

# Søknad om utslippstillatelse

*Søknadsskjema for industribedrifter*

Utfylt skjema skal sendes SFT i 7 eksemplarer. Se veiledningen for utfylling av de enkelte rubrikkene. I de fleste tilfeller vil det være nødvendig å benytte vedlegg til skjemaet. Det framgår av skjema/veiledning når opplysninger skal gis i vedlegg. Dessuten skal vedlegg benyttes ved plassmangel i tabeller. Vedlegg skal nummereres i samsvar med punktene i skjemaet/veiledningen. Vedlegg skal også sendes SFT i 7 eksemplarer.

## 1. Opplysninger om søkerbedrift

**Dette skjema må sees i sammenheng med søknaden for hele Yara Porsgrunn. Dette skjema inneholder kun forhold, spesifikt for Fullgjødelse/KS-området.**

### 1.1 Navn, adresse m.v.:

|                      |                                           |                         |  |
|----------------------|-------------------------------------------|-------------------------|--|
| Bedriftens navn .... | Yara Norge AS, Porsgrunn, Fullgjødelse/KS | Telefon (sentralbord)   |  |
| Gateadresse.....     |                                           |                         |  |
| Postadresse .....    |                                           |                         |  |
| Postnr., -sted ..... |                                           | Telefon (kontaktperson) |  |
| Kontaktperson .....  | Karina Aas                                | 911 90 614              |  |

## 3. Produksjonsforhold

### 3.1 Produkter som framstilles:

| Produkt                                                                                                        | Produsert mengde (tonn) pr. år                             |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                | år 2006                                                    | Søkes om                                                    |
| <b>Hovedprodukt: Fullgjødelse</b>                                                                              | <b>1937000</b>                                             | <b>2400000</b>                                              |
| <b>Biprodukt: Kalsiuminnholdende produkter som Granulert KS, Flytende KS (30-50% vann), Konverteringskalk.</b> | <b>800000</b><br>(regnet som "Granulert KS" med 18,8 % Ca) | <b>1000000</b><br>(regnet som "Granulert KS" med 18,8 % Ca) |
| <b>Internprodukt: Ammoniumnitrat til Fgj og KS</b>                                                             | <b>800000</b><br>(regnet som 100 % AN)                     | <b>1000000</b><br>(regnet som 100 % AN)                     |

3.2 Produksjonsbeskrivelse inkludert flytskjemaer: skal gis i vedlegg. Se Bilag 1.

3.3 Oversikt over innsatsstoffer: skal gis i vedlegg. Se Bilag 2

3.4 Er teknisk miljøanalyse gjennomført?

Ja, vedlagt ☐ Nei ☐

3.5 Energikilder/-forbruk:

| Energikilde  | Energiforbruk (GWh/år) |            |
|--------------|------------------------|------------|
|              | 2006                   | "Søkes om" |
| Dampforbruk  | 700                    | 870        |
| Strømforbruk | 102                    | 115        |
|              |                        |            |
|              |                        |            |
|              |                        |            |

3.6 Er energisparetiltak med betydning for utslipp eller avfall vurdert? Se bilag 3

Ja, beskrivelse vedlagt ☒ Nei ☐

## 4. Utslipp til vann

4.1 Prosessavløpsvann:

Utslippskilde .....

Utslippsted .....

|                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Produksjon av Fullgjødsl                                                                 |
| F2(Fgj3), F20(Fgj4), F9(Fgj2), F14(Konv), F15(KS) alle til Frier (se Bilag til pkt. 4.1) |

|                                       | I dag                    | Søkes om                 |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Utslippsdyp .....                     | ca. 0,5 -1 m             | Ingen endring            |
| Avløpsstrøm (m <sup>3</sup> /h) ..... | Σ 7500 m <sup>3</sup> /h | Σ 9500 m <sup>3</sup> /h |

|        | I dag       | Søkes om    |
|--------|-------------|-------------|
| pH ... | snitt Σ 6-7 | snitt Σ 6-7 |

Er renseanlegg for dette avløpsvannet forutsatt i søknaden?

Ja, beskrivelse vedlagt ☐ Nei ☐

**Se prosessbeskrivelse!**

| Utslippskomponenter  | Mengde (kg) pr. døgn |             |             | Konsentrasjon (mg/l) |              |           |
|----------------------|----------------------|-------------|-------------|----------------------|--------------|-----------|
|                      | I dag (2006)         | Søkes om    |             | I dag                | Søkes om *** |           |
|                      | Gj.snittlig          | Gj.snittlig | Maksimalt   | Gj.snittlig          | Gj.snittlig  | Maksimalt |
| F2 (Fgj3) N          | 720                  |             |             | 12                   | 12           | 20        |
| P                    | 4                    |             |             | 0,07                 | 0,07         | 1         |
| F20 (Fgj4) N         | 350                  |             |             | 20                   | 20           | 30        |
| P                    | 7                    |             |             | 0,4                  | 0,5          | 2         |
| <b>Fgj.3/Fgj.4</b> N | 1070                 | -           | <b>2200</b> |                      |              |           |
| P                    | 11                   |             | <b>50</b>   |                      |              |           |
| F9 (Fgj2) N          | 250                  |             | <b>500</b>  | 30                   | 30           | 50        |
| P                    | 1,1                  |             | <b>50</b>   | 0,13                 | 0,13         | 5         |
| F14 (Konv)** N       | 16*                  |             |             | 3*                   | 3-30*        | 150       |
| F15 (KS) N           | 400                  |             |             | 4                    | 4            | 8         |
| P                    | 0,9                  |             |             | 0,01                 | 0,01         | 0,1       |

|         |   |     |  |      |  |  |  |
|---------|---|-----|--|------|--|--|--|
| KONV/KS | N | 500 |  | 1300 |  |  |  |
|         | P | 1   |  | 15   |  |  |  |

- \*Fremstilling 3 i drift.
- \*\* Selve konverteringsanlegget har ikke vært i drift i det seneste årene..
- \*\*\* Vi vil be om å ikke få grenser på konsentrasjonsnivå, da dette kun vil være en byråkratisk eksersis uten merverdi mht internkontroll eller effekt for miljøet!

Gjennomsnittsmengder og -konsentrasjoner er midlet over (tidsperiode)

Maksimalmengder og -konsentrasjoner er midlet over (tidsperiode) .....

3 døgn

#### 4.2 Vil støtutslipp forekomme?

Ja, beskrivelse vedlagt ☒

Nei ☐

**Se prosessbeskrivelse.**

#### 4.4 Er tiltak for ytterligere reduksjon av utslippets størrelse og virkning vurdert?

Ja, beskrivelse vedlagt ☒

Nei ☐

**Se vedlagte BREF-vurdering.**

#### 4.8 Resipient for utslipp til vann (unntatt sanitæravløpsvann):

Kommunalt nett ☐

Direkte til vassdrag ☐

Direkte til sjø ☒

Lokalt vassdrag .....

Hovedvassdrag

Vannføring: min.

normal

maks.

Lokalt fjordområde

Hovedfjord ..... Frierfjorden

Eventuelt terskeldyp ..... 23 m v/Brevik

Største dyp ..... 100 m

Nærmere beskrivelse av resipientforhold vedlagt?

Ja ☐

Nei ☒

Effekt av bedriftens utslipp i resipienten?

Ja ☒

Nei ☐

Beskrivelse vedlagt ☐

**Se oversendelsesbrev!**

## 5. Utslipp til luft

#### 5.1 Prosessavgasser:

Utslippskilde .....

29 skorstener fra våt- og tørtavtrekk

Utslippssted .....

Fgj.2, Konv., Fgj.3, Fgj.4, KS

I dag Søkes om

Utslippshøyde m.o.h..

Bilag til pkt. 5.1 Samme

Utslippshøyde over tak .....

I dag Søkes om

Avgasstrøm (Nm<sup>3</sup>/h) .....

Σ2700000

Σ2700000

Avgasstemperatur (°C) ..

Er renseanlegg for prosessavgasser forutsatt i søknaden?

Ja, beskrivelse vedlagt ☐

Nei ☐

**Se prosessbeskrivelse!**

| Utslippskomponenter | Mengde (kg) pr. time |             |           | Konsentrasjon (mg/Nm <sup>3</sup> ) |             |           |
|---------------------|----------------------|-------------|-----------|-------------------------------------|-------------|-----------|
|                     | I dag                | Søkes om    |           | I dag                               | Søkes om    |           |
|                     | Gj.snittlig          | Gj.snittlig | Maksimalt | Gj.snittlig                         | Gj.snittlig | Maksimalt |
| Fgj2/Konv           | NH <sub>3</sub> -N   | 0,3         |           | 6                                   | 6           | 200       |
|                     | NO <sub>x</sub> -N   | 1           |           | 24                                  | 24          | 200       |
|                     | Fluorid              | 0,1         |           | 5                                   | 5           | 25        |
|                     | Støv                 | 0,5         |           | 11                                  | 11          | 200       |
| Fgj3                | NH <sub>3</sub> -N   | 15          |           | 15                                  | 16          | 25        |
|                     | NO <sub>x</sub> -N   | 1,5         |           | 24                                  | 24          | 240       |
|                     | Fluorid              | 0,1         |           | 1,6                                 | 1,6         | 8         |
|                     | Støv                 | 20          |           | 20                                  | 22          | 30        |
| Fgj4                | NH <sub>3</sub> -N   | 20          |           | 22                                  | 25          | 44        |
|                     | Støv                 | 9           |           | 10                                  | 11          | 17        |
| KS                  | NH <sub>3</sub> -N   | 0,1         |           | 10                                  | 10          | 600       |
|                     | NO <sub>x</sub> -N   | 0,1         |           | 7                                   | 7           | 210       |
|                     | Støv                 | 5           |           | 30                                  | 30          | 90        |
| <b>ΣFgjKS</b>       | NH <sub>3</sub> -N   | 32          | 1         | 19                                  | 20          | 27        |
|                     | NO <sub>x</sub> -N   | 2,6         |           | 22                                  | 25          | 120       |
|                     | Fluorid              | 0,2         |           | 2                                   | 2           |           |
|                     | Støv                 | 34,5        |           | 15                                  | 17          | 25        |

Gjennomsnittsmengder og -konsentrasjoner er midlet over (tidsperiode)

12 mnd.

Maksimalmengder og -konsentrasjoner er midlet over (tidsperiode) .....

1 døgn

**5.2** Vil støtutslipp forekomme?

Ja, beskrivelse vedlagt ☐

Nei ☐

**Se prosessbeskrivelse.**

**5.4** Er tiltak for ytterligere reduksjon av utslippets størrelse og virkning vurdert?

Ja, beskrivelse vedlagt ☐

Nei ☐

**Se BREF-vurdering**

Er nærmere redegjørelse for forbrenningstekniske data vedlagt?

Ja ☐ Nei ☐

**5.9** Er spredningsforhold m.v. beskrevet?

Ja, beskrivelse vedlagt ☐ Nei ☐

**5.10** Er spredningsberegninger utført?

Ja, vedlagt ☒ Nei ☐

**Utført for Ammoniakk fra prilletårnene!**

## 6. Avfall

**6.1** Avfallstyper og -mengder: Se bilag 6.

| Avfallstype | Mengde pr. år | Disponeringsmåte | Evt. nærmere spesifisering av avfallet |
|-------------|---------------|------------------|----------------------------------------|
|-------------|---------------|------------------|----------------------------------------|

|  |       |          |  |
|--|-------|----------|--|
|  | I dag | Søkes om |  |
|--|-------|----------|--|

**6.2** Tiltak for å begrense avfallsmengdene: skal beskrives i vedlegg.

**Vurdering for alternativ håndtering av grus/sand pågår!**

**6.3** Benyttes avfall/biprodukter fra andre i bedriftens produksjon? Ja, beskrivelse vedlagt ☐ Nei ☒

**6.4** Omfatter virksomheten egen behandling/mellomlagring/deponering av avfall? Ja, beskrivelse vedlagt ☐ Nei ☒

Fortsatt deponering av grus/sand på Gunneklevtippen!

Medfører avfallshåndteringen/-disponeringen fare for forurensning/ulempere i omgivelsene? Ja, beskrivelse vedlagt ☐ Nei ☒

Er det gjennomført/planlagt tiltak for å begrense forurensningene/ulempene? Ja, beskrivelse vedlagt ☐ Nei ☒

**7.3** Forekommer naboklager? Ja, beskrivelse vedlagt ☐ Nei ☐

**7.4** Planlagte støyreduserende tiltak m/kostnader: skal beskrives i vedlegg.

## 10. Underskrift

Sted: .....

Dato: .....

Underskrift: .....

## 11. Vedleggsoversikt

| Nr.      | Innhold                                     | Antall sider |
|----------|---------------------------------------------|--------------|
| <b>1</b> | <b>Bilag 1 til pkt. 3..2 i søknad</b>       | <b>23</b>    |
| <b>2</b> | <b>Bilag 2 til pkt. 3.3 i søknad</b>        | <b>1</b>     |
| <b>3</b> | <b>Bilag 3 side 1 til pkt. 3.6 i søknad</b> | <b>1</b>     |
| <b>4</b> | <b>Bilag 4 til pkt 3.7 i søknad</b>         | <b>1</b>     |
| <b>5</b> | <b>Bilag 5 side 1 til pkt. 4.1 i søknad</b> | <b>1</b>     |
| <b>6</b> | <b>Bilag 6 til pkt 5.1 i søknad</b>         | <b>7</b>     |
| <b>7</b> | <b>Bilag 7 til pkt 6.1 i søknad</b>         | <b>2</b>     |
|          |                                             |              |
|          |                                             |              |
|          |                                             |              |
|          |                                             |              |



Bilag 1 side 1 til pkt. 3..2 i søknaden

**PRODUKSJONSBESKRIVELSE: FULLGJØDSELPRODUKSJON (består av Fullgjødsele- og Kalksalpeterprodukter) ved YARA PORSGRUNN**

Bilag 1 side 3 og side 4 viser en skjematisk fremstilling av produksjonsgangen fra råstoff til ferdige produkter.

Produksjonen av Fullgjødsele er basert på Norsk Hydro's NPK-prosess.

Denne går i prinsippet ut på å overføre tungt løselig kalsiumfosfat til lettløselige ammonium- og kalsiumfosfater. Dette oppnås ved å løse råfosfat i 60 %-ig salpetersyre.

Deretter fjernes  $\frac{3}{4}$  av råfosfatets kalsiuminnhold ved utkrystallisering av kalsiumnitrat-tetrahydrat. Dette skilles fra moderlutløsningen ved filtrering og smeltes til "kalsiumnitratsmelte" for å få den pumpbar.

Fremstilling av moderlut og kalsiumnitratsmelte foregår i Fgj.2 og Fgj.3. Moderluten fordeles så til Fgj.3 og Fgj.4 etter behov og prosesseres videre. Kalsiumnitratsmelten fra Fgj.3 pumpes over til KS mens smelten fra Fgj2 fordeles mellom Nutriox i Fgj2 og KS etter behov.

Moderluten nøytraliseres med ammoniakk, tilsettes eventuelt ammoniumnitrat og/eller salpetersyre (blir til ammoniumnitrat ved nøytraliseringen) og dampes inn. Ulike salter som kaliumklorid og -sulfat, ammoniumsulfat, dolomitt, kiseritt, borax og sporstoffer tilsettes før miksing, prilling og størkning. Tilsetning av salttype er avhengig av varetype.

Deretter vil sikting, kjøling og kondisjonering avslutte prosessen.

Kalksalpetersmelten som inneholder ca 3 % salpetersyre prosesseres videre i henholdsvis Fgj.2, KS og eventuelt Konvertering.

I Fgj.2 lages Nutriox ved at saltsmelte nøytraliseres med kalsiumoksyd, og renses i decantere og pressfilter for å få lav vannuløst. Ved å nøytralisere med kalsiumoksyd istedet for ammoniakk får et "ammoniumfritt" produkt

I KS som er hovedmottaker av kalksalpetersmelte lages granulert Kalksalpeter ved å nøytralisere med ammoniakk, tilsette salpetersyre (blir til ammoniumnitrat ved nøytraliseringen) eventuelt ammoniumnitrat direkte, skille fra vannuløselige forbindelser og dampe inn til riktig vanninnhold for produksjon av granulert kalksalpeter. Rensegrad av vannuløst avhenger av varetype. Ulike salter som borax og kiseritt kan tilsettes før granulering.

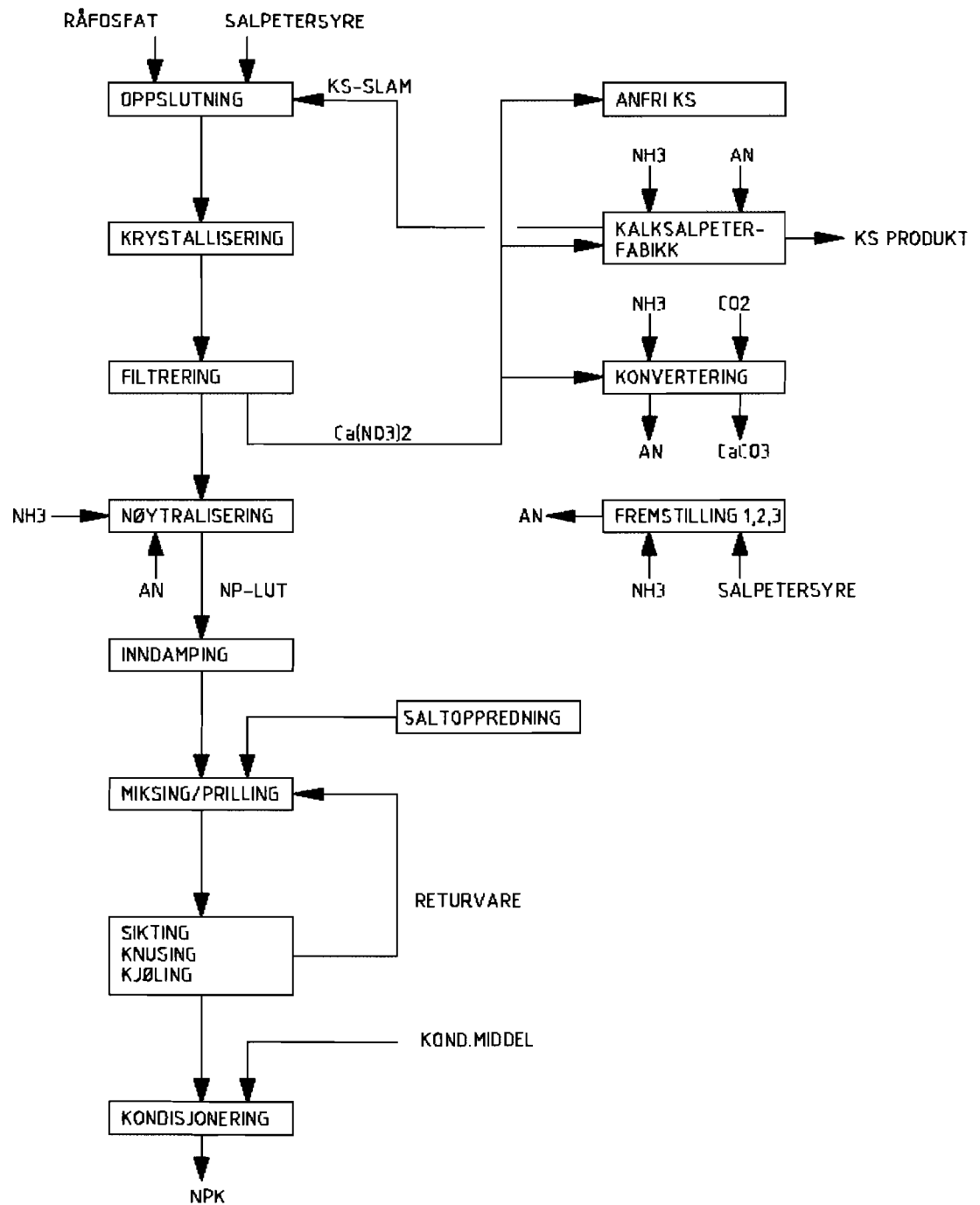
Deretter glatting, kjøling og eventuelt kondisjonering.

I KS lages også flytende kalksalpeter. Utgangspunktet er da nøytralisert og rensed saltsmelte som eventuelt tilsettes ammoniumnitrat og justeres til riktig vanninnhold ved inndamping eller tilsetning av vann avhengig av produkttype.

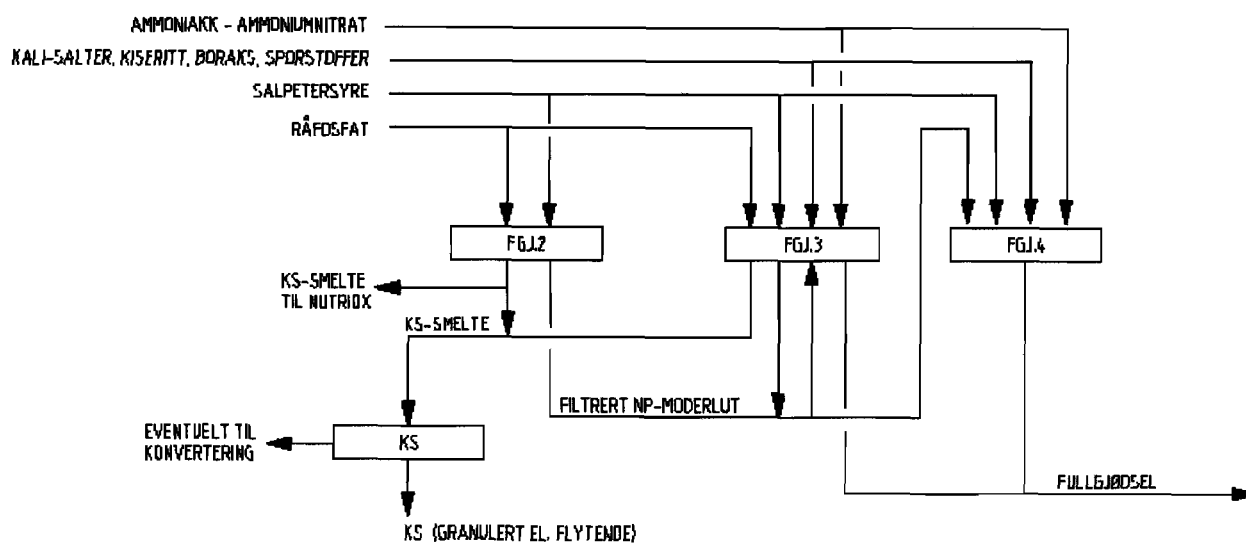
I Konverteringsanlegget (har ikke vært i drift siden 2000 pga manglende behov) overføres (konverteres) kalsiumnitratsmelte til ammoniumnitratløsning og kalsiumkarbonat ved at det tilsettes ammoniakk og karbondioksid. Ammoniumnitrattet overføres til Fgj.3 og Fgj.4. Kalsiumkarbonat (Konverteringskalk) er lite løslig å filtreres fra.

Ved produksjon av Fullgjødsel og KS trengs ammoniumnitrat. Mesteparten av dette produseres i Fremstilling 1, 2 og 3 ved reaksjon mellom salpetersyre og ammoniakk. Ved å utnytte reaksjonsvarmen til inndampning produseres 80 %ig ammoniumnitrat. Fremstilling 1 og 2 er anlegg plassert i KS, mens Fremstilling 3 utnytter apparatur i Konverteringsanlegget når Konvertering ikke er i drift.

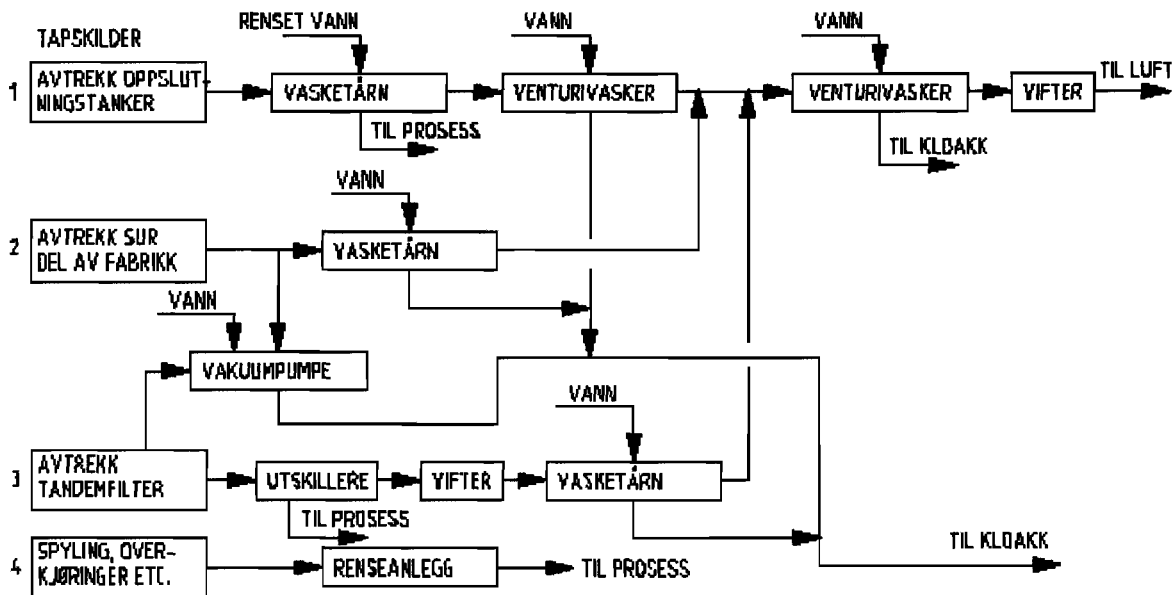
## PRINSIPPSKISSE - FULLGJØDSELPRODUKSJON VED YARA PORSGRUNN



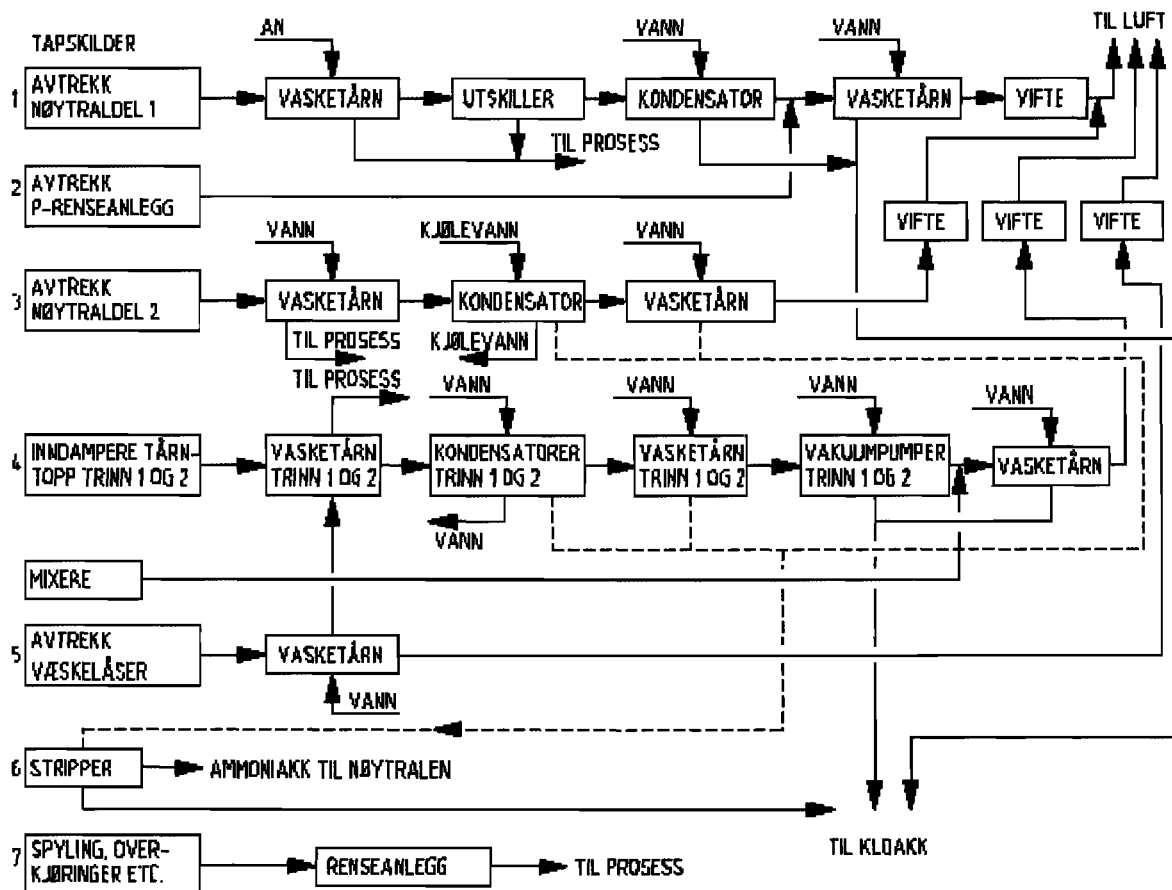
## PRINSIPPSKISSE - FULLGJØDSELPRODUKSJON VED YARA PORSGRUNN



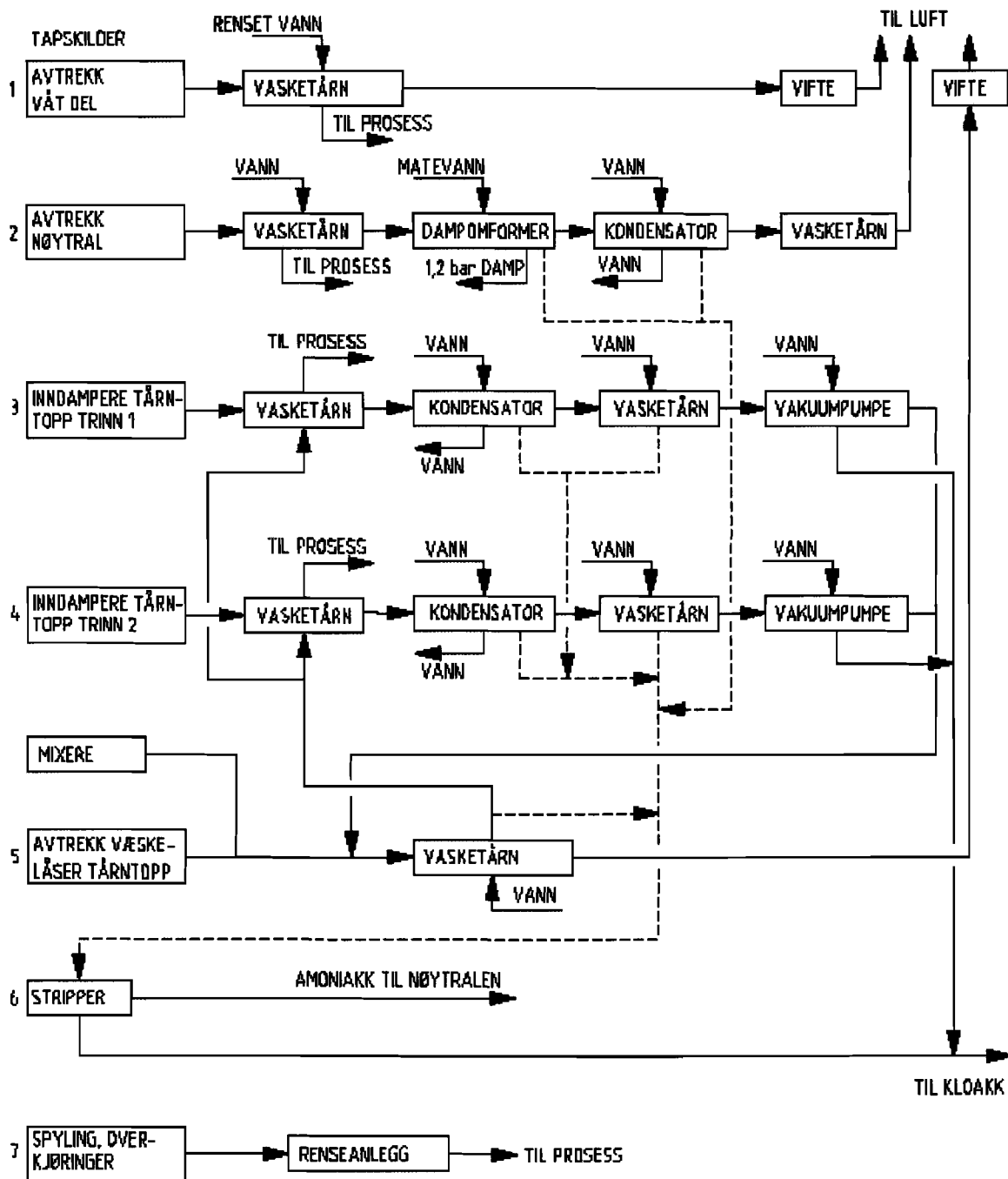
## BLOKKSJEMA TAPSTEDER FGJ3 (P.PROD)



