

**Tittel:** Visualisering av toluenkonsentrasjonen i trykkerilokaler

**Forfatter(e):** Per-Erik Clasen, Even Sollie, Erik Bye og Syvert Thorud

**Prosjektansvarlig:** Erik Bye

**Prosjektmedarbeidere:** Merete Gjørstad

**Utgiver (seksjon):** Yrkeshygienisk seksjon

**Dato:** 25.10.89      **Antall sider:** 87      **ISSN:** 0801-7794

**Serie:** HD 996/89 FOU

**Sammendrag:** Denne rapporten er et eksempel på en studentoppgave som er utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt, i samarbeid med Trykkeriet til A/S Hjemmet.

Det er utført målinger av toluenkonsentrasjoner i trykkerilokalene etter en fastlagt rute med et direktevisende instrument. Ved hjelp av grafisk programvare er måleresultatene fremstilt grafisk som 2- og 3-dimensjonale flater. En slik teknikk gir muligheter for en detaljert kartlegging av luftforurensinger i arbeidslokaler, og forurensningssituasjonen kan visualiseres langt bedre enn ved hjelp av data-tabeller alene.

Det må understrekes at de refererte måleverdier ikke representerer eksponeringsverdier, men gir et bilde av de generelle toluenkonsentrasjoner i arbeidslokalene.

**Stikkord:** Toluen  
Løsemidler  
Rutenett  
Visualisering  
Dyptrykking

**Key words:** Toluene  
Organic solvents  
Grid map  
Visualization  
Photogravure  
printing

**Tittel:** Visualisering av toluenkonsentrasjonen i trykkerilokaler

**Forfatter(e):** Per-Erik Clasen, Even Sollie, Erik Bye og Syvert Thorud

**Prosjektansvarlig:** Erik Bye

**Prosjektmedarbeidere:** Merete Gjørstad

**Utgiver (seksjon):** Yrkeshygienisk seksjon

**Dato:** 25.10.89      **Antall sider:** 87      **ISSN:** 0801-7794

**Serie:** HD 996/89 FOU

**Sammendrag:** Denne rapporten er et eksempel på en studentoppgave som er utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt, i samarbeid med Trykkeriet til A/S Hjemmet.

Det er utført målinger av toluenkonsentrasjoner i trykkerilokalene etter en fastlagt rute med et direktevisende instrument. Ved hjelp av grafisk programvare er måleresultatene fremstilt grafisk som 2- og 3-dimensjonale flater. En slik teknikk gir muligheter for en detaljert kartlegging av luftforurensinger i arbeidslokaler, og forurensningssituasjonen kan visualiseres langt bedre enn ved hjelp av data-tabeller alene.

Det må understrekes at de refererte måleverdier ikke representerer eksponeringsverdier, men gir et bilde av de generelle toluenkonsentrasjoner i arbeidslokalene.

**Stikkord:** Toluen  
Løsemidler  
Rutenett  
Visualisering  
Dyptrykking

**Key words:** Toluene  
Organic solvents  
Grid map  
Visualization  
Photogravure  
printing

## FORORD

Denne rapporten gir et eksempel på en studentoppgave som er utført ved Yrkeshygienisk seksjon, Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Ingeniørstudentene Per-Erik Clasen og Even Sollie, Oslo Ingeniørhøgskole har våren 1989 gjennomført en prosjektoppgave i arbeidsmiljømålinger i trykkeriet ved A/S Hjemmet. Hovedhensikten med oppgaven har vært å teste ut en metode for visualisering av løsemiddelkonsentrasjoner ved hjelp 2- og 3-dimensjonal grafikk, etter måling med et direktevisende instrument.

Målingene er gjennomført etter en nøyaktig fastlagt rute, som ved bruk av et direktevisende instrument gir muligheter for en detaljert kartlegging av arbeidsatmosfæren. Det må understrekes at de refererte måleverdier ikke representerer eksponeringsmålinger.

Ved å ta i bruk moderne måleutstyr, kombinert med grafisk programvare, kan forurensningssituasjonen i arbeidsmiljøet anskueliggjøres på en langt bedre måte enn ved endeløse tallkolonner. Derved vil den enkelte arbeidstaker være mer motivert til å engasjere seg i bedring av arbeidsmiljøet og bedriftene har muligheter til å detaljstudere arbeidsatmosfæren i hele virksomheten på en rasjonell måte.

Vi vil takke A/S Hjemmet for den interesse og positive holdning de har vist til prosjektet. Spesielt er vi glade for at studentene fikk låne A/S Hjemmet's direktevisende måleinstrument i sitt prosjektarbeid. Takket være den innsats og imøtekommenhet som verneleder Finn Kaldheim har utvist, har oppgaven latt seg gjennomføre innenfor de rammer Oslo Ingeniørhøgskole ved hovedlærer Ragnhild Augustsson hadde lagt opp til. Avdelingsingeniør Merete Gjølstad, Arbeidsmiljøinstituttet har vært til stor hjelp ved raskt og effektivt å sette studentene inn i de praktiske sider ved løsemiddelmålinger i arbeidsatmosfæren. Vi vil også rette en takk til arbeiderne i trykkeriet som på en sporty måte lot studentene og personalet fra Arbeidsmiljøinstituttet foreta målinger inn i mellom sine arbeidsoppgaver.

Oslo, 27. oktober 1989

Erik Bye

Syvert Thorud

**KARTLEGGING AV  
TOLUENFORDELINGEN I  
A/S HJEMMETS  
TRYKKERIER, MED  
DIREKTEVISENDE  
INSTRUMENT**

**Per-Erik Clasen & Even Sollie**

## FORORD

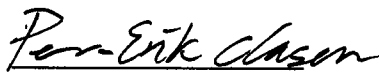
Oppgaven ble utført på A/S HJEMMETs trykkeri i perioden 1/1 - 31/4 1989, i samarbeid med AMY, (Statens Arbeidsmiljø institutt).

Oppgaven har vært en del av utdannelsen til kjemi-ingeniør, studieretning bioteknologi, ved Oslo Ingeniørhøgskole.

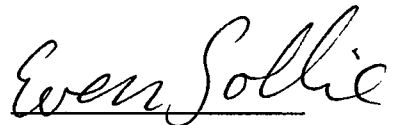
Vi takker våre veiledere på AMY : Forsker Erik Bye og Overingeniør Syvert Thorud, for den hjelp vi har fått under oppgaven.

Det rettes også en takk til Ingeniør Finn Kaldheim ved A/S HJEMMET, som velvillig har stilt opp på våre mange besøk ved bedriften, og til vår veileder ved OIH: Høgskolelektor Ragnhild Augustson.

OIH 1/6 1989



Per-Erik Clasen



Even Sollie

## INNHALDSFORTEGNELSE

<u>1. SAMMENDRAG</u>	side	1
<u>2. TEORI</u>	"	2
2.1. Generelt om løsemidler	"	2
2.1.1. Generelle skader som kan oppstå ved eksponering av organiske løsemidler	"	3
2.1.2. Historikk	"	4
2.1.3. Arbeidsmiljøloven - administrative normer	"	5
2.2. Toluen	"	7
2.2.1. Generelle egenskaper	"	7
2.2.2. Bruksområder - toluen	"	7
2.2.3. Produktinformasjon - toluen	"	8
2.3. Prøvetaking av løsemiddeldamp	"	9
2.3.1. Bruk av adsorpsjonsrør	"	9
2.3.2. Prøvetaking med gassflaske	"	9
2.3.3. Prøvetaking med passive dosimetre	"	10
2.3.4. Prøvetaking med indikatorrør	"	10
2.3.5. Prøvetaking med direktevisende instrument	"	10
2.3.6. Stasjonære og mobile prøver	"	11
2.4. Generelt om HNU Model PI-101 Photoionization Analyser	"	11
2.5. Teori om selve oppgaven	"	12
<u>3. EKSPERIMENTELL DEL</u>	"	13
3.1. Utstyr	"	13
3.2. Utførelse	"	13
<u>4. RESULTATER OG DISKUSJON</u>	"	14
4.1. Felles for alle målinger gjelder	"	14
4.2. Normaldrift i Rotasjon 4	"	15
4.2.1. Rotasjon 4, Normaldrift nr.1	"	15
4.2.2. Rotasjon 4, Normaldrift nr.2	"	16
4.2.3. Rotasjon 4, Normaldrift nr.3	"	16

4.2.4. Rotasjon 4, Normaldrift nr.4	side	17
4.2.5. Rotasjon 4, Normaldrift nr.5	"	17
4.3. Sylinderskift i Rotasjon 4	"	18
4.3.1. Rotasjon 4, Sylinderskift nr.1	"	18
4.3.2. Rotasjon 4, Sylinderskift nr.2	"	19
4.4. Normaldrift i Rotasjon 3	"	19
4.4.1. Rotasjon 3, Normaldrift nr.1	"	20
4.4.2. Rotasjon 3, Normaldrift nr.2	"	21
4.4.3. Rotasjon 3, Normaldrift nr.3	"	21
4.5. Sylinderskift i Rotasjon 3	"	22
4.5.1. Rotasjon 3, Sylinderskift nr.1	"	22
4.5.2. Rotasjon 3, Sylinderskift nr.2	"	23
4.5.3. Rotasjon 3, Sylinderskift nr.3	"	23
4.6. Normaldrift i Stjernekjeller-rotasjon 3	"	24
4.6.1. Stjernekjeller-rotasjon 3, nr.1	"	24
4.6.2. Stjernekjeller-rotasjon 3, nr.2	"	25
4.6.3. Stjernekjeller-rotasjon 3, nr.3	"	25
4.7. Tabeller og figurer	"	26
<b><u>5. KONKLUSJON</u></b>	"	74
5.1. Rotasjon 4, Normaldrift	"	74
5.2. Rotasjon 4, Sylinderskift	"	75
5.3. Rotasjon 3, Normaldrift	"	76
5.4. Rotasjon 3, Sylinderskift	"	76
5.5. Normaldrift i Stjernekjeller-rotasjon 3	"	77
<b><u>6. LITTERATURHENVISNINGER</u></b>	"	78
<b><u>7. BILAG</u></b>	"	79
7.1. Skjematisk oversikt over Rotasjon 4	"	79
7.2. Skjematisk oversikt over Rotasjon 3	"	80
7.3. Skjematisk oversikt over Stjernekjeller-rotasjon 3	"	81

## 1. SAMMENDRAG

Formålet med oppgaven har vært å teste en metode for kartlegging av løsemiddel-innhold i et lokale, og i denne forbindelse har A/S HJEMMETs trykkerier stilt sine lokaler til disposisjon. Metoden for å kartlegge løsemiddel-innholdet i et lokale er så vidt vi vet ikke blitt utført i Norge tidligere. Det er altså ikke snakk om eksponeringsmålinger, men kartlegging av toluen fordelingen i lokalene. Til utførelsen av målingene ble det benyttet et direkte visende instrument av typen :

- HNU Systems, Inc.

Model PI 101, Photoionization analyser.

For bearbeidningen av data ble det benyttet et program som gjorde tredimensjonal fremstilling av fordelingen av toluen mulig :

-SURFER Access System, Version 3.00

Golden Software Inc. 1987.

Av de målingene som er gjort trekkes den konklusjonen at i Stjernekjeller-rotasjon 3 bør utluftingsanlegget bli bedre. Spesielt gjelder dette i området rundt/over fargekassene. Det samme kan sies om Rotasjon 3 - normaldrift, der heller ikke utluftingsanlegget synes å fungere tilfredsstillende. Man må allikevel ta i betraktning at Rotasjon 3 ikke er arbeidssone. Videre observasjoner viser at det er en klar sammenheng mellom toluen-nivået i lokalene og lufttemperaturen. Høyere temperatur medfører større fordampning av toluen. Ellers viser resultatene at nivået av toluen i lokalene, spesielt Rotasjon 4, er fullt ut akseptable (stort sett under normen).

Resultatene fra målingene viser at det å benytte seg av en slik metode lar seg gjennomføre tilfredsstillende. De tredimensjonale fremstillingene gir gode "bilder" av toluen-fordelingen i lokalene, men alle detaljer i fordelingen kommer riktignok ikke klart frem. Dette fordi data programmet ikke kun tar hensyn til én verdi, men regner et gjennomsnitt utifra de omkringliggende verdier.



## 2. TEORI

### 2.1. Generelt om løsemidler.

Det skilles mellom organiske og uorganiske løsemidler. Organiske løsemidler består alltid av karbon og hydrogen, og mange også av oksygen. Disse løsemidlene er en samlebetegnelse på en lang rekke stoffer som har to viktige egenskaper felles :

- De løser opp andre stoffer, især slike som ikke er vannløselige.
- De fordamper raskt ved vanlig romtemperatur. Derfor brukes de mye i produkter hvor hurtig tørking er en fordel.

Noen av de mest vanlige rene løsemidler er : Toluen, xylen, white spirit, aceton, butanol, isopropanol, etanol, butylacetat, etylacetat, trikloretan, perkloretylen og styren.

Løsemidler brukes i mange sammenhenger. Industrien utnytter løsemidlenes egenskaper til blant annet avfetting og rengjøring. Løsemidlene brukes også til å fortynne maling og lakk, farge, gummi og lim, og i fremstillingen av slike (og andre) produkter. Innenfor byggindustrien, verksted- og trevareindustrien går det med store mengder løsemidler. Det samme gjelder i stor grad den kjemiske og grafiske industri.

Andre eksempler på industriell bruk av løsemidler er produksjon av plast og plastartikler, legemidler, og kjemisk rensing.

(6.1.).

### 2.1.1. Generelle skader som kan oppstå ved eksponering av organiske løsemidler:

Løsemidlene angriper hjernen og nervesystemet. Skader på nervesystemet gjelder både det sentrale nervesystemet og de perifere nervene. Det sentrale nervesystemet består av ryggmargen og hjernen. Det perifere nervesystemet omfatter nervene i andre deler av kroppen, f.eks, i armer og ben. Langtidseffektene kan ramme begge typer nervesystem.

Symptomer på løsemiddel-skade kan være trøtthet, hodepine, svimmelhet, mangel på appetitt, kvalme og oppkast. Disse symptomene avtar vanligvis etter at innåndingen av løsemidler er opphørt. Ved svært kraftig påvirkning kan man besvime og i verste fall dø. Etter lang tids påvirkning kan symptomene bli varige, konsentrasjonsevne og hukommelse svekkes.

Skader på hjernen kan derimot ikke leges eller gå tilbake. Man regner da med at løsemidlet har forårsaket ødeleggelser på nerveceller eller andre nerveelementer. Løsemidlene lagres i fettvev under huden og opptaket er spesielt stort i det sentrale nervesystemet fordi dette vevet er så fettrikt.

Høye luftkonsentrasjoner eller direkte kontakt med løsemidler kan gi lokal øyeirritasjon. Noen stoffer kan gi betydelige akutte effekter. Dampen kan også skade det ytterste lag av hornhinnen, og gi smerter og rennende øyne.

Løsemiddeldamp irriterer slimhinnene og kan føre til langvarig halskatarr eller bronkitt. Astmasymptomer og åndenød kan også forekomme.

Enkelte løsemidler som inneholder klor kan skade hjertet, ved at hjerterytmen forstyrres.

Noen løsemidler kan gi kreft og blodsykdommer.

Store doser av visse løsemidler kan gi alvorlige skader på leveren. Symptomene er vanskelig å iakttå. Kombinasjonseffekten mellom moderate mengder alkohol og løsemidler kan virke uheldig på leveren.

Langvarig eller kronisk nyrebetennelse kan forårsakes av enkelte løsemidler.

Løsemidler løser opp fett i huden og gjør den tørr, og dette kan forårsake at løsemidlene tas opp direkte gjennom huden. Hyppig kontakt kan medføre at huden blir irritert, rød og sprukken, som igjen kan føre til kontakteksem.

Langvarig løsemiddelpåvirkning kan svekke forplantningsevnen ved at de fremkaller forandringer i menns og kvinners kjønnsceller. Gravide kvinners blod går over i fosteret og kan gi fosterskader og aborter, ved løsemiddelpåvirkning. (6.2.).

### 2.1.2. Historikk

Debatten om løsemidler startet for alvor i begynnelsen av 1970-årene. Dette var over 100 år etter de første advarsler. Allerede midt i det forrige århundre ble man klar over at arbeiderne i den franske gummiindustri ble syke av løsemidler. Ved århundreskiftet konstaterte den tyske legen Rosenblatt at gummiarbeidere som daglig var i kontakt med xylen, ble syke og psykisk forandret.

I 1943 skrev den danske legen Poul Bonnevie at sprøytemalere løper en risiko ved å bruke nitrocellulose-oppløsningsmidler. Den gjentatte påvirkning av organer, spesielt hjernen, kan føre til hjerneskode.

Dette var tidlige advarsler, men det skulle drøye til 1970-årene før nye advarsler ble tatt alvorlig.

Skandinavia har gått foran når det gjelder denne problematikken, og en tendens er at holdningene i løpet av få år har forandret seg drastisk. Lidelsene har blitt mer anerkjent som yrkesbetingede, og erstatningssaker er vunnet. (6.3.).

### 2.1.3. Arbeidsmiljøloven - administrative normer

Følgende lover regulerer bruken av løsemidler :

- Arbeidsmiljøloven.
- Produktkontrollloven.
- Forurensningsloven.
- Lovene om brannfarlige og eksplosive varer.

I arbeidsmiljøloven (§ 11) står det bl.a.:

"I virksomhet hvor giftige og andre helsefarlige stoffer blir fremstilt, pakket, brukt eller oppbevart på en måte som kan innebære helserisiko skal arbeidsprosessene og arbeidet forøvrig være fullt forsvarlig slik at arbeidstakerne er sikret mot ulykker, helseskader eller særlig ubehag."

Videre krever arbeidsmiljøloven :

"Giftige og andre helsefarlige stoffer skal ikke brukes dersom de kan erstattes med stoffer som er mindre farlige for arbeidstakeren."

Ut ifra disse lovene fastsettes det administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfæren. Normene er satt for bruk ved vurdering av arbeidsmiljøstandarden på arbeidsplasser der luften er forurenset av kjemiske stoffer. Normene er satt ut fra tekniske, økonomiske og medisinske vurderinger. Dette innebærer at en arbeidstaker ikke er sikret at helsemessige skader og ulemper ikke kan oppstå. Normene er anbefalinger og ikke juridisk bindende, det blir de først når de forekommer i konkrete pålegg fra Arbeidstilsynet.

Normene for luftforurensning angir vanligvis den høyest akseptable gjennomsnittskonsentrasjonen over et 8-timers skift. Dette betyr at kortvarige overskridelser kan forekomme, men gjennomsnittskonsentrasjonen for øvrig ligger under normen for et 8-timers skift.

Konsentrasjonen av gasser og damper angis vanligvis i ppm (part per million).

$$\begin{aligned} 1 \text{ ppm} &= 1 \text{ cm}^3 \text{ gass eller damp pr } 1\,000\,000 \text{ cm}^3 \text{ luft} \\ &= 1 \text{ cm}^3 \text{ gass eller damp pr } \text{m}^3 \text{ luft} \end{aligned}$$

Konsentrasjonene kan også angis i mg gass eller damp pr.  $\text{m}^3$  luft.

$$\text{kons. i ppm} = (24.45/M) * \text{kons. i mg/m}^3 \text{ eller}$$

$$\text{kons. i mg/m}^3 = (M/24.45) * \text{kons. i ppm}$$

M : molekylvekta av stoffet.

I samsvar med kravene i arbeidsmiljøloven og produktkontroll-loven ble "Forskrifter om merking, omsetning m.v. av stoffer og produkter som kan medføre helsefare" utarbeidet.

Denne merkingen skal inneholde:

- Stoffets/produktets handelsnavn
- Symbol og fareklasse
- Opplysninger om farene og nødvendige forholdsregler
- Den kjemiske sammensetningen
- Navn og adresse til norsk produsent/importør

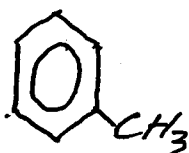
Spesielle merkebestemmelser gjelder for organiske løsemidler.

På slike produkter skal det være angitt med et tall,

(00-0-1-2-3-4-5) hvilken YL-gruppe de tilhører. Plasseringen i YL-gruppen foretas etter beregning av den luftmengde som er nødvendig for å fortynne dampene fra 1 liter av et produkt til en konsentrasjon lavere enn den administrative norm. Jo høyere YL-gruppe, desto større krav til ventilasjon. (6.4.).

## 2.2. TOLUEN

Toluen er et organisk løsemiddel med molekylformel  $C_7H_8$  og strukturformel :



### 2.2.1. Generelle egenskaper :

Toluen er en fargeløs, lettantennelig væske med ubehagelig, sur aromatisk lukt. Løseligheten i vann er ca 6.5 mmol/l ved 20°C. Stoffet er blandbart med de fleste etere, ketoner, alkoholer, estere, alifatiske- og aromatiske hydrokarboner. Toluen er dessuten et godt løsemiddel for en rekke produkter : tjære, farger, lakker og fettstoffer.

Kokepunkt ved 1 atm.	: 110.6°C
Smeltepunkt ved 1 atm.	: -95°C
Densitet ved 20°C	: 0.876 g/ml
Ekspljosjonsgrenser	: 1.17 - 7.10 vol% i luft
Flammepunkt	: 4.4°C (lukket beholder)

### 2.2.2. Bruksområder - Toluen :

- Maling/lakkproduksjon
  - Trykkfargeproduksjon
  - Limproduksjon
  - Lakkering/maling
  - Grafisk industri
    - Silketrykk, Flexotrykk, Dyptrykk
  - Kjemiske renserier
  - Avfetting og industriell rengjøring
  - Laboratorier
- (6.5.).

