt ikke uvanlig at noe laks hodekappes og filéteres. Dette skjer både ved en del slakterier og ved videreforedlingsanlegg. Dette gir et noe tyngre avfall, som krever bedre utstyr for ensilasjeproduksjon.
- c: Avfallet fra fiskeoppdrettsanlegg er helfisk i alle de størrelsene som finnes. Slik som opptaket av dødfisk foregår fra mærene i dag, er fisken i hovedsak fersk. Avfallet er likevel betydelig vanskeligere å ensilere enn slakteriavfallet på grunn av størrelse på det vi tilfører ensileringsanlegget.



### Slo og lett avfall fra slakteri

Dette lette avfallet kan gå ned i en trakt fra slaktebenken, og videre bearbeides med en tannhjulspumpe med synkron syrepumpe, slik at avfallet blandes med syre i tannhjulspumpa og pumpes til tank. Utenom arbeidstida kan pumpa gå på sirkulasjon til tanken for videre blanding og homogenisering.

### Hoder og ryggbein fra videreforedling

Har vi en del hoder og ryggbein i dette avfallet vil en tannhjulspumpe fungere dårlig, og materialet må istedet kvernes i en mer tradisjonell kvern før det tilsettes syre og massen pumpes over i lagertanken, som må ha en sirkulasjon av massen. Syredosering kan skje før produktpumpa. For store anlegg kan det også være aktuelt med en dagtank. Forøvrig vises til avsnitt 1.5.5 om kontinuerlige anlegg og kapittel 3.1 om kverner.

Også batch-tanker kan brukes, dersom de har stor nok kapasitet. Ved valg av type må vi velge en tank som kan ta minst halve dagsproduksjonen pr. batch. (Se avsnitt 1.5.6). Transporten inn til ensileringsanlegget skjer normalt i store fiskekar. Dette må også være med å bestemme volumet av batchen. Forøvrig er det utviklet kverntanker med kontinuerlig drift, og som kan ensilere flere tonn pr. time. (Se avsnitt 3.7.4).

### Dødfisk

Når det gjelder ensilering av dødfisk har den såkalte "dødfisk-containeren" gjort nytten for mange. Disse finnes i størrelser fra ca. 700 til 1.500 liter. I tillegg til "dødfiskcontainer", med motor og kniver, skal det være en lagertank for ensilasjen på minst 10 m<sup>3</sup> Ensilasje produsert av kadaverøs eller antibiotikaholdig fisk skal lagres adskilt fra ensilasje av fersk dødfisk.

Myndighetene krever at det skal foreligge planer for tiltak ved massedød. Det er lite trolig at anleggene vil ha muligheter for å ensilere så store mengder selv. I slike tilfeller vil det helst være mottaksanleggene som vil sørge for nødvendig behandling og transport.