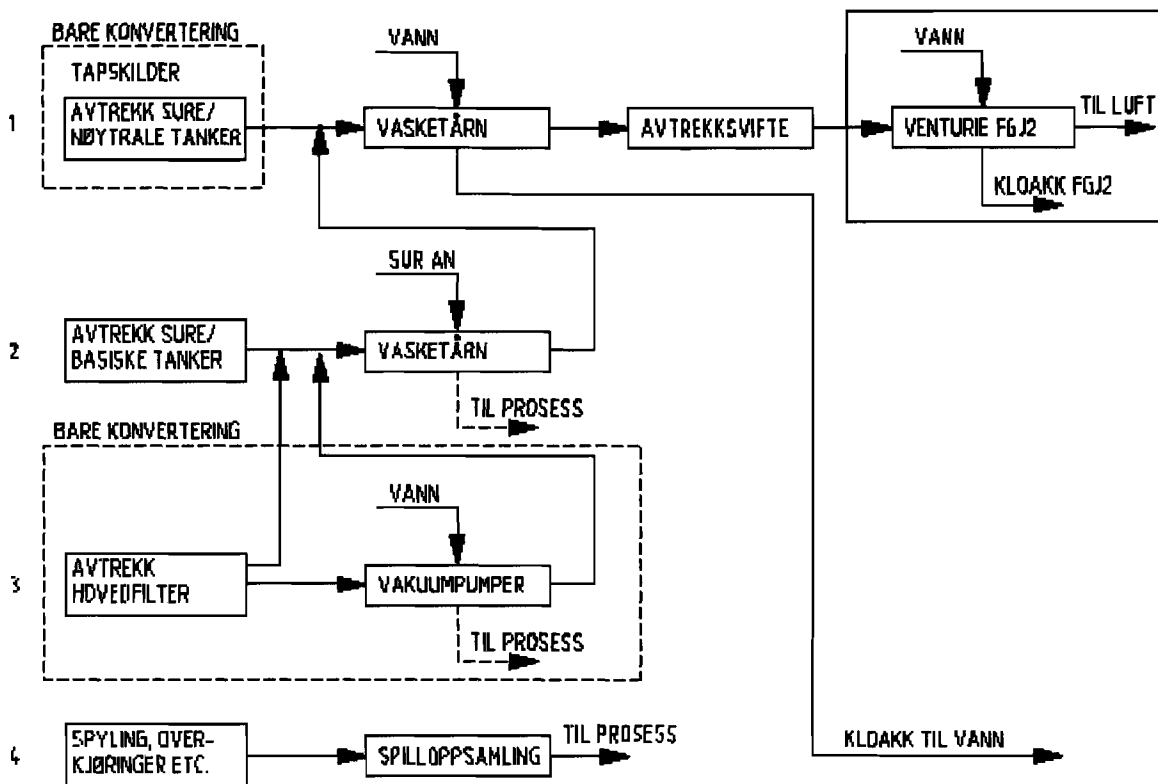
## BLOKKSJEMA TAPSTEDER FGJ3 (NPK-PROD)