### 2.2.3. Produktinformasjon - Toluen

I følge "Administrative normer for forurensing i arbeidsatmosfære", 1984, er normen for Toluen oppgitt til 75 ppm. Denne verdien er nå endret til 40 ppm.

I følge "Forskrifter om merking, omsetning m.v. av kjemiske stoffer og produkter som kan medføre helsefare" skal Toluen merkes med YL-gruppe 5. Dette innebærer at følgende advarselssetninger skal være på merkeetiketten :

Farlig ved innånding. Hvis effektiv ventilasjon ikke er mulig, må det brukes egnet åndedrettsvern. Bruk trykklufts- eller friskluftsmaske i trange rom. Bruk egnet åndedrettsvern ved sprøyting.

### 2.2.4. Genrelle skader som kan oppstå ved eksponering av Toluen :

Toluen tas opp i kroppen ved innånding av damper. Opptak kan også skje ved svelging.

Symptomer er hodepine, svimmelhet, trøtthet, kvalme, rus, evt. bevisstløshet og død.

Innånding kan også gi lever- og nyreskader. Teknisk toluen kan inneholde noe benzen som kan medføre beinmargskade.

Langvarig og gjentatt eksponering for toluen kan gi psykiske forandringer på grunn av hjerneskade.

Ved gjentatt langvarig kontakt:

Uttørring av huden med sprekkdannelser og fare for eksem.

Toluen kan også virke irriterende på øynene. (6.6.).

### 2.3. Prøvetaking av løsemiddeldamp :

Prøvetaking av løsemiddeldamp vil i hovedsak bestå av oppsamling av damp etterfulgt av nødvendig analyse av type og mengde damp.

Ved de mest benyttede prøvetakingsmetoder, bruk av adsorpsjonsrør, dosimeter og gassvaskeflaske, foregår disse to prosessene adskilt, idet analysen må utføres i et laboratorium.

Ved de to andre aktuelle prøvetakingsmetodene, bruk av indikatorrør og direktevisende måleinstrumenter, er begge prosessene samlet og analysen utført direkte i røret eller instrumentet.

#### 2.3.1. Bruk av adsorpsjonsrør:

Ved denne metoden oppsamles stoffet i adsorpsjonsrør på arbeidsplassen etterfulgt av utvasking og analyse av stoffet ved et laboratorium.

Adsorpsjonsrøret består i hovedsak av et forseglet glassrør med et egnet (oppsamlings) - medium. Det vanligste adsorpsjonsmediet er aktivt kull.

Prøveluften blir sugd igjennom adsorpsjonsrøret ved hjelp av en pumpe. Pumpen må kalibreres slik at leveringskapasiteten kan bestemmes nøyaktig. Dessuten bør pumpen ha mest mulig konstant levering gjennom hele måleperioden.

#### 2.3.2. Prøvetaking med gassflaske:

Metoden består i å boble en kjent mengde av løsemiddeldampen gjennom en væskefase i en gassvaskeflaske.

Væsketypen vil avhenge av hvilken damp som skal samles. Væsken vil enten reagere med eller absorbere den aktuelle damp. Analyse skjer f.eks. ved gasskromatografi av væskefasen.



### 2.3.3. Prøvetaking med passive dosimetre:

Prøvetakingen skjer ved at dampen diffunderer gjennom et bestemt luftvolum og adsorberes på et oppsamlingsmedium. Ved prøvetaking av løsemidler består oppsamlingsmediet av aktivt kull. Passive dosimetre benyttes først og fremst ved personbåren prøvetaking. Analyse av damper som er oppsamlet på et passivt dosimeter kan f.eks. skje ved hjelp av gasskromatografi.

### 2.3.4. Prøvetaking med indikatorrør:

Ved måling med indikatorrør brukes et direktevisende målesystem hvor dampen ved hjelp av en håndpumpe trekkes gjennom en ampulle med et reagensbelagt materiale. Kontakten mellom dampen i prøveluften og reagensen gir et fargeomslag. Vanligvis kan lengden av den fargede delen i analyse-sjiktet, i røret, brukes som mengdemål for gasskonsentrasjonen.

Indikatorrør er som regel mindre spesifikke for løsemidler enn for andre gasser. Dette kan skape problemer hvis lokalet inneholder flere forskjellige typer løsemidler.

### 2.3.5. Prøvetaking med direktevisende instrument:

I de direktevisende måleinstrumentene er prøvetakings- og analysefunksjonen sammenbygget og instrumentet viser den aktuelle konsentrasjonen direkte via viserutslag eller gir alarmsignal når en viss verdi er over- eller underskredet.

Påvisningsmetoder som brukes i slike instrumenter er i hovedsak basert på fotometri, ionisasjon, termisk effekt, halvledereffekt og elektrokjemisk effekt.

### 2.3.6. Stasjonære og mobile prøver:

Med stasjonære prøvetakingsmetoder menes det at måleinstrumentet står på ett sted under hele prøvetakingsperioden.

Disse måleinstrumentene kan plasseres på ulike steder i lokalet for å finne ut hvor det er høy konsentrasjon av løsemiddeldamp.

Med mobile prøvetakingsmetoder menes det at måleinstrumentet flyttes på i løpet av prøvetakingsperioden. Instrumentet kan f.eks. plasseres på en arbeidstaker, og vil gi et svar på hvor mye løsemiddeldamp arbeidstakeren har blitt eksponert for i løpet av prøvetakingsperioden. (6.7.).

### 2.4. Generelt om HNU Model PI-101 Photoionization Analyser

Modellen består av to hoveddeler : En pumpe med UV-lampe og ioniseringskammer, og selve analyseinstrumentet med tilhørende elektronikk.

Analysen av prøvegassen bygger på fotoionisasjons prinsippet. Et molekyl som absorberer UV-lys (fotoner) fører til ionisasjon av molekylet :



hvor RH = prøvegassen

hf = et foton med energi  $\geq$  ionisasjonspotensialet til RH  
I pumpen er det plassert en UV-lampe som sender ut fotoner med høy nok energi til å ionisere prøvegassen. Men energien er ikke høy nok til å ionisere hovedkomponentene i luften, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> eller H<sub>2</sub>O. Disse komponentene vil derfor ikke interferere med analysen av prøvegassen.

Et kammer i nærheten av UV-lampen inneholder to elektroder. Når et positivt potensial blir påtrykket den ene elektroden, vil feltet som oppstår drive ionene, dannet av UV-lyset, mot oppsamlingselektroden. Strømmen, som er proporsjonal med konsentrasjonen av prøvegassen, blir så målt. Signalene blir behandlet elektronisk i analyseinstrumentet slik at resultatet kan avleses som ppm prøvegass på meteret.

Instrumentet kan benyttes når konsentrasjonene varierer mellom 0.1 og 2000 ppm. Avviket for avleste verdier er ca.  $\pm 10\%$ . I dette tilfellet hvor toluen skal detekteres er det blitt benyttet en UV-lampe på 10.2 eV ( toluen har et ionisasjons-potensiale på 8.82 eV ). (6.8.).

#### 2.5. Teori om selve oppgaven:

Oppgaven går ut på å kartlegge fordelingen av toluen i A/S HJEMMETs lokaler. Vi har tatt for oss 3 forskjellige lokaler : To lokaler hvor selve trykkeprosessen skjer, (Rotasjon 3 og Rotasjon 4), og ett lokale hvor fargekassene til Rotasjon 3 er plassert (Stjernekjeller-rotasjon 3).

Innholdet av toluen i lokalene måles med et direktevisende instrument, hvor viser-utslaget leses av som ppm toluen. Lokalene ble inndelt i et rutenett og målingene ble foretatt punktvis i henhold til det oppsatte rutenettet. Resultatene ble så bearbeidet ved hjelp av et dataprogram : SURFER. Programmet gjorde det mulig å fremstille et tredimensjonalt "bilde" av toluen-fordelingen som funksjon av rommets lengde og bredde.

### 3. EKSPERIMENTELL DEL

#### 3.1. Utstyr

- Direktevisende måleinstrument :  
HNU Systems, Inc.  
Model PI 101, Photoionization Analyzer.
  
- Dataprogram for 3-D fremstilling :  
SURFER Access System, Version 3.00  
Golden Software Inc. 1987.

#### 3.2. Utførelse

Det ble foretatt målinger i tre lokaler : Dypptrykkshall nr 2, som består av to adskilte dypptrykkerier, Rotasjon 3 og Rotasjon 4, samt Stjernekjeller for Rotasjon 3. Fra Stjernekjelleren føres papiret opp i Rotasjon 3. Her er også fargekassene, med de toluen-baserte fargene, plassert.

Lokalene ble inndelt i en form for rutenett, (se tabeller), for dermed å kunne kartlegge fordelingen av toluen der.

Det ble foretatt punktvis målinger som fulgte det opptegnede rutenettet. Resultatene fra målingene ble så bearbeidet ved hjelp av dataprogrammet SURFER, for å kunne fremstille toluenfordelingen i lokalene i et 3-dimensjonalt "bilde", (se figurer). Det ble også fremstilt kotekart over fordelingen ved hjelp av programmet, (se figurer).

#### 4. RESULTATER OG DISKUSJON

Det henvises til Bilag 7.1, 7.2 og 7.3 for skjematiske oversikter over lokalene.

I dette kapitlet vil hver enkelt av målingene bli kommentert.

De ulike situasjonene vil bli kommentert i følgende rekkefølge :

4.2. NORMALDRIFT I ROTASJON 4, (1 - 5)

4.3. SYLINDERSKIFT I ROTASJON 4, (1 - 2)

4.4. NORMALDRIFT I ROTASJON 3, (1 - 3)

4.5. SYLINDERSKIFT I ROTASJON 3, (1 - 3)

4.6. NORMALDRIFT I STJERNEKJELLER-ROTASJON 3, (1 - 3)

Etter hvert av punktene, 1 - 5, følger kommentaren til denne situasjonen.

##### 4.1. FELLES FOR ALLE MÅLINGENE GJELDER :

- De oppnådde verdiene kan ikke betraktes som nøyaktige måleverdier av ppm toluen. De er gjennomsnittsverdier tatt i løpet av en 10-sekunders periode.
- Med X i tabellene menes at punktet ikke er tilgjengelig for måling. Det kan f.eks være fysiske hindringer i lokalene som gjør punktet utilgjengelig for måling.
- I tabellene og den 3-dimensjonale fremstillingen er :
  - \* Lengden av rommet = x-aksen
  - \* Bredden av rommet = y-aksen
  - \* Måleresultatet i ppm = z-aksen
- På kotekartet er :
  - \* Lengden av rommet = x-aksen
  - \* Bredden av rommet = y-aksen

- I de påfølgende avsnitt hvor de forskjellige situasjoner blir diskutert/kommentert betyr f.eks :

(3,6) at  $x = 3$  og  $y = 6$ , disse verdiene avleses i de forskjellige tabellene.

#### 4.2. NORMALDRIFT I ROTASJON 4

##### 4.2.1. Rotasjon 4, Normaldrift nr.1

Figur 4.7.1.a og 4.7.1.b. og Tabell 4.7.1.

Denne målingen ble foretatt under det som kan kalles normale forhold. Det vil si at det ikke var noe papirbrudd eller at noe annet uforutsett skjedde. (Papirbrudd anses allikevel å være normalt, men vil senere bli kommentert spesielt).

Figur 4.7.1.a. og 4.7.1.b. viser at det ble målt verdier over normen for toluen, 40 ppm, i et avlukket rom (1,4 og 2,4) : 80 - 110 ppm. Dette skyldes at rommet er en del av selve rotasjonspressene som også er innelukket. Det skal allikevel nevnes at dette området ikke er arbeidssone.

Resten av lokalet betegnes som arbeidssone. Her ble det også notert en verdi over normen (10,1) : ca 50 ppm. Dette skyldes nok hovedsaklig at det her var plassert en avfallsbøtte. Innholdet besto for det meste av filler brukt under rengjøringen av sylindrerne med toluen. I resten av lokalet lå verdiene under og opp imot normen : 4 - 40 ppm.

Utluftningen av lokalet kan synes tilfredsstillende.

#### 4.2.2. Rotasjon 4, Normaldrift nr.2

Figur 4.7.2.a og 4.7.2.b og Tabell 4.7.2.

Figur 4.7.2.a. og 4.7.2.b. gir omtrent det samme bildet av en normalkjøring som figur 4.7.1.a. og 4.7.1.b . Riktignok oppstod det under denne situasjonen et papirbrudd som gjør at verdiene ligger noe høyere enn i forrige måling. Spesielt ble det målt høye verdier i det avlukkede rommet, (1,4 og 2,4), : 200 - 250 ppm.

Dessuten ble det målt en relativt høy verdi, (75 ppm), utenfor en av de nedtrekkbare dørene som skiller sylindrene fra arbeidslokalet, (6,4). Årsaken er antagelig at denne døren stod åpen. Og som også forrige måling viste ble det målt en verdi tett opptil normen i punktet (10,1) : 42 ppm, der hvor avfallsbøtta er plassert.

Generelt ble det notert høyere verdier i hele lokalet i forhold til Normaldrift nr.1. Spesielt gjelder dette området rundt skilledørene mellom Rotasjon 3 og Rotasjon 4, (Jfr. Tabell 4.7.2.). Antageligvis kan dette skyldes at Rotasjon 3 gikk som normalt, og at dette innvirker på arbeidsmiljøet i Rotasjon 4.

#### 4.2.3. Rotasjon 4, Normaldrift nr.3

Figur 4.7.3.a og 4.7.3.b og Tabell 4.7.3.

Figur 4.7.3.a. og 4.7.3.b. viser en noe forskjellig situasjon i forhold til de to foregående. Også her har det skjedd et papirbrudd under målingen. Det som skiller denne målingen fra Normaldrift nr.2 er at alle de nedtrekkbare dørene sto åpne. Dette medførte at det ble notert lave verdier inne i det avlukkede rommet, mens det utenfor sylindrene ble målt litt høyere verdier, (enkelte over normen), enn det som ble målt i Normaldrift nr.2 i samme område. (Jfr Tabell 4.7.3. ).

I likhet med de to foregående målingene ble det også nå notert en konsentrasjonsøkning i området rundt avfallsbøtta (10,1). Generelt i resten av lokalet ligger verdiene under normen.

#### 4.2.4. Rotasjon 4, Normaldrift nr.4

Figur 4.7.4.a. og 4.7.4.b. og Tabell 4.7.4.

I tidsrommet mellom målingene Normaldrift nr.3 og Normaldrift nr.4 var det oppdaget en feil i utluftingsanlegget. Feilen besto i at et spjeld/ventil sto i posisjon "Åpen", mens det i virkeligheten var lukket. Dette har medført at utluftingsanlegget ikke har fungert 100 % tilfredsstillende. Før måling Normaldrift nr.4 var feilen blitt rettet opp. Målingen forløp uten papirbrudd.

Figur 4.7.4.a. og 4.7.4.b. viser at nivået i hele lokalet var blitt lavere, (6 - 19 ppm). Når det gjelder det avlukkede rommet ligger verdiene fortsatt godt over normen (110 - 120 ppm).

#### 4.2.5. Rotasjon 4, Normaldrift nr.5

Figur 4.7.5.a. og 4.7.5.b. og Tabell 4.7.5.

Måling nr.5, Normaldrift nr.5, var ment å være en bekreftelse på at Måling nr.4 var representativ for lokalet. Antagelsen ble derimot ikke bekreftet, da disse måleresultatene var mer like de for Normaldrift nr.1 .

Verdiene for Normaldrift nr.5 sammenlignet med verdiene for Normaldrift nr.4 ligger noe høyere, men allikevel under normen, (9 - 37 ppm). Med hensyn til det avlukkede rommet, lå også nå verdiene godt over normen, (175 - 200 ppm).

Det skal nevnes at romtemperaturen virket høy, noe som kan være en medvirkende årsak til de noe høye verdiene i forhold til Normaldrift nr.4 .



#### 4.3. SYLINDERSKIFT I ROTASJON 4

Under denne operasjonen blir anlegget slått av, og de nedtrekkbare dørene blir åpnet. Deretter vaskes de sylindere som skal byttes ut, med toluen. Dette foregår der hvor de var plassert under selve trykkeprosessen. Disse blir så erstattet med nye sylindere. Målepunktene er rett på utsiden av de nedtrekkbare dørene. Det vil si at målingene ikke har blitt tatt over selve vaskeoperasjonen. Dette fordi området mellom sylindere under normaldrift var utilgjengelig.

Under de to påfølgende målinger blir 8 sylindere skiftet ut, (8 ut - 8 inn).

##### 4.3.1. Rotasjon 4, Sylinderskift nr.1

Figur 4.7.6.a. og 4.7.6.b. og Tabell 4.7.6.

Figur 4.7.6.a. og 4.7.6.b. viser generelt meget lave verdier i hele lokalet, (3 - 20 ppm). Derimot ble det utenfor en av dørene målt en verdi på 60 ppm, (11,4). I nærheten av punktet er det plassert en tappekran for toluen. Denne blir benyttet til å fylle opp kanner med toluen, for vask av sylindere. Kranen kan være årsaken til dette resultatet.

Det kan virke som om utluftningen av lokalet fungerte tilfredsstillende. Dørene mellom Rotasjon 3 og Rotasjon 4 var også åpne fordi Rotasjon 3 sto stille.

Under vaskeprosessen ble det observert at alle som vasket sylindere, brukte verneutstyr.

#### 4.3.2. Rotasjon 4, Sylinderskift nr.2

Figur 4.7.7.a. og 4.7.7.b. og Tabell 4.7.7.

Resultatet av denne målingen stemmer godt overens med den foregående. Det er generelt lavt i hele lokalet, (2 - 20 ppm), men i målepunktet (11,4) ble det nok en gang observert en noe høyere verdi : 80 ppm. En kan derfor anta at denne kranens plassering har en viss innvirkning på arbeidsatmosfæren i nærheten av punktet.

Utluftningen synes også her å fungere tilfredsstillende.

Rotasjon 3 gikk som normalt og dørene mellom de to lokalene var derfor lukket.

De som vasket sylindrerne benyttet seg av verneutstyr.

#### 4.4. NORMALDRIFT I ROTASJON 3

Hele dette lokalet betegnes som ikke-arbeidssone. Det vil si at det under Normaldrift ikke oppholder seg folk der. Dersom det oppstår papirbrudd, må det oppholde seg folk her allikevel. Sylindrerne i dette lokalet er ikke innelukket, det vil si at det ikke er noen dører som skiller sylindrerne fra resten av lokalet. Dette gjorde det mulig å legge målepunkter mellom sylindrerne, (8,3) til (16,3), (Jfr. Tabell 4.7.8.). Det var også mulig å måle på baksiden av trykkverket, (mellom sylindrerne og veggen), (8,4) til (16,4), (Jfr. Tabell 4.7.8.). Her var avstanden mellom sylindrerne og veggen ca. 1,5 meter.

#### 4.4.1. Rotasjon 3, Normaldrift nr.1

Figur 4.7.8.a. og 4.7.8.b. og Tabell 4.7.8.

Det ble målt ganske høye verdier mellom sylindrerne (60 - 175 ppm). Dette var som forventet, da det er flere toluen-kilder i nærheten av disse sylindrerne som bidrar : Fargekasser som inneholder toluen-baserte farger, og toluen som fordamper fra det trykte papiret.

På baksiden av trykkverket ble det også målt verdier som ligger over normen, (24 - 142 ppm). Disse målepunktene ligger nær sylindrerne og veggen. Det kan virke som om det er bidrag fra sylindrerne samtidig med at luftsirkulasjonen mellom sylindrerne og veggen kan late til å være dårlig.

Mens det ble målt mellom sylindrerne og veggen oppstod det et papirbrudd. Dette i samvirke med den noe ujevne luftsirkulasjonen kan være en årsak til den store spredningen i oppnådde verdier i dette området.

Døren som skiller Rotasjon 3 fra Rotasjon 4 var åpen. Dette kan være en medvirkende årsak til at resultatet av målingene i dette området lå noe over normen, (52 - 64 ppm).

Generelt i resten av lokalet er nivået under normen.

#### 4.4.2. Rotasjon 3, Normaldrift nr.2

Figur 4.7.9.a. og 4.7.9.b. og Tabell 4.7.9.

Denne målingen viser samme tendens som den foregående. Verdiene mellom sylindrene og området mellom sylindrene og veggen ligger dog litt høyere. Mellom sylindrene lå verdiene mellom 50 og 175 ppm. I området mellom sylindrene og veggen lå verdiene mellom 40 og 200 ppm.

Det oppstod ikke noe papirbrudd, så dørene mellom Rotasjon 3 og Rotasjon 4 var stengt. Dette kan være en årsak til de litt høyere verdiene i de ovennevnte områdene, men kan også være en årsak til at det ble målt litt lavere verdier i området ved dørene.

I resten av lokalet ligger verdiene litt under normen.

#### 4.4.3. Rotasjon 3, Normaldrift nr.3

Figur 4.7.10.a. og 4.7.10.b. og Tabell 4.7.10.

Også denne målingen viser samme tendens som de to foregående. Generelt ligger verdiene i hele lokalet litt over normen. Men spesielt mellom sylindrene og i området mellom sylindrene og veggen ligger de fleste verdiene høyt over normen, (75 - 260 ppm).

Heller ikke denne gang oppstod det noe papirbrudd, så dørene mellom Rotasjon 3 og Rotasjon 4 var lukket. Dette i samvirke med at temperaturen i rommet virket noe høy, kan være en årsak til at nivået i resten av lokalet ligger høyere enn de foregående målingene.

#### 4.5. SYLINDERSKIFT I ROTASJON 3

Det er 8 sylindere i rotasjon 3. Ved sylinderskift stoppes anlegget, og skilledørene mellom rotasjon 3 og rotasjon 4 åpnes.

Deretter blir sylindene vasket med toluen, og denne vaskeprosessen foregår som regel mellom pressene. Sylindene i rotasjon 3 er ikke innelukket, noe som gjorde det mulig å måle rett i nærheten av selve vaskeprosessen.

##### 4.5.1. Rotasjon 3, Sylinderskift nr.1

Figur 4.7.11.a. og 4.7.11.b. og Tabell 4.7.11.

Av 8 sylindere ble 2 skiftet ut under denne operasjonen. De to sylindene var plassert i posisjon (9,3) og (16,3), (Jfr Tabell 4.7.11.). Fordi det kun var 2 sylindere som ble skiftet ut gikk denne målingen fra sylinderskift via oppstarting til normaldrift. Dette kan være en årsak til de store variasjonene i de målte verdiene i lokalet.

Det ble målt forholdsvis lave verdier der hvor sylindene ble vasket og skiftet. I målepunktene (9,3) og (16,3) ble det målt henholdsvis 47 ppm og 18 ppm. Med tanke på at målingene foregår i nærheten av vaskeoperasjonen synes dette å være lave verdier. Av de 4 som var med på vaskeoperasjonen benyttet 3 seg av verneutsyr.

Under oppstartingsprosessen ble det målt verdier som varierte fra 12 - 125 ppm i målepunktene mellom sylindene, (10,3) til (15,3). (Jfr. Tabell 4.7.11.). I området mellom veggen og sylindene, (8,4) til (16,4), (Jfr. tabell 4.7.11.), var det også store variasjoner i måleresultatene. Måleverdiene varierte fra 7 - 175 ppm. Disse forhold kan synes vanskelig å forklare, men at oppstartingsprosessen kan skape ujevne fordelinger av toluen i lokalet er en mulighet. I området ved skilledørene mellom Rotasjon 3 og Rotasjon 4, ble det målt en økning i måleverdiene i forhold til resten av lokalet : Fra 11 til 50 ppm. Dette kan muligens forklares med at disse dørene sto åpne.

Generelt i resten av lokalet varierte verdiene fra 6 - 30 ppm.

#### 4.5.2. Rotasjon 3, Sylinderskift nr.2

Figur 4.7.12.a. og 4.7.12.b. og Tabell 4.7.12.

Også denne gangen var det kun 2 sylindere som ble skiftet. De var plassert i posisjon (9,3) og (16,3), (Jfr. Tabell 4.7.12.).

Måleverdiene her var henholdsvis 120 og 60 ppm. Disse verdiene var noe høyere enn verdiene i foregående måling.

I resten av lokalet ble det målt lave verdier : 3 - 15 ppm.

Grunnen til dette kan være at tiden mellom stans og skift har vært forholdsvis lang, slik at nivået av toluen har sunket. Det kan dermed synes som om utluftningen har fungert tilfredsstillende. Alle som vasket sylindere brukte verneutstyr.

#### 4.5.3. Rotasjon 3, Sylinderskift nr.3

Figur 4.7.13.a. og 4.7.13.b. og Tabell 4.7.13.

Denne målingen er svært lik den foregående, det ble også her skiftet 2 sylindere og måleverdiene i (9,3) og (16,3) ble henholdsvis 30 og 25 ppm.

Generelt i resten av lokalet var det svært lave verdier :

2 - 5 ppm.

3 av 4 som vasket brukte verneutstyr.

#### 4.6. NORMALDRIFT I STJERNEKJELLER-ROTASJON 3

Alle målingene ble foretatt mens Rotasjon 3 gikk som normalt. Papiret føres herfra opp i Rotasjon 3. Fra Stjernekjelleren pumpes også de toluen-baserte fargene opp i Rotasjon 3. Fargene oppbevares i såkalte fargekasser.

Målepunktene for fargekassene ble lagt mellom disse.

Hele lokalet betegnes som arbeidssone.

##### 4.6.1. Stjernekjeller - Rotasjon 3, nr.1

Figur 4.7.14.a. og 4.7.14.b. og 4.7.14.

Det ble målt høye verdier i området (4,4) til (16,4), (Jfr. Tabell 4.7.14.). Spesielt mellom fargekassene, (8,4) til (15,4) ble det notert tildels meget høye verdier : 150 - 200 ppm. Grunnen til disse høye verdiene er sannsynligvis at toluen fordampes fra kassene. Løkkene på fargekassene virket heller ikke særlig tette. Dessuten syntes ikke utluftingsanlegget å fungere slik det kanskje burde, i området rundt kassene.

I området mellom fargekassene og operatørrommet, (Jfr. Tabell 4.7.14. — ), ble det notert enkelte verdier over normen, (30 - 65 ppm). En mulig årsak til dette kan være at den antatt høye fordampningen fra fargekassene påvirker dette området spesielt, og at utluftningen i dette området kanskje ikke virker tilfredstillende.

Generelt i resten av lokalet ligger verdiene under normen, (3 - 30 ppm).

#### 4.6.2. Stjernekjeller - Rotasjon 3, nr.2

Figur 4.7.15.a. og 4.7.15.b. og 4.7.15.

Denne målingen viser samme tendens som foregående måling. Det ble målt forholdsvis høye verdier mellom fargekassene og i samme område som nevnt i foregående måling. Henholdsvis 80 - 140 ppm og 30 - 60 ppm.

I resten av lokalet lå verdiene mellom 2 - 30 ppm.

#### 4.6.3. Stjernekjeller - Rotasjon 3, nr.3

Figur 4.7.16.a. og 4.7.16.b. og 4.7.16.

Også denne målingen viser samme tendens som de to foregående målingene. Mellom fargekassene ble det notert verdier mellom 70 og 170 ppm. I området mellom operatørrommet og fargekassene lå verdiene mellom 40 og 80 ppm.

I resten av lokalet varierte verdiene mellom 5 og 40 ppm.

Dette er noe høyere enn i de to foregående målingene, noe som muligens kan forklares med at romtemperaturen virket noe høy.



Tabell nr. 4.7.1.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 1

STED: Rotasjon 4

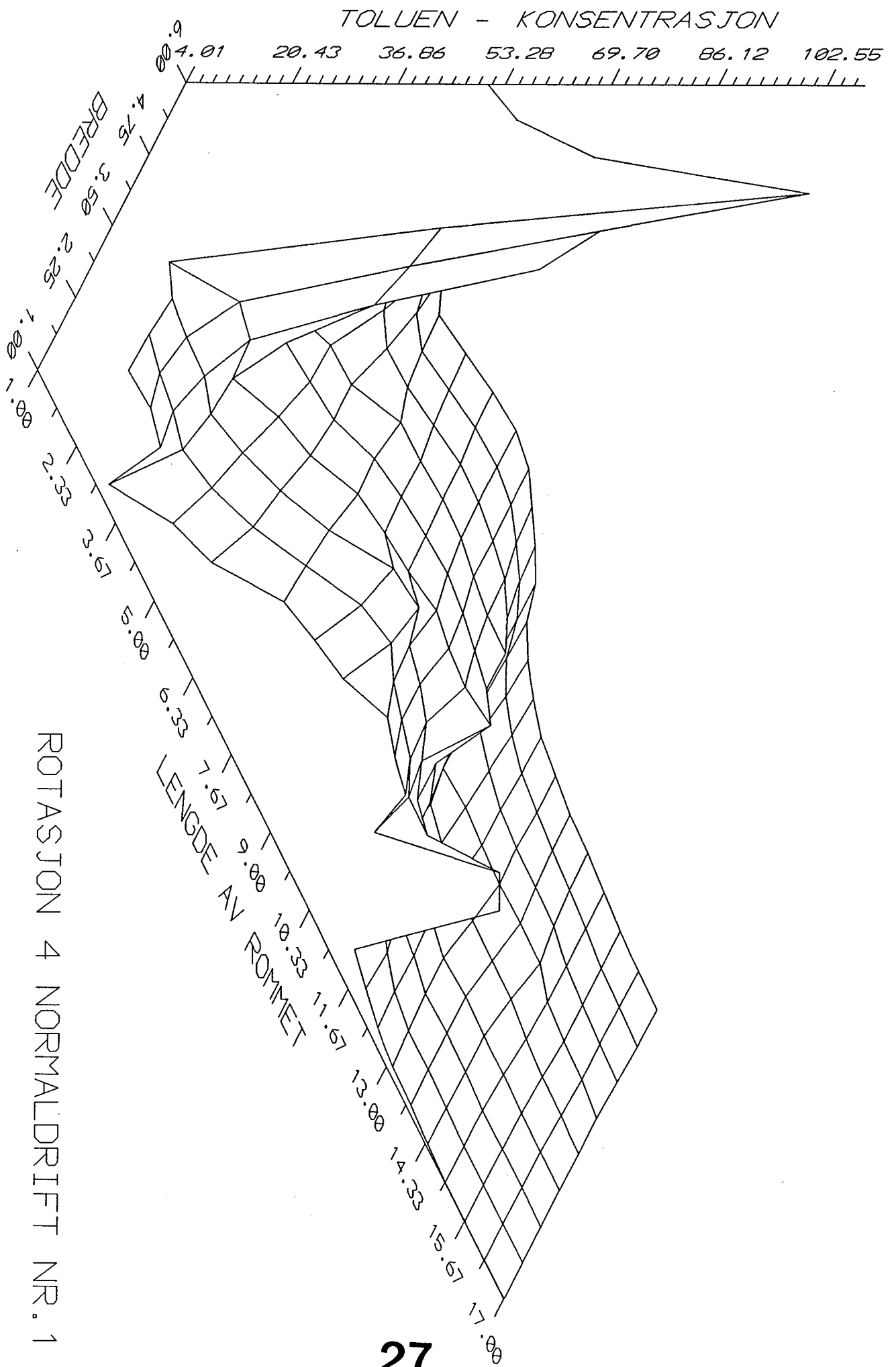
TID: 20/2 kl. 10.15 - 11.10

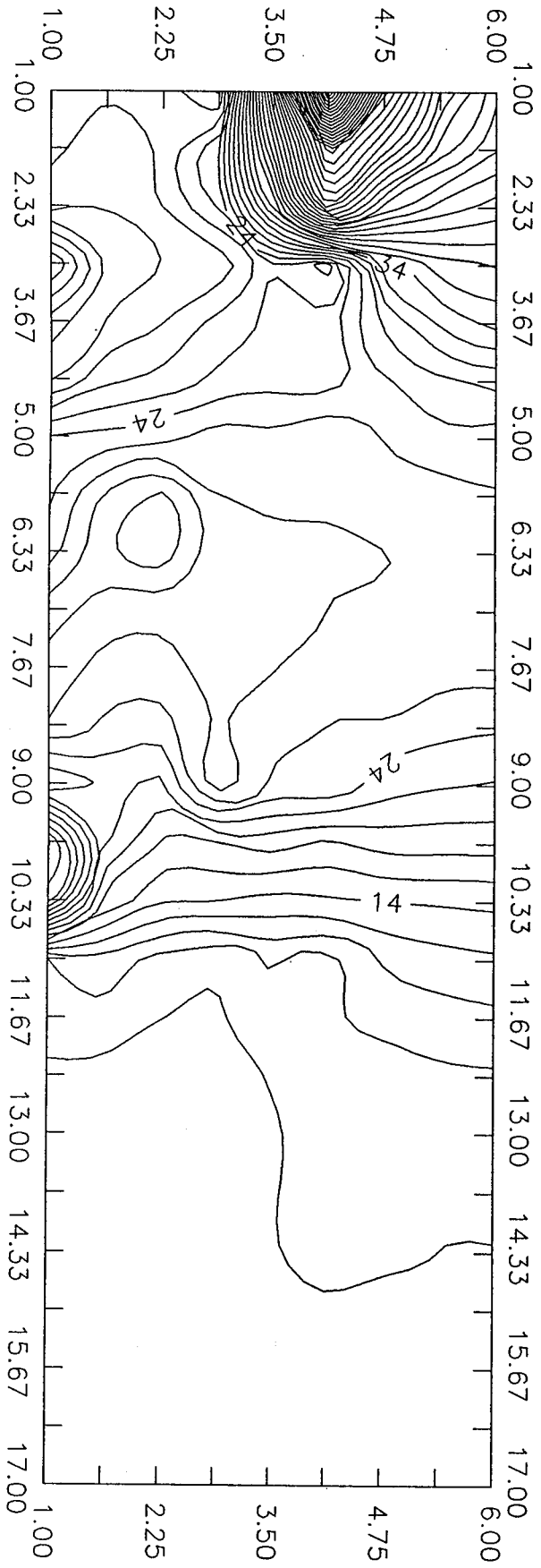
SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER: Skala 1 - 200, Rotasjon 3 gikk ikke

						20
						19
						18
X	11	4	4	4	X	17
X	13	5	4	4	X	16
9	13	X	X	4	X	15
6	13	8	4	X	X	14
9	12	7	4	4	5	13
10	10	8	5	6	5	12
X	X	7	6	6	8	11
X	X	15	16	14	48	10
X	X	26*	30	20	20	9
X	X	26	30	25	30	8
X	X	28	30	28	31	7
X	X	28	27	40	25	6
X	X	28	27	25	24	5
X	X	22	22	18	12	4
X	X	18	16	16	6	3
X	X	84	17	17	20	2
X	X	112	14	17	18	1
6	5	4	3	2	1	

Figur 4.7.1.a.





Tabell nr. 4.7.2.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 2

STED: Rotasjon 4

TID: 13.45 - 14.20

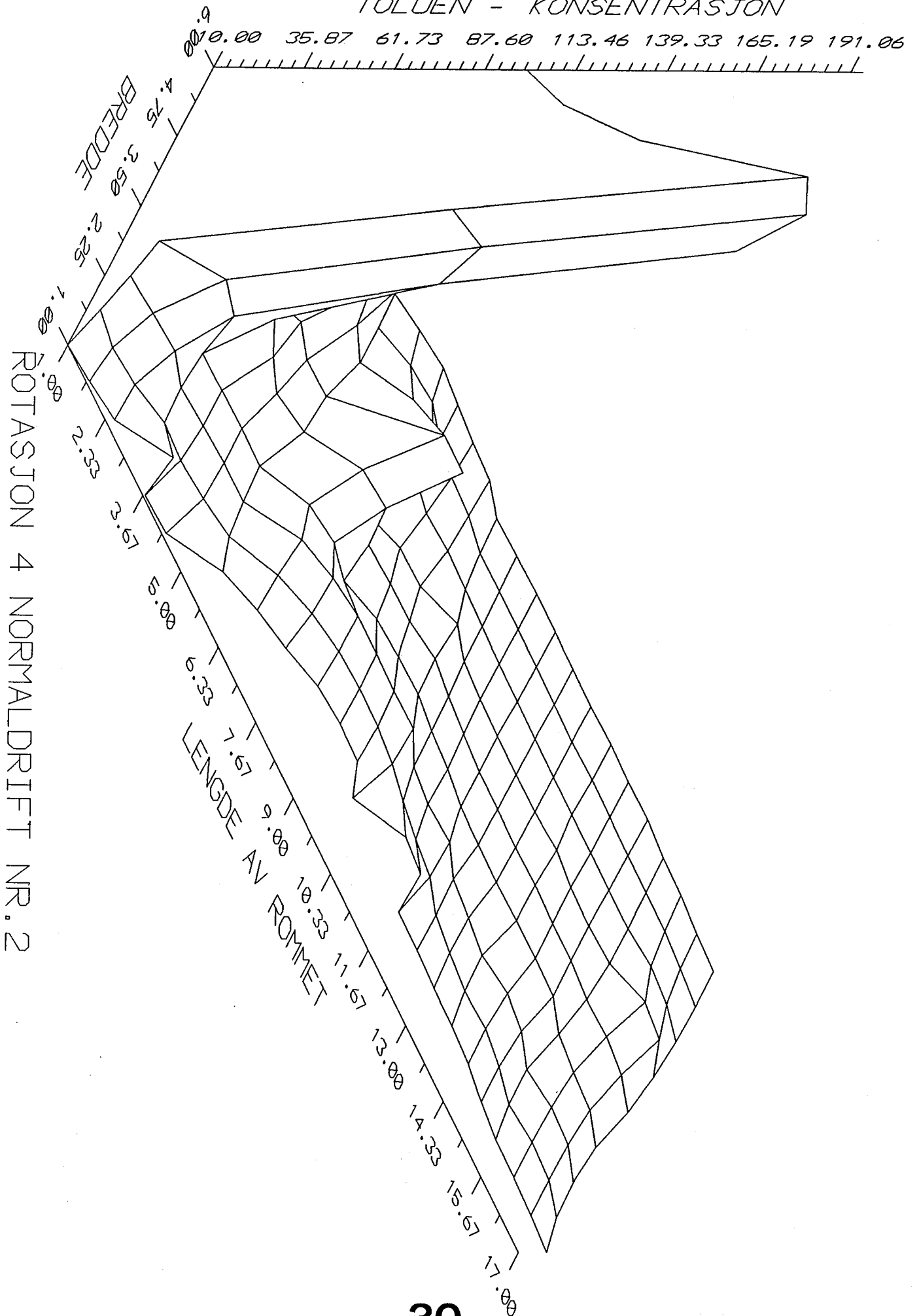
SITUASJON: Normaldrift

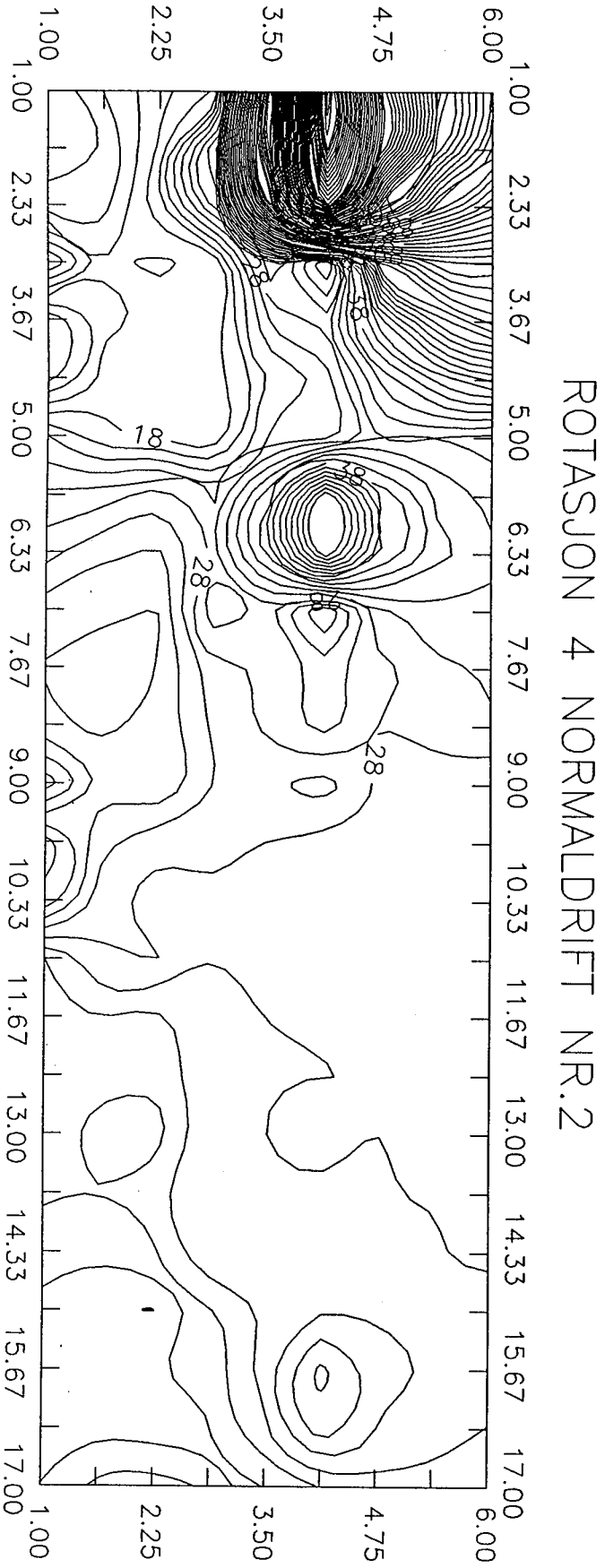
MERKNADER: Skala 1 - 200 (1 - 2000)

						20
						19
						18
X	37	22	16	14	X	17
X	38	34	20	20	X	16
57	43	X	X	17	X	15
45	28	25	27	X	X	14
40	28	27	26	20	23	13
30	24	26	26	21	23	12
X	X	26	26	29	24	11
X	X	26	28	25	42	10
X	X	31	30	35	27	9
X	X	23	29	37	35	8
X	X	19	24	36	33	7
X	X	75	24	35	28	6
X	X	25	16	16	22	5
X	X	26	16	18	5	4
X	X	18	15	16	24	3
X	X	250	16	11	10	2
X	X	200	17	11	10	1
6	5	4	3	2	1	

Figur 4.7.2.a.