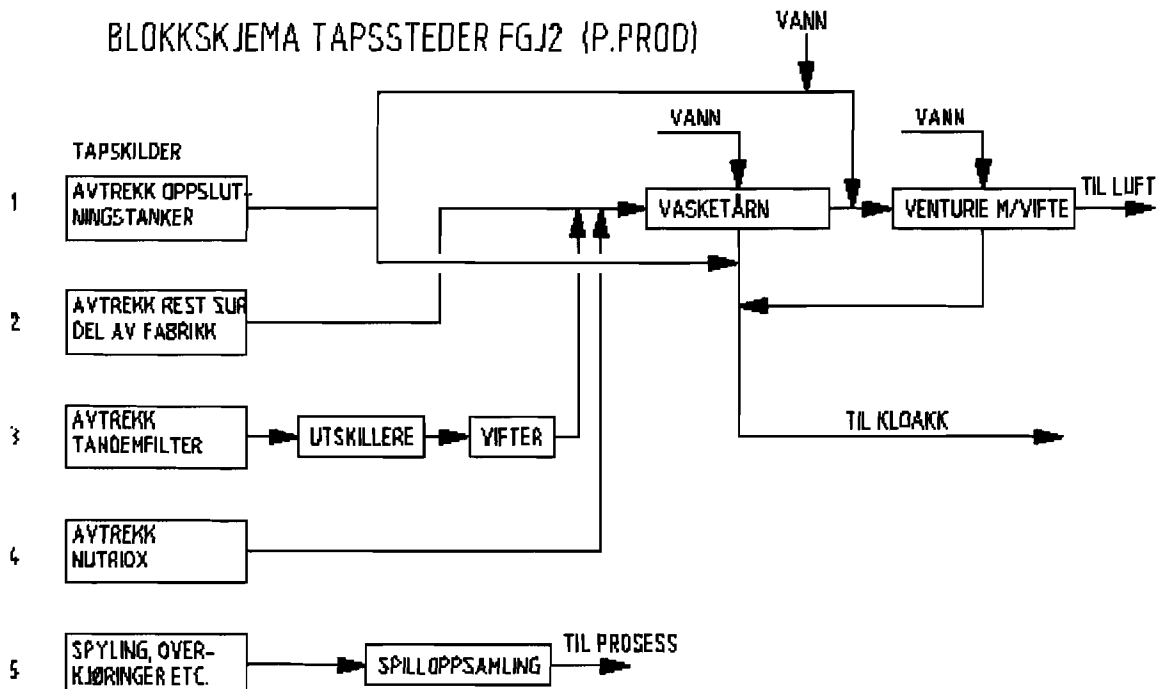
## BLOKKSJEMA TAPSSTEDER FGJ4



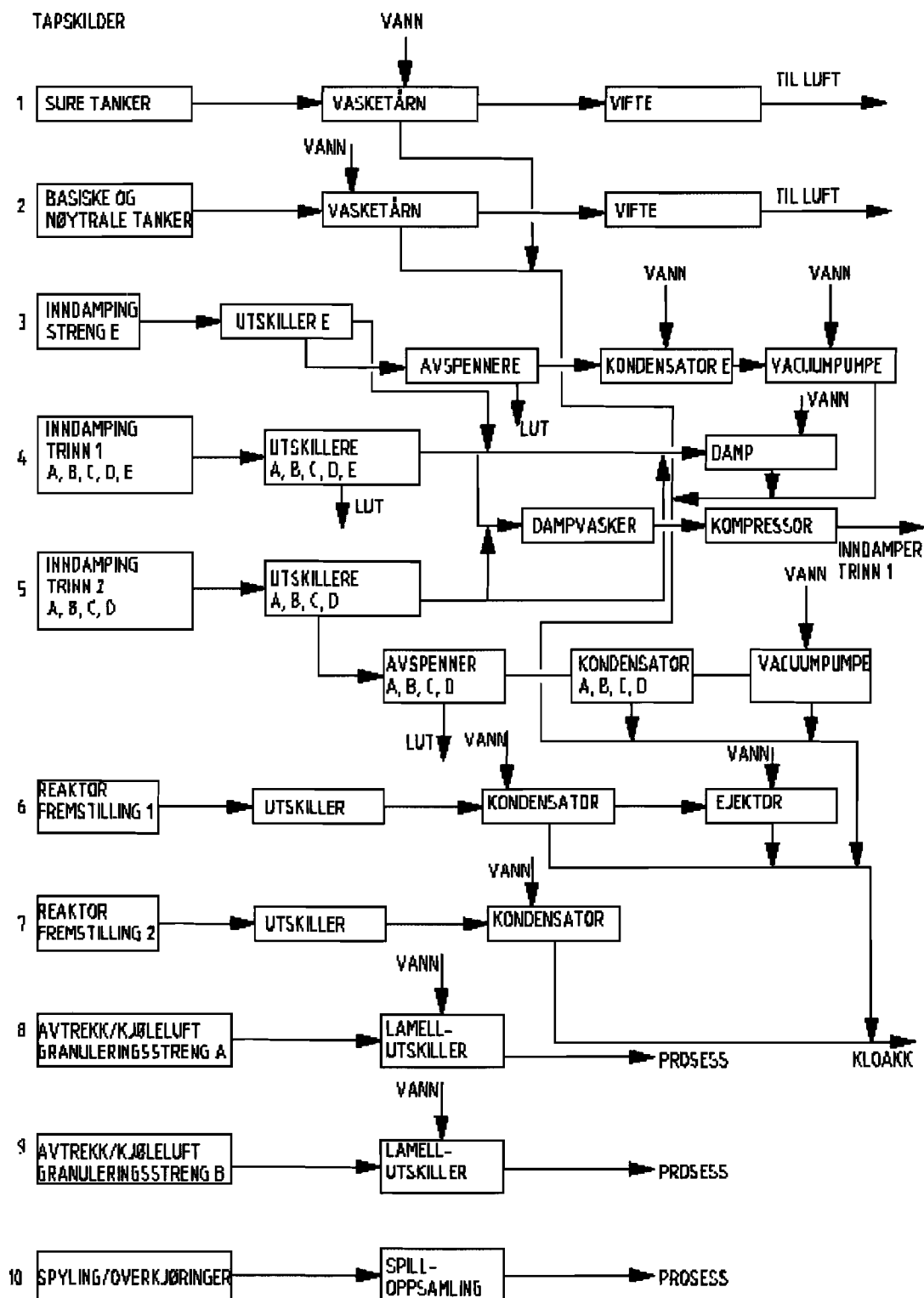
## BLOKKSJEMA TAPSSTEDER I KONVERTERING/FREMSTILLING 3

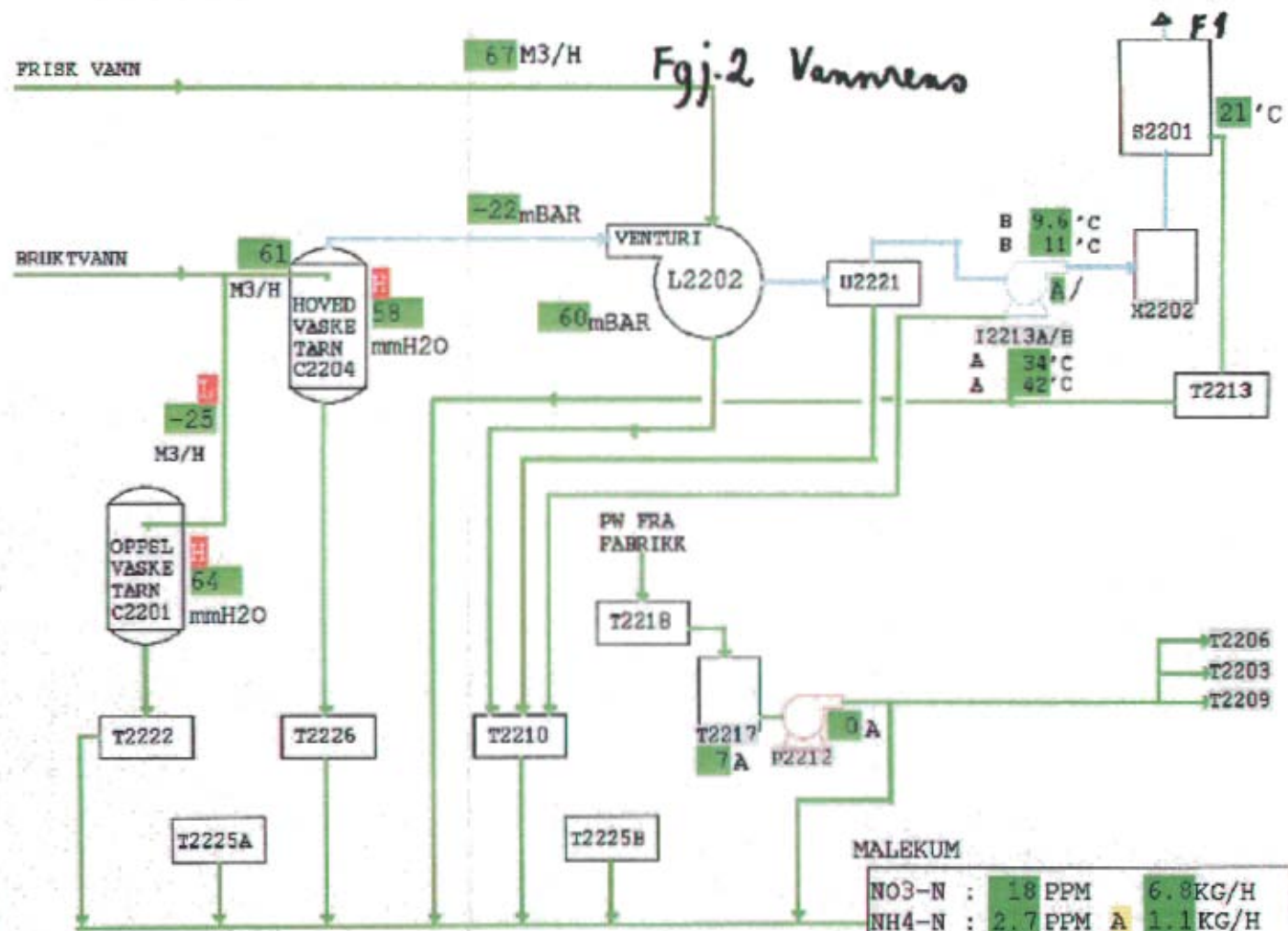


## BLOKKSJEMA TAPSSTEDER FGJ2 (P.PROD)



## TAPSKILDER



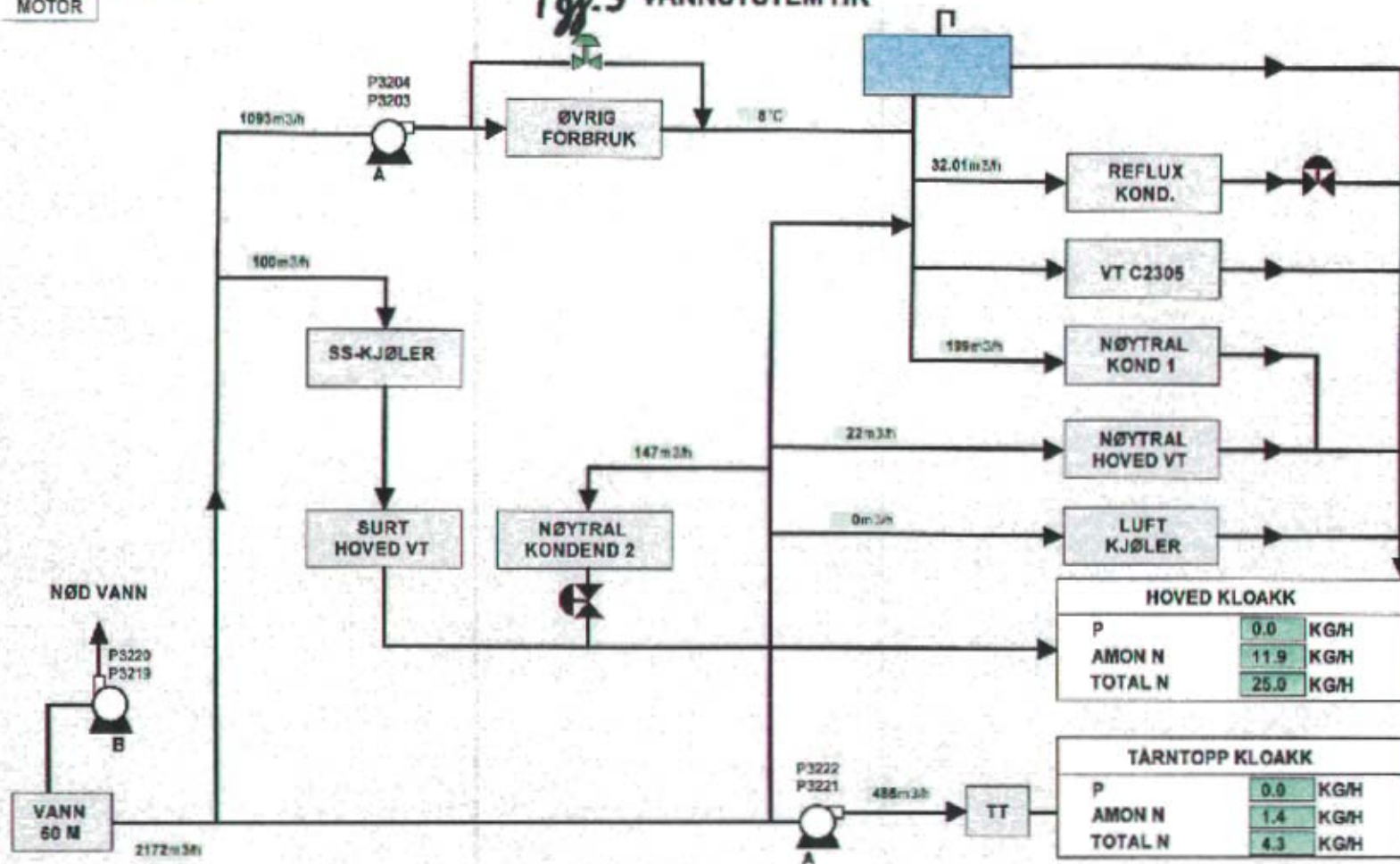


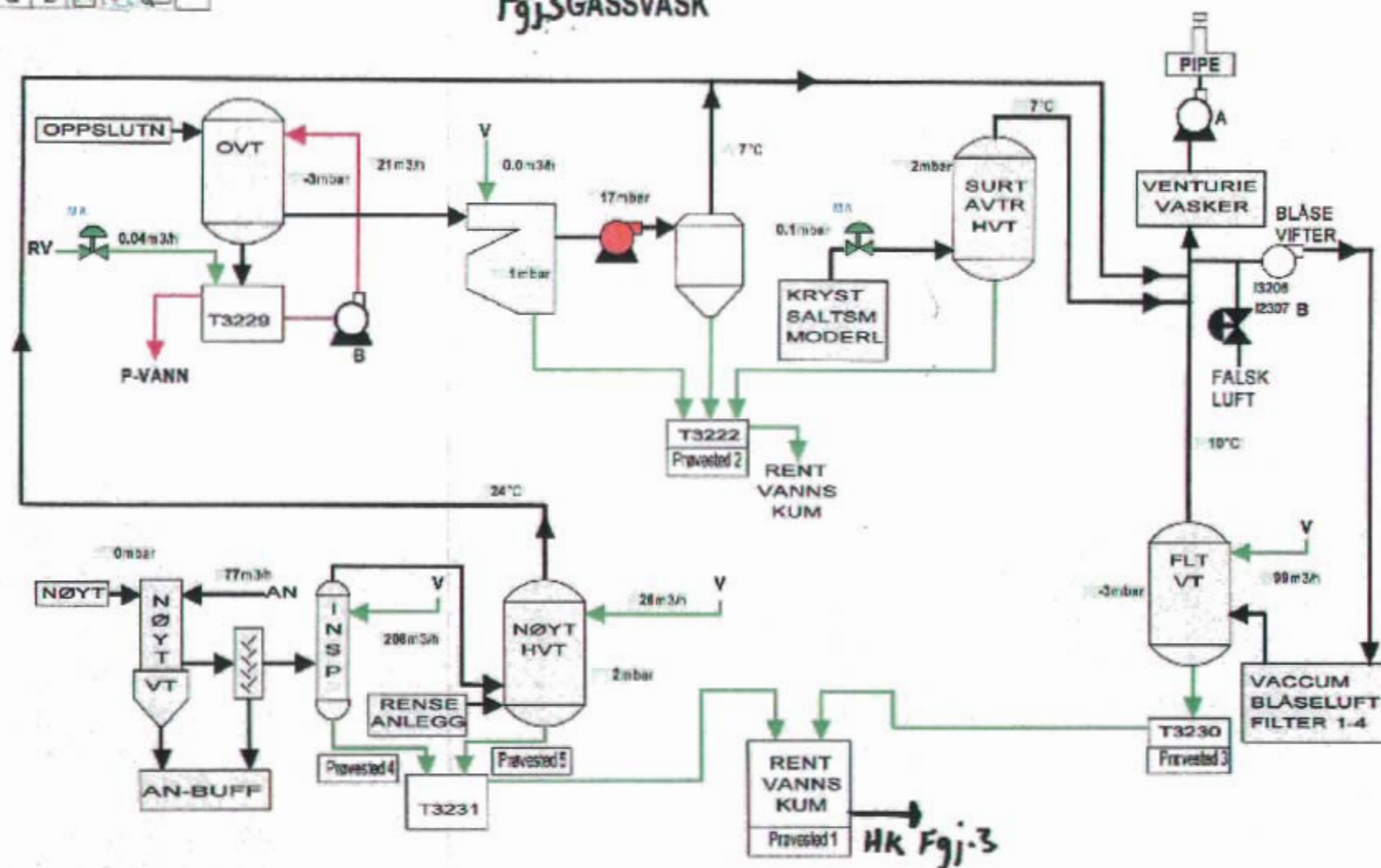
Fgj-2 Vannrens

HK Fgj-2



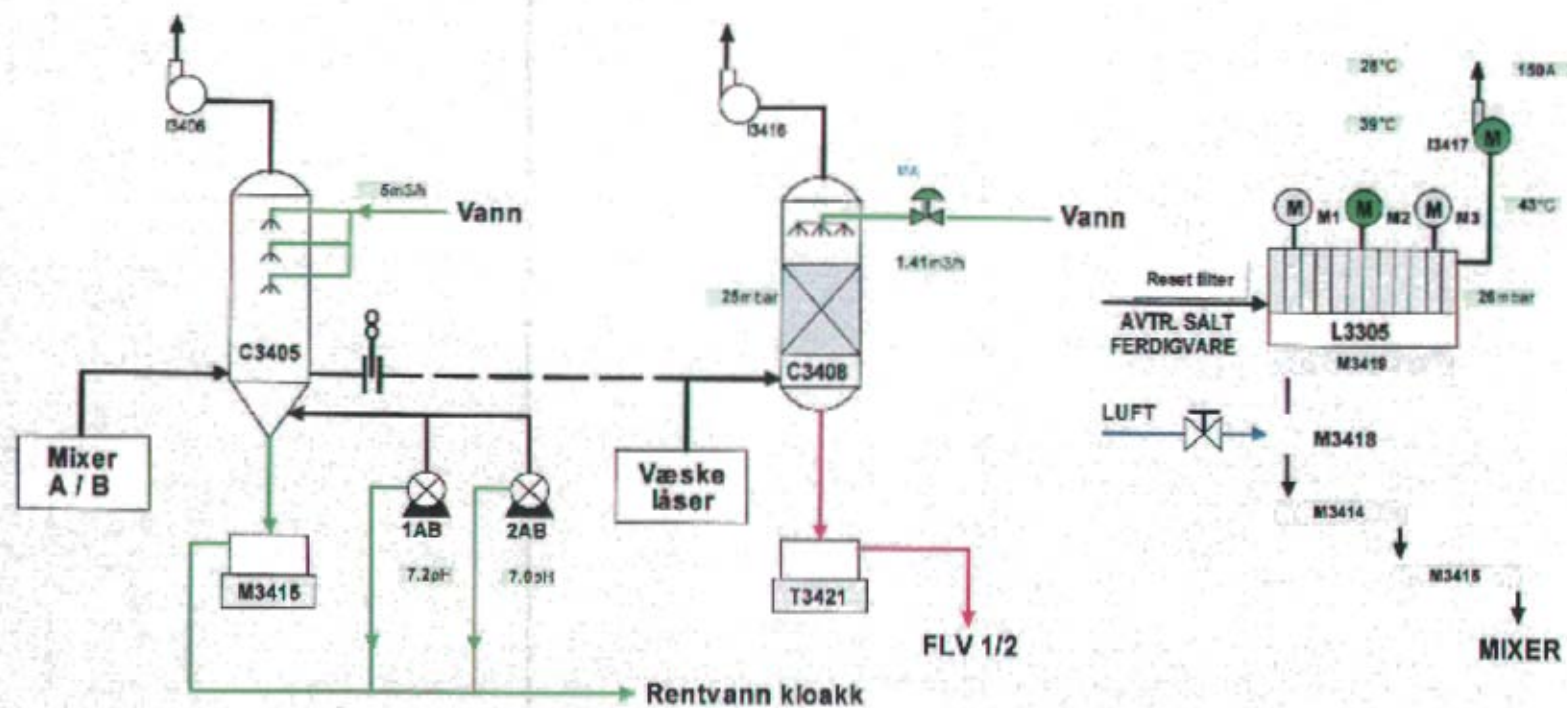
**Fgg-3 VANNSYSTEM HK**

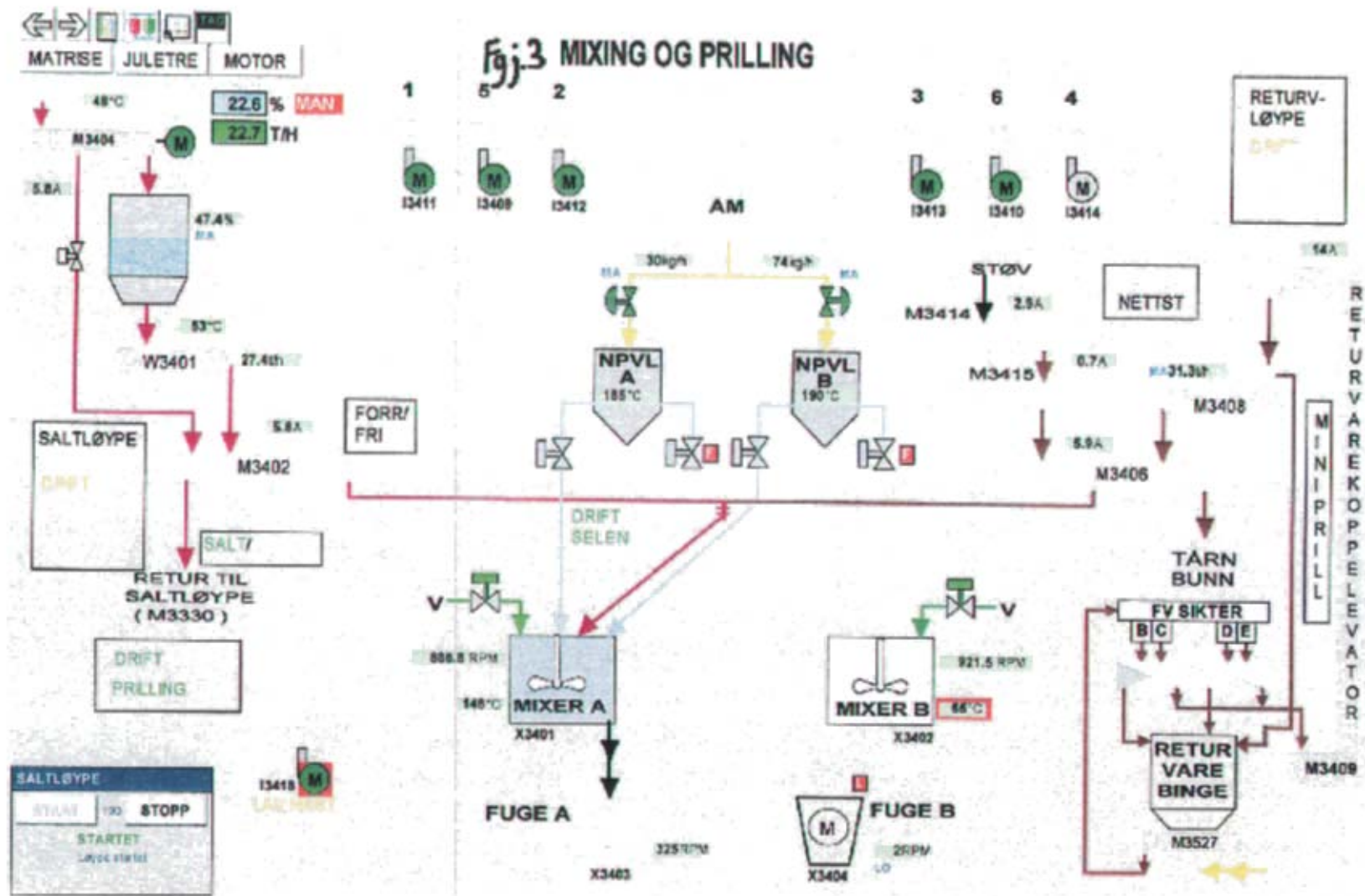






Fgj3 AVTREKK TÅRNTOPP

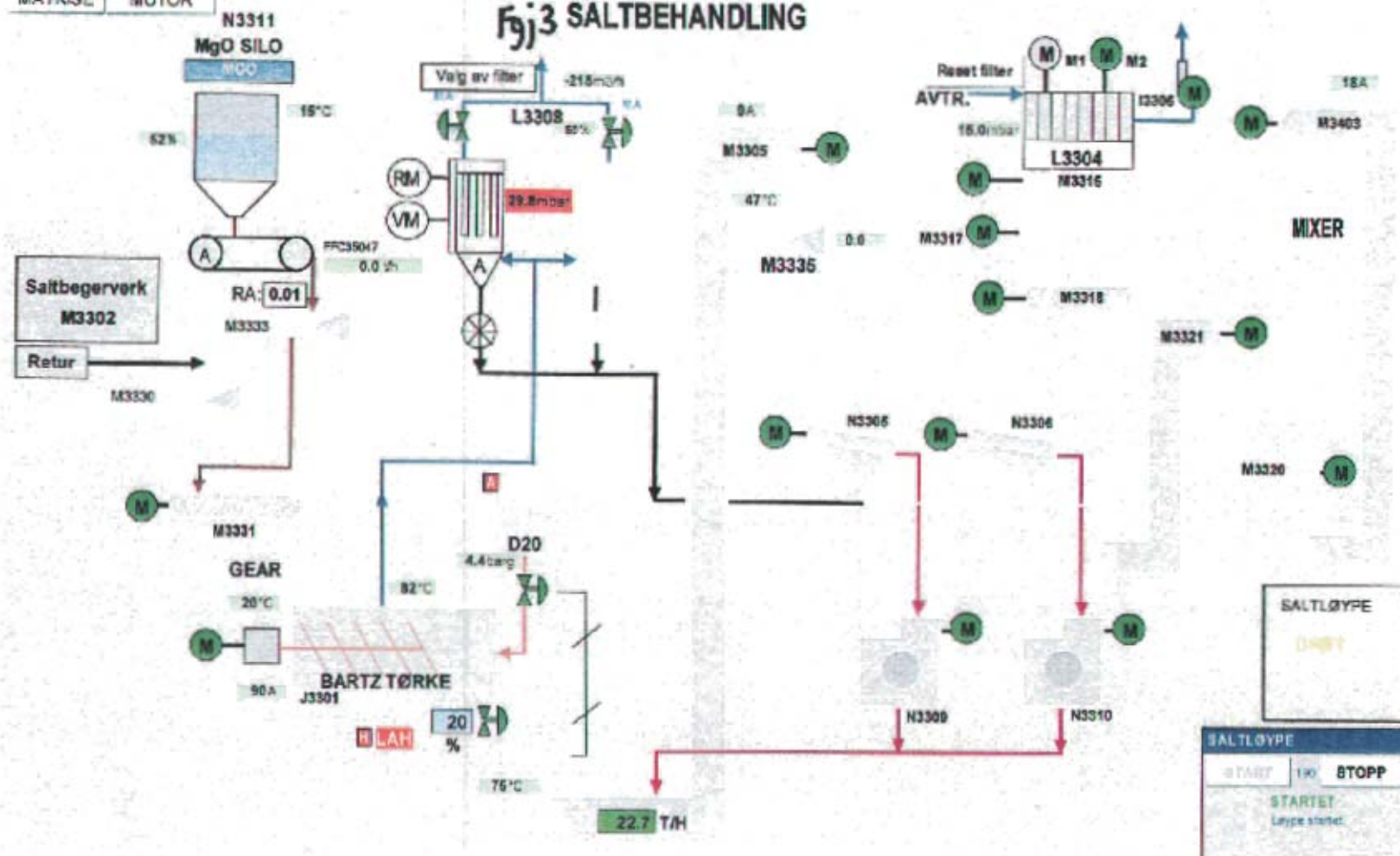




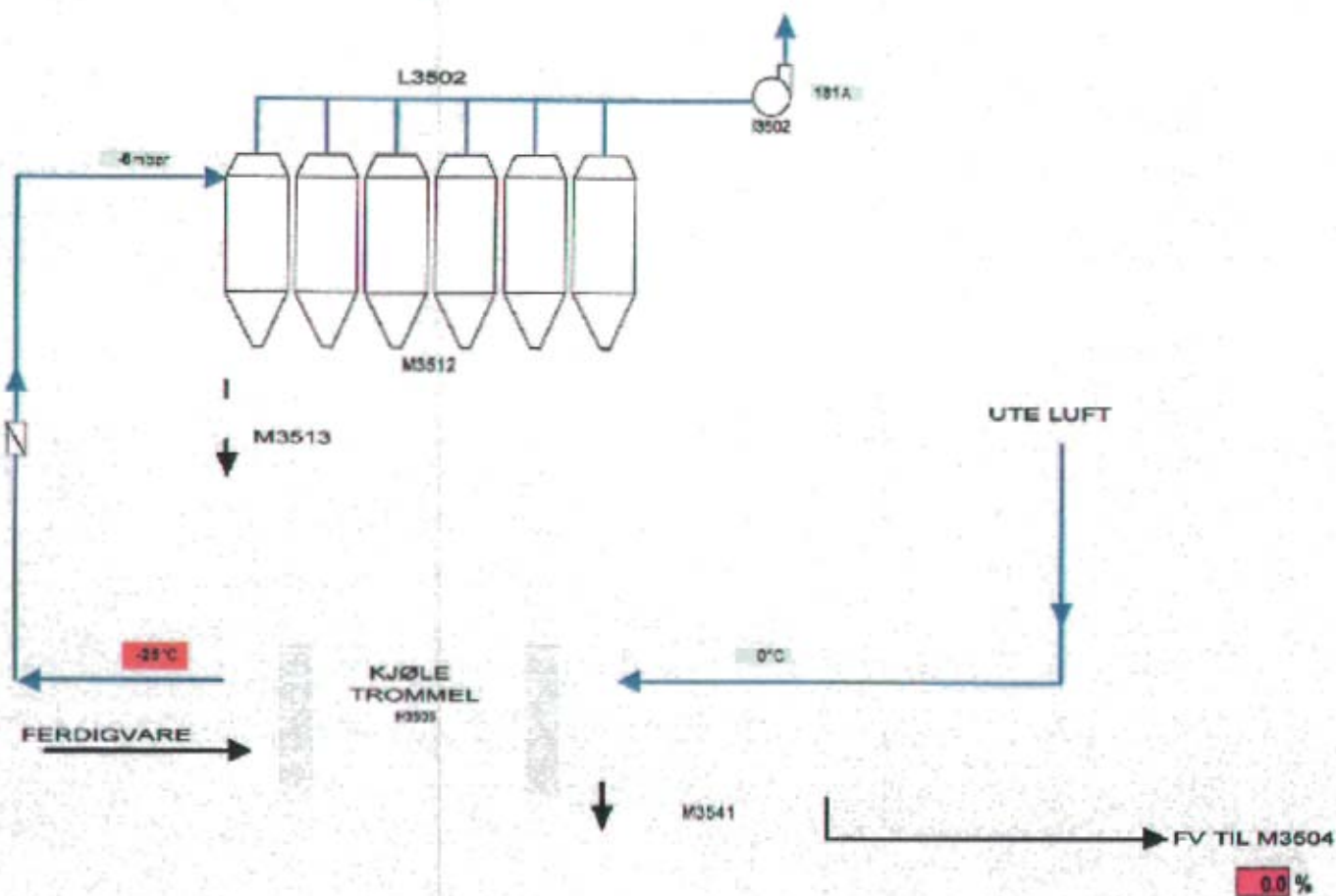
← →

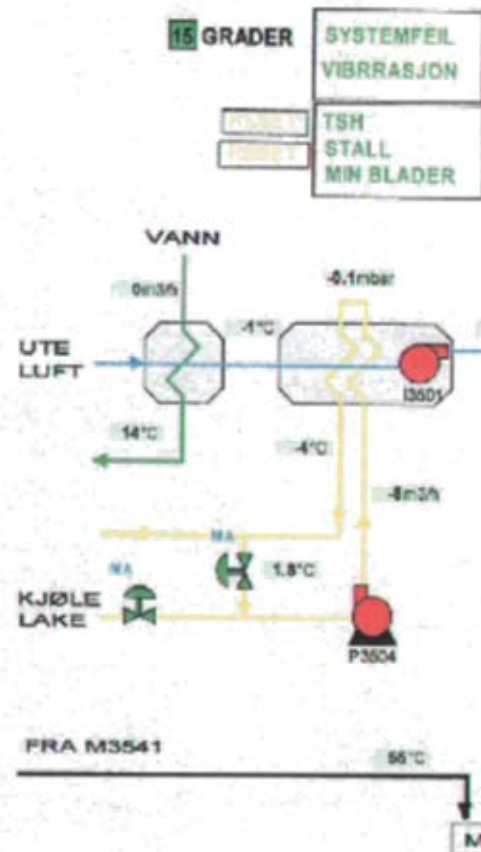
MATRISSE MOTOR

## F9j3 SALTBEHANDLING



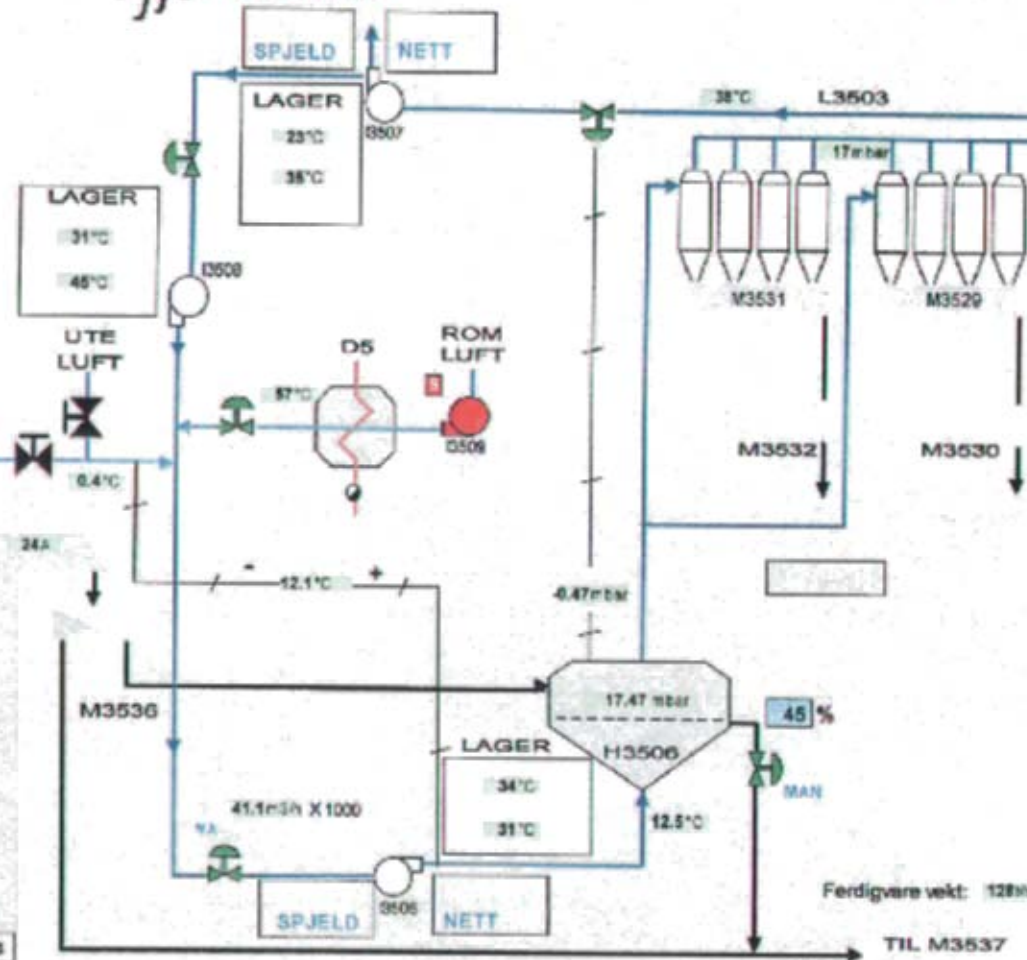
### Fgj3 KJØLETROMMEL

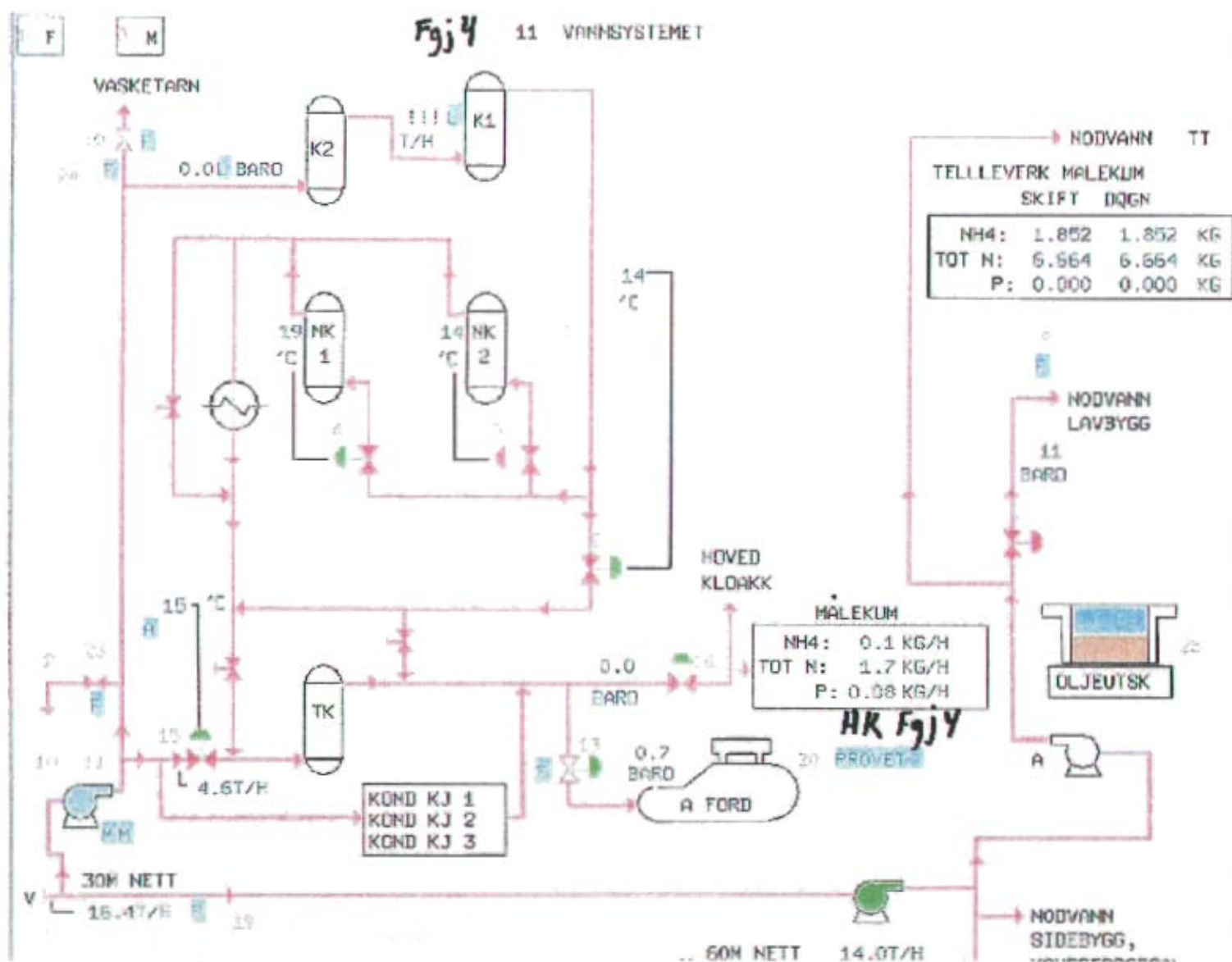


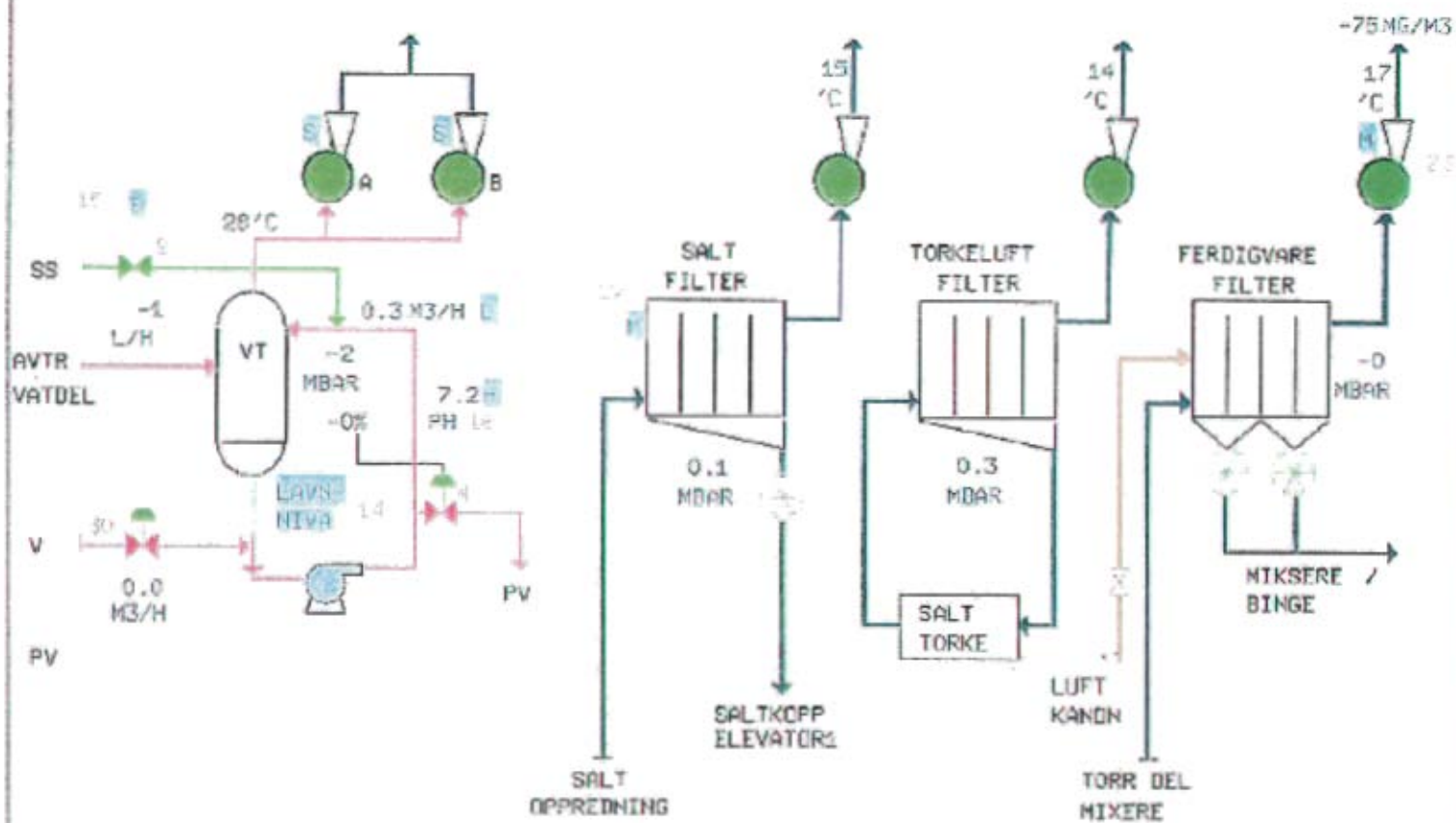


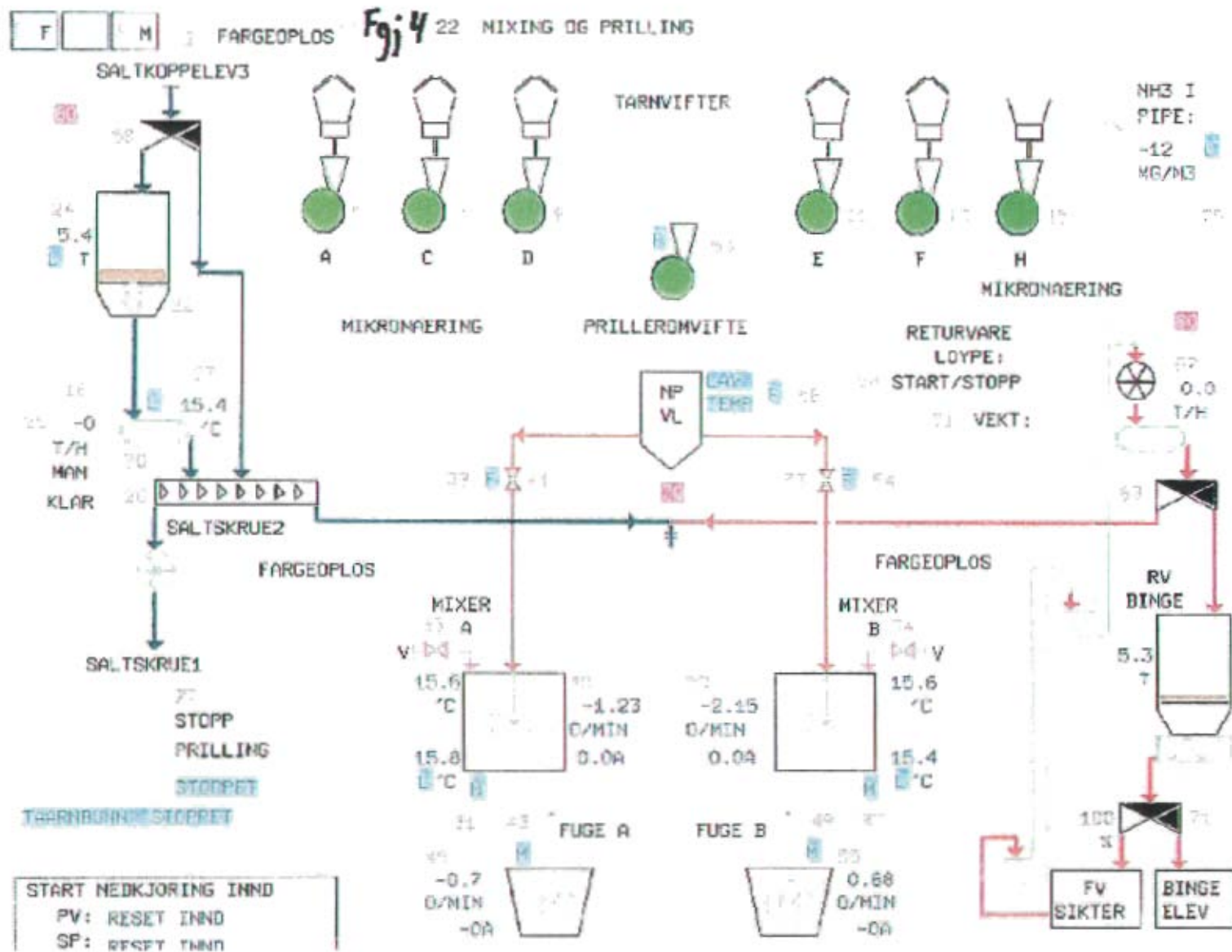
**Fgj3 KJØLEBED**

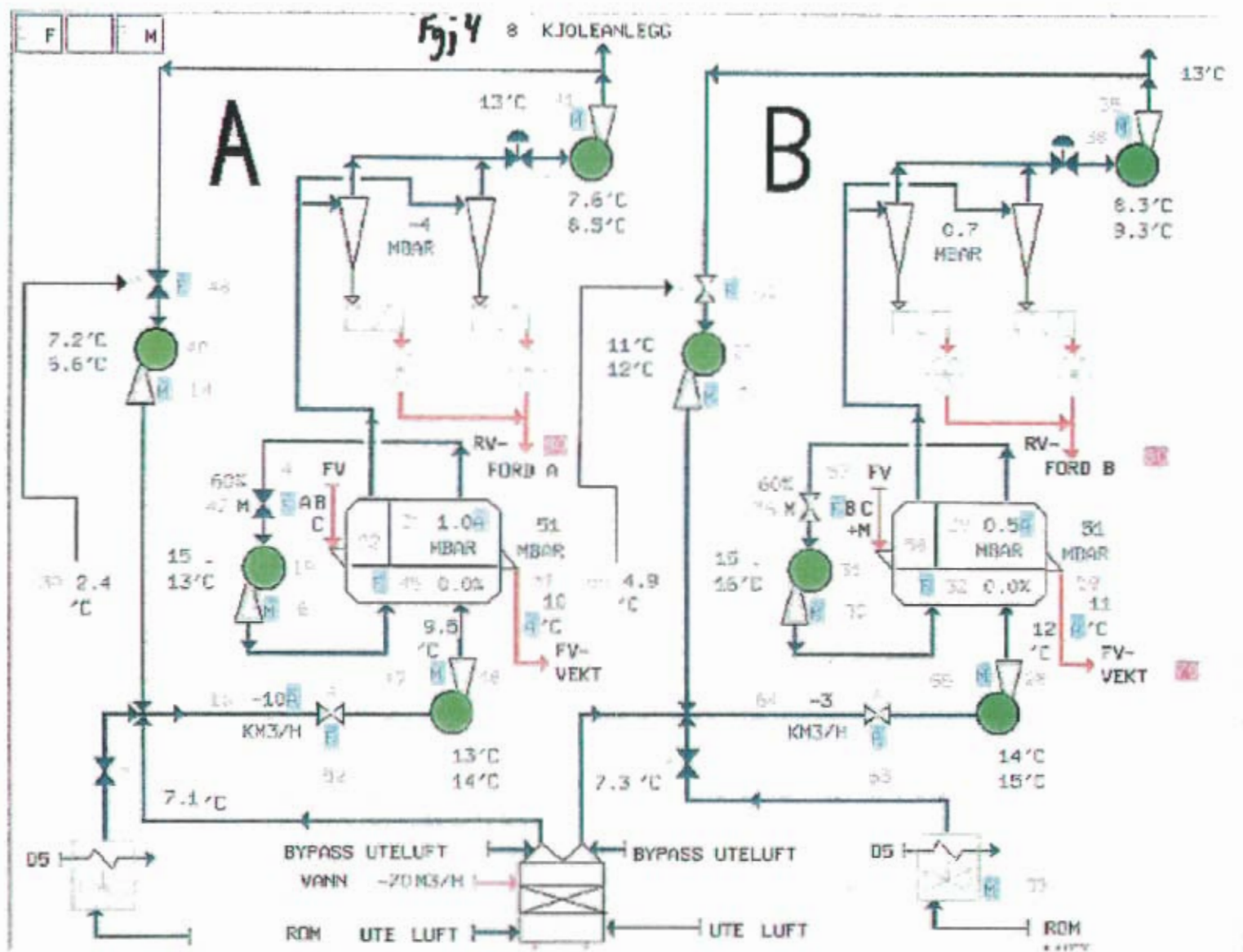
POC.EB36413A/PV.B\_CV

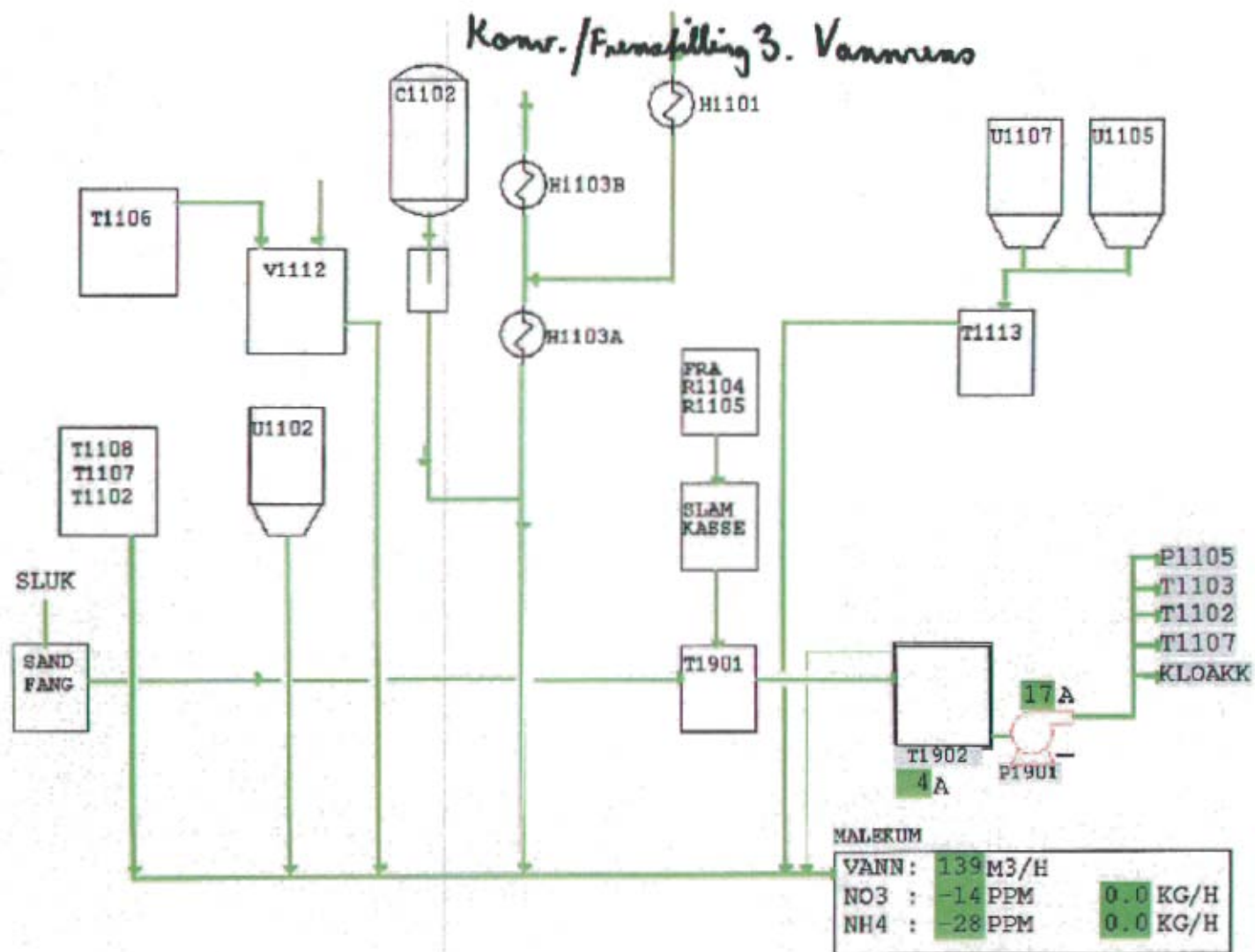


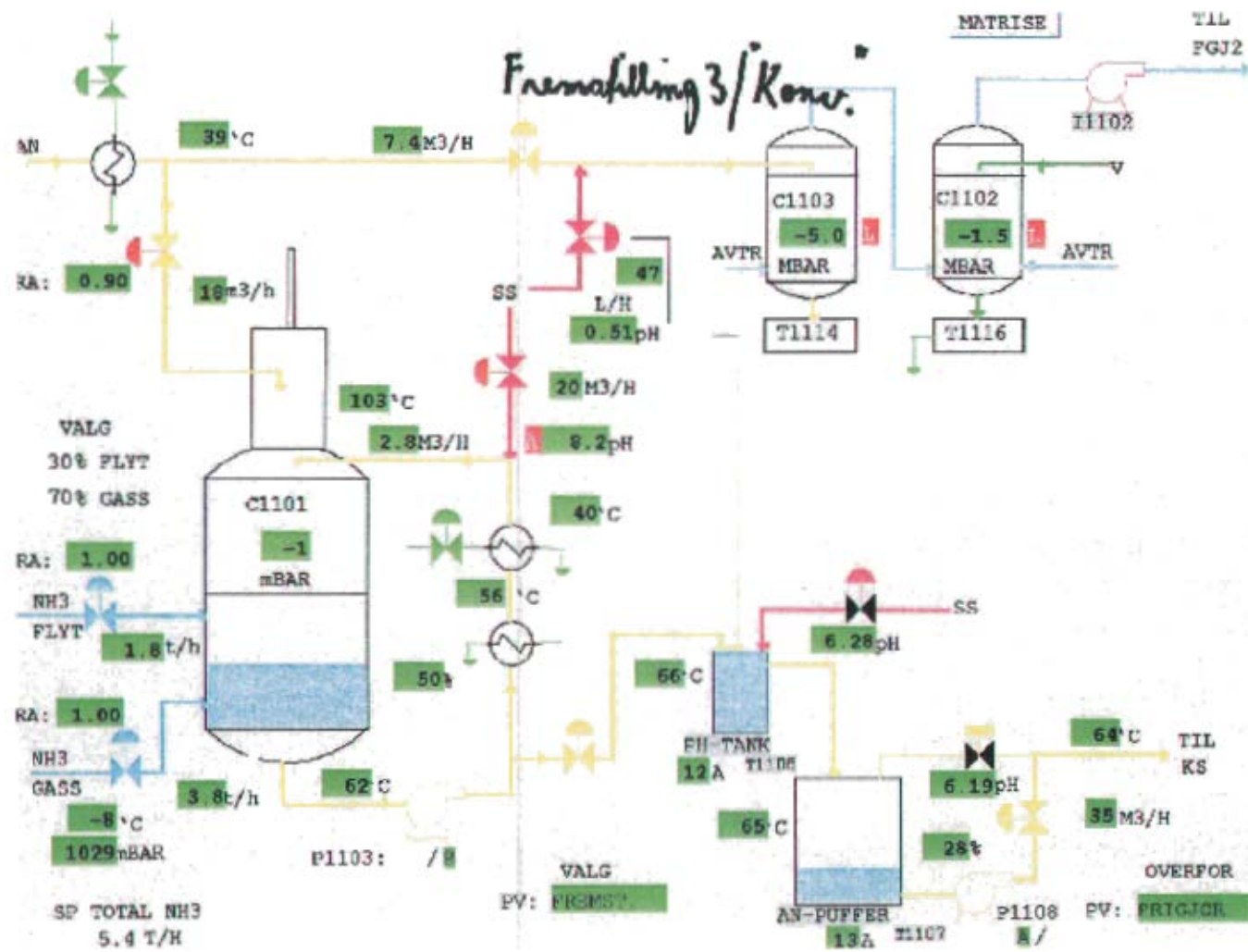


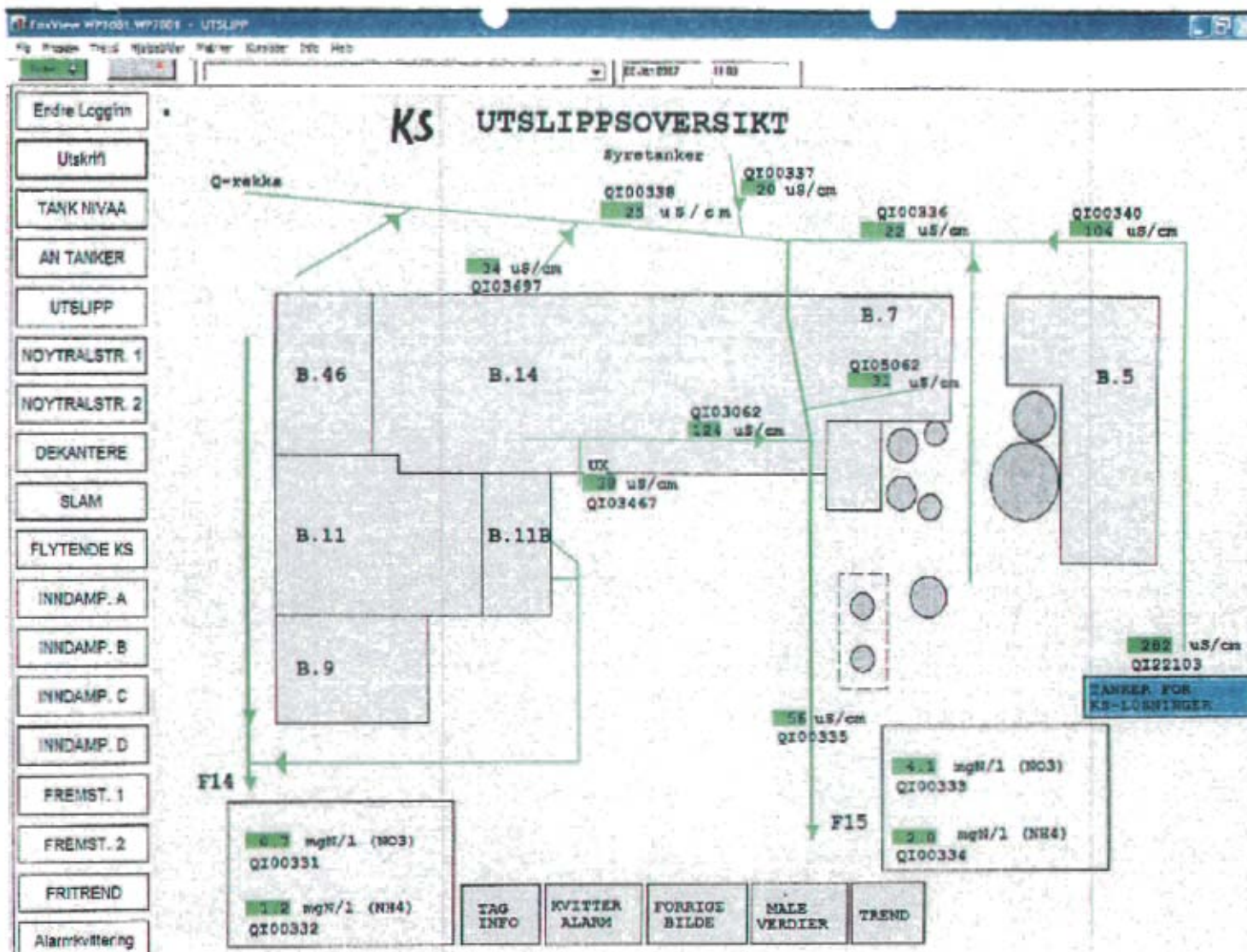














Bilag 2 til pkt. 3.3 i søknaden

**INNSATSSTOFFER VED FgjKS PRODUKSJON**

Forbruk i 2006 ved produksjon 1937000 tonn Fullgjødsel.

| TYPE                     | tonn 2006 |
|--------------------------|-----------|
| Råfosfat                 | 532641    |
| 65% salpetersyre         | 19998169  |
| Urea                     | 1623      |
| NH3                      | 644405    |
| Kaliklorid 50% K         | 207272    |
| Kalisulfat 42% K         | 240955    |
| Dolomitt                 | 48283     |
| Ammoniumsulfat           | 57719     |
| Kiseritt                 | 29131     |
| MgO                      | 1606      |
| Borax                    | 2660      |
| Dehybor                  | 197       |
| Jernsulfat               | 595       |
| Natriumsulfat            | 1566      |
| Mangansulfat             | 56        |
| Sinkoksyd                | 172       |
| Natriumselenat           | 6         |
| Talkum                   | 6172      |
| V-aminol                 | 2739      |
| Polyelektrolytt          | 10        |
| Filteraid                | 203       |
| VHO                      | 40        |
| Fargestoffer (løsninger) | 100       |
| Kondisjonering KS        | 1870      |
| CaO                      | 2758      |
| Fosforsyre 80%           | 875       |



### ENØK tiltak i FgjKS

A: I tilknytning til Fgj.4 ble det i november 2005 startet et Fjernvarmeanlegg bygd av Skagrak Varme. Varmen tas fra prosessdamp i nøytralavsnittet. Prosessdampen som har en temperatur på ca. 133 °C varmeveksles i en dampomformer og det produseres ren damp. Denne dampen brukes av forskjellige:

1. Til oppvarming av velferdsdel og fabrikklokaler i Fgj.4. Har blitt brukt til dette formål siden Fgj.4 ble bygd (8 GWh/år).
2. Til smelting av Kalsiumnitratetrahydrat krystaller i Fgj.3. Har vært mulig siden Fgj.4 ble bygd, men endel problemer gjorde at bruken ble begrenset i lange perioder. Siden 2003 derimot har anlegget vært brukt etter en større ombygging (45 GWh/år).
3. Til varmeveksling med vannsirkulasjon i Fjernvarmeanlegget som leverer varme til forbrukere i Porsgrunn (50 GWh/år).

Disse ENØK tiltakene har ingen utslipps betydning i Fgj, men kan ha en positiv effekt ved at oljefyrte dampkjeler brukes mindre. Det er vanskelig å beregne dette da det ofte er dampoverskudd fra prosessene slik at de oljefyrte dampkjelene er å betrakte som backup. Men sett i perspektiv i et globalt miljøregnskap er det et viktig bidrag og prinsipp.