TOLUEN - KONSENTRASJON





Tabell nr. 4.7.3.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 3

STED: Rotasjon 4

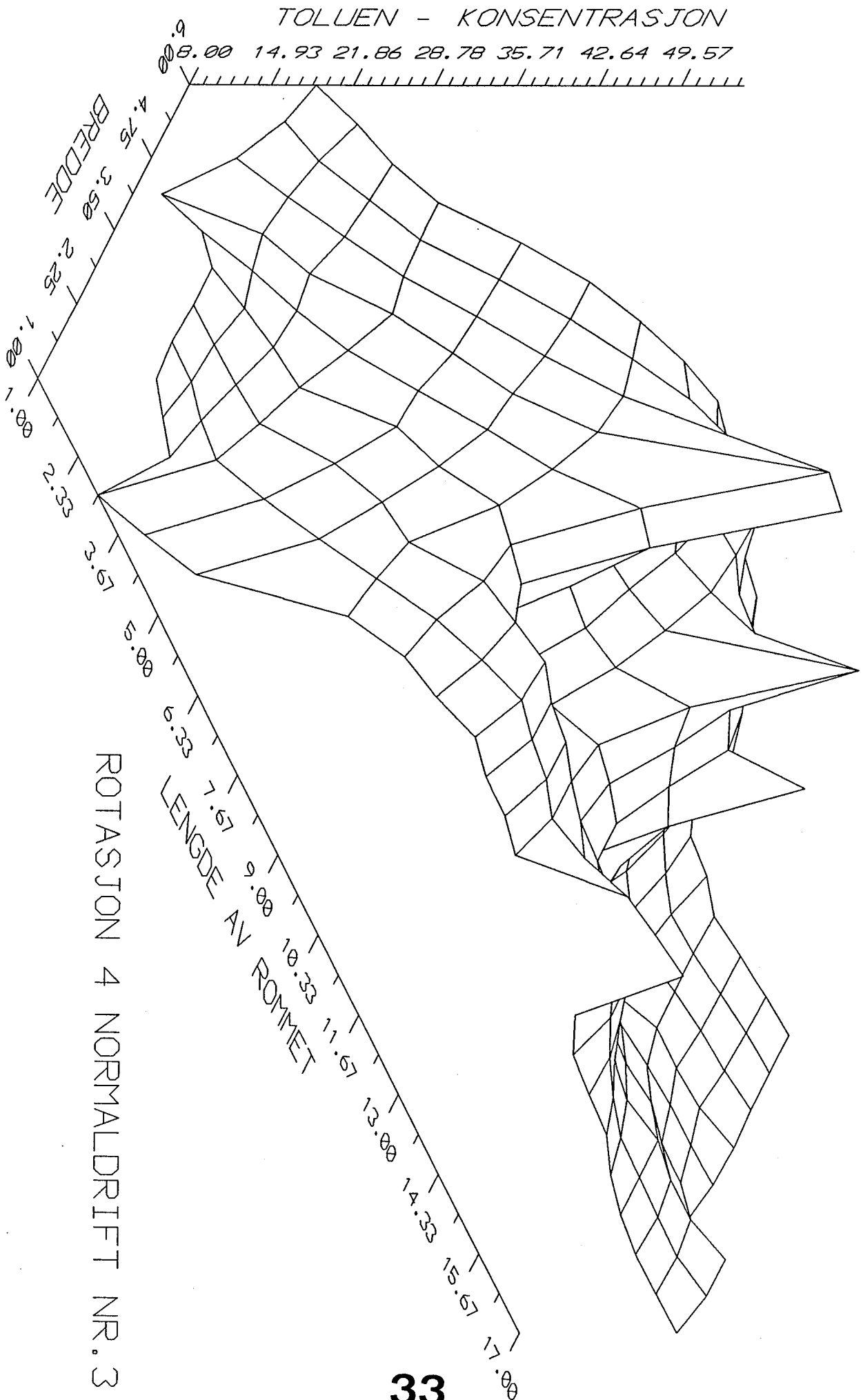
TID: 22/2 kl.14.35 - 15.05

SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER: Skala 1 - 200

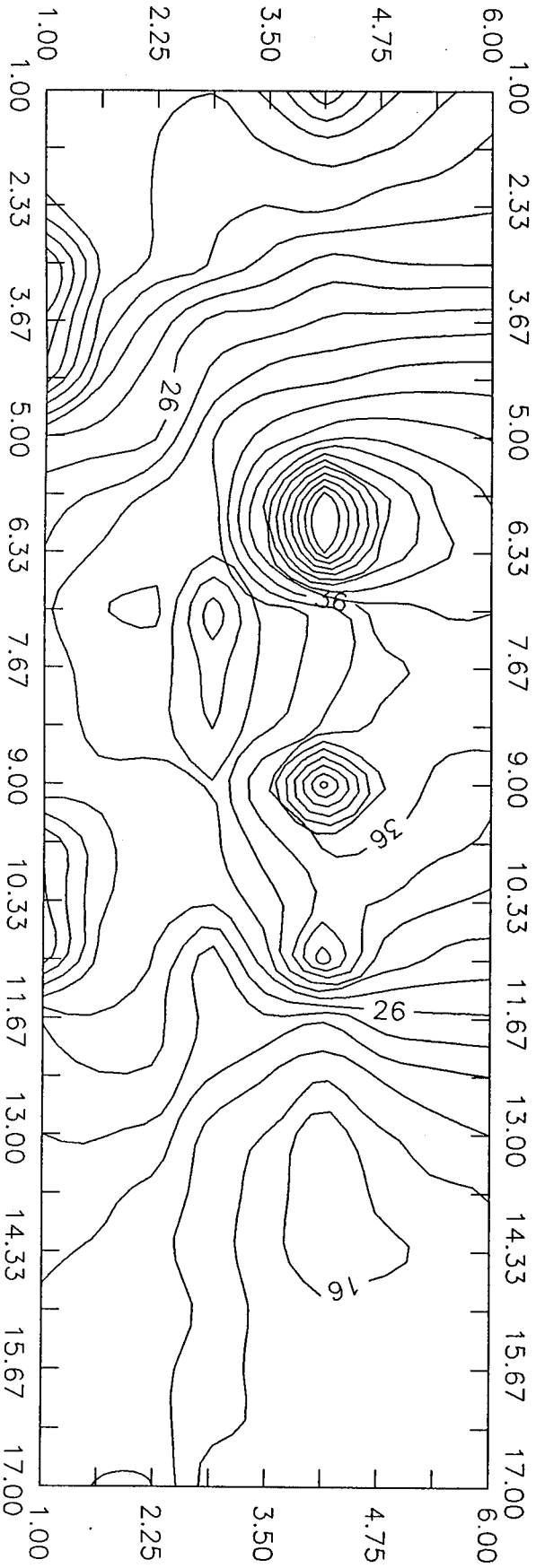
						20
						19
						18
X	16	17	18	23	X	17
X	16	16	18	22	X	16
19	28	X	X	22	X	15
15	25	13	19	X	X	14
14	12	14	19	24	24	13
10	11	17	22	29	23	12
X	X	40	22	28	37	11
X	X	35	28	27	40	10
X	X	50	30	29	28	9
X	X	32	24	34	28	8
X	X	32	24	34	X	7
X	X	70	28	32	28	6
X	X	37	32	25	24	5
X	X	30	29	26	6	4
X	X	25	20	18	8	3
X	X	18	20	18	17	2
X	X	10	18	18	18	1
6	5	4	3	2	1	

Figur 4.7.3.a.





ROTASJON 4 NORMALDRIFT NR. 3



Tabell nr. 4.7.4.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 4

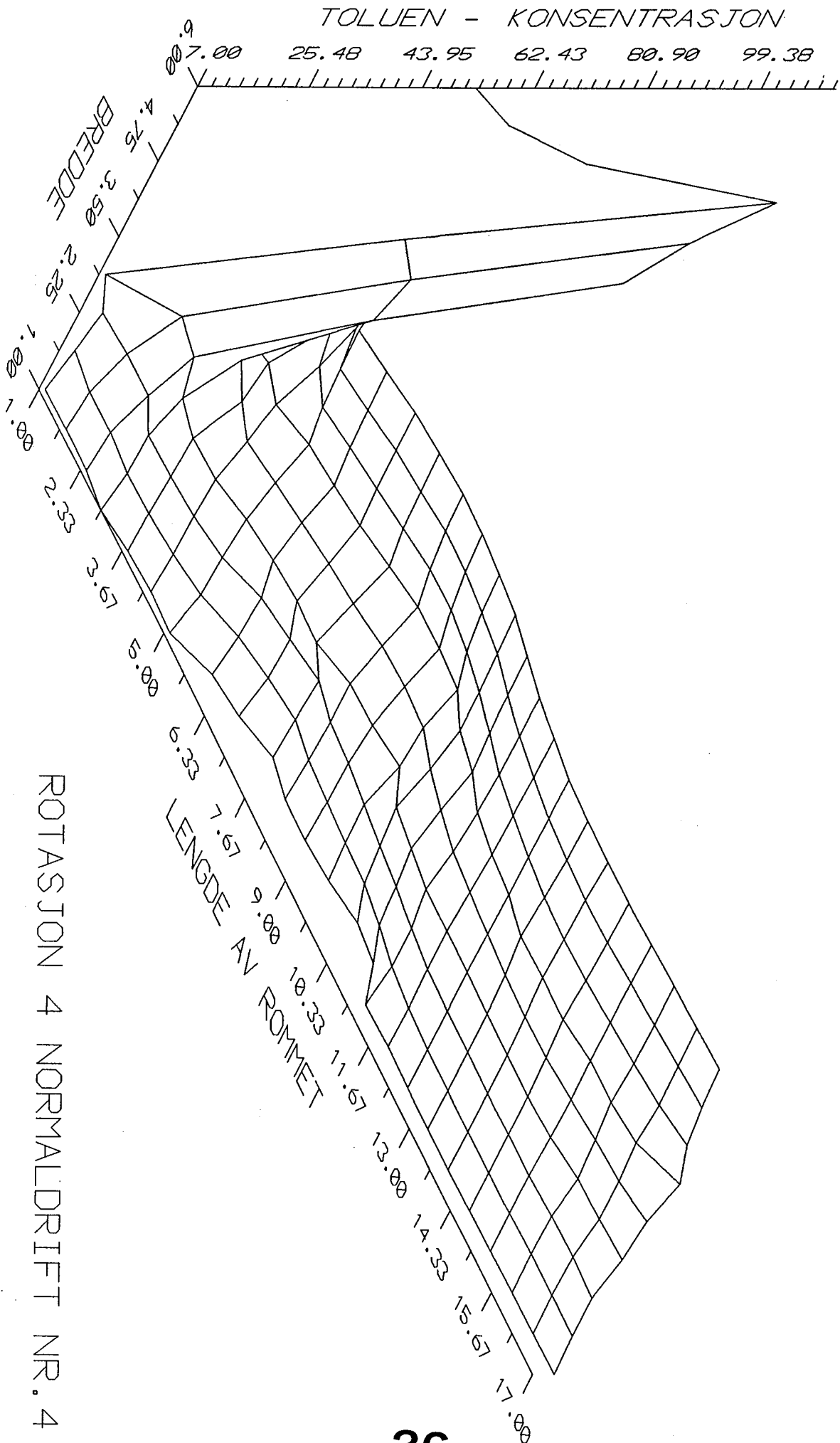
STED: Rotasjon 4

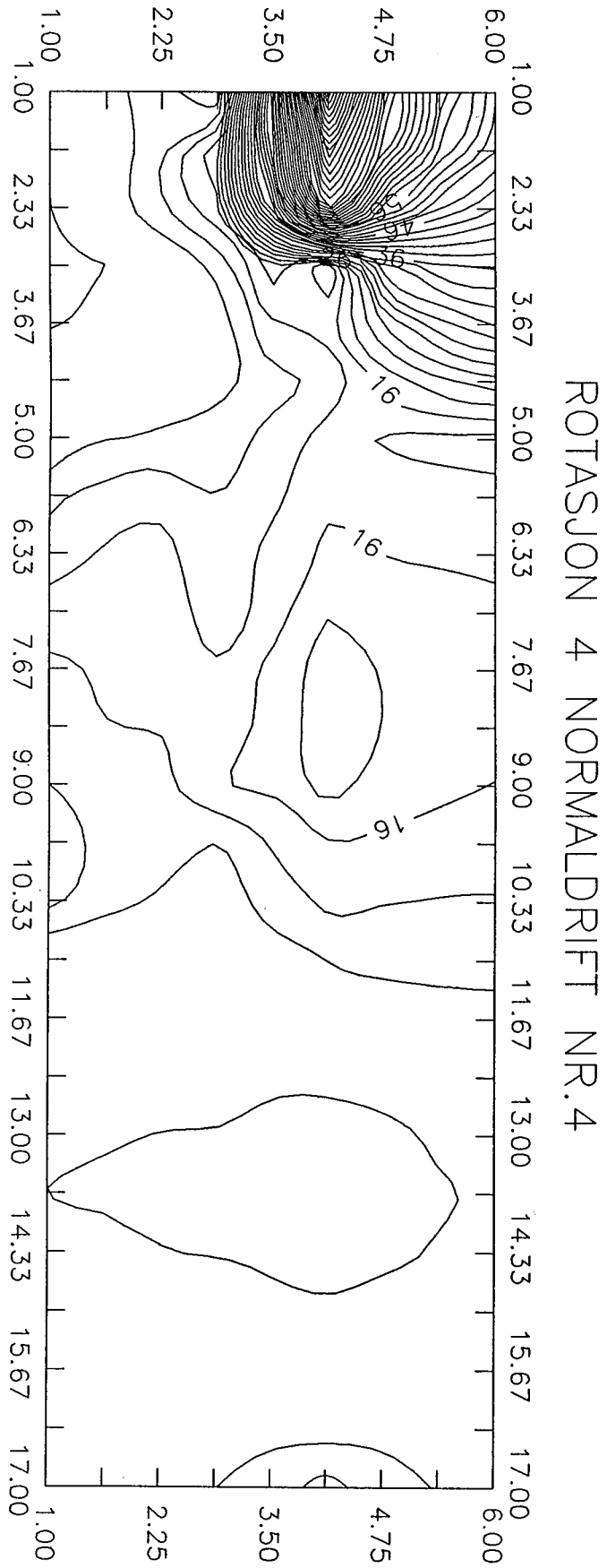
TID: 14/3 kl. 10.45 - 11.15

SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER: Skala 1 - 200

						20
						19
						18
X	13	15	12	10	X	17
X	12	10	12	10	X	16
15	10	X	X	10	X	15
10	10	9	10	X	X	14
11	8	9	10	10	10	13
12	11	11	10	10	10	12
X	X	12	10	11	10	11
X	X	16	10	12	17	10
X	X	19	16	13	14	9
X	X	21	14	14	13	8
X	X	18	12	17	15	7
X	X	17	11	16	12	6
X	X	15	11	10	8	5
X	X	13	8	8	8	4
X	X	11	10	8	7	3
X	X	120	7	10	8	2
X	X	115	6	8	8	1
6	5	4	3	2	1	





Tabell nr. 4.7.5.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 5

STED: Rotasjon 4

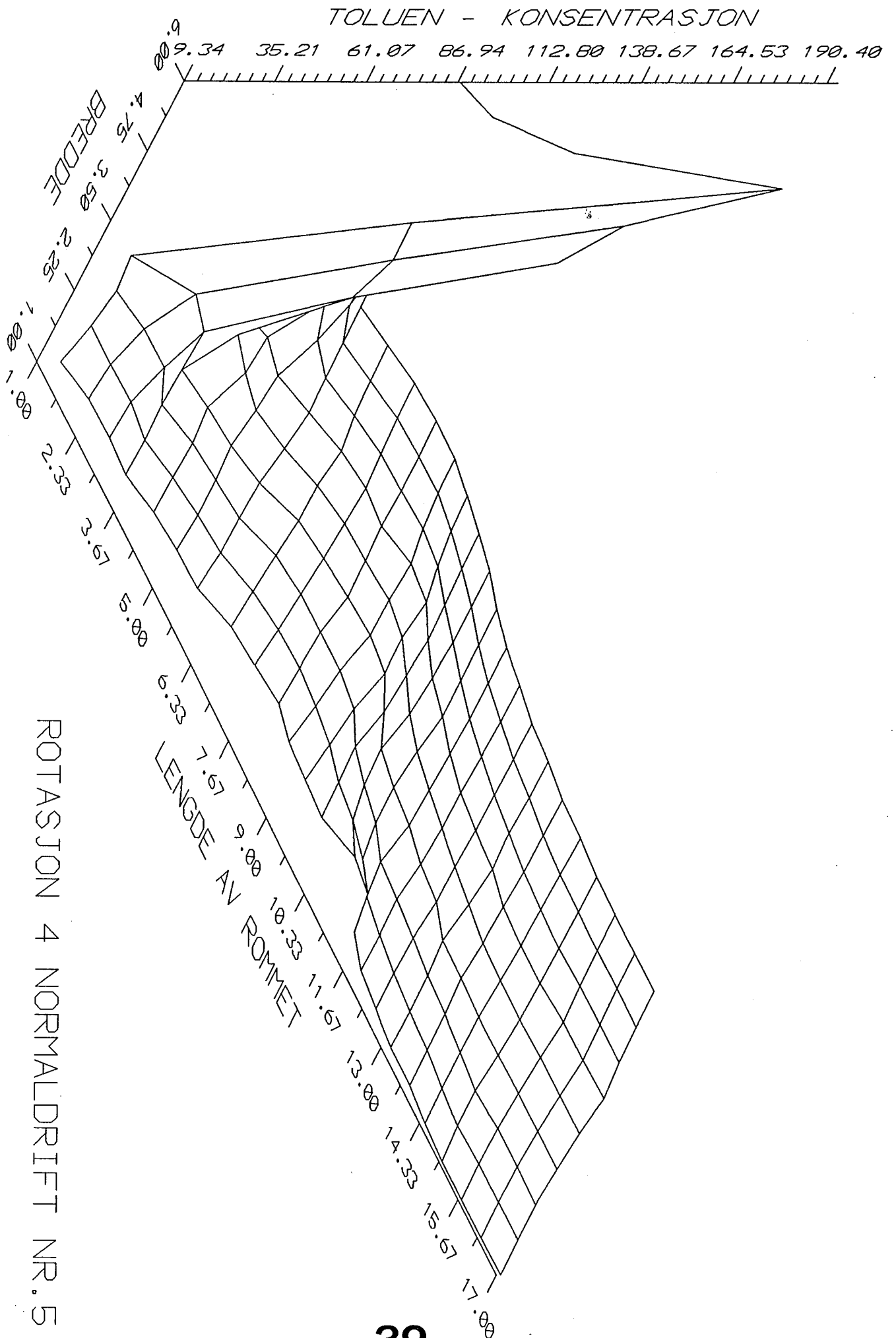
TID: 17/3

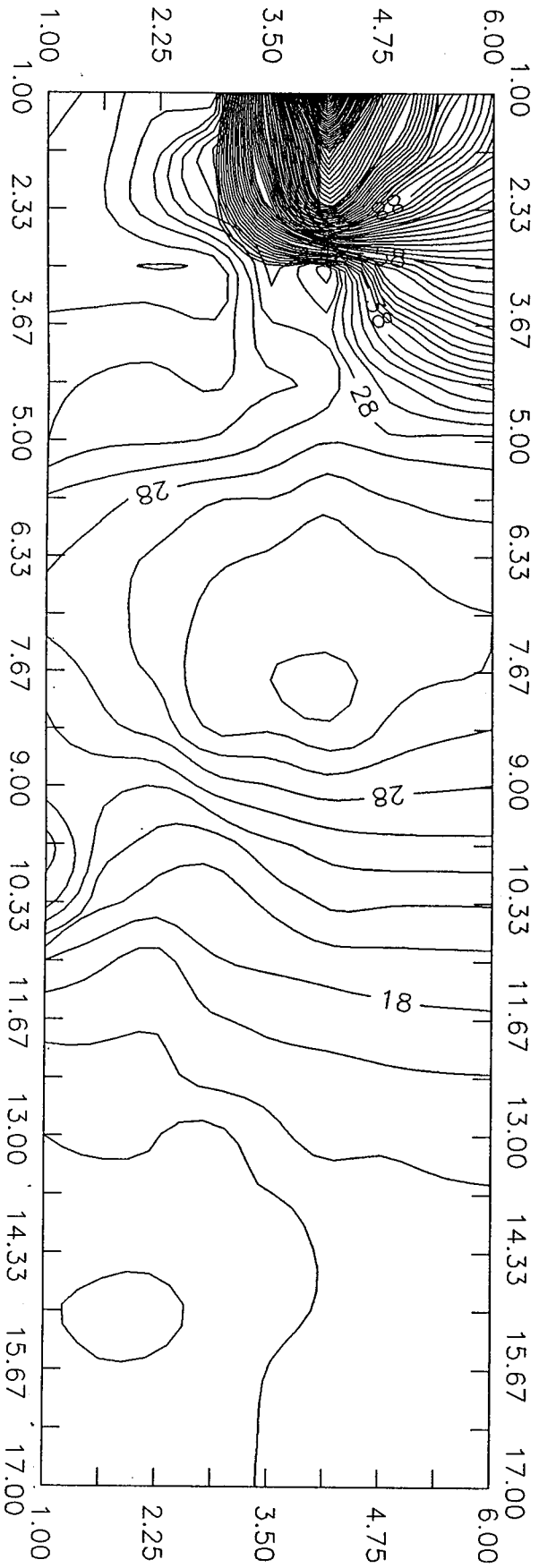
SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER: Skala 1 - 200, Romtemperaturen virket høy

						20
						19
						18
X	14	14	11	10	X	17
X	14	14	11	10	X	16
23	12	X	X	9	X	15
13	12	12	10	X	X	14
13	13	15	11	12	12	13
14	14	16	16	13	13	12
X	X	19	18	14	18	11
X	X	24	18	19	33	10
X	X	29	27	23	25	9
X	X	37	36	30	25	8
X	X	32	33	30	29	7
X	X	34	32	31	27	6
X	X	28	24	23	22	5
X	X	24	20	23	21	4
X	X	20	17	17	18	3
X	X	175	18	23	19	2
X	X	200	17	16	16	1
6	5	4	3	2	1	

Figur 4.7.5.a.





Tabell nr. 4.7.6.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 1

STED: Rotasjon 4

TID: 3/4 kl.11.20

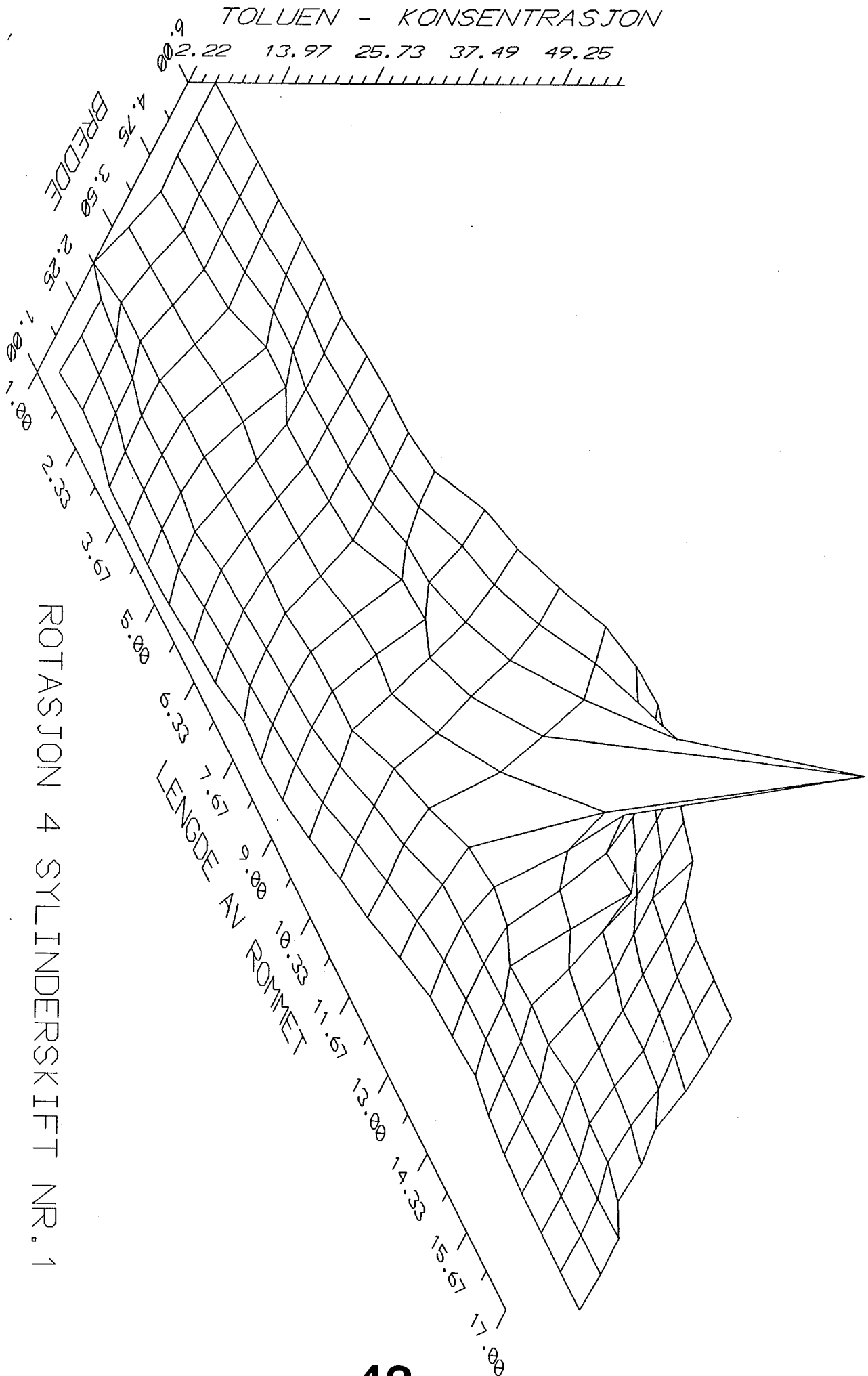
SITUASJON: Sylinderskift

MERKNADER: 8 sylindere ut, 8 inn. Rotasjon 3 går ikke

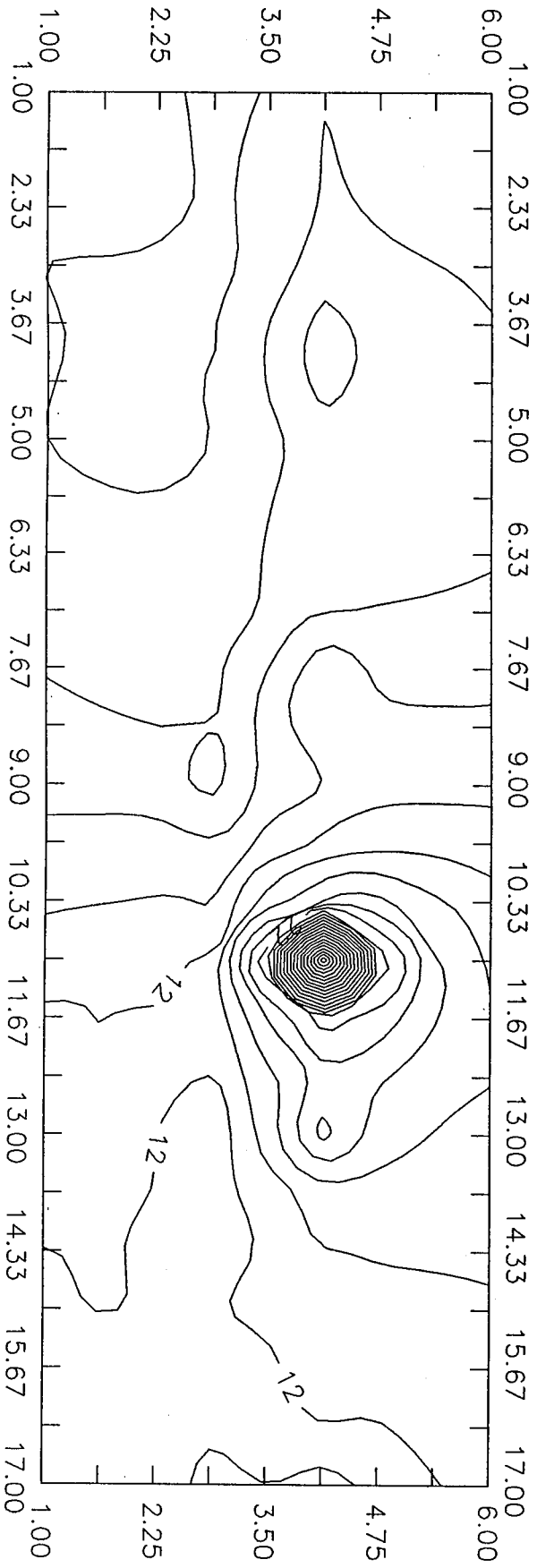
						20
						19
						18
X	14	9	9	12	X	17
X	14	13	10	12	X	16
13	13	X	X	12	X	15
12	12	14	9	X	X	14
17	14	21	10	12	13	13
16	20	10	10	12	13	12
X	X	60	12	11	11	11
X	X	12	6	9	9	10
X	X	10	5	6	7	9
X	X	15	4	4	6	8
X	X	8	4	4	6	7
X	X	8	4	3	5	6
X	X	7	4	2	4	5
X	X	12	3	3	4	4
X	X	7	3	3	4	3
X	X	7	2	6	6	2
X	X	6	2	6	5	1
6	5	4	3	2	1	



Figur 4.7.6.a.



ROTASJON 4 SYLINDERSKIFT NR. 1



Tabell nr. 4.7.7.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 2

STED: Rotasjon 4

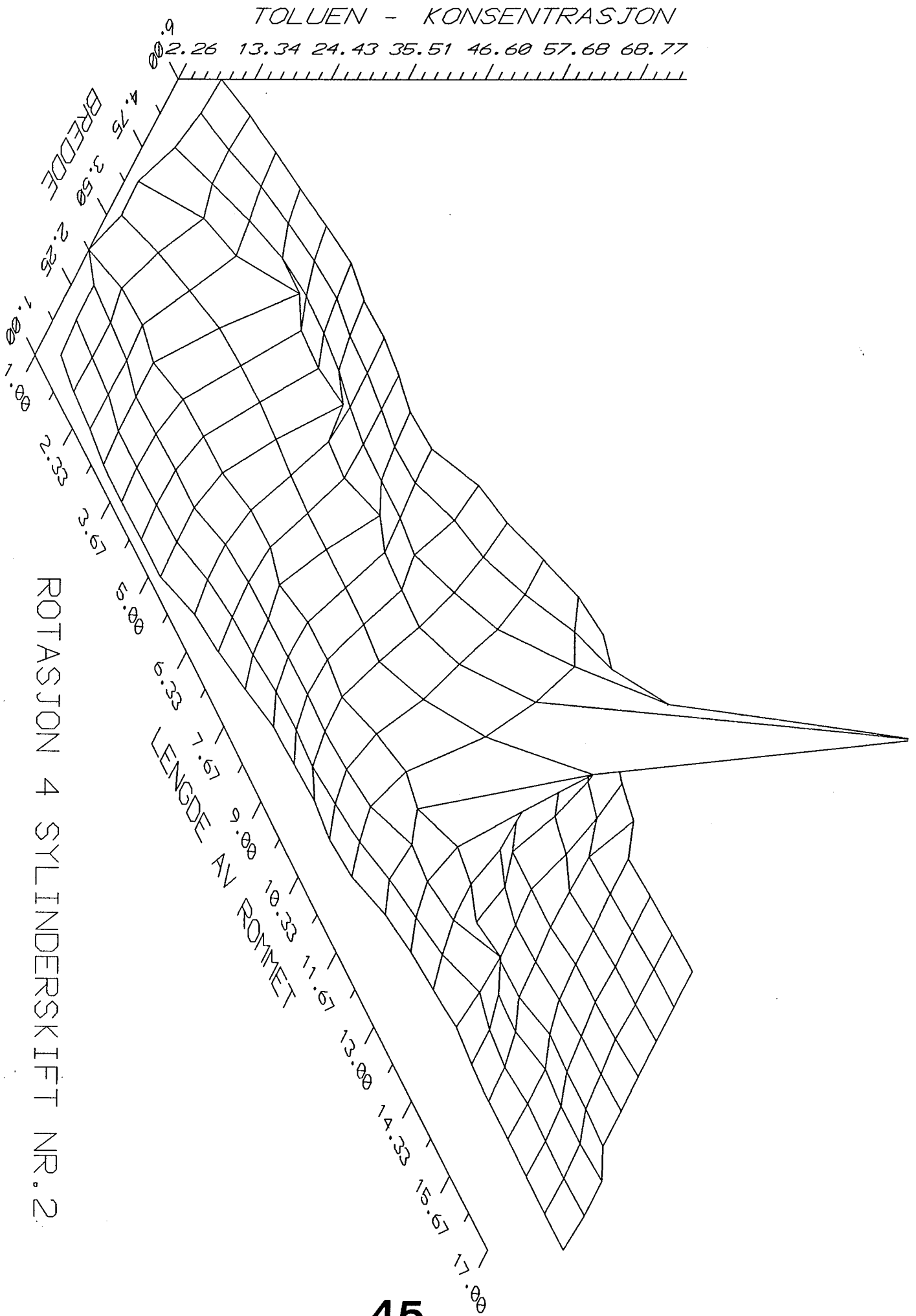
TID: 4/4 kl. 09.30 - 10.30

SITUASJON: Sylinderskift

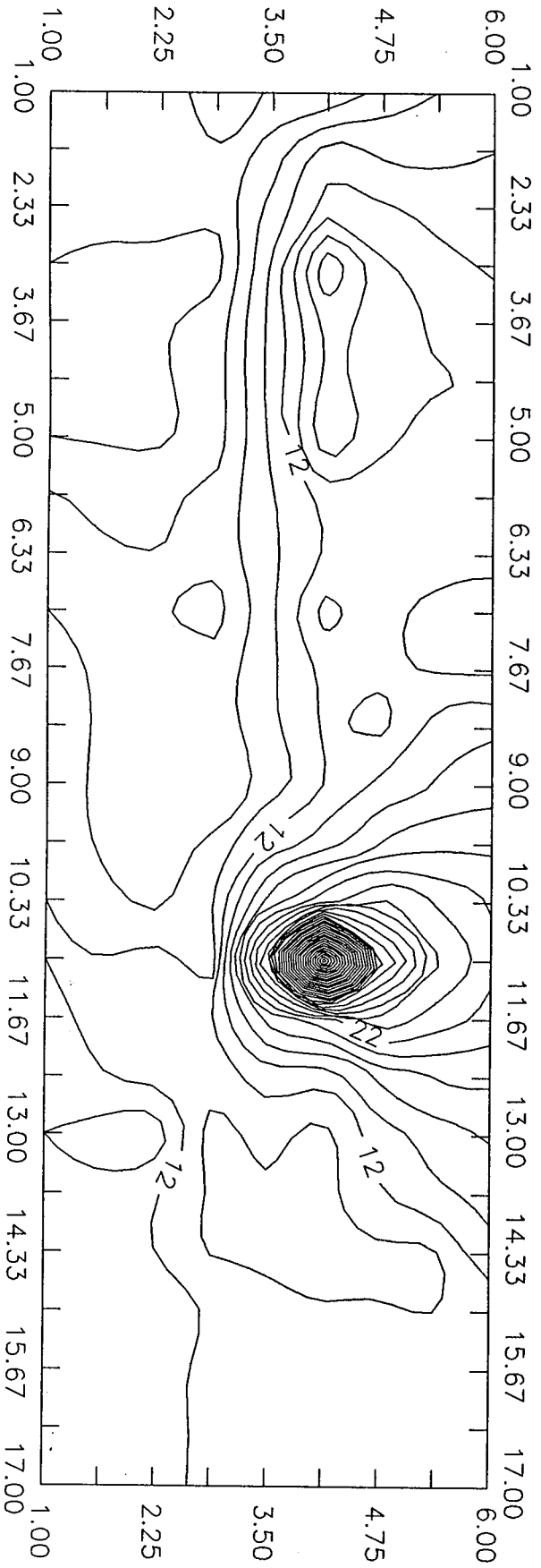
MERKNADER: 8 sylindere ut, 8 inn.

						20
						19
						18
X	14	11	11	14	X	17
X	12	10	11	14	X	16
15	13	X	X	14	X	15
9	9	9	9	X	X	14
10	6	9	9	17	14	13
9	11	10	9	10	14	12
X	X	80	8	10	12	11
X	X	14	6	6	10	10
X	X	12	6	6	10	9
X	X	14	6	6	11	8
X	X	15	5	6	8	7
X	X	13	6	6	7	6
X	X	18	5	3	4	5
X	X	20	3	3	4	4
X	X	20	3	3	4	3
X	X	14	3	6	5	2
X	X	4	2	6	6	1
6	5	4	3	2	1	

Figur 4.7.7.a.



ROTASJON 4 SYLINDERSKIFT NR.2



Tabell nr. 4.7.8.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 1

STED: Rotasjon 3

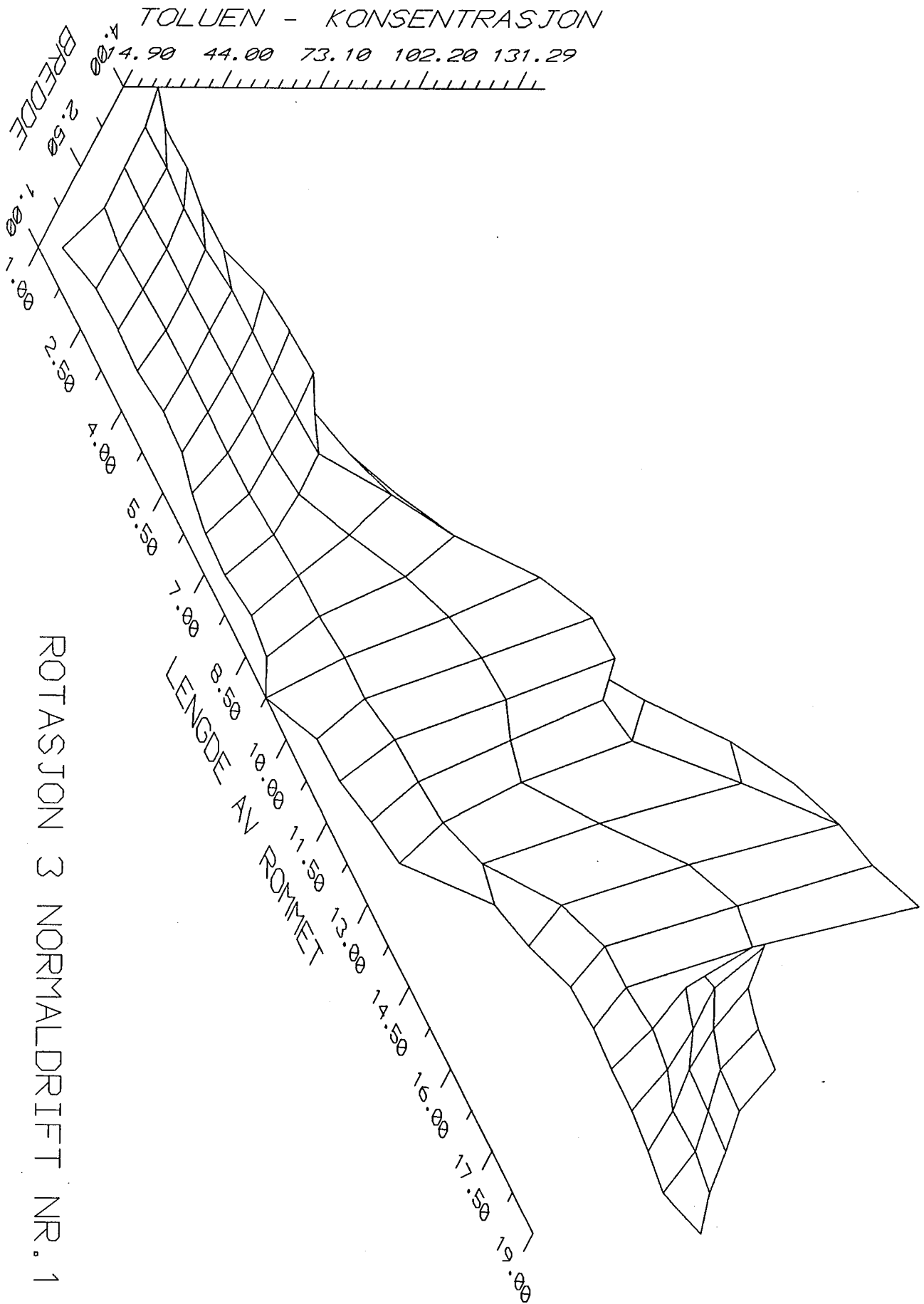
TID: 20/2 kl. 12.00 - 12.30

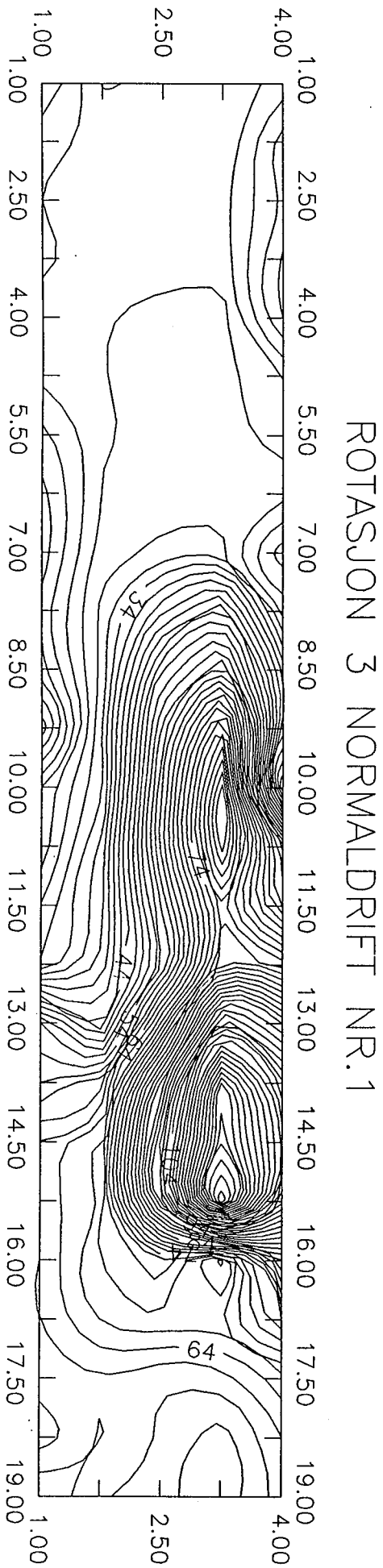
SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER: Skala 1 - 200

20				
19	X	56	60	64
18	58	56	64	58
17	59	X	X	62
16	66	56	68	62
15	80	175	58	62
14	77	150	52	56
13	35	110	36	52
12	142	X	30	26
11	57	110	32	22
10	26	100	28	24
9	28	100	29	9
8	24	56	30	22
7	23	30	30	21
6	29	29	30	20
5	26	30	28	X
4	20	30	28	X
3	18	29	28	25
2	20	30	26	X
1	X	28	29	22
	4	3	2	1

Figur 4.7.8.a.