B: I Fremstilling 1 og 2 skal det produseres 80 % AN. For ikke å få enda sterker AN må en tilsette kjølevann. I Fremstilling 3 produseres 70 % AN. Ved å bruke 70 % AN fra Fremstilling 3 til kjølevann i Fremstilling 1 og 2 fås 80 % AN av alt. En sparer da ekstra inndampningskostnader for å dampe inn AN fra fremstilling 3 fra 70 til 80 %. Fra 2003 ble dette muliggjort ved en prosessombygging. Besparelsen dreier seg om 15-20 GWh/år

C: Det har ved flere anledninger satt igang studier for ENØK-tiltak. Siste gang så sent som i 2006 og før det i 1994. Endel av forslagene i 1994 er gjennomført. De sakene som ble satt med høyest prioritet i 2006 var stort sett med i 1994. Det viser at dette er en infløkt og at ting tar tid. Men det viser stadig fokus på temaet.

Her følger en liste over de høyest prioritert tiltak fra studien i 2006:

| Fabrikk | Tiltak                                                                                                                                                                  | Besparelse<br>GWh/år     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| KS      | Utnyttelse av kondensat og flashdamp fra 20 bar damp som matevann til DVL. Besparelse av 5 bar damp                                                                     | 2                        |
| KS      | Bedre utnyttelse av kompressor K-327 ved bedre regulering og måling. Bl.a overføring av damp til saltsmelting i Fgj2. Sparer strøm og 5 bar damp.                       | 2                        |
| Fgj. 4  | Moderlutforvarmer 2 settes i drift. Alternativt ved å prøve å løse korrosjonsproblemet man hadde eller ved å bruke 1 bar friskdamp fra dampomformer. Sparer 20 bar damp | 5                        |
| Fgj3/KS | Overføre rensevann fra Fgj3 til KS. Sparer damp                                                                                                                         | Prosjekt allerede igang. |



Til  
Oppdatering av grovanalyse  
FGj Arkiv

Kopi til  
Karina Aas

### **Tilleggs kommentarer til risikoanalyse av 030100**

Ref. risiko-grovanalyse, Unni N. Samdal, 0301.2000  
Ref. oppdatering av risiko-grovanalyse, Jon Sletten, 0301.2001  
Ref. oppdatering risiko-grovanalyse, Jon Sletten, 0606.2001

Risiko grovanalysen oppdateres etter overutslipp av nitrogen i april, 2005. I forbindelse med oppstart etter planlagt revisjon-stans i Fgj. 3, ble det sluppet ut 80% ammoniumnitrat til kloakk. Årsak: Tett rør pga et gjenglemt blindlokk.

Følgende avsnitt i risiko-grovanalysen oppdateres: **Avsnitt 4.2.4 Nøytraliseringsavsnittet.**

Avdamp fra første nøytraltrinn vaskes med ammoniumnitrat i et nøytralvasketårn. 80% AN pumpes på sirkulasjon fra AN tank. Gassfasen fra tårnet passerer en lamellutskiller hvor dråper skal fanges opp. Utskilleren dreneres tilbake til tanken.

Dersom utløpet fra vasketårnet går tett, vil ammoniumnitrat kunne følge gasstrømmen forbi lamellutskilleren og komme over i kloakk. Utslipet fanges opp av alarm fra kloakkanalysator. Pga gunstig geometrisk utforming av utløpsrør fra nøytralvasketårnet, er det er veldig små sjanser for at røret skal tette av f. eks. klump.

#### Oppdateringer i Tabell 4

Avsnitt: **nøytral**

Nytt punkt:

7) 80% AN fra nøytralvasketårnet følger gasstrømmen til total-kondensator og kloakk.

Forårsaker utslipp.

Ny vurdering:

Sannsynlighet for konsekvens: 3

Konsekvens: 1 (miljø)

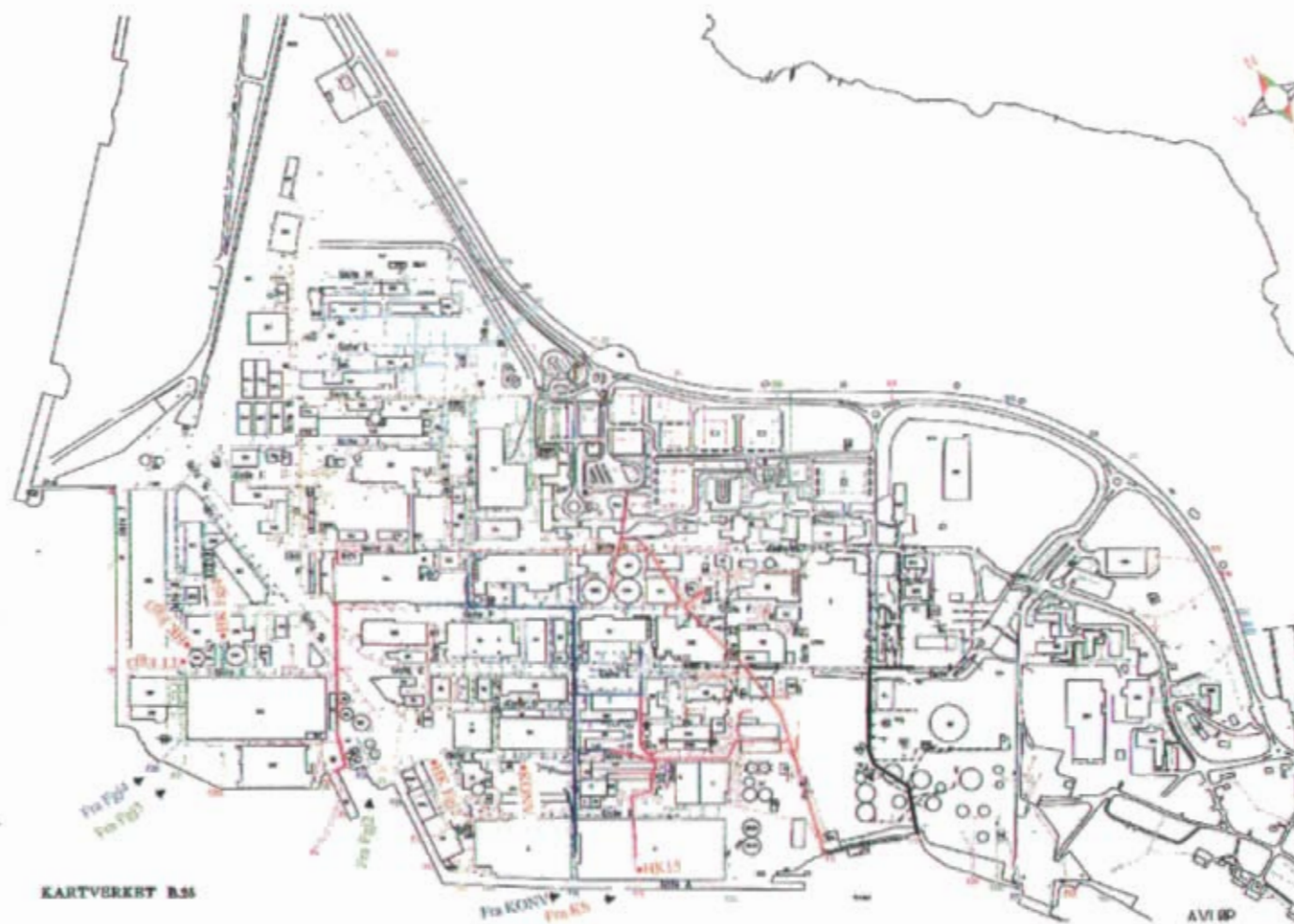
Risikovurdering: Lav

Etter en gjennomgang av prosessavsnittene, er det ikke funnet grunnlag for å endre på andre avsnitt i risiko-grovanalysen. I andre tilsvarende prosessavsnitt/ apparatur vil et potensielt utslipp bli varslet ved alarm og/eller væsken vil strømme tilbake til prosessen.