Tabell nr. 4.7.9.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 2

STED: Rotasjon 3

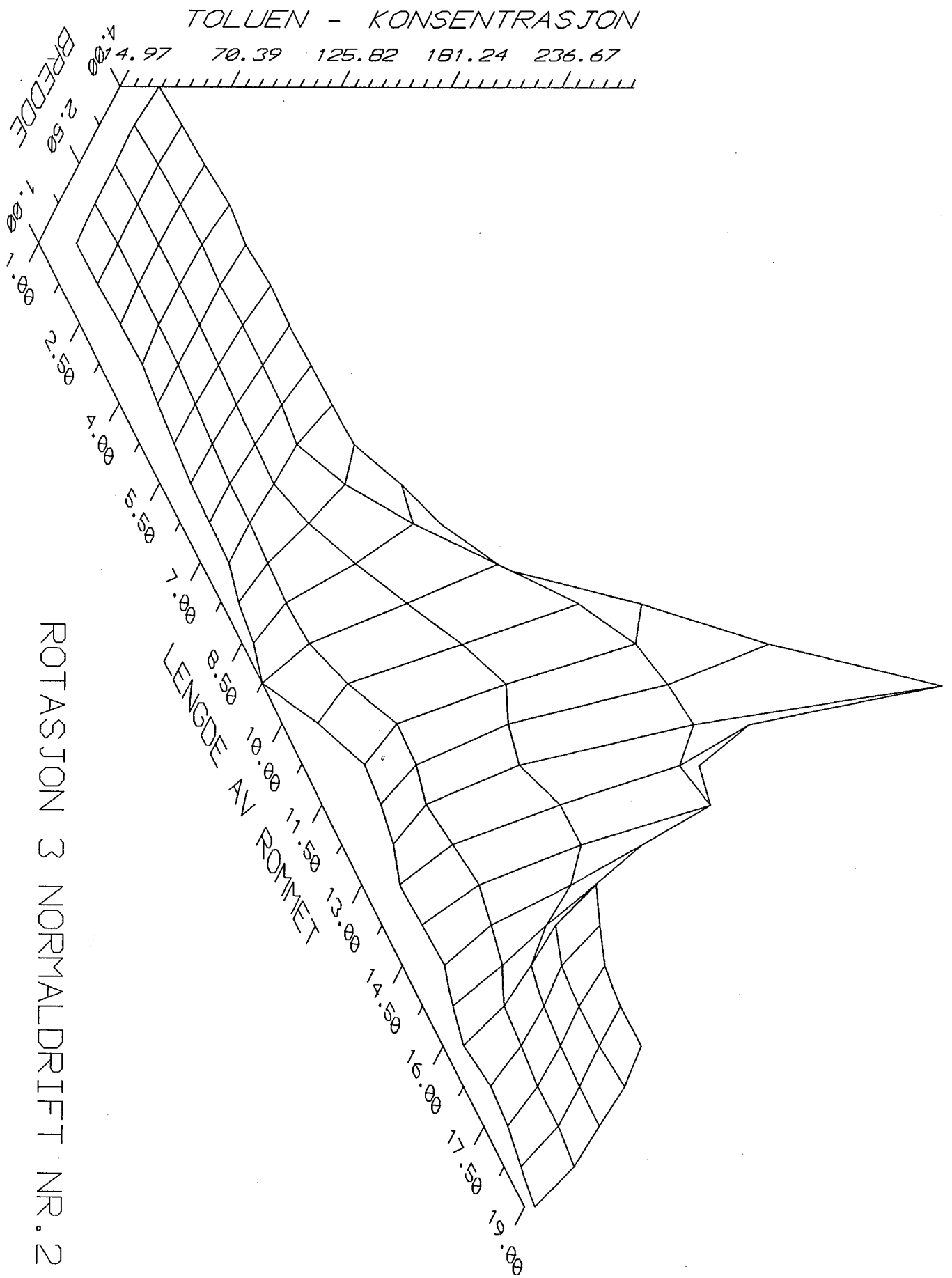
TID: 14/3 kl.10.15 - 10.40

SITUASJON: Normaldrift

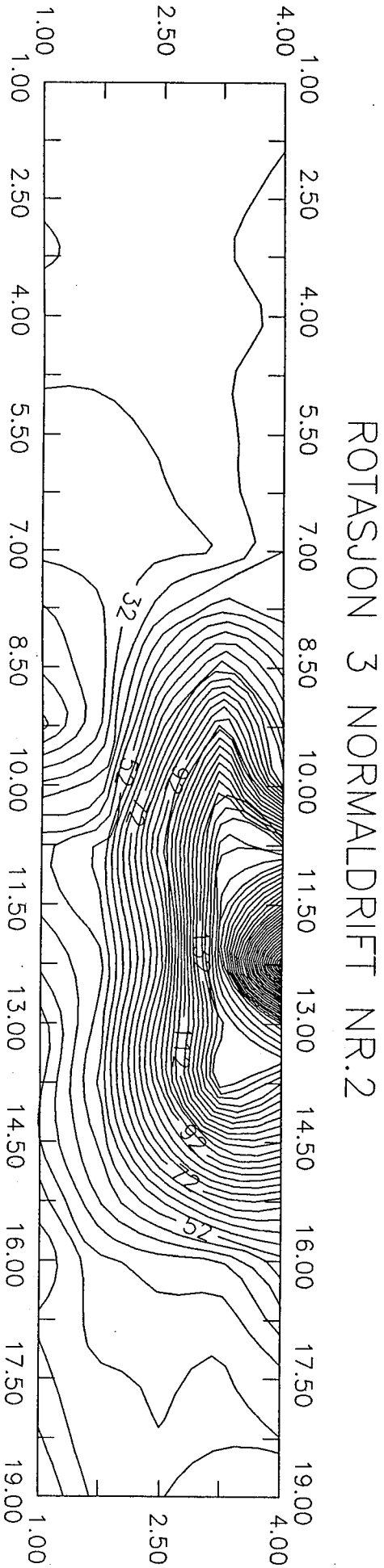
MERKNADER:

20				
19	X	35	30	20
18	29	31	35	22
17	34	30	35	28
16	80	37	35	25
15	150	75	45	28
14	200	175	48	30
13	200	145	47	34
12	300	X	39	40
11	150	175	50	47
10	75	150	30	33
9	55	125	16	7
8	39	50	25	23
7	40	30	29	29
6	40	34	29	30
5	40	35	32	X
4	X	34	34	X
3	40	35	34	37
2	36	34	35	X
1	X	32	33	34
	4	3	2	1

Figur 4.7.9.a.



Figur 4.7.9.b.



Tabell nr. 4.7.10.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 3

STED: Rotasjon 3

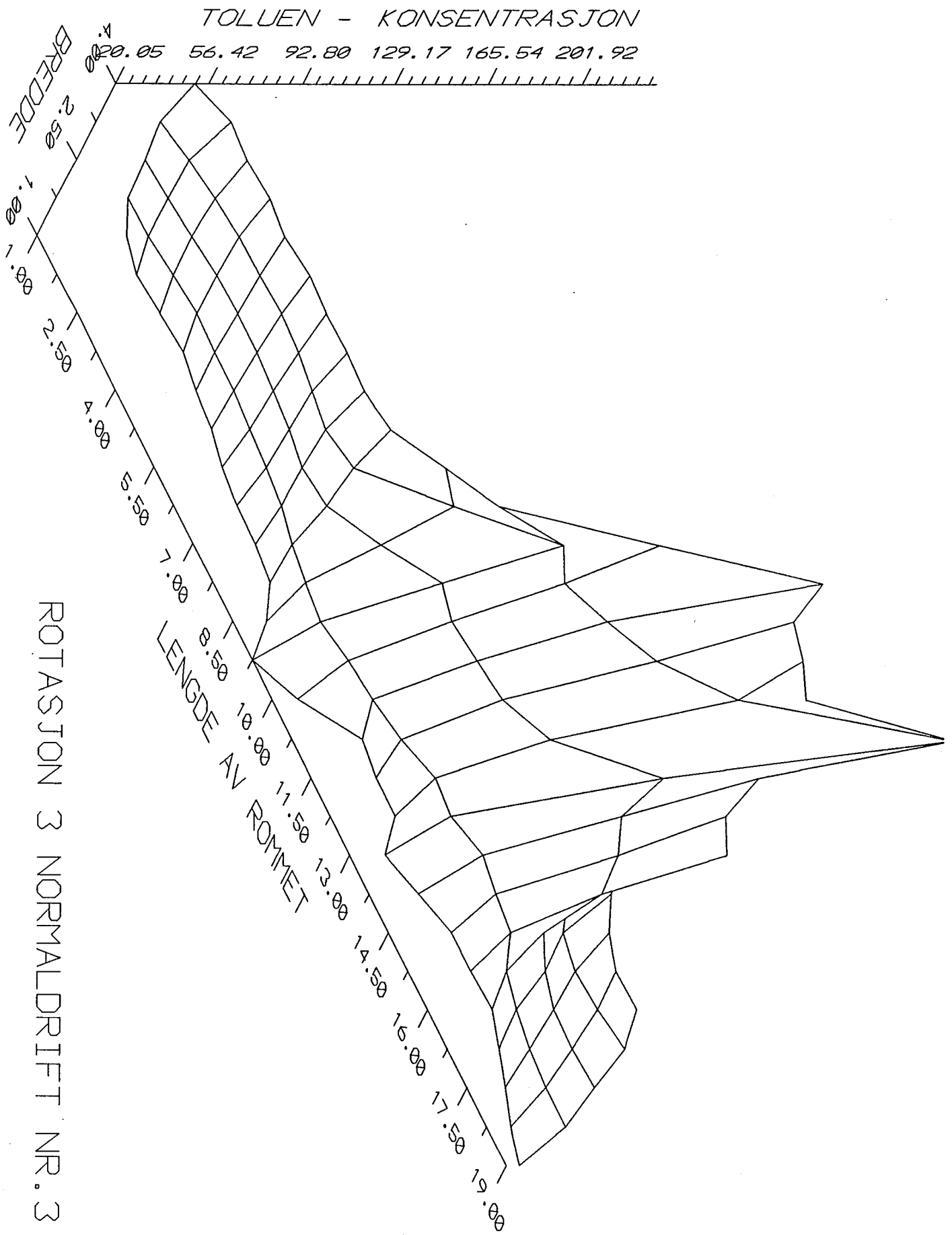
TID: 17/3

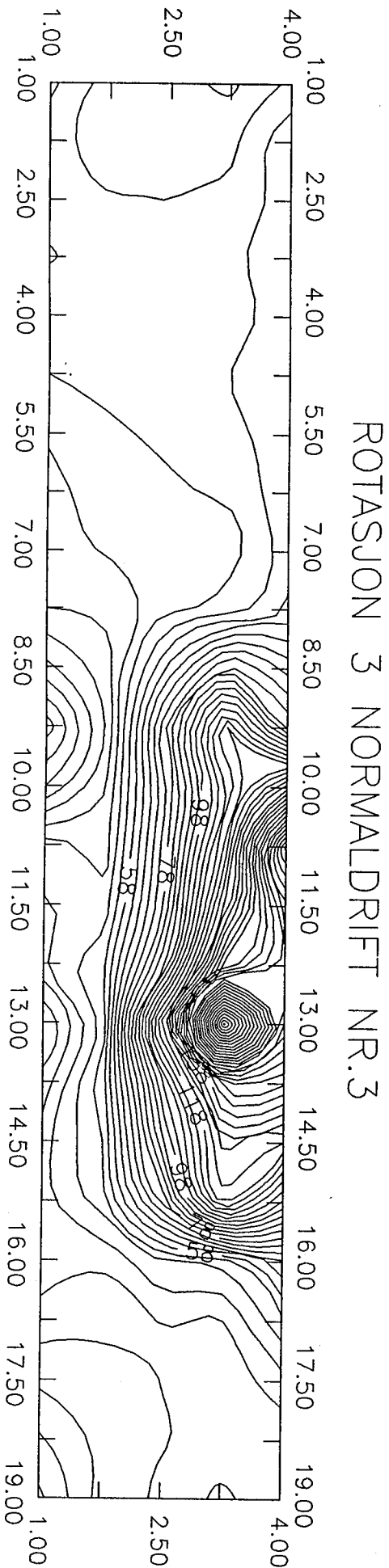
SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER: Romtemperaturen virket høy

20				
19	X	44	36	25
18	40	40	36	28
17	43	37	38	40
16	49	46	40	45
15	55	150	48	43
14	100	150	48	34
13	78	260	45	34
12	175	X	47	44
11	220	110	38	50
10	140	110	38	30
9	75	150	32	12
8	58	44	40	43
7	56	47	47	44
6	58	49	50	44
5	58	54	51	X
4	X	53	51	X
3	58	52	52	55
2	59	47	47	X
1	X	44	47	55
	4	3	2	1

Figur 4.7.10.a.





Tabell nr. 4.7.11.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 1

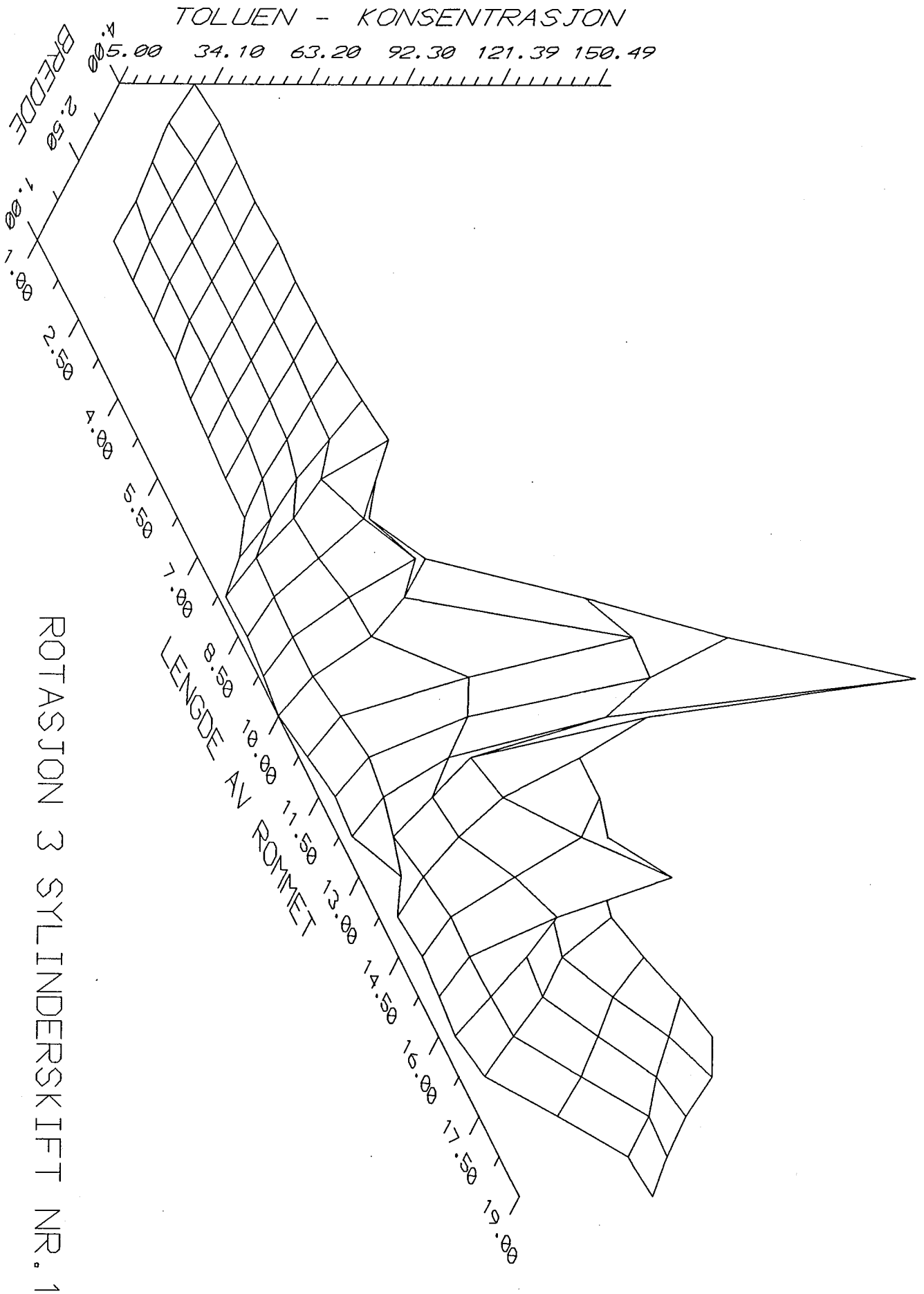
STED: Rotasjon 3

TID: 21/2 kl.12.15 - 13.00

SITUASJON: Sylinderskift

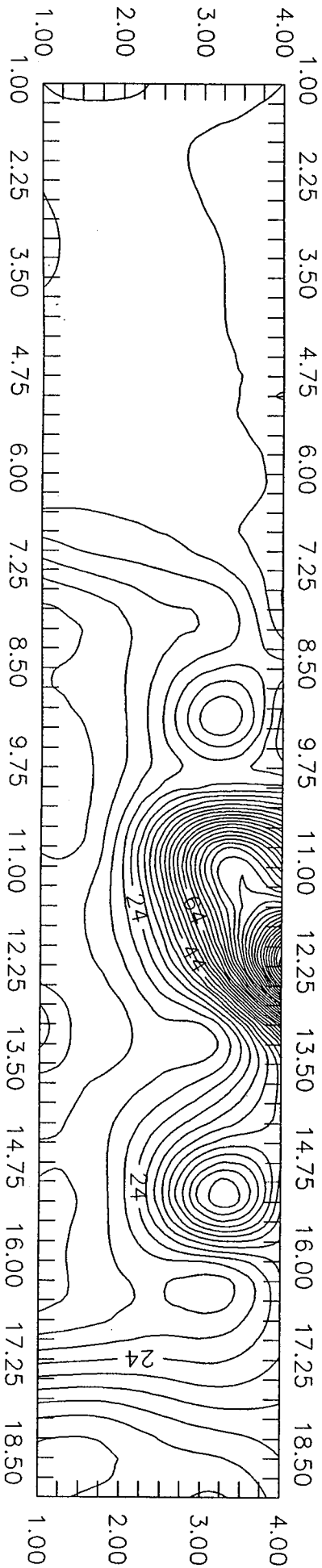
MERKNADER: 2 sylindere ble skiftet

20				
19	X	46	44	45
18	18	38	50	46
17	12	12	12	11
16	14	18	14	10
15	80	90	10	10
14	70	20	10	10
13	60	12	8	18
12	175	X	10	8
11	70	125	6	6
10	25	18	6	5
9	7	47	8	6
8	35	10	6	6
7	30	27	22	X
6	29	27	26	26
5	28	28	26	X
4	29	28	27	X
3	28	28	26	X
2	30	29	26	X
1	X	26	24	28
	4	3	2	1





ROTASJON 3 SYLINDERSKIFT NR. 1



Tabell nr. 4.7.12.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 2

STED: Rotasjon 3

TID: 22/2 kl.13.15 - 13.45

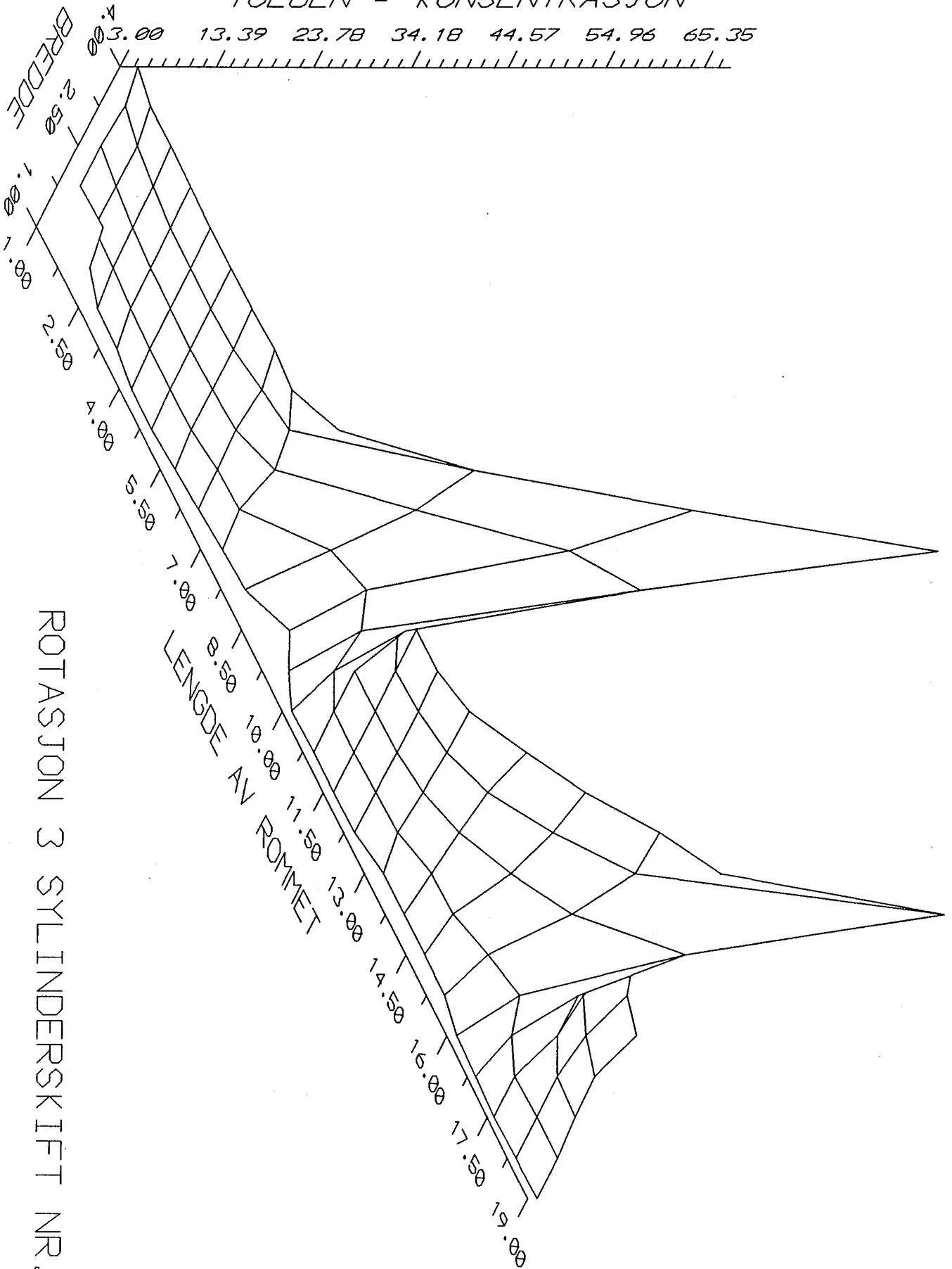
SITUASJON: Sylinderskift

MERKNADER: Skala 1 - 200

20				
19	X	3	4	4
18	4	4	4	4
17	4	4	3	3
16	15	60	8	4
15	4	15	5	4
14	4	8	6	5
13	4	5	4	5
12	4	4	4	4
11	4	4	4	X
10	3	4	4	4
9	9	120	7	4
8	3	30	12	5
7	4	5	4	X
6	4	5	4	5
5	4	4	4	X
4	4	4	4	X
3	4	4	4	5
2	4	5	4	X
1	X	6	5	10
	4	3	2	1