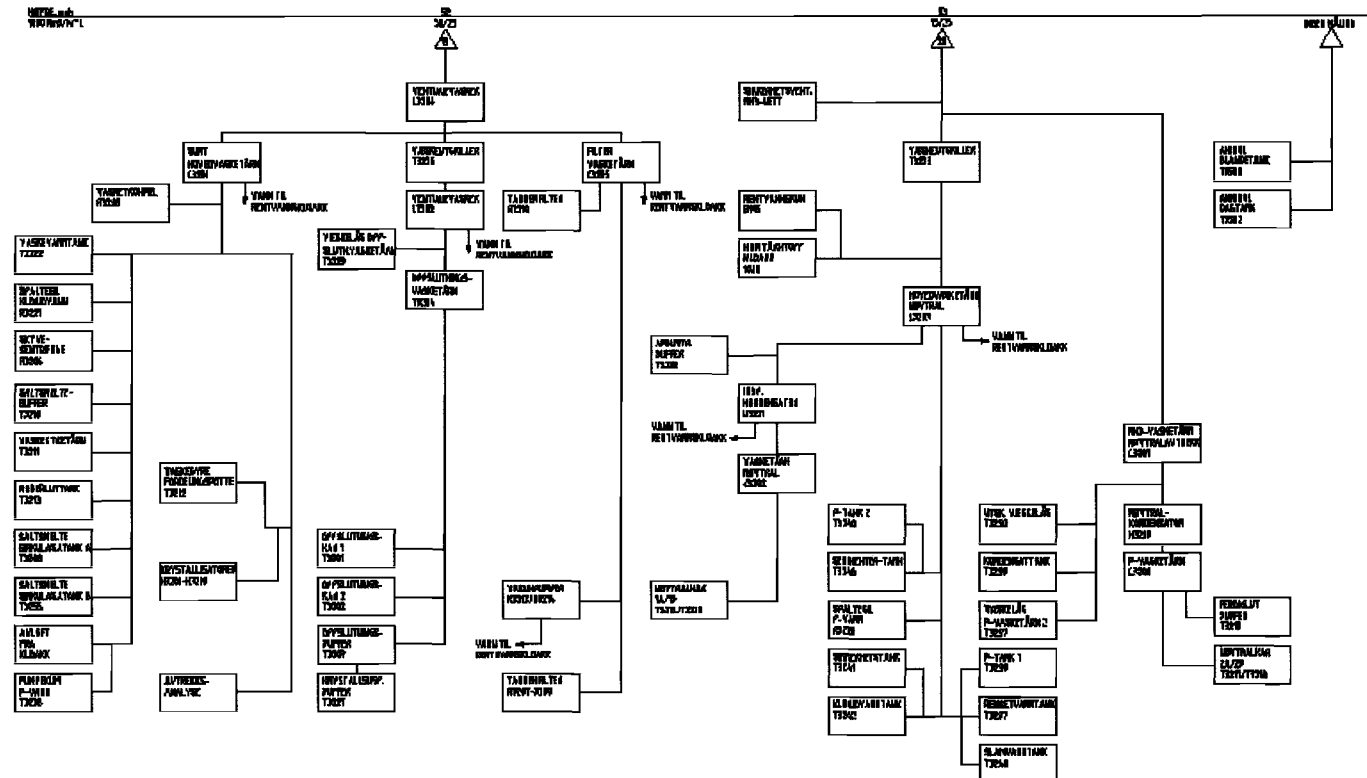
18.11.2005 JORØ



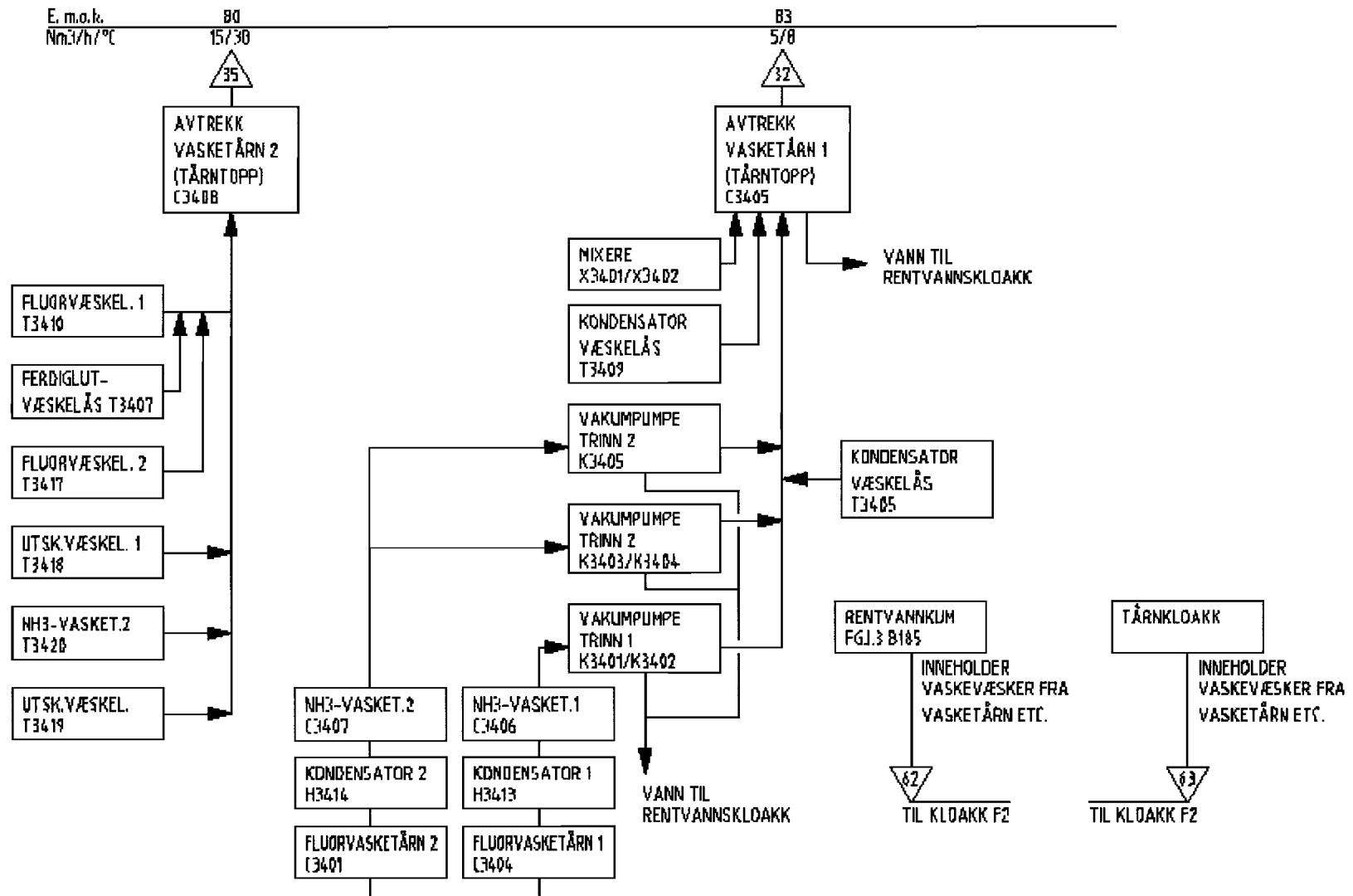
Bilag 5 side 1 til pkt. 4.1 i søknaden



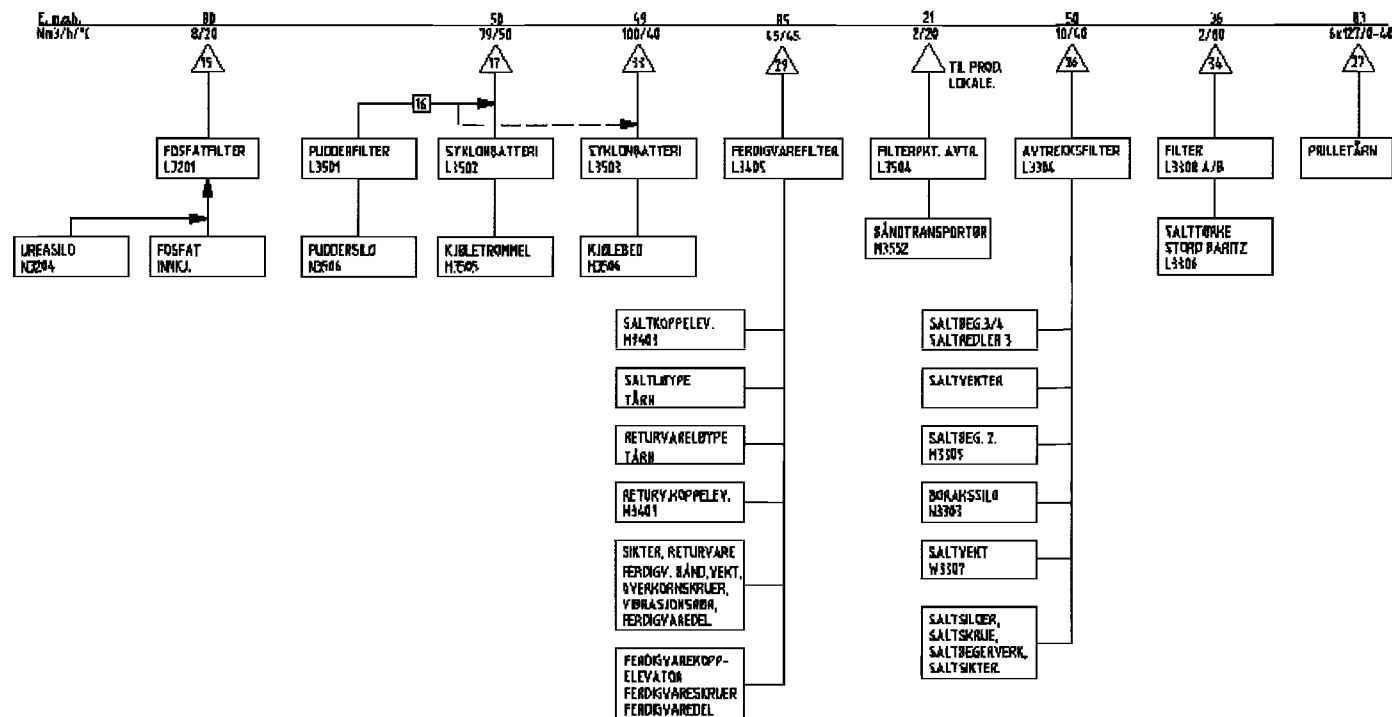
BLOKKSJEMA AV TREKKESSYSTEM FGL3



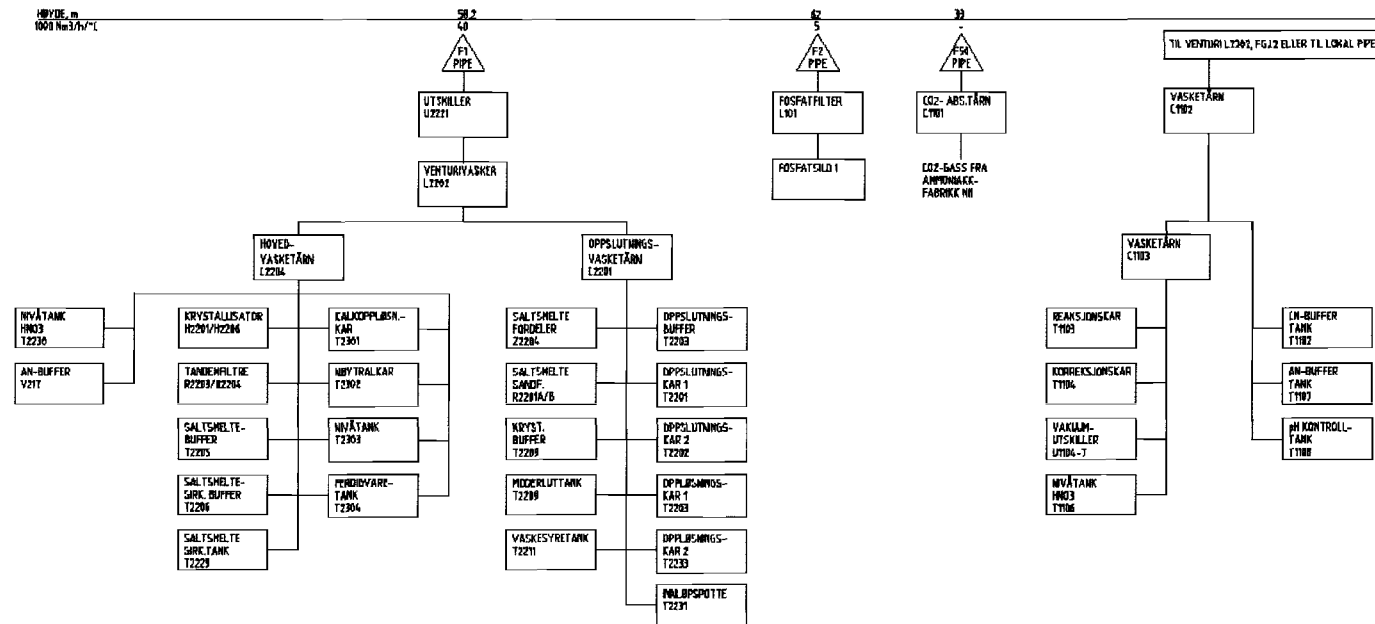
## BLOKKSJEMA AVTREKKSSYSTEM FGJ.3



## BLOKKSJEMA AVTREKKSSYSTEM FGJ.3



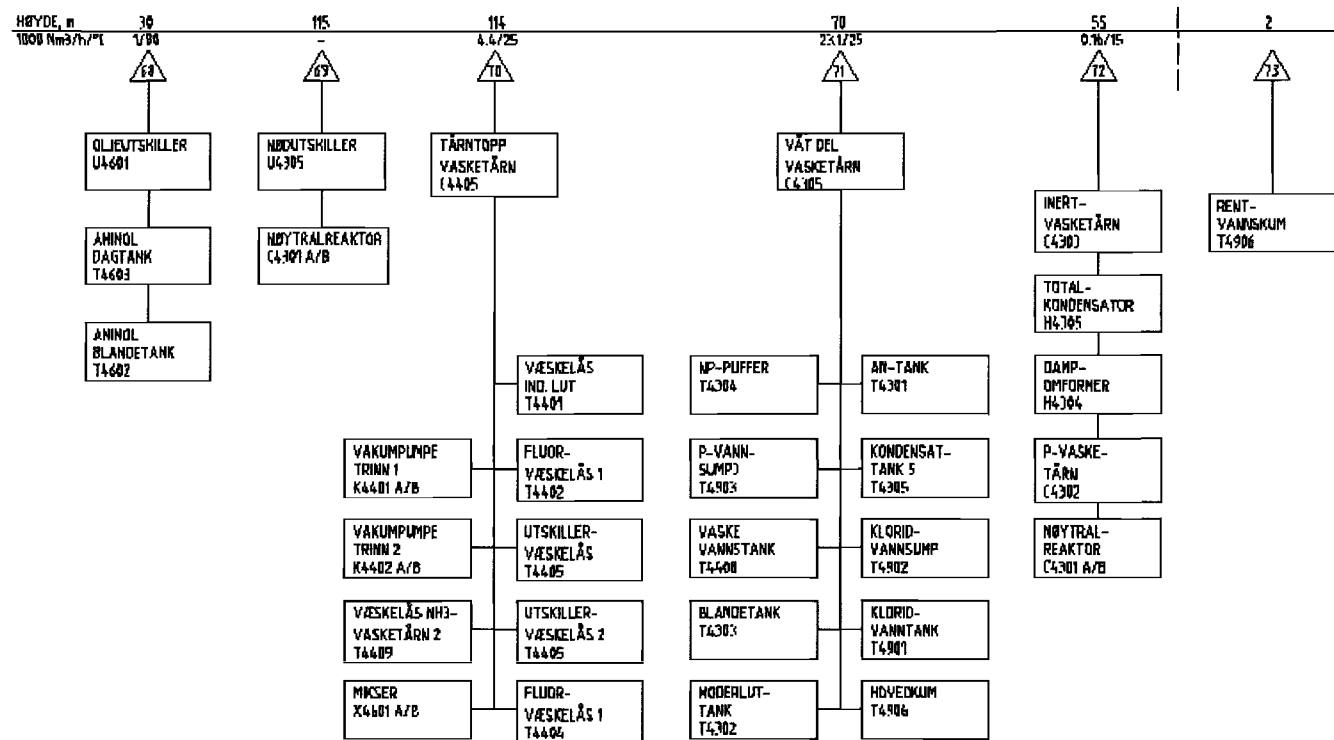
## BLOKKSJEMA AV TREKKSSYSTEM FGJ.2 OG KONVERTERING



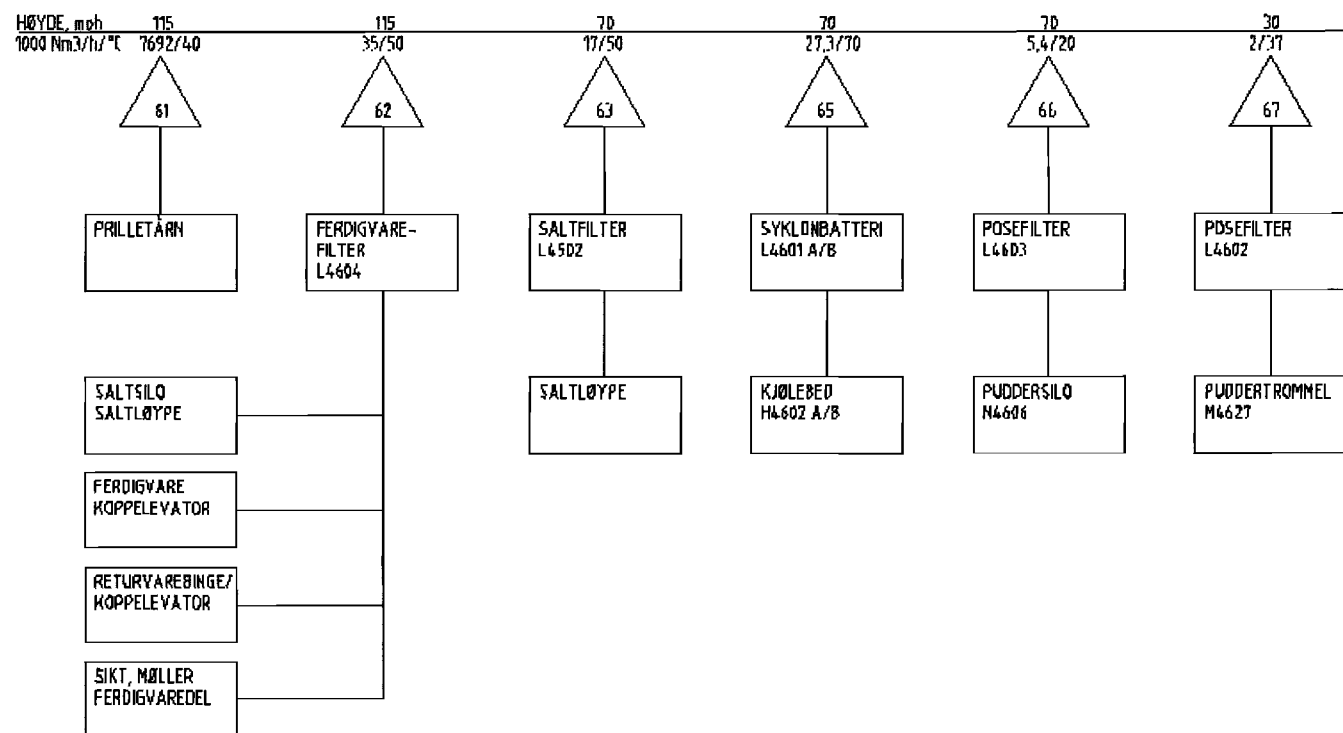
FGJ.2

KONVERTERING

## BLOKKSJEMA AV TREKKSYSTEM FGJ.4



## BLOKKSJEMA AV TREKKSSYSTEM FGJ.4







Contact:  
Arne Oksvik, tlf. 58648

# **CONFIDENTIAL Report**

Our date  
2006-09-20

1 of 18

06R\_AC2

Our ref.  
AOK:(OR) 260

To  
Karina Aas, APO  
Helge Pihl, HIM

Copy to  
Johanne Rødsvik, APO  
Kaj R. Solheim, HIM  
Ingrid T Buckhurst, HIM  
Jan Petter Fossum, APO  
Reg./archive

## **Title**

**YPO 2010 – Effect on emissions from NPK/CN area**

## **Summary**

This document describes estimated changes in emissions linked to a planned production increase from today's production level of 1900kt/yr NPK up to 2400 kt/yr NPK (YPO2010) for the NPK/CN area. Emission estimates are also made for a production level of 2200 kt/yr NPK.

Current emission levels are compared to BAT emissions described by EFMA/BREF.

By increasing the production capacity of NPK to 2400 kt/yr, the total emissions from the NPK/CN area will still be within today's emission permit, except NH<sub>3</sub> emissions to air. For NH<sub>3</sub> emissions to air, the emissions will be similar to or a little higher than today's permit.

Estimates are done on a feasibility-study level. Higher accuracy in the numbers will require extensive measurements and testing in the plants.

Regarding compliance with BREF limits/recommendations, the main deviation is dust emissions from prill towers and utilisation and end-of-pipe treatment for effluent water.

## **Key words**

Porsgrunn; Emission; N-recovery; dust; prilling

## **Approved by**

Ingrid T. Buckhurst

## **Date**

2006-09-28

## **Signature**

C:\BE\DATA\Documentum\dmcl\0000148a\136\8015deaa\06R\_AC293474199.doc

**Postal Address**  
Yara International ASA  
P.O. Box 2560  
N-3908 Porsgrunn  
Norway

**Visiting Address**  
Hydro Research Park  
Herøya, Porsgrunn

**Telephone**  
+47 24 15 70 00

**Telefax**  
+47 24 15 82 13

**Registration No.**  
NO 986 228 608 MVA  
**Head Office Address**  
Bygdøy allé 2, N-0202 Oslo  
Norway



**CONFIDENTIAL**  
**Report**

Our date  
2006-09-20

2 of 18

06R\_AC2

Our ref.  
AOK:(OR) 260

**Table of content**

|           |                                                                          |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Introduction .....</b>                                                | <b>3</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Emissions from NPK 3.....</b>                                         | <b>3</b>  |
| 2.1       | Status emissions .....                                                   | 3         |
| 2.2       | Change of emission level when increasing production.....                 | 3         |
| <b>3</b>  | <b>Emissions from NPK 4.....</b>                                         | <b>5</b>  |
| 3.1       | Status emissions, emissions when increasing capacity.....                | 5         |
| <b>4</b>  | <b>Emissions from CN area .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| 4.1       | Status emissions .....                                                   | 5         |
| 4.2       | 2400 kt NPK.....                                                         | 6         |
| <b>5</b>  | <b>Summary – effect of increased production level on emissions .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>6</b>  | <b>Possibilities to reduce emissions.....</b>                            | <b>7</b>  |
| 6.1       | Possibilities to reduce emissions from NPK 3 .....                       | 8         |
| 6.2       | Possibilities to reduce emissions from NPK4 .....                        | 9         |
| 6.3       | Emission reduction potential from prill towers.....                      | 9         |
| 6.4       | Emission control by purification of effluent streams.....                | 10        |
| <b>7</b>  | <b>Yara Porsgrunn emissions compared to BAT emissions.....</b>           | <b>11</b> |
| <b>8</b>  | <b>Yara Porsgrunn technologies compared to BAT technologies.....</b>     | <b>13</b> |
| <b>9</b>  | <b>Dust and ammonia emissions for different grades .....</b>             | <b>14</b> |
| <b>10</b> | <b>Conclusion.....</b>                                                   | <b>18</b> |
| <b>11</b> | <b>References .....</b>                                                  | <b>18</b> |
| <b>12</b> | <b>Appendix.....</b>                                                     | <b>18</b> |



## 1 Introduction

This document describes estimated changes in emissions linked to a planned production increase up to 2400 kt/yr NPK (YPO2010) for the NPK/CN area. Estimates are also made for estimated emissions for a production level of 2200 kt/yr NPK. Current emission levels are compared to BAT emissions described by EFMA/BREF.

Estimates are done on a feasibility-study level. Higher accuracy in the numbers will require extensive measurements and testing in the plants.

## 2 Emissions from NPK 3

In this chapter emissions from NPK 3 are treated. It is assumed that emissions from dry part will stay constant, while a capacity increase will affect emissions from wet part. P production in NPK3 wet part is assumed to be increased from today's level of 202 t/d to 300 t/d P.

### 2.1 Status emissions

In figure 2.1 an overview of relevant emission points are given. Numbers are obtained by using normal nutrient concentrations (taken from operational manual in NPK3) and multiplying these numbers by measured water flows.

Typical emissions from NPK 3

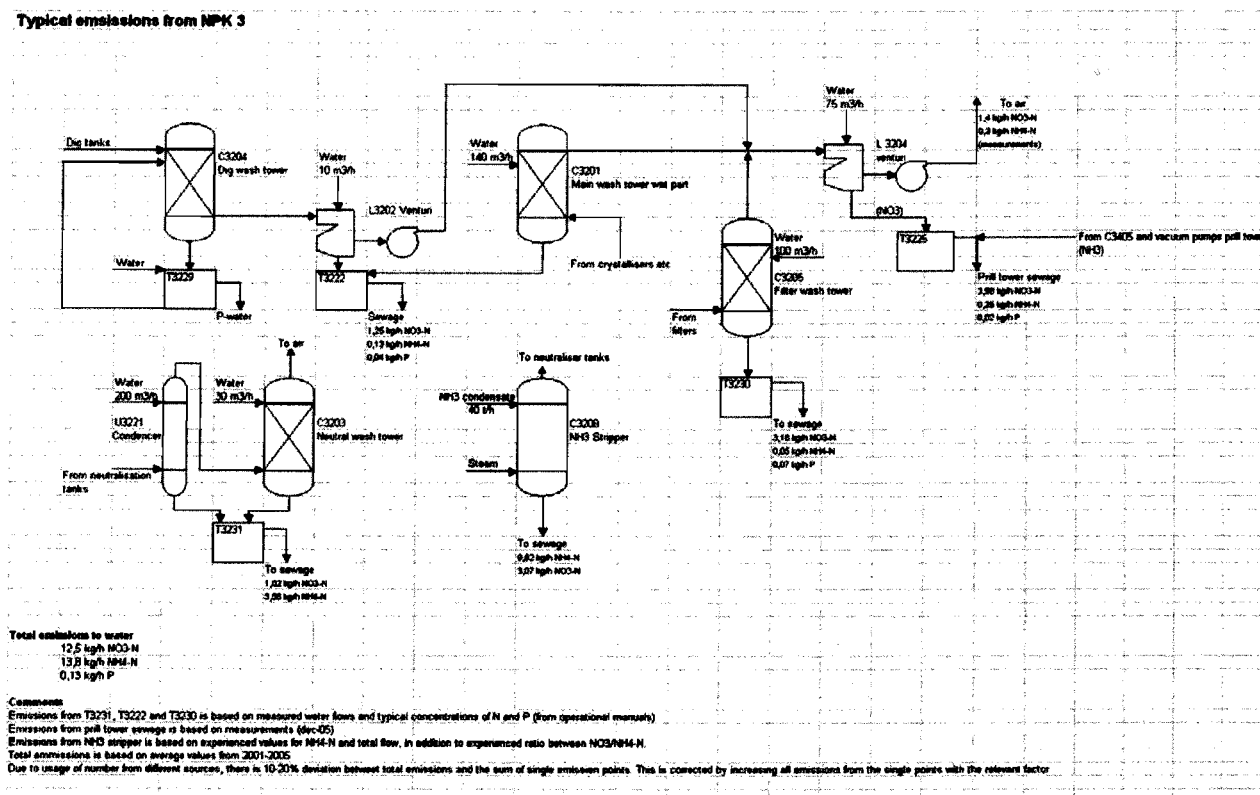


Figure 2.1: Relevant emission points in NPK 3

### 2.2 Change of emission level when increasing production

In this chapter changes in emission levels are estimated. The basis for the estimates is that digestion liquor purification by means of pusher centrifuges is introduced when increasing capacity, allowing the usage of pusher centrifuges for CN crystal separation.



# CONFIDENTIAL Report

Our date  
2006-09-20

4 of 18

06R\_AC2

Our ref.  
AOK:(OR) 260

This alternative does not require additional air usage compared to today's production, meaning that emissions from the filter wash tower C3205 will be unchanged.

The following changes are assumed to take place. Emission points refer to figure 2.1.

## Venturi scrubber L3202 (via tank T3222)

Emission is depending on

- digestion temperature
- surface of tanks and ventilation from tanks
- feed of phosphate rock (amount of material to be oxidized)
- type of phosphate (sedimentary rocks give higher emissions than eruptive rocks)

When increasing the production, there will not be any physical changes in the digestion section. The digestion temperature will not change significantly. The amount of material available for oxidizing will be increased by 50%. It is therefore assumed that emissions to water and air increase by 50 %. This is conservative.

## Main wash tower wet part (C3201) via tank T3222

It is assumed that the emissions will increase proportionally by the number of new crystallizers (increase from 10 to 16 crystallizers).

## Filter wash tower

No changes in emissions due to no increase in number of tandem filters.

## Venturi scrubber L3204

57 % of the air to the venturi scrubber comes from the filter wash tower. There will be no changes in emissions from this wash tower, but it is assumed that total emissions from remaining wash towers will increase by 55 % (50 % increase from C3203 and 60 % increase from C3201).

Combined this will give an increased emission from the venturi scrubber of  $0.43 \times 55 \% = 24 \%$ .

## Summary

The changes in emissions from NPK3 are given in table 2.1. In this table an estimated emission level based on a production of 2200 kt NPK is also given, based on interpolation between emission levels at today's production and on the 2400 kt/yr production level.

Table 2.1: Changes in emissions when increasing P-production. Production in dry part of plant incl. neutralization section is constant. All figures are given as kg/h.

|            | Venturi and main wash tower (from T3222) |             | Filter wash tower (from T3230) |             | Venturi scrubber (from T3225) |             | Sum emissions (include all emission points) |             |             |
|------------|------------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------|-------------|
|            | Today                                    | 2400 kt NPK | Today                          | 2400 kt NPK | Today                         | 2400 kt NPK | Today*                                      | 2400 kt NPK | 2200 kt NPK |
| N to water | 1.38                                     | 2.07        | 3.23                           | 3.23        | 4.23                          | 5.17        | 26.3                                        | 27.9        | 27.1        |
| P to water | 0.04                                     | 0.06        | 0.07                           | 0.07        | 0.02                          | 0.025       | 0.13                                        | 0.16        | 0.14        |



**CONFIDENTIAL**  
**Report**

5 of 18

Our date  
2006-09-20

06R\_AC2

Our ref.  
AOK:(OR) 260

|                 |  |  |  |  |      |      |      |      |      |
|-----------------|--|--|--|--|------|------|------|------|------|
| NOx-N<br>to air |  |  |  |  | 1.40 | 1.73 | 1.4  | 1.73 | 1.6  |
| NH3-N<br>to air |  |  |  |  | 0.30 | 0.37 | 12.3 | 12.4 | 12.4 |

\*) average values from 2001-2006

### 3 Emissions from NPK 4

In the feasibility study YPO2010 it is assumed that P-production shall be increased by 98 t/d, corresponding to 27 kt/yr P. Extra P produced in NPK 3 wet part is assumed to be utilized in NPK 4. This will require blocking up NPK 4 to an annual production volume of 1500 kt NPK. Today's production volume in NPK4 is 1000 kt/yr NPK.

#### 3.1 Status emissions, emissions when increasing capacity

Gintautas Juonys has estimated increased emission levels for NPK 4, based on a production volume of 1500 kt/yr (appendix 1). The results are given in table 4.1. No measures to reduce emissions are included in these figures.

Table 4.1: Estimated emissions from NPK 4

| Emissions to the air            | 2000 | 2001  | 2002 | 2003 | 2004  | 2005  | 2010* |
|---------------------------------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Production, kt/y                | 918  | 1 017 | 941  | 963  | 1 012 | 1 018 | 1 500 |
| NH <sub>3</sub> -N, kg/h        | 23.1 | 17.2  | 16.9 | 17.2 | 18.7  | 15.1  | 24.5  |
| NH <sub>3</sub> -N, kg/t of NPK | 0.22 | 0.15  | 0.16 | 0.16 | 0.16  | 0.13  | 0.14  |
| Dust, kg/h                      | 8.8  | 8.7   | 9.6  | 9    | 8.7   | 9.3   | 11.6  |
| Dust, kg/t of NPK               | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1   | 0.1   | 0.1   |

| Discharge to seawater | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2010* |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| N, kg/d               | 414  | 391  | 402  | 367  | 372  | 403  | 421** |
| P, kg/d               | 6    | 5.1  | 6.1  | 6.1  | 5.9  | 7.1  | 11    |

\*) Estimated averages.

\*\*) Best case scenario, worst case scenario: 573 kg/h.

### 4 Emissions from CN area

In project YPO2010 it is assumed that P-production shall increase by 27 kt/yr in NPK 3. The basis for this is a total P-production of 98 kt/yr P for NPK2/3. Today's P-production is approximately 88 kt/yr P. The estimated emission increase in the CN plant will therefore be based on an increased CN melt production corresponding to  $(125 \text{ kt} - 88 \text{ kt}) \cdot (1.7) = 63 \text{ kt/yr Ca}$ . The number 1.7 corresponds to the difference in Ca/P in phosphate rock and in mother liquor.

It is assumed that 50 % of this increased CN production will be used to make granular products. Producing granular products implies evaporation, and leads to emissions of N and P to water, in addition to dust to air.

#### 4.1 Status emissions

Average emissions from CN plant 2001-2006 are 403 kg/d N, 0.9 kg/d P, and 3.7 kg/d dust. N and P emission originates mainly from CN and AN evaporation. In this section it is assumed that 103 kg/d N comes from AN evaporation and 300 kg/d N from CN evaporation. All P emissions originate from CN evaporation. Dust is generated when producing granular CN.



## 4.2 2400 kt NPK

Increased granular production will be equal to 50 % of 63 kt/yr calculated as Ca. This corresponds to an increased granular CN production of 167 kt/yr. The granular production in 2005 was 544 kt/yr. This increase will have the following effect on evaporation need for water:

Evaporation need: 544 kt Gran CN production

Water evaporation:  $544 \text{ kt} * 0,85/0,55 = 544 \text{ kt} = 296 \text{ kT}$

(85 % CN in product, 55 % CN in melt before evaporation)

Evaporation need: 711 kT Gran CN production, no change in DL purification principle

Water evaporation:  $711 \text{ kT} * 0.85/0.55 = 711 \text{ kT} = 387 \text{ kT}$  (increase: 31 %)

Evaporation need 711 kT gran CN production and new purification of DL

53 % of the product produced in 2005 was purified grades, where dilution water is added for purification purposes. By purification of digestion liquor the need for adding dilution water decreases (Glomfjord normally has 50 kg/m<sup>3</sup> higher density than Porsgrunn when producing purified grades).

Water evaporation:  $711 \text{ kT} * 0.85 / 0.575 = 711 \text{ kT} = 340 \text{ kT}$  (increase: 15 %).

(assumes 5 % higher CN concentration before evaporation for purified grades, resulting in 57.5 % CN in melt before evaporation in average. Only CN melt from NPK 3 used for purified grades)

### Dust emissions

Dust emissions are assumed to increase proportionally with increased production, meaning an increased dust emission of 1.1 kg/h.

### Conclusion

If a new method for purification of digestion liquor is chosen, emissions to water will increase by 15 % from CN evaporation section. If similar principle as today is chosen, emission to water from CN evaporation is assumed to increase proportionally with the increased production (increase by 31 %).

Dust emissions will increase by 1.1 kg/h from CN area.

It is assumed that P-emissions will increase by 31 %.

By increasing P-production to 125 kt/yr, the resulting emissions from the CN will be:

N to water: Increase from 403 kg/d to 500 kg/d (increase: 31 % of 300 kg/d)

P to water: Increase from 0.9 kg/d to 1.2 kg/d

Dust to air: Increase from 3.7 kg/h to 4.8 kg/h



## 5 Summary – effect of increased production level on emissions

The sum of expected emissions are given in table 5.1. Emission to air numbers is given as kg/h, while emission to water numbers is given as kg/d.

Table 5.1: Expected emissions for YPO2010 scenario (2400 kt/yr NPK) and 2200 kt/yr NPK scenario

### Sum emission to air from NPK/CN area (kg/h)

|       | Average 2001-2006 | 2400 kt NPK | 2200 kt NPK | Sum of 12 month limits |
|-------|-------------------|-------------|-------------|------------------------|
| NH3-N | 29,3              | 37,2        | 33,3        | 37                     |
| NOx-N | 2,5               | 3,1         | 2,9         | 11                     |
| F     | 0,4               | 0,3         | 0,3         |                        |
| Dust  | 31,9              | 35,6        | 33,3        | 43                     |

### Sum emission to air from NPK area (kg/h)

|       | Average 2001-2006 | 2400 kt NPK | 2200 kt NPK | 12 month limits |
|-------|-------------------|-------------|-------------|-----------------|
| NH3-N | 29,3              | 37,2        | 33,3        | 35              |
| NOx-N | 2,4               | 3,1         | 2,8         | 7,5             |
| F     | 0,3               | 0,3         | 0,3         |                 |
| Dust  | 28,2              | 30,8        | 29,1        | 35              |

### Sum emission to water from NPK/CN area (kg/d)

|       | Average 2001-2006 | 2400 kt NPK | 2200 kt NPK | Sum of 12 month limits |
|-------|-------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Sum N | 1724,8            | 2107,5      | 1914,5      | 2400                   |
| P     | 10,8              | 17,8        | 14,5        | 28                     |

### Sum emission to water from NPK area (kg/d)

|       | Average 2001-2006 | 2400 kt NPK | 2200 kt NPK | 12 month limits |
|-------|-------------------|-------------|-------------|-----------------|
| Sum N | 1322              | 1608        | 1465        | 1800            |
| P     | 10,0              | 16,6        | 13,4        | 25              |

\*) comment: N emissions from NPK4 based on worst case scenario

## 6 Possibilities to reduce emissions

Studies have been performed in order to evaluate means to reduce emissions<sup>1,2</sup>. Some of the most relevant means are listed in this chapter.