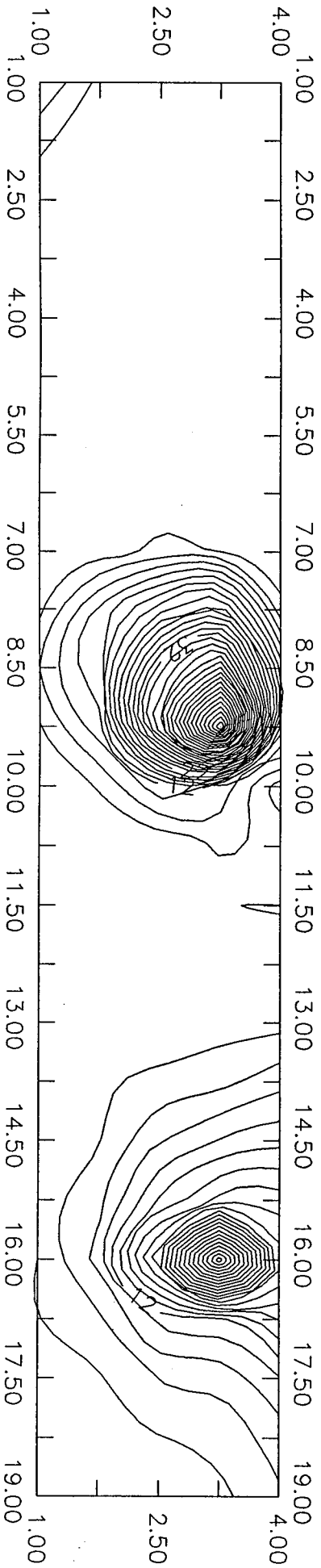
Figur 4.7.12.a.

TOLUEN - KONSENTRASJON



ROTASJON 3 SYLINDERSKIIFT NR. 2

ROTASJON 3 SYLINDERSKIFT NR.2



Tabell nr. 4.7.13.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 3

STED: Rotasjon 3

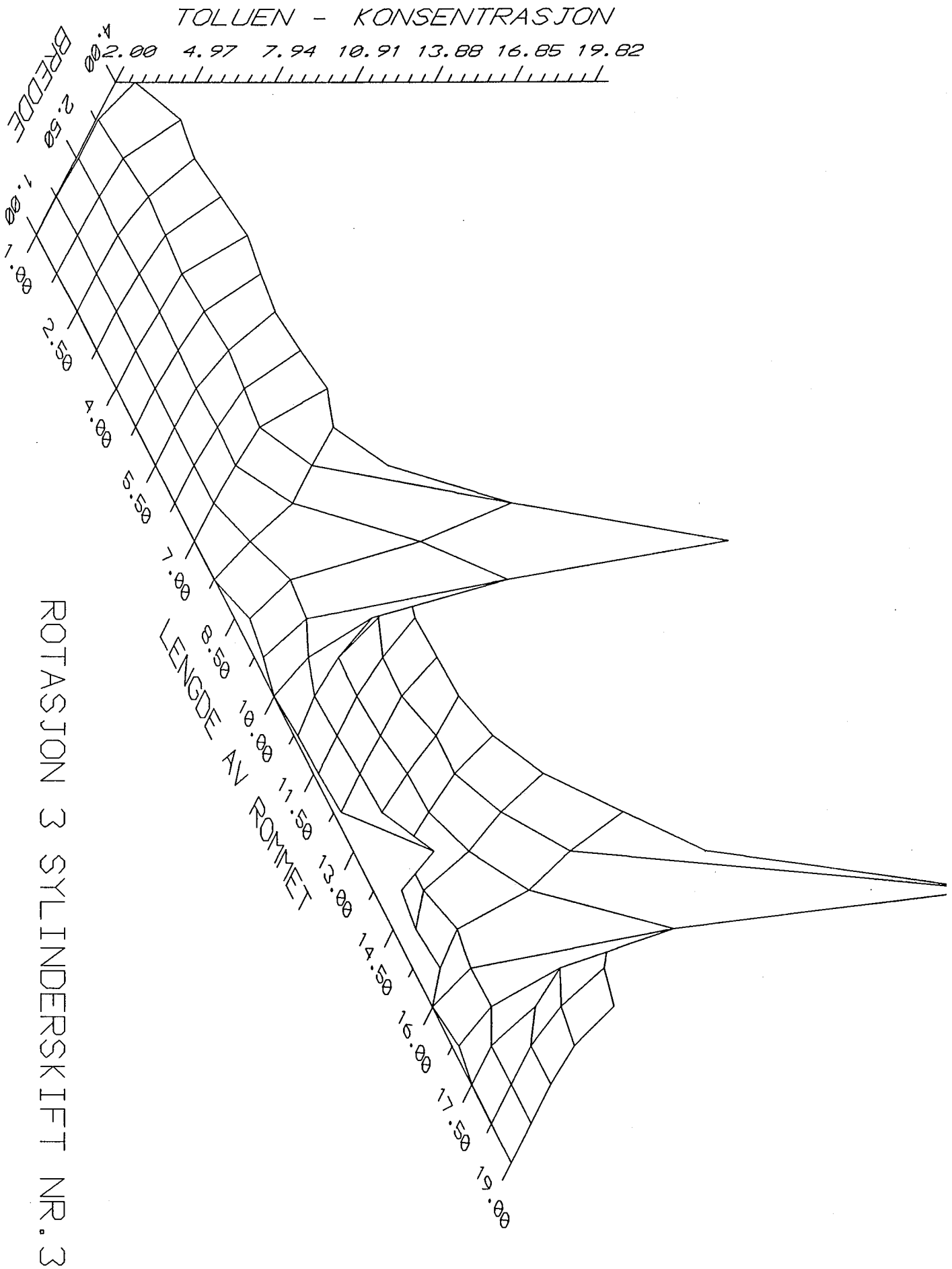
TID: 22/2 kl.16.15 - 17.40

SITUASJON: Sylinderskift

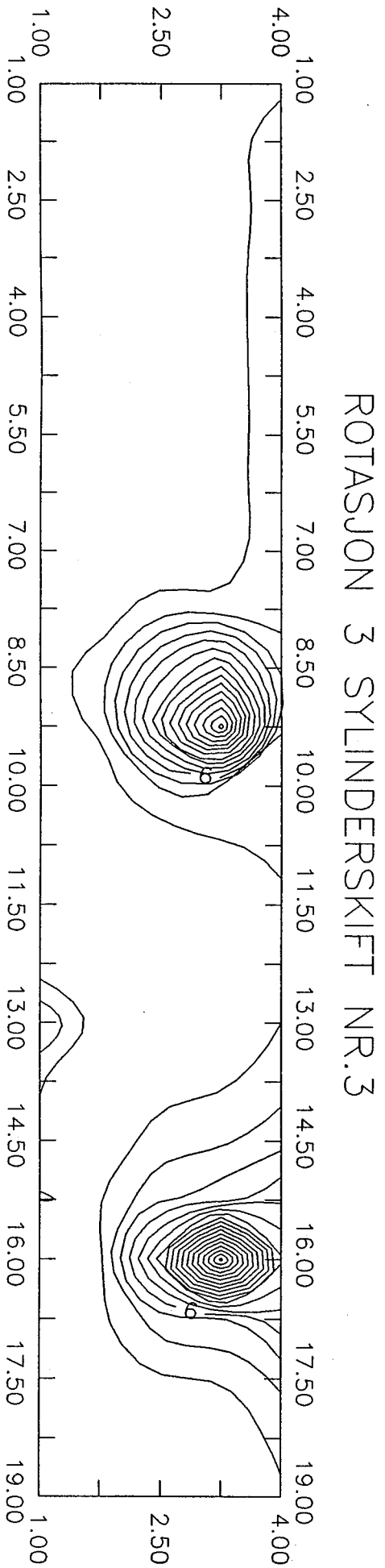
MERKNADER: Skala 1 - 200, 2 sylindere ut, 8 inn

20				
19	X	2	2	2
18	2	2	2	2
17	4	2	2	2
16	5	25	2	2
15	5	3	2	3
14	4	3	2	3
13	3	3	2	5
12	3	2	2	2
11	3	2	2	X
10	3	3	2	2
9	3	30	2	2
8	3	2	2	2
7	4	2	2	2
6	4	2	2	2
5	4	2	2	X
4	4	2	2	X
3	4	2	2	2
2	4	2	2	X
1	X	2	2	2
	4	3	2	1

Figur 4.7.13.a.



Figur 4.7.13.b.



Tabell nr. 4.7.14.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 1

STED: Stjernekjeller - Rotasjon 3 TID: 21/2 kl.13.00 - 13.40

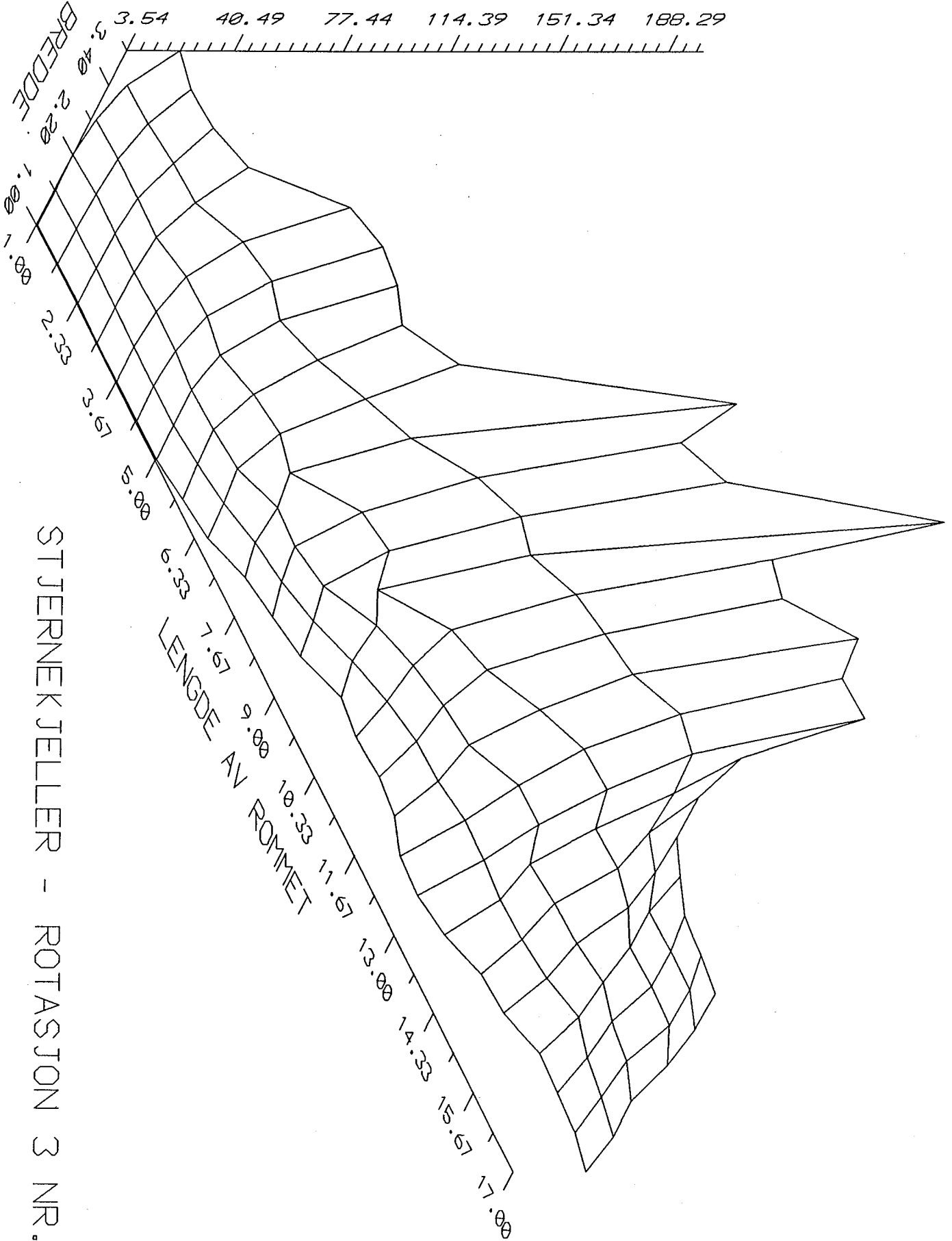
SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER:

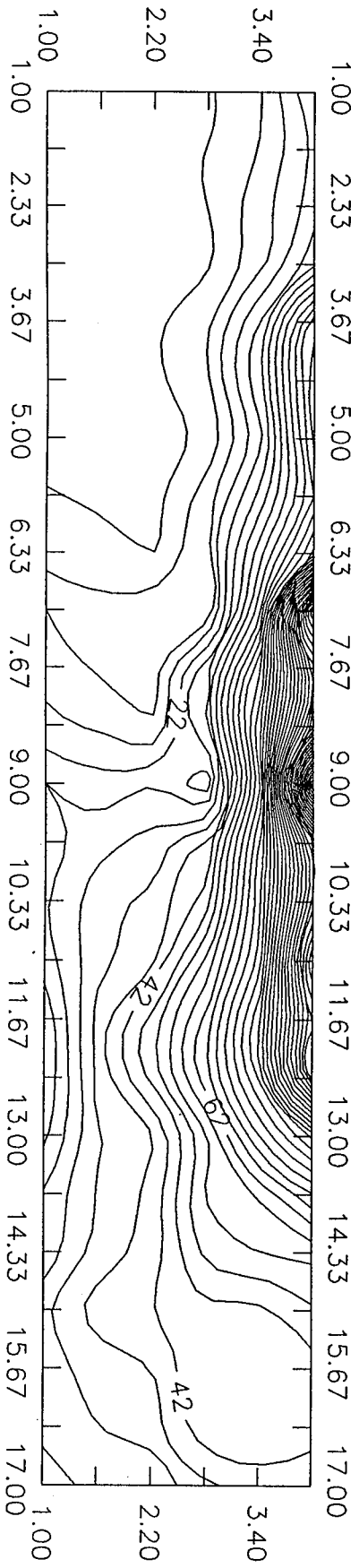
20				
19				
18				
17	X	X	30	28
16	60	50	35	30
15	165	45	42	X
14	175	60	37	24
13	135	X	37	21
12	160	64	50	10
11	150	52	35	24
10	150	20	40	23
9	200	10	25	26
8	150	15	10	18
7	150	4	12	14
6	55	4	4	7
5	55	5	3	4
4	75	4	3	4
3	25	4	4	X
2	21	4	4	4
1	22	5	3	4
	4	3	2	1



TOLUEN - KONSENTRASJON



STJERNEKJELLER – ROTASJON 3 NR.1



Tabell nr. 4.7.15.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 2

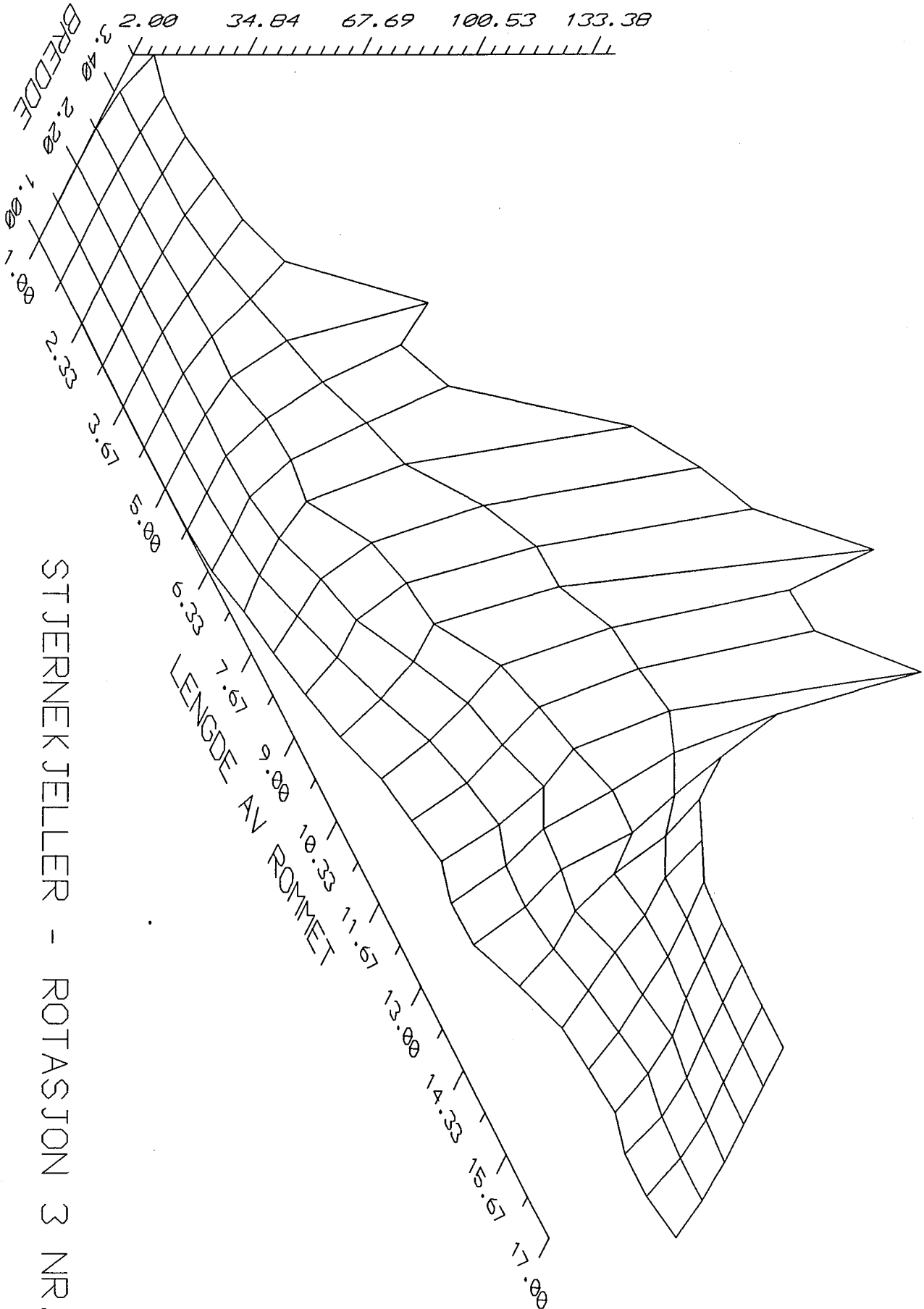
STED: Stjernekjeller - Rotasjon 3 TID: 14/3 kl 08.55 - 09.25

SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER:

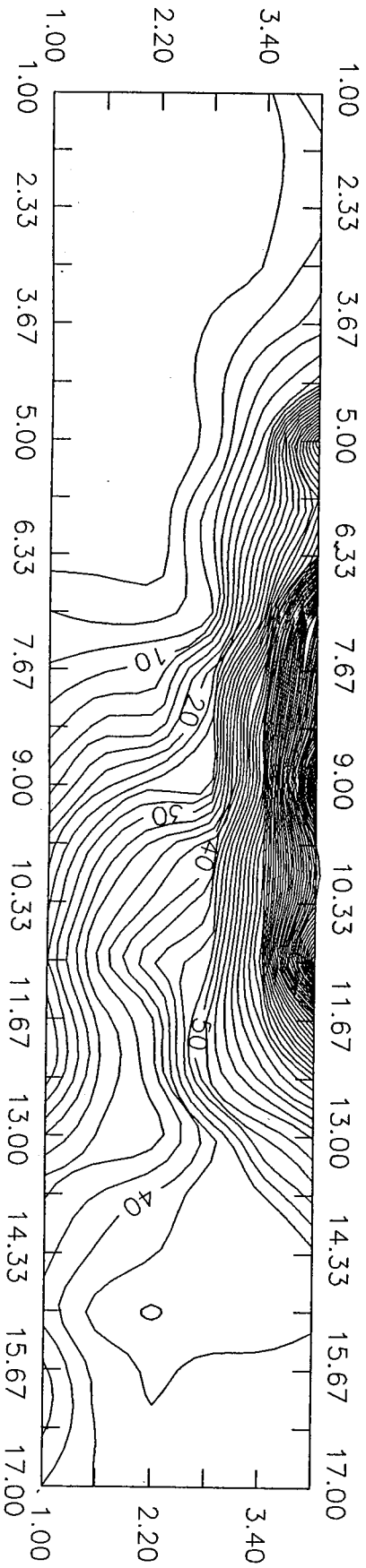
20				
19				
18				
17	X	X	41	38
16	X	41	43	33
15	110	43	45	X
14	110	45	42	37
13	80	X	34	30
12	100	58	35	16
11	135	45	45	26
10	125	25	45	19
9	140	20	25	15
8	135	7	14	8
7	90	3	4	6
6	40	3	2	2
5	50	3	2	2
4	9	3	2	2
3	7	3	2	X
2	5	2	2	2
1	8	2	2	2
	4	3	2	1

TOLUEN - KONSENTRASJON



STJERNEKJELLER - ROTASJON 3 NR. 2

STJERNEKJELLER – ROTASJON 3 NR.2



Tabell nr. 4.7.16.