Some investment and operational costs related to emission reduction are given in this chapter. Costs are taken from Damman<sup>1</sup> and adjusted for price increase if nothing else is mentioned (consumer price index from SSB, increase from 1990-2006: 37 %). Energy and steel prices have increased more than the inflation rate during this period. This is adjusted for in some cases (see comment field).



# CONFIDENTIAL Report

8 of 18

Our date  
2006-09-20

06R\_AC2

Our ref.  
AOK:(OR) 260

## 6.1 Possibilities to reduce emissions from NPK 3

The following has been proposed to reduce emissions in NPK 3<sup>1,2</sup>

| Action                                                        | Emission reduction potential                                                                                                                                            | Costs                                                                                                                                      | Comments                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NaOH addition to stripper                                     | 177 kg/d N                                                                                                                                                              | Investments: 4500 kNOK, operating costs: 2050 kNOK/yr.                                                                                     | Costs are for NPK3 and NPK4 together (common installation), emission reduction number is only for NPK3.                                                                       |
| Change to water addition to C3202 (neutral wash tower)        | Not estimated, total N emission to water from section is 110 kg/d. A significant part of this can be NH3 that is stripped off from AN solution (measurements by Grave). | Investment costs: 4800 MNOK (incl. new valves for neutralisation reactors), op costs depending on necessary water addition (not estimated) |                                                                                                                                                                               |
| Use acidic AN solution for absorption of NH3 in C3202         | Not estimated, total N emission to water from section is 110 kg/d. A significant part of this can be NH3 that is stripped off from AN solution (measurements by Grave). | Not estimated                                                                                                                              | According to Yara TOPS5-02 it is not allowed to operate 80 % AN at acidic conditions. Neutralisation of acidic AN solution is recommended before adding it to AN buffer tank. |
| Change internals in main wash tower C3201                     | 0                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                            | Not relevant after installation of venture scrubber.                                                                                                                          |
| Purification of wash water by membrane technology             | Reduction: 69 % of N emissions <sup>7</sup> .                                                                                                                           | 56 000 kNOK, op costs: 25 000 kNOK/yr                                                                                                      | Uses steam price: 250 NOK/t in calculations. See chapter 6.4.                                                                                                                 |
| Partial ventilation and purification of prill tower emissions | Total emission from area: approx: 13 kg/h dust and 7.4 kg/h NH3-N. Potentials for reduction not estimated                                                               | Significant investments (huge amounts of air to be purified even though only parts of the air is purified)                                 | See chapter 6.3                                                                                                                                                               |
| Operational control of dust and NH3 emissions to air          |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            | Implemented. Possibility for further improvement with increased process understanding ?                                                                                       |

## 6.2 Possibilities to reduce emissions from NPK4

The following has been proposed in order to reduce emissions from NPK 4 (pre-study, project 1866<sup>1</sup>, TMA for NPK<sup>2</sup>)

| Action                                                                             | Emission reduction potential                                                                                         | Costs                                                                                                      | Comments                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NaOH addition to stripper                                                          | 237 kg/d N                                                                                                           | Investments: 4500 kNOK, operating costs: 2050 kNOK/yr.                                                     | Costs are for NPK3 and NPK4 together (common installation), emission reduction number is only for NPK4.                                                                                                                |
| Installation of cyclone separator after p wash tower and fluor wash towers 1 and 2 | 90 kg/d NO <sub>3</sub> -N<br>5.5 kg/d P<br>approx 100 kg/d NH <sub>4</sub> -N                                       | Investments: 9700 kNOK                                                                                     | Investments probably higher due to increased steel price. Effect of proposal not verified.                                                                                                                             |
| Usage of NH <sub>3</sub> -water on vacuum pumps                                    | Not quantified (but is experienced to be limited).                                                                   |                                                                                                            | Possibilities to add water from vacuum pumps to NH <sub>3</sub> stripper are used from time to time today. This water must be evaporated, and reduces also stripper capacity. Test must be conducted to verify effect. |
| Partial ventilation and purification of prill tower emissions                      | Total emission from area: approx: 6 kg/h dust and 15 kg/h NH <sub>3</sub> -N. Potentials for reduction not estimated | Significant investments (huge amounts of air to be purified even though only parts of the air is purified) | See chapter 6.3.                                                                                                                                                                                                       |
| Operational control of dust and NH <sub>3</sub> emissions to air                   |                                                                                                                      |                                                                                                            | Implemented. Possibility for further improvement with increased process understanding ?                                                                                                                                |
| Reduced pH when producing 1:1 grades                                               | 2 kg/h NH <sub>3</sub> -N (13 % of 15 kg/h).                                                                         |                                                                                                            | Basis: reduction of pH by 0.2, 50/50 mix between chloride and sulphate grades. See chapter 6.3.                                                                                                                        |
| Improved operational control (several points).                                     |                                                                                                                      |                                                                                                            | Implemented.                                                                                                                                                                                                           |

## 6.3 Emission reduction potential from prill towers

Proposals have been put forward regarding partial ventilation and purification of the air escaping the prill tower. This is used for some AN prill towers (e.g installation of Brink filter in Köping and one urea prill tower in Europe (Agrolinz)).

In Köping approximately 1/3 of the air is treated. BAT limits for ammonium nitrate prill towers are 15 mg/Nm<sup>3</sup> particulates and 10 mg/Nm<sup>3</sup> ammonia<sup>6</sup>. These figures are close to achieved emissions from NPK 4 (15-15-15).



Purifying the air from the prill tower will have the following uncertainties:

- Uncertain effect since concentrations are very low
- Reliability of filter/scrubbers since NPK contains water insoluble matters (clogging, scaling etc.)
- Efficiency of partial ventilation since a rotating prilling bucket is used (cannot make a big "skirt" for collecting air enriched with dust and ammonia).

Investments will also be significant since big amounts of air will have to be treated (at least 600 000 Nm<sup>3</sup>/h for NPK3 and NPK4).

EFMA<sup>6</sup> states the following regarding dust emission from prilling towers:  
*"Dust emission from the prilling tower itself is very low. No special air treatment system is needed for the vast amounts of cooling air because the dust concentration is less than 5mg.Nm<sup>-3</sup>. Total dust emission is dependent on the ammonium nitrate content and is normally less than 2.5kg.h<sup>-1</sup> less than 5kg/h as the total air volume passing through the prilling tower is more than 500,000Nm<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. The concentration of ammonia is also low being typically 10-15mg NH<sub>3</sub>.Nm<sup>-3</sup> (5-7.5kg.h<sup>-1</sup>). The amount of ammonia escaping is related to several process parameters, especially pH, high temperature and the NH<sub>3</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ratio of the NP liquors. Recovery of ammonia from such large volumes is unrealistic and the only way to minimise this ammonia loss is to control the pH."*

Based on the above-mentioned evaluations, it is not recommended to do further evaluations regarding purification of prill tower emissions.

Regarding reduction of emissions by operational control, it is seen that emissions of dust and ammonia have significant variations that cannot be linked to changed load alone. Some work has been done earlier on this point<sup>3</sup>. Due to big variations, it is recommended to map the reason for these variations in order to find if there is a potential for further reduction of emissions by process control.

Regarding reduction of ammonia emissions by reducing the pH in the product, it must be documented that product and process safety is not influenced negatively. This proposal has been rejected earlier<sup>2</sup> due to low potential for emission reduction and for process safety reasons.

#### **6.4 Emission control by purification of effluent streams**

In the pre-study from 1990<sup>1</sup>, introduction of a membrane purification plant for N emissions from water was evaluated. Water purification by membrane technology has also been evaluated for the CN plant, and for the Montoir plant<sup>7,8</sup>.

Membrane technology has a potential to reduce emissions significantly (reduction of 69 % reported by Rødsvik<sup>7</sup>). Operational costs and investment costs are, however, high. Regarding operational costs, costs for evaporation of the concentrated ammonium nitrate solution give the most significant contribution. In the pre-study from 1990<sup>1</sup>, a concentration of 3 % ammonium nitrate was used as basis. In later work<sup>7,8</sup>, the resulting concentration of outlet stream has been similar or lower than 3 %. Operational cost of 25 MNOK/yr is therefore a realistic figure for such a plant. Usage of membrane technology for purification of effluents is therefore not seen as a cost efficient solution.



## 7 Yara Porsgrunn emissions compared to BAT emissions

In table 7.1 emissions from Yara Porsgrunn are compared to proposed BAT limits from BREF. Emission figures for Porsgrunn are taken from database "Utslipp til luft" located on Q/hmsinfo/... Average figures for all measurements are used. Areas where YPO is not in compliance with BREF figures are marked in bold.

Table 7.1: Yara Porsgrunn emissions compared to BREF figures

|                                                           | Yara Porsgrunn emissions               |                                                                               | BREF figures                     |                                 |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|                                                           | mg/Nm3                                 | kg/hour                                                                       | mg/m3                            | kg/hour                         |
| <b>Dust from prill tower (product: 15-15-15)</b>          | 8                                      | 7.1<br>(3000 t/d production)                                                  | 5<br>(500 000 m3/h air flow)     | 2.5<br>(1300 t/d production)    |
| NH3-N from prill tower (product: 15-15-15)                | 14                                     | 12.4<br>(3000 t/d production)                                                 | 8-12*<br>(500 000 m3/h air flow) | 4-6.2*<br>(1300 t/d production) |
| Dust from CN production                                   | 13<br>(2005 figure)                    | 4.7<br>(prod: 78 t/h, based on 544 kT production and 80 % regularity in 2005) | 20<br>(production 40 t/h)        | 7.4<br>(production 40 t/h)      |
| NOx-N from digestion section (NPK 3)                      | 27                                     | 1.4<br>(approx 160 t/d P)                                                     | <30*<br>using Kola phosphate     | 1.5<br>(67 t/d P**)             |
| <b>F from digestion</b>                                   | 1.4                                    | 0.07                                                                          | 0.3-0.5*                         | 0.009<br>(67 t/d P**)           |
| NH3-N from neutralisation, gran, drying, coating, cooling | NPK4 neutral: 150<br>NPK 3 neutral: 50 | NPK4 neutral: 1.5<br>NPK 3 neutral: 0.5                                       | 4-25*                            | 1.6<br>(1200 t/d production**)  |
| F from neutralisation, gran, drying, coating, cooling     | NPK 3 neutral: 1.4                     | NPK 3 neutral: 0.015                                                          | 1-5*                             | 0.4<br>(1200 t/d production**)  |
| Dust from neutralisation, gran, drying, coating, cooling  | 8<br>(FB coolers NPK 4)                | 1.4<br>(FB coolers NPK 4)                                                     | 10-25                            | 6.7<br>(1200 t/d production**)  |

\*) Values recalculated to be on similar basis as YPO numbers (e.g. NH3-N instead of NH3)

\*\*) Numbers refer to achieved levels in AMI, Linz. Production volumes in AMI (Agrolinz) are 1200 t/d NPK and 67 t/d P.

### Comments:

Regarding dust from prill tower, BREF figures correspond to 5.8 kg/h dust at a production level of 3000 t/d. YPO average emissions is 7.1 kg/h. The BREF figures for dust and ammonia emissions from prill towers are provided by Yara in year 1995 (when establishing BAT limits for EFMA).

Total dust emissions in the BREF reference plant (AMI, Linz) is 6.9 kg/h at a production rate of 1200 t/d. Average dust emission in NPK 4 is 9.1 kg/h (3000 t/d), and



in NPK 3 18.6 kg/h (2350 t/d). Sum of specific dust emissions from NPK3 and NPK4 are equal to the Agrolinz plant.

The reason for the deviation between BREF and YPO F emission is not known.

BREF NH<sub>3</sub>-N emissions from neutralisation, granulation, drying, coating and cooling refer to raw gas amount of 250 000 Nm<sup>3</sup>/h, while our gas flow is approximately 10 000 Nm<sup>3</sup>/h. BREF production level is not given. NH<sub>3</sub>-N emissions from neutralisation sections in NPK3/4 constitute a small part of the NH<sub>3</sub>-N emission in YPO.

Current Efma BAT emission numbers (from 2000) are given in table 7.2 together with achieved YPO numbers. Efma figures are based on granular production of 1300 t/d 15-15-15 (MOP). For YPO, emissions from acid unit are numbers from NPK2, while emission numbers from neutralisation/particulation are average yearly figures from NPK 4 (all product grades).

Table 7.2: BAT emissions numbers from Efma, booklets 7 year 2000

|                                                    | Achievable emission rate<br>(Efma, 2000) | YPO achieved emissions                                               |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Emissions from acid unit part</b>               |                                          |                                                                      |
| NH <sub>3</sub> -N to air                          | 0.165 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.0011 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                            |
| NO <sub>x</sub> -N to air                          | 0.304 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.00595 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                           |
| Fluorides to air                                   | 0.01 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.0011 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                            |
| Tot-N to water                                     | 1.2 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | 1.6 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(NPK3 more than 50% lower) |
| P to water                                         | 0.175 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.0054 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                            |
| F to water                                         | 0.7 kg/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | -                                                                    |
|                                                    |                                          |                                                                      |
| <b>Emissions from neutralisation/particulation</b> |                                          |                                                                      |
| NH <sub>3</sub> -N to air                          | 0.165 kg/t NPK                           | 0.135 kg/t NPK                                                       |
| NO <sub>x</sub> -N to air                          | 0.0608 kg/t NPK                          | -                                                                    |
| F to air                                           | 0.02 kg/t NPK                            | -                                                                    |
| Particulates to air                                | 0.2 kg/t NPK                             | 0.073 kg/t NPK                                                       |
| N to water                                         | 0.2 kg / t NPK                           | 0.127 kg/t NPK                                                       |
| F to water                                         | 0.03 kg / t NPK                          | -                                                                    |
| P to water                                         | -                                        | 0.00207 kg/t NPK                                                     |



**8**

**Yara Porsgrunn technologies compared to BAT technologies**

In table 8.1 Yara Porsgrunn technologies are compared to BAT technologies

**Table 8.1: Comparing Yara Porsgrunn technologies and BAT technologies**

| <b>BAT for NPK fertilizer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Yara Porsgrunn technology</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prevent dispersion of phosphate rock dust by using covered conveyor belts, indoor storage, and frequently cleaning/sweeping the plant grounds and quay                                                                                                                                                                                                                                                                 | OK                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Improve environmental performance of finished section by one or a combination of the following techniques <ul style="list-style-type: none"> <li>- plate bank product cooler</li> <li>- recycling warm air</li> <li>- select proper size of screen and mills</li> <li>- apply surge hopper for gran. recycle control</li> <li>- apply online product size distribution measurement for gran recycle control</li> </ul> | <p>Done in NPK 3, tested in CN (neg)</p> <p>OK</p> <p>OK</p> <p>OK</p> <p>Difficult in CN plant due to sampling (tested). Done in NPK3 (out of operation).</p>                                                                                                                                     |
| Reduce emissions to air from phosphate rock digestion etc.. by applying multi-stage scrubbing, and to achieve levels given in table...                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Emission levels for NOx-N in line with BREF figures, HF figures a little higher than figures from BREF. 3 stage scrubbing in place in NPK 3. Urea addition also reduces NOx emissions.                                                                                                             |
| Reduce emission levels to air from neutralisation, granulation, drying, coating and cooling and to achieve emission levels or removal efficiencies given in table..... <ul style="list-style-type: none"> <li>- dust removal such as cyclones and/or fabric filters</li> <li>- wet scrubbing, e.g comined scrubbing</li> </ul>                                                                                         | <p>Dust emissions from FB cooler in NPK 4 lower than BREF figures. Total specific dust emissions from NPK3 and NPK4 in line with BREF reference plant. Uses cyclones and fabric filters</p> <p>Wet scrubbing used in neutralisation and in dust removal section CN plant</p>                       |
| Minimize waste water volumes by recycling washing and rinsing waters and scrubbing liquors into the process, e.g. and by using residual heat for waste water evaporation                                                                                                                                                                                                                                               | Polluted water recycled to process (e.g. water to filters, water containing NH3). Water used in scrubbing towers containing small concentrations of nutrients goes to effluent. Waste water evaporation not in place. Cost efficiency for needed measures uncertain due to big seawater recipient. |
| Treat remaining waste water volumes according to section.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Treatment in operation: NH3 stripping. Biological waste water treatment not implemented.                                                                                                                                                                                                           |



Regarding minimizing waste water volumes, and treatment of waste water, YPO uses several techniques for this. Some examples are listed below:

NPK 4:

- Process gas from neutralisation reactor goes to P-wash tower (liquid recycled and bled back to NP tank T4304)
- Process gas thereafter partly condensed in steam reformer (production of pure 1.2 baro steam)
- Process gas thereafter totally condensed, inert gas and liquid separated, inert gas goes to air, and liquid back to process
- Gas from evaporation goes through three washing stages where liquid is recycled to process, thereafter onr cleaning stage where wash water is led to sewage.
- Gas from process tanks purified in wash tower, where purification liquid is circulated, and a bleed led back to process
- NH<sub>3</sub>-containing water is purified by stripping by steam. NH<sub>3</sub> is led back to process, and purified water is discharged to sewage.

For NPK 3, figure 2.1 gives an overview over purification methods used in the acid producing part of the plant. In the dry part (neutralisation, evaporation etc...) similar principles as in NPK4 are applied. NPK 3 also has a purification plant for process water from NPK3 and NPK4, where P is precipitated and recycled to the process, while the purified water is used instead of normal water in the process (filters) and for cleaning.

For further description, see operational procedures for the plants and relevant TFS drawings.

9

**Dust and ammonia emissions for different grades**

Emissions from the prilling tower are dependent on product grade. In table 9.1 average emission figures are given for different products. The numbers are taken from official N-lab measurements (emission to air database).

Table 9.1: Average emissions from prilling towers in NPK3 and 4

| Product                   | Dust emissions (kg/h) | NH <sub>3</sub> -N emissions (kg/h) |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| PH951P000 21-3-10         | 8,2                   | 7                                   |
| PH953P000 21-06-13S       | 14,6                  | 6,9                                 |
| PH962P000 21-07-14        | 16,5                  | 4,5                                 |
| PH981P000 21-07-14S       | 17,2                  | 11                                  |
| PH996P000 21-08-11        | 13,9                  | 8,6                                 |
| PJ046P000 22-2-12         | 13,5                  | 7,1                                 |
| PJ221P000 24-06-12        | 10,3                  | 5,7                                 |
| PJ285P000 25-2-8          | 12,2                  | 6,9                                 |
| PJ308P000 25-05-05        | 9,7                   | 5,8                                 |
| PJ384P00 25-07-07         | 11,4                  | 7,1                                 |
| PJ421P000 27-05-05        | 10,9                  | 6,3                                 |
| PJ442P000 27-06-06        | 12,8                  | 9,4                                 |
| PK988P000 19-04-19+S.B.Zn | 5,9                   | 6,7                                 |
| PF595P000 12-11-18S       | 6,7                   | 16,3                                |
| PG305P000 14-14-21        | 5,4                   | 11,3                                |
| PG748P000 15-15-15        | 7,1                   | 12,1                                |
| PG785P000 15-15-15S       | 5,1                   | 15,0                                |
| PH061P000 16-11-14        | 7,6                   | 11,5                                |
| PH208P000 16-18-16        | 7,5                   | 10,4                                |



The figures in table 9.1 have been treated statistically. Since only average figures are used, variations in emissions for a certain product due to changed load/process parameters are eliminated. Statistical data treatment is done with help from T. Tande. The results are given below:

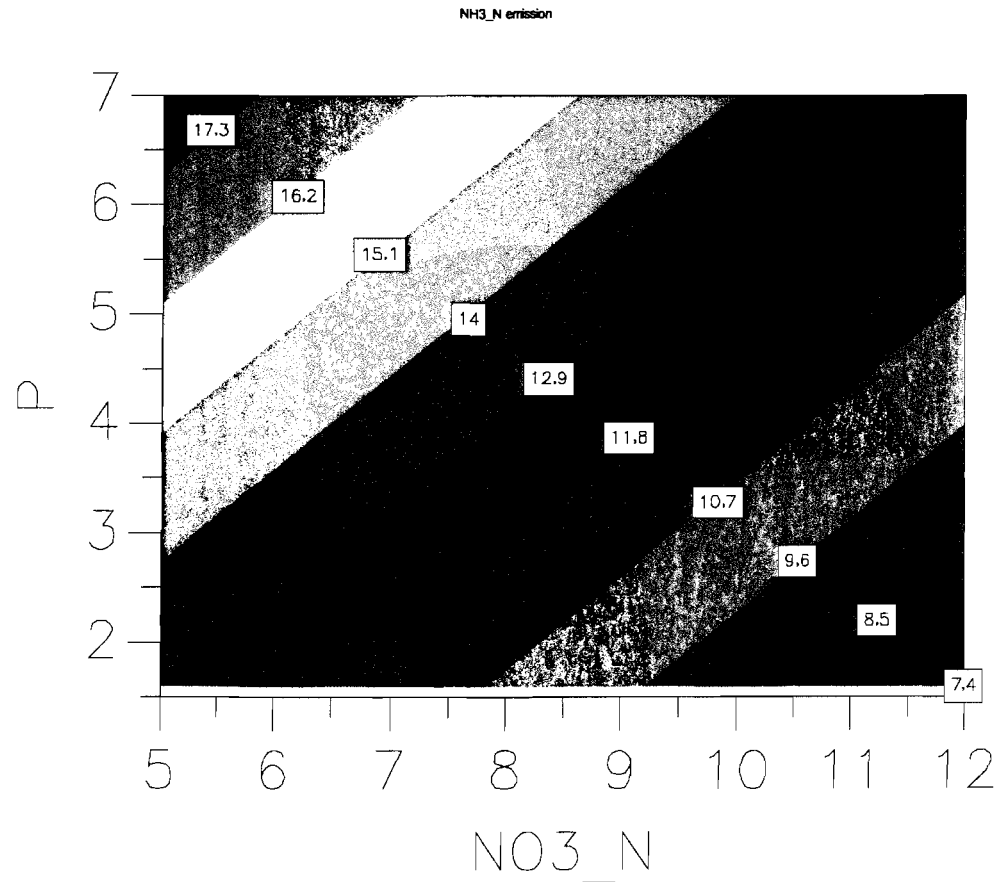


Figure 9.1: Ammonia emissions given as kg/h NH<sub>3</sub>-N (numbers inside figure) as function of NO<sub>3</sub>-N and P. KCl content = 0.

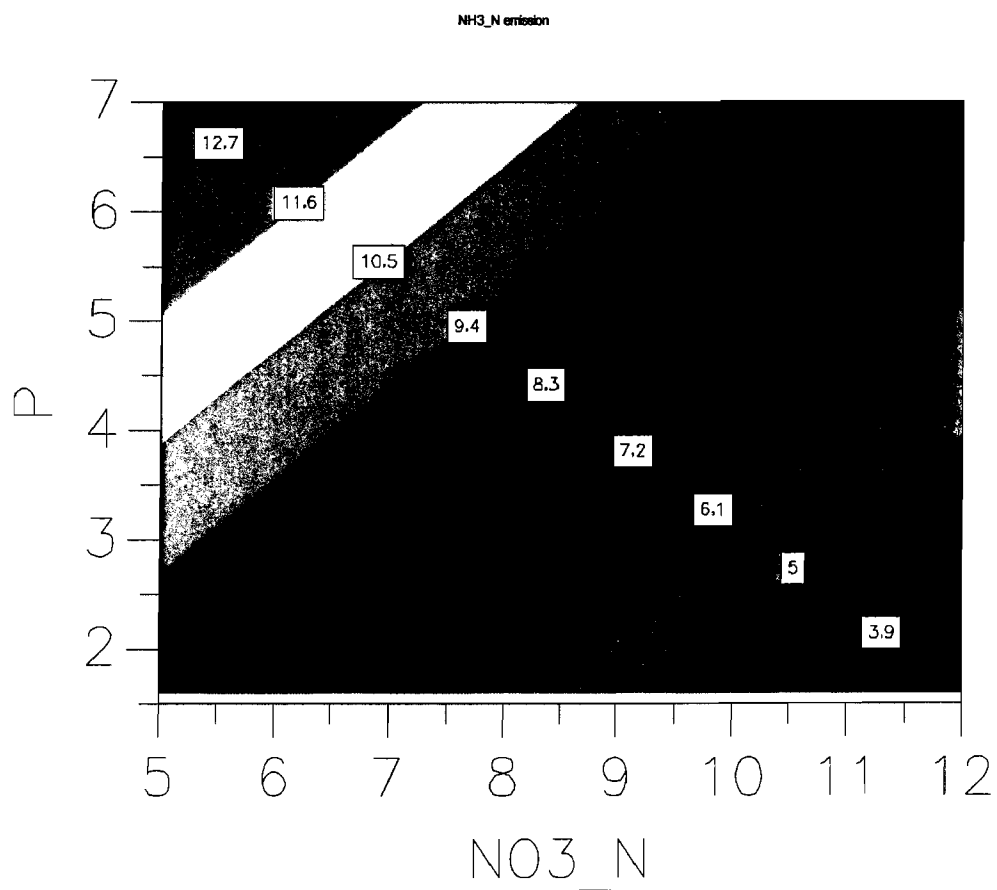


Figure 9.2: Ammonia emissions given as kg/h NH<sub>3</sub>-N (numbers inside figure) as function of NO<sub>3</sub>-N and P. KCl content = 31.4 %.

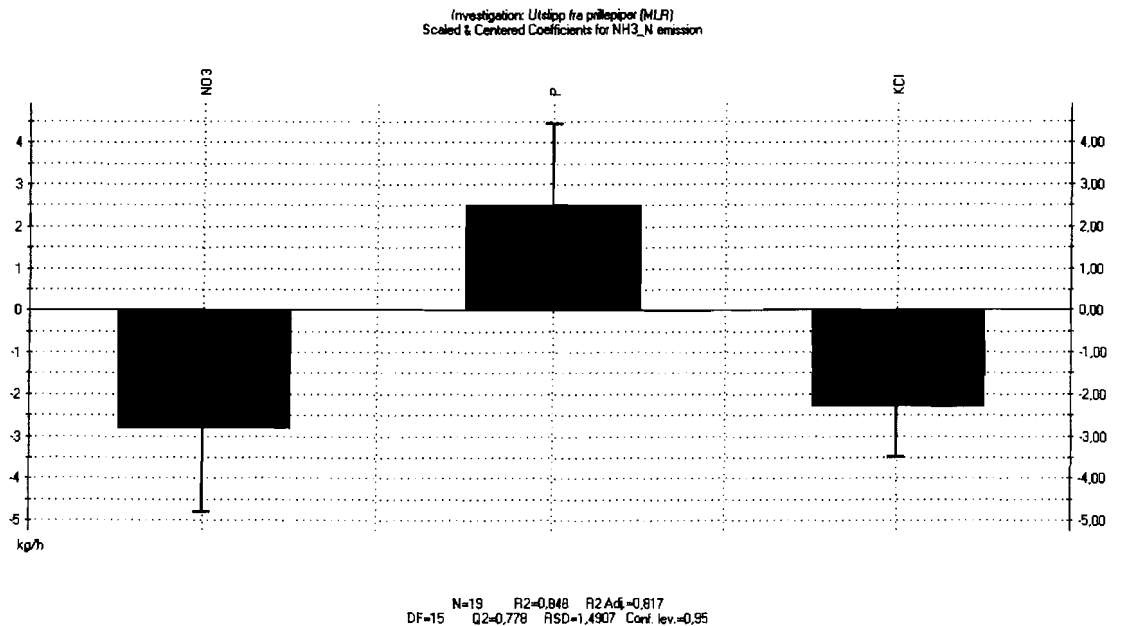


Figure 9.3: Model for describing NH<sub>3</sub>-emissions in NPK3 and NPK4. Increased P-content increases NH<sub>3</sub>-emissions, while increased NO<sub>3</sub>-N and KCl content reduces NH<sub>3</sub>-emissions.

Regarding dust emissions, the results are given in figure 10.4.

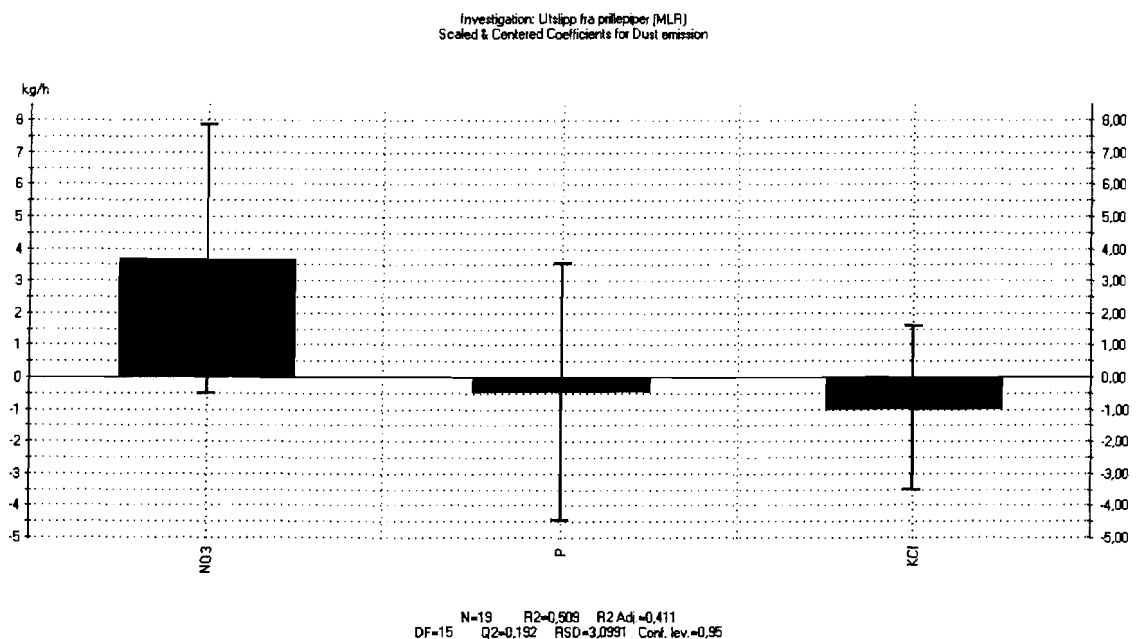


Figure 9.4: Model describing dust emissions from prill tower in NPK3 and NPK 4.