YRKESHYGIENISKE MÅLINGER AV TOLUEN VED A/S HJEMMET  
VED HJELP AV DIREKTEVISENDE INSTRUMENT

NR. 3

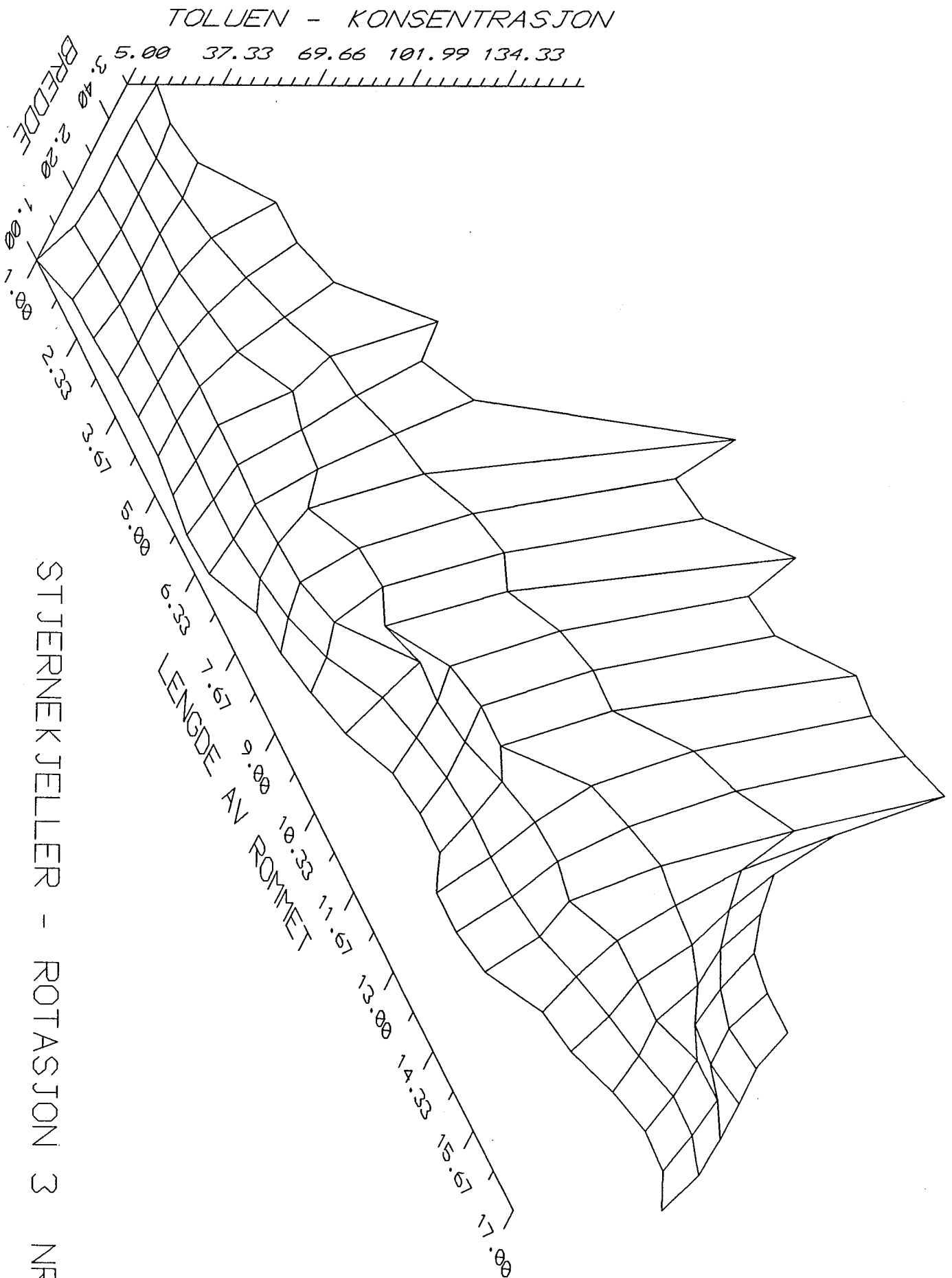
STED: Stjernekjeller - Rotasjon 3 TID: 17/3

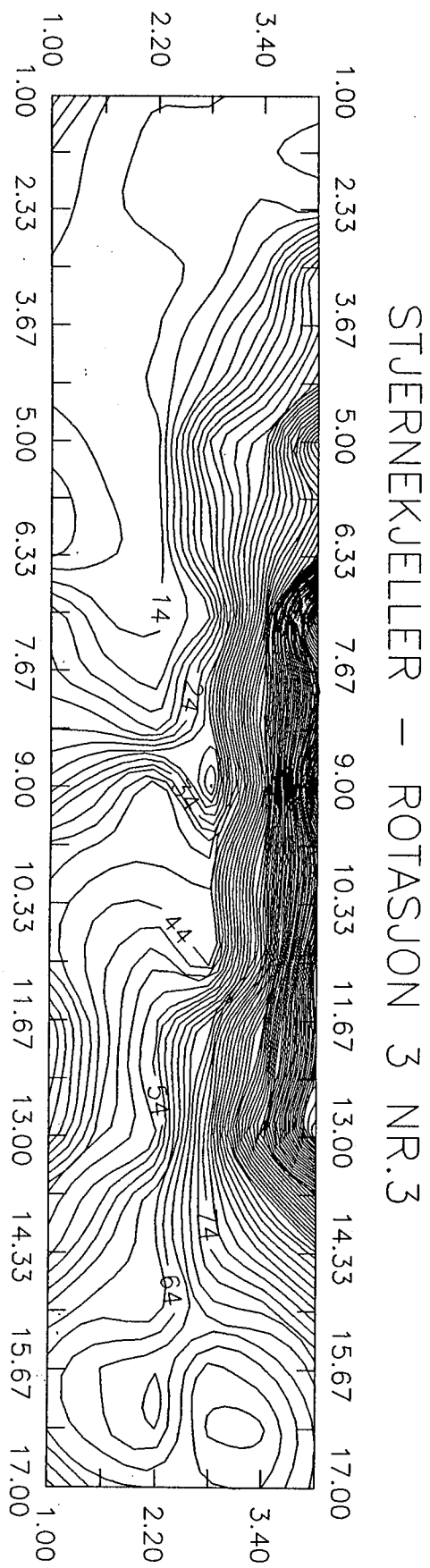
SITUASJON: Normaldrift

MERKNADER: Romtemperaturen virket høy

20				
19				
18				
17	X	X	62	55
16	55	55	75	63
15	150	70	60	X
14	140	80	60	49
13	160	X	50	36
12	175	65	55	25
11	150	35	50	41
10	150	20	50	41
9	150	15	45	29
8	150	12	12	22
7	150	12	12	19
6	60	25	10	6
5	70	35	12	11
4	40	14	12	13
3	35	14	13	X
2	10	14	17	10
1	15	14	17	5
	4	3	2	1

Figur 4.7.16.a.







## 5. KONKLUSJON

De ulike situasjonene vil bli behandlet i samme rekkefølge som i kapittel 4. RESULTATER OG DISKUSJON.

### 5.1. ROTASJON 4, NORMALDRIFT.

I de fleste målingene, (Nr. 1, 2, 4 og 5), ble det generelt målt forholdsvis høye toluen-konsentrasjoner inne i det avlukkede rommet, (1,4) og (2,4): 80 - 250 ppm.

Disse høye verdiene skyldes nok i hovedsak at denne delen av lokalet er en del av det innelukkede Rotasjon 4. Her foregår det en konstant fordamping av toluen fra papiret og fra fargekassene, så lenge Rotasjonen er i normaldrift.

Målingene viste også en viss konsentrasjonsøkning i området over en avfallsbøtte, (10,1). Innholdet i bøtta besto hovedsaklig av filler. Fillene var blitt benyttet under vaskingen av sylindere, og konsentrasjonsøkningen skyldes fordamping av toluen fra fillene. Dette kommer godt frem i Figur 4.7.1.a., 4.7.2.a. og 4.7.3.a. Tendensen i resten av lokalet viser at verdiene stort sett ligger under normen. Ut i fra disse iakttagelser synes utluftingen av lokalet å fungere tilfredsstillende.

Normaldrift nr.4 viste generelt lavere verdier enn nr.1, 2 og 3. Dette skyldes at en feil i utluftingsanlegget var blitt reparert, slik at det nå fungerte bedre. Normaldrift nr.5 ble gjort for å bekrefte antagelsen at anlegget fungerte bedre. Dette slo imidlertid ikke til, måleverdiene ligger generelt høyere i denne målingen i forhold til Normaldrift nr.4. Temperaturen i lokalet virket høy den dagen Normaldrift nr.5 ble tatt, dette kan være en medvirkende årsak til at verdiene var høyere enn for Normaldrift nr.4. For å kunne trekke en konklusjon om at anlegget var blitt bedre, burde det ha blitt tatt flere målinger.

I Normaldrift nr.2 og 3 oppsto det et papirbrudd. Fordelingen av toluen synes å forandre seg på den måten at konsentrasjonen øker ute i lokalet, mens den synker i det avlukkede rommet. Dette sett i forhold til Normaldrift nr.1, 4 og 5. En årsak til dette kan være at ved papirbrudd åpnes de nedtrekkbare dørene, og toluendampen synes å fordele seg utover i lokalet.

Konklusjonen for Normaldrift i Rotasjon 4 er at utluftingsanlegget synes å fungere tilfredstillende i den grad at de fleste verdiene i lokalet (arbeidssone) ligger under normen.

#### 5.2. ROTASJON 4, SYLINDERSKIFT.

Det ble målt generelt lave verdier i hele lokalet for Sylinder-skift nr.1 og 2, (2 - 20 ppm).

Ved målepunktet (11,4) er det montert en tappekran for toluen. Denne toluenen blir benyttet til vasking av sylindere. Ved oppfylling av kannene blir det ofte sølt med toluen, som igjen fordampes og skaper en nivåøkning i dette området, (60 - 80 ppm).

På grunnlag av disse to målingene kan utluftingsanlegget sies å fungere tilfredsstillende. For å bekrefte denne påstanden, burde flere målinger ha vært gjennomført.

### 5.3. ROTASJON 3, NORMALDRIFT.

Dette lokalet betegnes som ikke-arbeidssone.

Mellom sylindrerne var nivået av toluen generelt høyere enn normen. Verdiene her varierte mellom 50 og 175 ppm for de tre målingene (Normaldrift nr.1, 2 og 3). Årsaken til disse relativt høye verdiene er at toluen fordamper fra fargekassene og det ferdigtrykte papiret.

Det ble også registrert verdier over normen i området mellom veggen og sylindrerne. Her varierte verdiene mellom 24 og 260 ppm for de tre målingene. En årsak til dette kan være at toluen fra fargekasser og papir påvirker området, samt at utluftingen virket noe ujevn her.

Generelt i resten av lokalet ligger verdiene jevnt under normen, men for Normaldrift nr.3 var verdiene litt over normen. En mulig årsak til dette kan være at temperaturen i lokalet denne dagen virket noe høy.

### 5.4. ROTASJON 3, SYLINDERSKIFT.

Det generelle for denne type arbeidsoperasjon, i Rotasjon 3, er at på det stedet hvor vaskingen foregår, registreres det at de fleste verdier ligger over normen. Verdiene varierte mellom 18 og 120 ppm for de tre målingene, (Sylinderskift nr.1, 2 og 3).

I resten av lokalet lå verdiene under normen, (2 - 30 ppm), så det kan synes som om utluftingsanlegget fungerer tilfredstillende under et sylinderskift.

### 5.5. NORMALDRIFT I STJERNEKJELLER-ROTASJON 3.

Hele lokalet betegnes som arbeidssone.

I området mellom fargekassene ble det i de tre målingene (Stjernekjeller-Rotasjon 3 nr.1, 2 og 3) registrert enkelte meget høye verdier. Verdiene lå mellom 70 og 200 ppm. Den viktigste årsaken til dette er fordampning av toluen fra fargekassene. Målingene viste dessuten at nivået mellom fargekassene og operatørrommet lå litt over normen, (30 - 80 ppm). Årsaker til dette kan være at den antatt høye fordampningen fra fargekassene påvirker dette området spesielt, og at utluftingen her ikke fungerer tilfredsstillende.

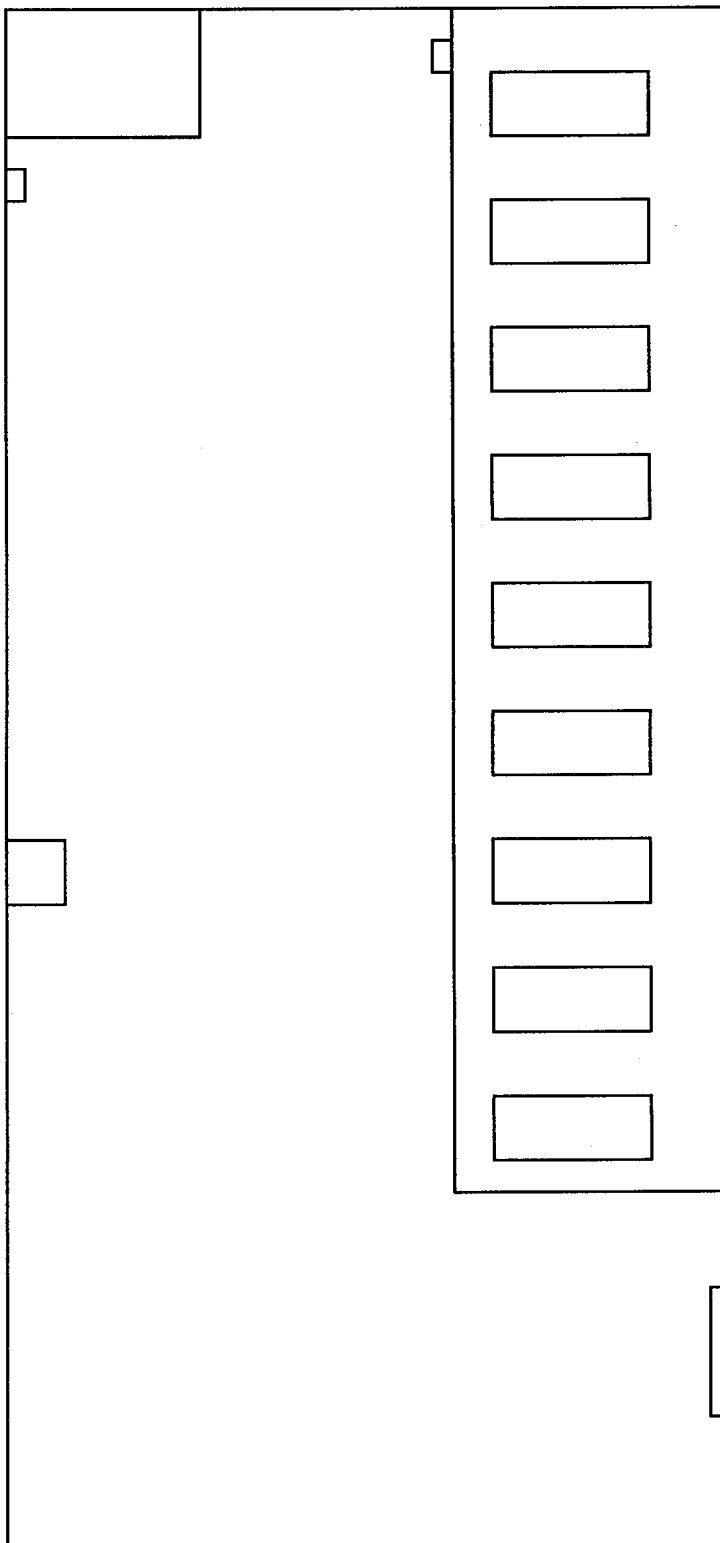
For de tre målingene lå verdiene under normen i resten av lokalet, (2 - 40 ppm).

## 6. LITTERATURHENVISNINGER

- 6.1. - A-magasinet nr.10, 11/3-1989  
s. 56 - 66.
- 6.2. - IBID,  
- Farene ved løsemidler. Arbeidsmiljøsenderet 1986  
s. 4 - 22.
- 6.3. - Farene ved løsemidler. Arbeidsmiljøsenderet 1986  
s. 5.
- 6.4. - IBID s. 26 - 35.  
- Arbeidsmiljøloven, mars 1984. Kap. II  
- Administrative normer for forurensing i arbeidsatmosfæren,  
1984. s. 3 - 4.
- 6.5. - Arbete och hälsa. København, Januari 1989  
s. 7 - 8.
- 6.6. - Farene ved løsemidler. Arbeidsmiljøsenderet 1986.  
s. 33.
- 6.7. - Prøvetaking i foruresninger i arbeidsatmosfære.  
Arbeidstilsynet.
- 6.8. - Model PI-101  
Quick-Start Manual

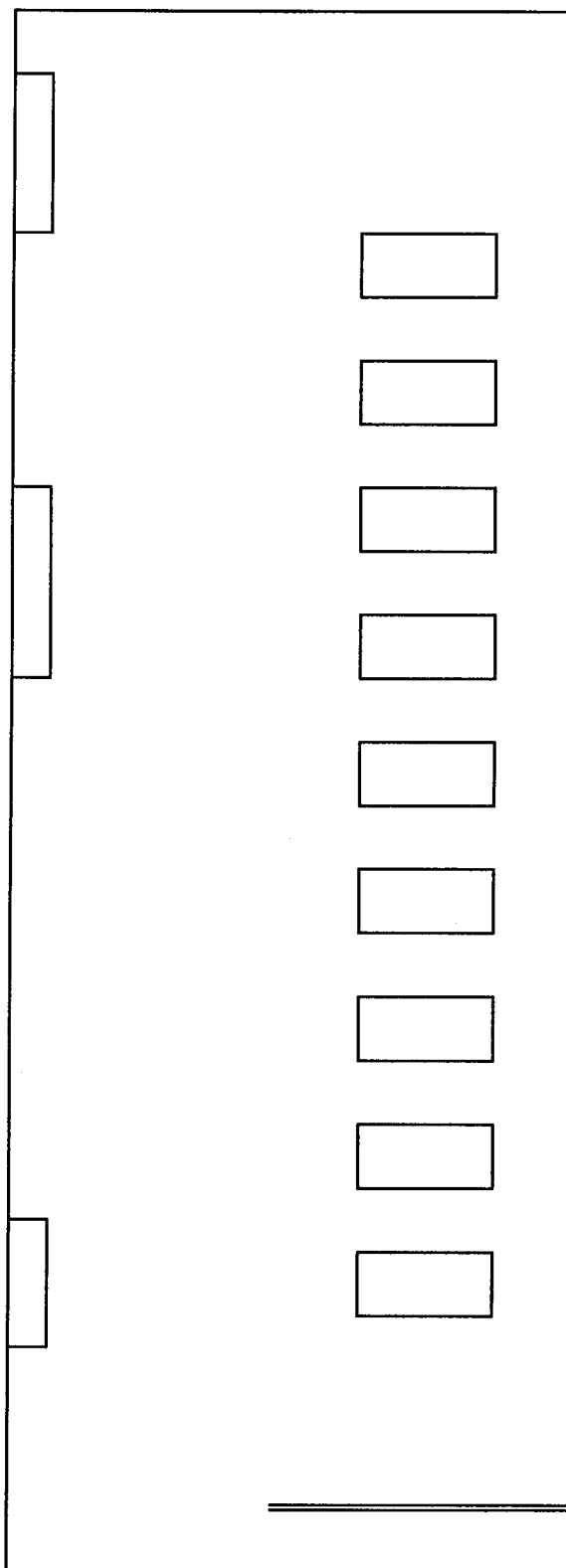
7.1. Bilag nr. 1

Skjematisk oversikt over Rotasjon 4



7.2 Bilag nr.2

Skjematisk oversikt over Rotasjon 3



7.3 Bilag nr. 3

Skjematisk oversikt over Stjernekjeller-rotasjon 3