As it can be seen from figure 10.4, this model is less accurate than the model describing NH<sub>3</sub> emissions. From the model it can be seen that there is a significant relationship between NO<sub>3</sub>-N content in the product and dust emissions.

## 10 Conclusion

By increasing the production capacity of NPK to 2400 kt/yr, the total emissions from the NPK/CN area will still be within today's emission permit, except for NH<sub>3</sub> emissions to air. For NH<sub>3</sub> emissions to air, the emission will be similar to or a little higher than today's permit limits.

Estimates are done on a feasibility-study level. Higher accuracy in the numbers will require extensive measurements in the plants.

Regarding compliance with BREF limits/recommendations, the main deviation is dust emissions from prill towers and utilisation and end-of-pipe treatment of effluent water.

Porsgrunn, 2006-09-20

Arne Oksvik

## 11 References

1. H. Damman: Forstudie prosjekt 1866: Reduksjon av N utslipp til vann fra HP", 05.11.1990
2. A. Melgård: Teknisk miljøanalyse for Fullgjødseleområdet HPI, Fase 1, 26.06.1995, dok nr: 95Q\_RD2
3. A. Melgård: Fullgjødselfabrikk 4 HPO. Fabrikkforsøk med redusert pH i ferdigvare for å oppnå redusert ammoniakkavgang fra prilletårnet.. 20.09.1003, dok nr: 93R\_FE3
4. Gintautas Juonys: Emission on increased capacity in NPK4, 30.05.2006
5. A. Oksvik: Process package: Increased P capacity in NPK3, 22.06.2006, dok nr 06Q\_AD5
6. EFMA: "Best available techniques for pollution prevention and control in the European fertilizer industry, booklet 5-7, 2000, Internet: <http://www.efma.org/Publications/index.asp#bat>
7. J. Rødsvik: "Omvendt osmose membranlegg for rensing av urent kondensat og basisk vaskevann fra KS fabrikk", 18.11.1992, dok no 92D.BR2
8. HPP Grenland (O.J. Sivertertsen): "Feasability study, Montoir, France: Treatment of condensate from ammonium nitrate plant", 09.03.2002, Prosjekt nr: MEKPO09012.003

## 12 Appendices

1. Gintautas Juonys: Emission on increased capacity in NPK4, 30.05.2006
2. HPP Grenland: "Feasability study, Montoir, France: Treatment of condensate from ammonium nitrate plant", 09.03.2002, Prosjekt nr: MEKPO09012.003



Bilag 7 til pkt 6.1 i søknad

Class.: INTERNT  
OMRÅDEPROSEDYRE

## Yara Porsgrunn

### L-FGJKS-207 Avfallshåndtering i FGJKS-området

Document ID : HAE-080999

Revision date: 2003-08-07

Revision: 00

Valid for: HAP

### Kvalitetsstyringshåndbok

Godkjent av : Jon Sletten

Utarbeidet av : Jon Sletten

#### 1. ANVENDELSE OG HENSIKT

Hensikten med denne prosedyra er å beskrive hvordan avfall i FgjKS blir håndtert.

#### 2 REFERANSER

Prosedyre HAP L-202

Samarbeidsavtale med B&T og HLS, HIP

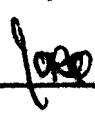
#### 3 BESKRIVELSE

Verdier 4.5

En oversikt over avfallstyper, årlige mengder, lokal håndtering, mottager samt lokal koordinator er satt opp nedenfor. Driftsassistent i FgjKS arkiverer alle rekvisisjoner som blir sendt i forbindelse med levering av avfall. En gang i året skal avfallsmengder og typer rapporteres til HMS-sjef, HAP.

| <b>Avfallstype</b>                                                                                       | <b>Mengde/år</b> | <b>Lokal håndtering</b>                                         | <b>Mottager</b>          | <b>Lokal koord.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Spesialavfall. Brukt olje og smørefett                                                                   | 3500 l           | Samles på fat og beholder i hhv KS, Fgj 2, 3 og 4.              | HLS                      | VH-koord.           |
| Spesialavfall. Kondisjoneringsmiddel                                                                     | 2500 kg          | Samles på fat i hhv KS, Fgj 3 og 4.                             | HLS                      | Driftsass.          |
| Spesialavfall. Lysstoffrør o.a. kvikksølvaavfall                                                         | 1000 stk         | Samles i B193                                                   | HLS                      | Fagansv. el.        |
| Spesialavfall. Brukt oljeabsorbent, pussefiller o.l.                                                     |                  | Samles på fat i hhv KS, Fgj 2, 3 og 4.                          | HLS                      | Driftsass.          |
| Spesialavfall. Tomemballasje for flokkuleringsmiddel, kalsiumoksyd, filteraid                            | 2000 stk         | Konteiner, sydside B50                                          | Norsk Gjenvinning        | Driftsass.          |
| Produksjonsavfall. Utvasket grus fra spaltesil for kloridvann og ferdiglutsil i Fgj 3                    | 400 tonn         | Konteiner, østside B185                                         | B&T<br>(Gunneklvetippen) | Driftsass.          |
| Produksjonsavfall. Utvasket grus fra spaltesil for P-vann i Fgj 3                                        | 400 tonn         | Konteiner, østside B185                                         | B&T<br>(Gunneklvetippen) | Driftsass.          |
| Produksjonsavfall. Utvasket grus fra vasketrommel i oppslutningsanlegg i Fgj 3                           | 2000 tonn        | Konteiner, østside B185                                         | B&T<br>(Gunneklvetippen) | Driftsass.          |
| Produksjonsavfall. Utvasket grus fra saltsmeltesandfangere i oppslutningsanlegg i Fgj 2                  | 1000 tonn        | Konteiner, nordside B50                                         | B&T<br>(Gunneklvetippen) | Driftsass.          |
| Produksjonsavfall. Kiseritt/gips                                                                         | 50 tonn          | Ingen mellomlagring, ev. kontainer ved B46                      | Kamas                    | Driftsass.          |
| Produksjonsavfall. Stein og grus fra vrakoppløsningstank                                                 | 9 tonn           | Ingen mellomlagring                                             | Kamas                    | Driftsass.          |
| Tomemballasje fra Fgj 3 og 4. Tomsekk for jernsulfat, mangansulfat, sinkoksyd, magnesiumoksyd, jernoksyd | 2000 stk         | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4)                         | Norsk Gjenvinning        | Driftsass.          |
| Kasserte transportband                                                                                   | 200 m            | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | Vh-koord.           |
| Svartstål                                                                                                | 1 tonn           | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | VH-koord            |
| Rustfritt stål                                                                                           | 1 tonn           | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | VH-koord            |
| Alluminium                                                                                               | 500 kg           | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | VH-koord            |
| Plastfolie, inkl. tomsekk for urea                                                                       | 1 tonn           | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | Driftsassistent     |
| Kabler                                                                                                   | 1 tonn           | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | VH-koord            |
| Treavfall                                                                                                | 10 tonn          | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | Driftsassistent     |
| Papir                                                                                                    | 2 tonn           | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | Driftsassistent     |
| Restavfall                                                                                               | 1 tonn           | Kontainer på miljøstasjon Tor (Fgj 3/4) eller Balder (Fgj 2/KS) | Norsk Gjenvinning        | Driftsassistent     |



|                                                                                                                                              |                                                                                                         |                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tittel:</b><br>Sporelementer i gjødselproduksjon. Vurdering av mengder i råstoffer, produkter og utslipp til luft og vann.                |                                                                                                         |                                                                                                                                    |
| <b>Forfatter(e):</b><br>Anders Holst                                                                                                         |                                                                                                         |                                                                                                                                    |
| <b>Til:</b><br>Karina Aas, APO<br><br><b>Kopli:</b><br>T. Freng, HIM<br>G. Kongsvoll, APO<br>J. Sletten, APO<br>J. Rødsvik, HIM<br>Reg/arkiv | <b>Date:</b> 22.01.2002                                                                                 | <b>Dok.nr.:</b> 02A_BW6                                                                                                            |
|                                                                                                                                              | <b>Artdvnr.:</b> 173.4                                                                                  | <b>Sider/vedl.:</b> 8/5                                                                                                            |
|                                                                                                                                              | <b>Prosj.nr.:</b>                                                                                       | <b>Ref.:</b> ANHO:(OR)                                                                                                             |
|                                                                                                                                              | <b>Oppbev.tid:</b> Varig                                                                                |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                              | <b>Emneord:</b><br>TUNGMETALLER      PORSGRUNN<br>UTSLIPP              RÅVARER<br>FOSFOR<br>FULLGJØDSEL |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                              | <b>Godkjent prosjektleider:</b>                                                                         | <b>Godkjent prosjekt-ansvarlig instans:</b><br> |

Retningslinjer for godkjenning er gitt i Forskningssenterets kvalitets håndbok (HRE-1-1).

**Resymé/Konklusjon:**

På oppdrag fra Agri Porsgrunn har Agri Forskning blitt bedt om en teoretisk vurdering av hvordan sporelementer i gjødselproduksjonen følger prosessen fra råstoffer til produkter samt utslipp til vann, utslipp til luft som støv og til deponering som slam. Med sporelementer er det i denne sammenhengen snakk om tungmetallene kadmium (Cd), nikkel (Ni), bly (Pb), kvikksølv (Hg), krom (Cr), kobber (Cu), sink (Zn) og arsen (As).

Hansteen og Aase [1] dokumenterte i 1976 at tungmetallene i all hovedsak følger med fosfor til NPK produkt, mens enkelte metaller også følger til KS som en liten konstant del. Dette notatet tar utgangspunkt i arbeidet fra 1976 og knytter det opp til eventuelle endringer i prosess, produksjon og utslipp.

Siden 1976 er produksjonen økt kraftig og utslippene redusert betraktelig. Produksjonsprosessen og råstoffer som benyttes er i all hovedsak det samme i dag som på midten av 1970-tallet. Det betyr at kjemien/kjemiske reaksjoner i prosessen vil være det samme, og at kjemiske komponenter vil følge prosessen som tidligere. Arbeidet som ble gjort i 1976, vil fortsatt være gjeldende med tanke på hvordan sporelementene oppfører seg i prosessen.

Leverandører av råstoffer kan variere, og valg av råfosfat vil i hovedsak avgjøre hvor mye tungmetaller som går gjennom produksjonsprosessen. Råfosfat er hovedkilde til tungmetaller og råfosfat som benyttes, er blant de reneste med tanke på tungmetaller.

Utslipp av tungmetaller til vann og luft som støv vil være sterkt knyttet til utslipp av fosfor. I notatet er det estimert utslipp av fosfor til vann, til luft som støv og til deponering som slam. Det er videre estimert utslipp av tungmetaller til vann og til luft som støv. I notatet er det gitt som en sammenligning verdier for gjennomsnittlig tungmetallinnhold i jord og sjøvann samt grenseverdier i drikkevann.

## Innholdsfortegnelse

|                                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1 Bakgrunn</b> .....                                         | <b>3</b> |
| <b>2 Forenklet beskrivelse av prosess</b> .....                 | <b>3</b> |
| <b>3 Produksjon og utslipp - historisk og dagens nivå</b> ..... | <b>4</b> |
| <b>4 Råvarer</b> .....                                          | <b>5</b> |
| <b>5 Produkter</b> .....                                        | <b>5</b> |
| <b>6 Utslipp til vann</b> .....                                 | <b>6</b> |
| <b>7 Utslipp til luft</b> .....                                 | <b>7</b> |
| <b>8 Deponering</b> .....                                       | <b>7</b> |
| <b>9 Referanser</b> .....                                       | <b>8</b> |

## Vedlegg

1. Tungmetaller i hovedråstoffer og utslippsestimering
2. Kjemiske substitusjoner i apatitt
3. Bakgrunnsverdier til tungmetaller i naturen
4. Utdrag fra forskrift om drikkevann og vannforsyning
5. Støvverdier fra Fullgjødselfabrikkene

1

## Bakgrunn

På oppdrag fra Agri Porsgrunn har Agri Forskning blitt bedt om en teoretisk vurdering av hvordan sporelementer i gjødselproduksjonen følger prosessen fra råstoffer til produkter, samt utslipp til vann, utslipp til luft som støv og til deponering som slam. Med sporelementer er det i denne sammenhengen snakk om tungmetallene kadmium (Cd), nikkel (Ni), bly (Pb), kvikksølv (Hg), krom (Cr), kobber (Cu), sink (Zn) og arsen (As).

Hansteen og Aase [1] dokumenterte i 1976 at tungmetallene i all hovedsak følger med fosfor til NPK produkt, mens enkelte metaller også følger til KS som en liten konstant del. Dette notatet tar utgangspunkt i arbeidet fra 1976 og knytter det opp til eventuelle endringer i prosess, produksjon og utslipp.

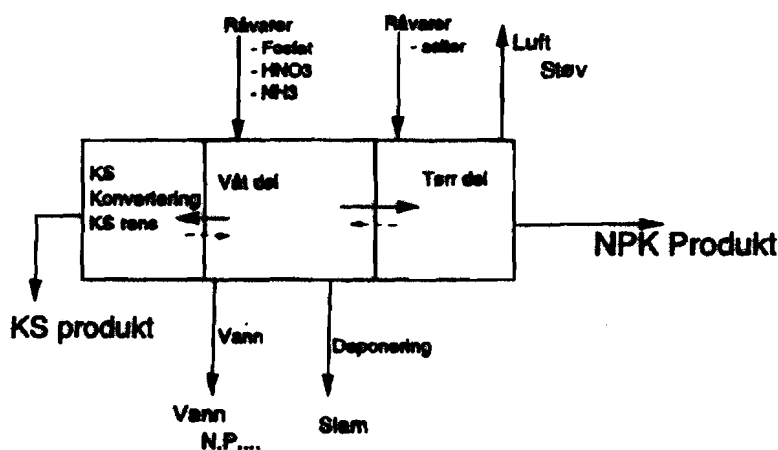
2

## Forenklet beskrivelse av prosess

Prinsippet for produksjon av Fullgjødsel, NPK, i Porsgrunn går i korthet ut på å overføre tungtløselig råfosfat (apatitt) til lettløselige fosfater via reaksjon med nitratholdig syre (salpetersyre) og deretter tilsette andre næringsstoffer (salter). En forenklet beskrivelse av gjødselprosessen der det er fokusert på råvarer, hovedprosess-strømmer og alle utgående strømmer er gitt under og vist skjematisk i Figur 1.

Hoveddelen av prosessen er våt del der råfosfat og salpetersyre reagerer. Det blir tilsatt ammoniakk for nøytralisering, og det inndampes til det er produsert høykonsentert smelte som inneholder hovednæringselementene N og P. Konsentrert smelte overføres til tørr del der salter tilsettes for å få et gjødselprodukt som får riktig sammensetning av næringselementer. Spylevann som inneholder gjødsel, overføres til våt del. Utslipp til luft skjer i hovedsak via prilletårn.

I våt del utskilles kalsium som kalsiumnitrat og går til kalksalpeter (KS)-produksjon og/ eventuelt produksjon av kalsiumkarbonat (konverteringskalk). Det som renses i KS-produksjonen, går tilbake til våt del. Fra våt del går vann til kloakk med måling av N og P. Slam som hovedsakelig består av sand går til deponering.

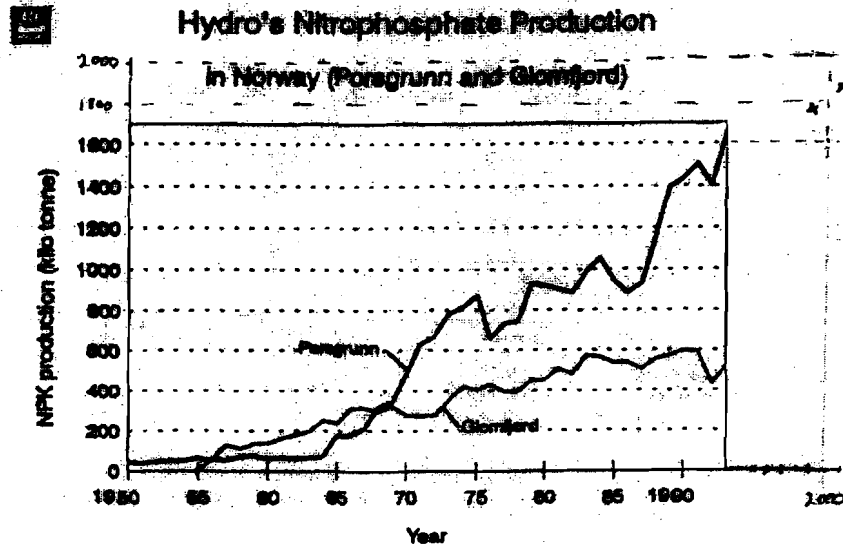


Figur 1: Forenklet beskrivelse av gjødselprosessen.

3

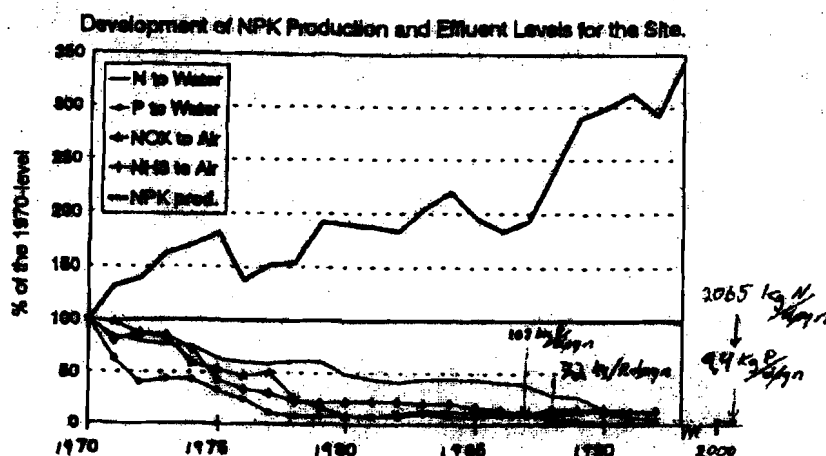
**Produksjon og utslipp - historisk og dagens nivå**

Siden midten av 1970-tallet er produksjonen av Fullgjødsel, NPK, i Porsgrunn mer enn doblet. På midten av 1970-tallet ble det produsert rundt 800 kt/år, mens det årene rundt 2000 har blitt produsert rundt 1800 kt/år. I perioden har blant annet Fullgjødsel 4 blitt bygd ut for økt produksjon. Utviklingen i produksjonsvolum er vist i Figur 2. I videre vurderinger er det brukt produksjonstall i størrelsesorden lik produksjonen de siste årene.



Figur 2: Produksjonsmengde av NPK i Porsgrunn fra 1950 til 2001. Figur er hentet fra Conradsen og Kongshaug, [3]. Verdier fra de siste årene er tegnet inn på figuren.

Siden midten av 1970-tallet er det gjort en rekke endringer med tanke på å senke utslipp. Blant annet har det blitt bygd nytt gjenvinningsanlegg for N og P. I Figur 3 er det vist hvordan utslipp av N, P,  $\text{NO}_x$  og  $\text{NH}_3$  har endret seg fra 1970. For spormetaller er P-utslipp det mest interessante, og det har nå stabilisert seg på verdier rundt 9-10 kg P/døgn. Dette tallet er brukt i videre vurderinger. Konsesjon gitt av SFT er forøvrig 25 kg P/døgn.



Figur 3: Utslipp til vann av N og P samt utslipp til luft av  $\text{NO}_x$  og  $\text{NH}_3$ . Utslippsnivå er relatert til verdier fra 1970. Figur er hentet fra Conradsen og Kongshaug, [3]. Verdier fra de siste årene er tegnet inn på figuren.

Av figurene 2 og 3 ser man at produksjonen har økt og utslippene gått ned. Dette skyldes som nevnt investeringer i økt kapasitet og gjenvinning, men også kontinuerlig forbedringsarbeid. Prinsippskisser av gjenvinningsanlegg kan finnes i litteratur av Conradsen og Kongshaug, [3].

Produksjonsprosessen og råstoffer som benyttes, er i all hovedsak det samme i dag som i på midten av 1970-tallet. Det betyr at kjemien/kjemiske reaksjoner i prosessen vil være den samme, og at kjemiske komponenter vil følge prosessen som tidligere.

#### 4

##### Råvarer

Råstoffene til gjødselproduksjonen er råfosfat, salpetersyre, ammoniakk, ammoniumnitrat og salter. Saltene vil i hovedsak være kaliumklorid, kaliumsulfat, dolomitt, kiseritt, ammoniumsulfat.

Salpetersyre, ammoniakk og ammoniumnitrat er meget rene og vil ikke bidra til sporelementer sett i forhold til øvrige råstoffer. Dette er gitt av Hansteen & Aase, [1] og vil fortsatt være gjeldende. Oversikt over sporelementer i øvrige råvarer som blir brukt i Agri Porsgrunn, er gitt i Vedlegg 1.

Råfosfat vil være den største bidragsyter til sporelementer i produksjonsprosessen og sluttprodukter. Grunnen til at det kan være endel sporelementer bundet i råfosfat (apatitt) er at den har en "åpen struktur" slik at det er muligheter for et stort antall substitusjoner av både kationer og anioner. En oversikt over endel mulige substitusjoner i apatitt er gitt i Vedlegg 2 og er hentet fra Larsen og Åsheim [4].

Salter vil for enkelte sporelementer bidra noe til det totale sporelementnivået i produksjonsprosessen, men dette vil primært være bidrag til tørrdel i produksjonsprosessen.

#### 5

##### Produkter

Fra arbeid av Hansteen & Aase [1] i 1976 fant man at sporelementene i hovedsak følger med til NPK ferdigvare, mens noe følger med til KS-smelte som vil havne i KS-produkt eller i kalk dersom det konverteres.

Hovedkonklusjonen til Hansteen og Aase var: *"Sporelementene går i fullgjødselprosessen stort sett over i ferdigvaren, en mindre men konstant del Cu, Cr, og Zn følger KS-smelten. Ved konverteringen felles sporelementene ut med kalken. Råfosfatene er den vesentligste kilde for sporelementer, de øvrige stoffene er enten forholdsvis rene, eller brukes i meget små mengder. Kolafosfat er det reneste råfosfat med hensyn på sporelementer, blant de øvrige er det variasjoner fra element til element."*

Arbeidet som ble gjort i 1976, vil fortsatt være gjeldende med tanke på hvordan sporelementene oppfører seg i prosessen. Endringene som er gjort i prosessen med økt kapasitet og gjenvinning, skal ikke innvirke på dette. Råvarene er prinsipielt like som i 1976, dvs. at sporelementenes plass i råvarer og deretter oppførelse i prosess vil være uforandret.

## 6

**Utslipp til vann**

Nedenfor er det gjort en teoretisk vurdering av utslipp av tungmetaller til vann fra Fullgjødselproduksjonen i Porsgrunn.

Vurderingen er basert på produksjonstall gitt av Solheim [5] fra 1999 og utslippstall for fosfor, P, i 2001 gitt av Aas [6]:

- Produksjon av Fullgjødsel (NPK) i 1999: 1,775 millioner tonn.
- Dette tilsvarer produksjon av  $82,9 \cdot 10^3$  tonn P med 4,67 % P i ferdigvare
- Utslipp til vann P:  $9,4 \text{ [kg/døgn]} \cdot 365 \text{ [døgn]} = 3431 \text{ kg/år} = 3,43 \text{ tonn/år}$

Normalkonsentrasjon på P som slippes ut til kloakk, er for Fgj 3 <0,1 ppm og for Fgj 4 ca. 0,3 ppm. Vannmengdene er henholdsvis 40.000 m<sup>3</sup>/døgn og 20.000 m<sup>3</sup>/døgn. Dette tilsvarer P-utslipp på  $4 + 6 = 10 \text{ kg/døgn}$ . Beregningene samsvarer godt med det offisielle utslippstall på 9,4 kg/døgn.

Av verdier gitt over ( $3,43/82.900$ ) følger at 0,004 % av produsert P går til utslipp til vann.

For å relatere dette utslippet av P til utslipp av tungmetaller er følgende antagelser gjort:

**Antagelser:**

1. Tungmetaller fra råfosfat følger P.

*Dokumentert at tungmetaller i hovedsak følger P. Hansteen og Aase [1]*

2. Tungmetaller fra andre råstoffer (dvs. salter) følger råstoffet helt ut til produkt.

*Salter tilsettes i mikser og går direkte til prilling. Tungmetaller følger derfor produkt eller salt som støv i prosessen. Det er en meget liten del som med spylevann følger med tilbake til våtdel. Dette vil igjen i liten grad havne som utslipp.*

3. Råstoffer fra våt del har tilsvarende utslipp til vann som fosforholdig råstoff; 0,004 %, mens råstoffer fra tørr del har størrelsesorden 1/10 av dette utslippet; 0,0004 %.

*Salter tilsettes i tørr del og bør ha lavere utslippspotensial enn P som er med i prosessen fra våt del der det meste utslippet stammer fra. Antagelsen er en konsekvens av 2.*

I Vedlegg 1, som er utdrag av Kongsvoll [7], ser man at tungmetallinnhold i råfosfat er høyere eller i samme størrelsesorden som salter. Basert på tungmetallinnhold i råvarene samt antakelsene ovenfor, er det i Vedlegg 1 estimert utslipp av tungmetaller til vann fra råvarene i gjødselproduksjonen.

Det største utslippet kommer fra kobber, Cu, med et utslipp i størrelsesorden på 1 kg/år. De andre metallene ligger i størrelsesorden 1-200 g/år. Kvikksølv, Hg, ligger i størrelsesorden 20 mg/år.

Til sammenligning er grenseverdier for drikkevann (Vedlegg 3) i størrelsesorden >1 ppm (mikrogram/l) for aktuelle tungmetaller bortsett fra Hg (0,5 ppm) og kobber (~mg/l).

Verdier for sjøvann er hentet fra [8] og er gitt i Vedlegg 4. Sjøvannverdiene er i størrelsesorden fra >10 ppb til ppm nivå.

7

## Utslipp til luft

Utslipp av støv til luft blir beregnet på bakgrunn av jevnlig målinger i fabrikk. Gjennomsnittlig årsutslipp fra Fullgjødseområdet var i år 2001 25,1 kg/h. Ved å splitte opp utslippet til de ulike målepunktene finner man at ca. 90 % relaterer seg til prilling og kjøling av ferdigvare. Av dette er utslipp ved prilling det dominerende utslipp. Oversikt over utslippspunkter med gjennomsnittlig støvutslipp er gitt i Vedlegg 5.

### Sammensetning på støv:

Målinger av støv fra prilletårn har vist at nitrogen oppkonsentreres i støv i forhold til NPK-sammensetning. Analyser viser at støvet hovedsakelig består av ammoniumnitrat og ammoniumklorid (hvis klorvare). Analyser på fosfor viser høye verdier fra meget små verdier og opptil 25 % av det som produseres i henhold til NPK-spesifikasjon [9]. Grunn til oppkonsentrering av nitrogen er at det er disse komponentene som går via dampfase. Dette kan sees som noe tåke i prilletårn. Komponenter inneholdende fosfor, kalium og andre metaller vil gå av som finpartikulært støv som har fulgt luftstrømmene i tårnet.

Av tungmetallene det blir fokusert på i denne rapporten, er det lite sannsynlig at Cd, Ni, Pb, Cr, Cu, Zn og As skal gå til støv via dampfase. Maksimal temperatur i prosessen er 180 °C, og de fleste elementene vil være i stabile forbindelser langt over denne temperaturen. Kvikksølv, Hg, har en større tendens til å gå av som flyktig forbindelse, men Hansteen et al. viste at også det meste av kvikksølv fulgte med til NPK-produkt selv om en god massebalanse ikke kunne etableres på grunn av at konsentrasjonene var i grenseland for påvisning.

Ved konservativ beregning (Vedlegg 5) kan vi si at støvet inneholder ca. 2,6 % P.

$$\begin{aligned} 25,1 \text{ kg støv/time} \times 0,026 &= 0,65 \text{ kg P /time} \\ &= 15,7 \text{ kg P/døgn} \\ &= 5716 \text{ kg P/år} \\ &= 5,7 \text{ tonn P/år} \end{aligned}$$

0,0069 % ~ 0,007% av produsert P går til utslipp til luft.  
Det samme tallet kan benyttes for salter.

Utslipp av tungmetaller blir tilsvarende mengder i forhold til konsentrasjon i råfosfat og salter (vist i Vedlegg 1).

Det største utslippet kommer fra kobber, Cu, med et utslipp i størrelsesorden på 1,5 kg/år. De andre metallene ligger i størrelsesorden 1-500 g/år. Kvikksølv, Hg, ligger i størrelsesorden 70 mg/år.

8

## Deponering

Det som ikke løser seg opp i prosessen ved tilsats av salpetersyre, tas ut som slam og deponeres på "Tippen". Dette uløste stammer fra urenheter i råfosfat og består hovedsakelig av sand/grus. For nærmere identifikasjon av disse uløste mineralene henvises det til notat av Larsen [10]. Mengden uløst vil variere med hvilke fosfattyper som blir prosessert i fabrikk. I år 2000 ble det deponert 3897 tonn [6] uløst materiale. I notat av Ellefsen [11] er det beskrevet tap av bl.a. fosfor til deponering. Totalfosfor i

slam vil være i området 5-139 tonn /år, mens vannløselig fosfor vil være i størrelsesorden 0,1-1,2 tonn/år. Tungmetallene vil i hovedsak foreligge som kalsium eller fosfor-substitutt i slam som del av uløste fosforforbindelser. Kvarts i slam vil i liten grad kunne inneholde tungmetallene. Det er ikke funnet analyser på tungmetaller i slam, men på tilsvarende måte som for utslipp til vann og luft er det fornuftig å relatere tungmetall-utslipp til utslipp av fosfor. 5-140 tonn/år tilsvarer 0,006 - 0,17 % av totalt produsert P.

Porsgrunn, 22.01.2002

*Anders Holst*

Anders Holst

9

### Referanser

- [1] Hansteen, C., Aase, A.K.: "Sporelementer i gjødselprodukter. Analyse av ferdigvare og råstoffer.", Forskningscenteret Porsgrunn, 3.9.1976.
- [2] Lægrend, M., Bøckman, O.C., Kaarstad, O.; "Agriculture, Fertilizers and the Environment" CABI Publishing in association with Norsk Hydro ASA, 1999.
- [3] Conradsen, A., Kongshaug, G.: "Nitrophosphate Technology and the Environment - an Overview of the potential Sources of Pollution" Presented at: International Workshop on nitric acid-based Fertilizers and the Environment, June 14-18 1993, Brussels, Belgium.
- [4] Larsen, A.O., Åsheim, A.: "Apatitt: Mineralogi og geologi" Dok.nr: 91C.AD2, Forskningscenteret Porsgrunn 1991.
- [5] Solheim, K.R., "Produksjon av 94 kT P ved Hydro Agri Porsgrunn", Porsgrunn 19.06.2000.
- [6] Aas, K. Muntlig informasjon februar 2002.
- [7] Kongsvoll, G., "Tungmetaller i råstoffer til Fgj." notat Hydro Agri Porsgrunn, 12.02.2002. \
- [8] CRC Handbook of Chemistry and Physics 77th edition, 1996
- [9] Amundsen, S., N-lab, Samtale og diskusjon februar 2002
- [10] Larsen, A.O.: "Identifikasjon av mineralene (med særlig henblikk på kvarts) i HNO<sub>3</sub>-uløselig rest fra diverse fosfater", Dok.nr.6062Q, 2.10.1985.
- [11] Ellefsen, T.M. "Analyser av syreuløst materiale fra Fullgjødselprosessen", Dok.nr.:94P\_FJ4.DOC, 7.3.1994

## Tungmetaller i hovedråstoffer og utslippsestimering

Tabellen nedenfor er hentet fra Kongsvoll, [7], og viser analyseverdier for hovedråstoffene i gjødselproduksjonen i Porsgrunn. I notatet [7] er det i tillegg til analyseverdier kommentert i hvilke råstoffer de ulike tungmetallene hovedsakelig kommer fra. Det er også kommentert problematikk rundt deteksjonsgrense for analyser. Varierende deteksjonsgrense på analyser fra leverandører gir en viss usikkerhet i hvor mye tungmetall som går gjennom fabrikk. Analyser nedenfor er gjort i Porsgrunn og kan være klart under grenser fra leverandører (grenser angis ofte som mindre enn (<) fra leverandør)

| TUNGMETALLER I HOVEDRÅSTOFFENE TIL FGJ.         |                            |                  |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
|-------------------------------------------------|----------------------------|------------------|------|-----|------|------|------|-------|----------------------------------------|------|------|----|------|-------|------|
| TALLENE ER FRA LEVERANSER 2001                  |                            |                  |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| Materiale                                       | Leverandør                 | Quantity tonn/år | Ni   | Ni  | Pb   | Pb   | Cu   | Cu    | As                                     | As   |      |    |      |       |      |
|                                                 |                            |                  | (1)  | (2) | (1)  | (2)  | (1)  | (2)   | (1)                                    | (2)  |      |    | (1)  | (2)   |      |
| Fosfat                                          | sum                        | 515278           | 0,04 | 21  | 1,2  | 618  | 1    | 515   | 0,001                                  | 0,5  | 0,03 | 15 | 42,1 | 21003 | 8,5  |
|                                                 | Kala, 365450 tonn/år       |                  | 0,04 |     | 1    | 1,3  |      |       | 0,001                                  |      | 0,02 |    | 82   | 11    | 2,5  |
|                                                 | Kvadr, 149828 tonn/år      |                  | 0,04 |     | 1,7  | 0,6  |      |       | 0,001                                  |      | 0,04 |    | 18   | 2,8   | 2,1  |
| Kalkumstoff (MOP)                               | sum                        | 238884           | 0,02 | 5   | 0,10 | 38   | 1    | 238   | 0,001                                  | 0,2  | 0,06 | 14 | 0,3  | 71    | 0,2  |
|                                                 | MOPFC, Kalsjeda            |                  | 0,02 | 0   | 0,16 | 1,4  |      |       | 0,001                                  |      | 0,06 |    | 0,3  | 0,06  | 0,02 |
|                                                 | MOPFC, Solbarnet           |                  | 0,02 |     | 0,08 | 0,5  |      |       | 0,001                                  |      | 0,02 |    | 0,2  | 0,2   | 0,02 |
| Kalkumsulfat (SOP)                              | sum                        | 167704           | 0,04 | 7   | 4,5  | 755  | 0,8  | 134   | 0,001                                  | 0,2  | 0,02 | 3  | 0,8  | 134   | 0,7  |
|                                                 | SOP/SOPA, Antwerpen        |                  | 0,04 | 0   | 1,2  | 0,9  |      |       | 0,001                                  |      | 0,04 |    | 0,8  | 0,9   | 0,05 |
|                                                 | SOP/Kentra, Helsingborg    |                  | 0,02 |     | 8,8  | 1,4  |      |       | 0,001                                  |      | 0,02 |    | 0,2  | 0,7   | 0,02 |
|                                                 | SOP/Kali und Salz, Hamburg |                  | 0,02 |     | 0,2  | 0,2  |      |       | 0,001                                  |      | 0,01 |    | 0,4  | 0,3   | 0,05 |
| Ammoniumsulfat                                  | sum                        | 82936            | 0,06 | 5   | 0,4  | 33   | 1,5  | 124   | 0,001                                  | 0,1  | 0,01 | 1  | 0,3  | 25    | 21   |
|                                                 | BASF, Antwerpen            |                  | 0,02 | 0   | 0,22 | 1,5  |      |       | 0,001                                  |      | 0,01 |    | 0,3  | 21    | 0,02 |
|                                                 | Agrofert, Kalsjeda         |                  | 0,06 |     | 0,4  | 0,2  |      |       | 0,001                                  |      | 0,01 |    | 0,2  | 0,2   | 0,53 |
| Dolomite                                        | Fransisco, Ballangen       | 71882            | 0,06 | 4   | 0,9  | 64   | 0,9  | 64    | 0,001                                  | 0,0  | 0,04 | 3  | 0,6  | 43    | 6    |
| Kieserite                                       | Kali und Salz              | 25271            | 0,02 | 1   | 0,2  | 5    | 0,04 | 1     | 0,001                                  | 0,0  | 0,01 | 0  | 0,1  | 3     | 0,3  |
|                                                 | sum, kg/år                 | 1887812          |      | 42  |      | 1513 |      | 1074  |                                        | 1    |      | 37 |      | 21868 |      |
| Gjennomsnittlig konsentrasjon i de 6 råstoffene |                            | 0,538            |      | 1,4 |      | 1,0  |      | 0,001 |                                        | 0,03 |      | 20 |      | 6     | 1    |
| Prøve somer antallprøve                         | Stasjons navn              | Lesedato         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| Kvadratesfat                                    | 125254 A. Nysvold          | 10.11.01         |      |     |      |      |      |       | (1) - målt konsentrasjon, ppm          |      |      |    |      |       |      |
| Kalsjefat                                       | 125254 A. Nysvold          | 10.11.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| KCI, ICP, Kalsjeda                              | 125257 Ines                | 31.10.01         |      |     |      |      |      |       | (2) - beregnet mengde tungmetall kg/år |      |      |    |      |       |      |
| KCI, ICP, Solbarnet                             | 125266 Kalsjeda            | 09.10.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| K2SO4, SOPA, Ar                                 | 125474 Olver               | 11.11.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| K2SO4, Kentra, H                                | 125438 Tiden               | 09.10.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| K2SO4, Kali und S                               | 125438 Tiden               | 09.10.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| Kieserite, Kali und                             | 125663 Marie Sæ            | 13.11.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| Ammoniumsulfat, BASF                            | 125427 Ines Sæ             | 10.11.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| Ammoniumsulfat, Agro                            | 125618 Somervold           | 03.07.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |
| Dolomite, Fransisco                             | 125553 Skjones             | 08.10.01         |      |     |      |      |      |       |                                        |      |      |    |      |       |      |

**Estimering av utslipp av tungmetaller til vann fra råvarer:**

Generelt for alle tungmetaller pr. år:

$0,004 \% \text{ mengde i råfosfat} + 1/10 * 0,004 \% * \text{mengde i hver av de andre råvarene}$

$\text{Cd: } 0,004 \% * 21 \text{ kg} + 1/10 * 0,004 \% * (5+7+5+4+1)\text{kg} = 0,93 \text{ g} \sim 1 \text{ g}$

tilsvarende beregning for øvrige:

Ni: = 28,3 g ~30 g

Pb: = 23g ~20 g

Hg: = 22 mg ~20 mg

Cr: = 0,68 g ~ 1 g

Cu: = ~ 900 g ~1 kg

Zn: ~190 g

As: ~ 50 g

**Estimering av utslipp av tungmetaller til luft:**

Generelt for alle tungmetaller pr.år:

0,0069 % mengde i råfosfat og salter

Cd:  $0,007 \% * (21+5+7+5+4+1) \text{kg} = 3 \text{ g}$

Ni: ~110g

Pb: ~80g

Hg: ~70 mg

Cr: ~ 3 g

Cu: ~ 1,5 kg

Zn: ~500 g

As: ~ 100 g

## Kjemiske substitusjoner i apatitt

I tabell under er det gitt en oversikt over mulige substitusjoner i apatitt. Tabellen er hentet fra Larsen og Åsheim [4].

Tabell Oversikt over mulige substitusjoner i apatitt

| Hovedion                      | Substituerende ion                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ca                            | Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> ,<br>Sr <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> ,<br>Cd <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> ,<br>Sc <sup>3+</sup> , Y <sup>3+</sup> ,<br>U <sup>4+</sup>                                        |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,<br>AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , VO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , CO <sub>3</sub> · F <sup>3-</sup> , CO <sub>3</sub> · OH <sup>3-</sup> ,<br>SiO <sub>4</sub> <sup>4-</sup> |
| F                             | OH <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup>                                                                                                                                                                                                                                               |

## Bakgrunnsverdier til tungmetaller i naturen

Lægneid et al. beskriver i boken "Agriculture, Fertilizers and the Environment" typiske verdier for tungmetaller i jord og hele jordskorpen. Det er også beskrevet tungmetallinnhold i råfosfat. Tabell fra denne boken er gitt under.

Grunnstoffenes sammensetning i sjøvann og en annen referanse (CRC Handbook [8]) for sammensetning i jordskorpa er gitt på neste side.

Table 4.13. Range and average of trace elements in phosphate rock, in the earth's crust and in soils

| Element                 | Phosphate rock <sup>a</sup>             |                          |         | Earth's crust <sup>d</sup><br>(mg kg <sup>-1</sup> ),<br>Average | Soil <sup>b,e</sup> (mg kg <sup>-1</sup> ) |          |
|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|
|                         | Rock (mg kg <sup>-1</sup> ),<br>Average | P (mg kg <sup>-1</sup> ) |         |                                                                  | Average                                    | Range    |
|                         |                                         | Average                  | Range   |                                                                  |                                            |          |
| Arsenic                 | 13                                      | 90                       | 30-150  | 1.5                                                              | 9                                          | 1-400    |
| Cadmium                 | 16                                      | 120                      | 0.9-600 | 0.1                                                              | 0.4                                        | 0.06-10  |
| Chromium                | 84                                      | 770                      | 6-4600  | 100                                                              | 60                                         | 0.2-800  |
| Cobalt <sup>f</sup>     | 2.1                                     | 14                       | 5-42    | 20                                                               | 9                                          | 1-300    |
| Copper <sup>g</sup>     | 42                                      | 280                      | 104-756 | 50                                                               | 22                                         | 1-150    |
| Lead                    | 10                                      | 21                       | 7-180   | 14                                                               | 22                                         | 15-100   |
| Manganese <sup>h</sup>  | 91                                      | 600                      | 50-2500 | 950                                                              | 500                                        | 50-7000  |
| Mercury                 | 0.3                                     | 2.4                      | 0.2-12  | 0.05                                                             | 0.08                                       | 0.01-4.5 |
| Molybdenum <sup>i</sup> | 6.6                                     | 44                       | 20-70   | 1.5                                                              | 1.2                                        | 1-40     |
| Nickel <sup>j</sup>     | 32                                      | 220                      | 11-590  | 80                                                               | 23                                         | 0.8-440  |
| Selenium <sup>k</sup>   | 4.6                                     | 33                       | 15-213  | 0.05                                                             |                                            | 0.1-5000 |
| Thorium                 | 46                                      | 307                      | 28-1528 |                                                                  | 8                                          | 0.4-21   |
| Uranium                 | 88                                      | 630                      | 49-1100 | 2.4                                                              | 2.5                                        | 0.8-11   |
| Vanadium                | 111                                     | 807                      | 25-5660 | 160                                                              | 90                                         | 20-500   |
| Zinc <sup>l</sup>       | 308                                     | 2134                     | 35-6040 | 75                                                               | 70                                         | 10-300   |

<sup>a</sup> Van Kauwenbergh (1997).

<sup>b</sup> Kongshaug et al. (1992).

<sup>c</sup> Alloway (1995b).

<sup>d</sup> These elements are essential or beneficial.

## Grunnstoffenes konsentrasjon i sjøvann og i jordskorpa

## ABUNDANCE OF ELEMENTS IN THE EARTH'S CRUST AND IN THE SEA

This table gives the estimated abundance of the elements in the continental crust (in mg/kg, equivalent to parts per million by mass) and in seawater near the surface (in mg/L). Values represent the median of reported measurements. The concentrations of the less abundant elements may vary with position by several orders of magnitude.

## REFERENCES

1. Carmichael, R. S., Ed., *CRC Practical Handbook of Physical Properties of Rocks and Minerals*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1989.
2. Bodek, L., et al., *Environmental Inorganic Chemistry*, Pergamon Press, New York, 1988.
3. Ramey, A. B., and Yaroshovsky, A. A., "Earth's Crust Geochemistry", in *Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences*, Fairbridge, R. W., Ed., Van Nostrand, New York, 1969.

| Element | Abundance             |                      | Element | Abundance            |                       |
|---------|-----------------------|----------------------|---------|----------------------|-----------------------|
|         | Crust<br>mg/kg        | Sea<br>mg/L          |         | Crust<br>mg/kg       | Sea<br>mg/L           |
| Ac      | $5.5 \times 10^{-10}$ |                      | N       | $1.9 \times 10^1$    | $5 \times 10^{-1}$    |
| Ag      | $7.5 \times 10^{-2}$  | $4 \times 10^{-3}$   | Na      | $2.36 \times 10^4$   | $1.08 \times 10^4$    |
| Al      | $8.23 \times 10^4$    | $2 \times 10^{-3}$   | Nb      | $2.0 \times 10^1$    | $1 \times 10^{-4}$    |
| Ar      | 3.5                   | $4.5 \times 10^{-1}$ | Nd      | $4.15 \times 10^1$   | $2.3 \times 10^{-4}$  |
| As      | 1.8                   | $3.7 \times 10^{-3}$ | Ne      | $5 \times 10^{-3}$   | $1.2 \times 10^{-4}$  |
| Au      | $4 \times 10^{-3}$    | $4 \times 10^{-4}$   | Ni      | $8.4 \times 10^1$    | $3.6 \times 10^{-4}$  |
| B       | $1.0 \times 10^1$     | 4.44                 | O       | $4.61 \times 10^5$   | $8.57 \times 10^5$    |
| Ba      | $4.25 \times 10^3$    | $1.3 \times 10^{-2}$ | Os      | $1.5 \times 10^{-3}$ |                       |
| Be      | 2.8                   | $5.6 \times 10^{-4}$ | P       | $1.05 \times 10^3$   | $6 \times 10^{-3}$    |
| Bi      | $8.5 \times 10^{-3}$  | $2 \times 10^{-5}$   | Pa      | $1.4 \times 10^{-4}$ | $5 \times 10^{-11}$   |
| Br      | 2.4                   | $6.73 \times 10^1$   | Pb      | $1.4 \times 10^1$    | $3 \times 10^{-3}$    |
| C       | $2.00 \times 10^5$    | $2.8 \times 10^1$    | Pd      | $1.5 \times 10^{-2}$ |                       |
| Ca      | $4.15 \times 10^4$    | $4.12 \times 10^2$   | Po      | $2 \times 10^{-10}$  | $1.5 \times 10^{-14}$ |
| Cd      | $1.5 \times 10^{-1}$  | $1.1 \times 10^{-4}$ | Pr      | 9.2                  | $6.4 \times 10^{-7}$  |
| Ce      | $6.65 \times 10^1$    | $1.2 \times 10^{-4}$ | Pt      | $5 \times 10^{-3}$   |                       |
| Cl      | $1.45 \times 10^2$    | $1.94 \times 10^4$   | Ra      | $9 \times 10^{-7}$   | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| Co      | $2.5 \times 10^1$     | $2 \times 10^{-5}$   | Rb      | $9.0 \times 10^1$    | $1.2 \times 10^{-1}$  |
| Cr      | $1.02 \times 10^3$    | $3 \times 10^{-4}$   | Re      | $7 \times 10^{-4}$   | $4 \times 10^{-6}$    |
| Cs      | 3                     | $3 \times 10^{-4}$   | Rh      | $1 \times 10^{-3}$   |                       |
| Cu      | $6.0 \times 10^1$     | $2.5 \times 10^{-4}$ | Rn      | $4 \times 10^{-13}$  | $6 \times 10^{-16}$   |
| Dy      | 3.2                   | $9.1 \times 10^{-7}$ | Ru      | $1 \times 10^{-3}$   | $7 \times 10^{-7}$    |
| Er      | 3.5                   | $8.7 \times 10^{-7}$ | S       | $3.50 \times 10^3$   | $9.05 \times 10^2$    |
| Eu      | 2.0                   | $1.3 \times 10^{-7}$ | Sb      | $2 \times 10^{-1}$   | $2.4 \times 10^{-4}$  |
| F       | $5.85 \times 10^2$    | 1.3                  | Sc      | $2.2 \times 10^1$    | $6 \times 10^{-7}$    |
| Fe      | $5.63 \times 10^4$    | $2 \times 10^{-3}$   | Se      | $5 \times 10^{-2}$   | $2 \times 10^{-4}$    |
| Ga      | $1.9 \times 10^1$     | $3 \times 10^{-4}$   | Si      | $2.82 \times 10^3$   | 2.2                   |
| Gd      | 6.2                   | $7 \times 10^{-7}$   | Sn      | 7.85                 | $4.5 \times 10^{-7}$  |
| Ge      | 1.5                   | $5 \times 10^{-4}$   | Sr      | 2.3                  | $4 \times 10^{-4}$    |
| H       | $1.40 \times 10^3$    | $1.08 \times 10^3$   | Sr      | $3.70 \times 10^3$   | 7.9                   |
| He      | $8 \times 10^{-3}$    | $7 \times 10^{-4}$   | Ta      | 2.0                  | $2 \times 10^{-4}$    |
| Hf      | 3.0                   | $7 \times 10^{-4}$   | Tb      | 1.2                  | $1.4 \times 10^{-7}$  |
| Hg      | $8.5 \times 10^{-2}$  | $3 \times 10^{-4}$   | Tb      | $1 \times 10^{-3}$   |                       |
| Ho      | 1.3                   | $2.2 \times 10^{-7}$ | Ti      | 9.6                  | $1 \times 10^{-4}$    |
| I       | $4.5 \times 10^{-1}$  | $6 \times 10^{-2}$   | Ti      | $5.65 \times 10^3$   | $1 \times 10^{-3}$    |
| In      | $2.5 \times 10^{-1}$  | $2 \times 10^{-2}$   | Tl      | $8.5 \times 10^{-1}$ | $1.9 \times 10^{-3}$  |
| Ir      | $1 \times 10^{-3}$    |                      | Tm      | $5.2 \times 10^{-1}$ | $1.7 \times 10^{-7}$  |
| K       | $2.29 \times 10^4$    | $3.99 \times 10^2$   | U       | 2.7                  | $3.2 \times 10^{-3}$  |
| Kr      | $1 \times 10^{-4}$    | $2.1 \times 10^{-4}$ | V       | $1.20 \times 10^2$   | $2.5 \times 10^{-3}$  |
| La      | $3.9 \times 10^1$     | $3.4 \times 10^{-4}$ | W       | 1.25                 | $1 \times 10^{-4}$    |
| Li      | $2.0 \times 10^1$     | $1.8 \times 10^{-1}$ | Xe      | $3 \times 10^{-4}$   | $5 \times 10^{-5}$    |
| Lu      | $8 \times 10^{-1}$    | $1.5 \times 10^{-7}$ | Y       | $3.3 \times 10^1$    | $1.3 \times 10^{-3}$  |
| Mg      | $2.33 \times 10^4$    | $1.29 \times 10^3$   | Yb      | 3.2                  | $8.2 \times 10^{-7}$  |
| Mn      | $9.50 \times 10^2$    | $2 \times 10^{-4}$   | Zn      | $7.0 \times 10^1$    | $4.9 \times 10^{-3}$  |
| Mo      | 1.2                   | $1 \times 10^{-2}$   | Zr      | $1.65 \times 10^2$   | $3 \times 10^{-4}$    |

## Utdrag fra forskrift om drikkevann og vannforsyning

I dette vedlegget er det gitt utdrag fra forskrift om drikkevann og vannforsyning.

Utdraget er hentet fra internettadressen

<http://odin.dep.no/archive/sb/vedlegg/01/06/tabel024.doc>

Tungmetaller som er behandlet i notatet, er uthevet.

For enhetskonvertering:

1 mikrogram/l =  $1 \cdot 10^{-6}$  g/l =  $1 \cdot 10^{-6}$  g/kg = 1 ppm

1 milligram/l =  $1 \cdot 10^{-3}$  g/l =  $1 \cdot 10^{-3}$  g/kg = 1000 ppm

For en nærmere beskrivelse av hva som kan være normalverdier i norske vannforekomster, henvises det til følgende internettadresse:

<http://www.folkhelsen.no/dok/miljomed/b/miljo-b5-910.html>

## Vedlegg til forskrift om drikkevann og vannforsyning

Grenseverdiene i tabell 1, 2 og 3 gjelder på følgende steder:

1. For vann levert gjennom ledningsnett; På det sted vannet leveres til en mottaker, herunder annet vannforsyningssystem og internt fordelingsnett, samt på de tappepunkter som vanligvis brukes for drikkevann.
2. For vann i flaske eller annen emballasje med henblikk på frambud; På det sted vannet tappes i emballasjen.
3. For vann brukt i næringsmiddelvirksomheter; På det sted vannet brukes til næringsmiddelformål eller til drikkevann for øvrig.
4. For vann levert fra tank; På det sted vannet forlater tanken.

Når ikke annet er angitt, er grenseverdien parameterens høyeste tillatte verdi.

..

..

..

## Tabell 3. Kjemiske og fysiske parametre

Tabell 3.1 Parametre som måles

| Parameter | Enhet          | Grense-verdi | Tiltaks-type | Merknader                                                                                                                                                                  |
|-----------|----------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aluminium | Milligram/l Al | 0,2          | C            | Der aluminiumtilsetning benyttes i behandling av vannet skal største tillatte konsentrasjon være 0,1 milligram/l etter separasjonstrinnet, jfr. tabell 4, Prosessparametre |
| Ammonium  | Milligram/l N  | 0,50         | C            |                                                                                                                                                                            |
| Antimon   | Mikrogram/l Sb | 5,0          | B            |                                                                                                                                                                            |
| Arsen     | Mikrogram/l As | 10           | B            |                                                                                                                                                                            |

|                      |                                    |      |   |                                                                                                                                                                        |
|----------------------|------------------------------------|------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Benzen               | Mikrogram/l $C_6H_6$               | 1,0  | B |                                                                                                                                                                        |
| Bly                  | Mikrogram/l Pb                     | 10   | B | Prøven skal gi et representativt bilde av det vann som konsumeres.<br>Det kan gis dispensasjon til å benytte en grenseverdi på 20 mikrogram per liter inntil 1.1.2010. |
| Bor                  | Milligram/l B                      | 1,0  | B |                                                                                                                                                                        |
| Cyanid               | Mikrogram/l CN                     | 10   | B |                                                                                                                                                                        |
| Fluorid              | Milligram/l F                      | 1,5  | B |                                                                                                                                                                        |
| Jern                 | Milligram/l Fe                     | 0,2  | C | Der jernflokning benyttes i behandling av vannet skal største tillatte konsentrasjon være 0,1 milligram/l etter separasjonstrinnet, jfr. tabell 4, Prosessparametre    |
| Kadmium              | Mikrogram/l Cd                     | 5,0  | B | Prøven skal gi et representativt bilde av det vann som konsumeres.                                                                                                     |
| Konduktivitet        | Millisiemens/meter (mS/m) ved 20°C | 250  | C | Vannet skal ikke være korrosivt                                                                                                                                        |
| Kopper               | Milligram/l Cu                     | 0,1  | B | Ut fra behandlingsanlegget                                                                                                                                             |
|                      |                                    | 1,0  | B | Hos abonnent<br>Prøven skal gi et representativt bilde av det vann som konsumeres.                                                                                     |
| Krom                 | Mikrogram/l Cr                     | 50   | B | Prøven skal gi et representativt bilde av det vann som konsumeres.                                                                                                     |
| Kvikksølv            | Mikrogram/l Hg                     | 0,5  | B |                                                                                                                                                                        |
| Mangan               | Milligram/l Mn                     | 0,05 | C |                                                                                                                                                                        |
| Natrium              | Milligram/l Na                     | 200  | C |                                                                                                                                                                        |
| Klorid               | Milligram/l Cl                     | 200  | C | Vannet skal ikke være korrosivt                                                                                                                                        |
| Sulfat               | Milligram/l $SO_4$                 | 100  | C | Vannet skal ikke være korrosivt                                                                                                                                        |
| Selen                | Mikrogram/l Se                     | 10   | B |                                                                                                                                                                        |
| Nikkel               | Mikrogram/l Ni                     | 20   | B | Prøven skal gi et representativt bilde av det vann som konsumeres.                                                                                                     |
| Nitrat ( $NO_3$ -N)  | Milligram/l N                      | 10   | B |                                                                                                                                                                        |
| Nitritt ( $NO_2$ -N) | Milligram/l N                      | 0,05 | B |                                                                                                                                                                        |

## Støvverdier fra Fullgjødsselfabrikkene

Verdier er kommet fram etter kommunikasjon med Svein Amundsen på N-lab.  
Gjennomsnittlig årsutslipp av støv fra Fgj.området 2001: 25,1 kg/h

Dette tallet stammer fra en rekke utslippspunkter som er gitt følgende omtrentlige gjennomsnittsverdier [kg/h].

### Fgj.3

|     |      |              |
|-----|------|--------------|
| F15 | 0,1  |              |
| F17 | 2,6  | Kjøletrommel |
| F26 | 0,1  |              |
| F27 | 11,3 | Prilletårn   |
| F29 | 0,1  |              |
| F33 | 1,3  | Kjølebed     |
| F34 | 0,1  |              |

### Fgj.4

|     |     |                        |
|-----|-----|------------------------|
| F61 | 6,1 | Prilletårn             |
| F62 | 0,3 |                        |
| F63 | 0,1 |                        |
| F64 | 0,1 |                        |
| F65 | 1,6 | Syklonbatteri kjølebed |
| F66 | 0,1 |                        |
| F67 | 0,1 |                        |

### Fgj.2

|    |     |
|----|-----|
| F2 | 0,2 |
|----|-----|

### PKL

|     |     |
|-----|-----|
| F39 | 0,1 |
| F41 | 0,1 |
| F43 | 0,2 |
| F46 | 0,1 |

Hovedutslipp er prilletårn og kjøling.

Estimering av P i produkt:

|                                                                    |         |                                      |
|--------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------|
| Prilletårn:                                                        | 17,4 kg | 0-2,5 % P ~1,5 %                     |
| Ferdigvare fra kjøling                                             | 5,5 kg  | 4,75 % P (antar gj.snitt ferdigvare) |
| Rest (andre støvkilder)                                            | ~3 kg   | 4,75 % P (antar gj.snitt ferdigvare) |
| Grovestimat mengde P i totalt støv: 2,6 % (sannsynligvis for høyt) |         |                                      |