



Objekt: 140309, spes: 0002

---

Akselerasjons- og sporkraft-  
målinger på El 14, 16 og 17

---

Oslo - Otta

31.10 - 08.11 1990

Rapportens tittel  AKSELERASJONS- OG SPORKRAFTMÅLINGER PÅ EL 14, 16 OG 17.  OSLO-OTTA 31.10-08.11 1990	Prosjektnummer 140309 0002
	Dato 17.06.91
	Antall sider og bilag 43 + 59

Styringsgruppe	Prosjektgruppe  O.ing. H. Brustad, En/El (prosjektleder)  Avd.ing. K. Høgvard, En/El
----------------	---

## Kort sammendrag

Rapporten omhandler gjennomførte målinger av sideveis akselkasseakselerasjoner på El 14, 16 og 17 høsten 1990. Målestrekningen var Oslo-Otta. For El 17 ble svilletverkkreftene avledet på grunnlag av målte akselerasjoner og fjærbevegelser. Resultatene ved fremre- og bakre hjulaksel på ledende boggi for kurver med radius i området 200-1000 meter er beregnet og presenteres som :

1. Prosentvis fordeling av registrerte måleverdier.
2. Maksimale, minimale og midlere verdier pr. kvasistatisk sideakselerasjonsnivå.

Målingene på El 17 indikerer en skjevfordeling av både akselkasseakselerasjoner og svilletverkkrefter mellom høyre- og venstrekurver, spesielt ved ledende boggiaksel. Kvasistatiske svilletverkkrefter var gjennomgående størst i **høyrekurver**, og det ble registrert forskjeller mellom høyre- og venstrekurver på opptil 5 kN. **Venstrekurver** ga imidlertid størst akselkasseakselerasjoner. Resultatene for El 14 og El 16 viser at El 16 operer med klart størst akselkasseakselerasjoner. Betrakter vi gjennomsnittlige akselkasseakselerasjoner pr. sideakselerasjonsnivå kan vi sammenligne resultatene for El 14 og 16 ved strekningshastighet og El 17 ved ekspress- og overhastigheter. El 16 og El 17 opererte her med jevnstore verdier mens El 14 lå klart lavere.

## Stikkord

AKSELKASSEAKSELERASJONER
SVILLETVERKKREFTER
SPORKREFTER

Utgitt av  
Norges Statsbaner

# INNHOILDSFORTEGNELSE

SIDE

1.	INNLEDNING .....	1
2.	INSTRUMENTERING .....	2
3.	MÅLINGER .....	4
4.	ETTERBEHANDLING .....	5
4.1	Overføring av data fra båndopptaker til PC ...	6
4.2	Gjennomlesing av digitale måledata med lagring av akselerasjons- og fjærbevegelsesdata pr. kurve .....	7
4.3	Etterbehandling av lagrede måledata pr. kurve med resultatberegning pr. kurvegruppe .....	13
5.	RESULTATER .....	15
5.1	Datagrunnlag .....	15
5.2	Akselkasseakselerasjoner .....	17
5.2.1	Prosentvis fordeling .....	17
5.2.2	Maksimale, midlere og minimale akselkasseakselerasjoner pr. sideakselerasjonsnivå .....	22
5.3	Svilletverrkrefter .....	27
5.3.1	Prosentvis fordeling .....	27
5.3.2	Maksimale, midlere og minimale svilletverrkrefter pr. sideakselerasjonsnivå .	32
6.	KONKLUSJONER .....	42

## APPENDIX

A1. AMPLITUDE-, FASE- OG FREKVENSDIAGRAM

A2. MÅLERESULTATER

A2.1 Akselkasseakselerasjoner.

A2.1.1 Prosentvis fordeling.

A2.1.2 Maksimale, midlere og minimale akselkasseakselerasjoner pr. sideakselerasjonsnivå.

A2.2 Svilletverrkrefter.

A2.2.1 Prosentvis fordeling.

A2.2.2 Maksimale, midlere og minimale svilletverrkrefter pr. sideakselerasjonsnivå.

## FORORD

Prosjektgruppen som har gjennomført oppdraget med akselerasjons- og sporkraftmålinger på El 14, El 16 og El 17 på strekningen Oslo-Otta har bestått av o.ing. Henning Brustad og avd.ing. Kjell Høgvard begge fra Elt. I forbindelse med utviklingen av et digitalt filter til signaletterbehandlingen ble professor Rolf Bjerknes fra Institutt for informatikk ved Oslo Universitet konsultert.

## 1. INNLEDNING

Hensikten med gjennomførte sporkraftmålinger er å få et bredere sammenligningsgrunnlag når det gjelder hjul/skinnekrefter for materielltypene El 14, El 16 og El 17. Teknisk Laboratorium har tidligere gjennomført omfattende sporkraftmålinger i to kurveavsnitt mellom Hønefoss og Sokna på Bergensbanen. Disse målingene ble foretatt ved å instrumentere sporet for punktvis måling av svilletverrkreftene. I dette prosjektet var det ønsket kontinuerlige kraftmålinger.

Boggikonstruksjonene på El 14 og El 16 gjorde det svært vanskelig å instrumentere disse lokomotivtypene med givere for registrering av sideveis fjærbevegelse mellom boggi og vognkasse. Opprinnelig ønske om kontinuerlige kraftmålinger måtte derfor reduseres til aksellerasjonsmålinger når det gjelder El 14 og El 16.

Hovedsaken var imidlertid at El 17 kunne instrumenteres for svilletverrkraftmålinger da tidligere gjennomførte sporkraftmålinger på denne materielltypen har vist at størrelsen på svilletverrkreftene varierer med kurveretningen. Tendensen har vært at høyrekurver konsekvent gir større krefter enn venstrekurver ! Det har vært en del spekulasjoner om grunnen til dette fenomenet. Dreiebenkene som benyttes til hjuldreining har i ettertid blitt kontrollert og finjustert. Betydelig interesse er derfor knyttet til hvorvidt dette har hatt noen innvirkning på tidligere registrert skjevfordeling av krefter mellom høyre- og venstrekurver.

## 2. INSTRUMENTERING

Lokomotiv av type El 14, El 16 og El 17 ble utstyrt med akselerometre for måling av sideveis akselerasjon på vognkasse, akselkassebokser og på boggirammen over akselkasseboksene. Bare akselerasjonssignalene fra akselkasseboksene på boggi 2 er imidlertid behandlet i denne rapporten. Vognkasse-giveren ble benyttet til kurvedeteksjon og radiusberegning. Hvilke givere som ble benyttet hvor kan sees av tabell 2.1.

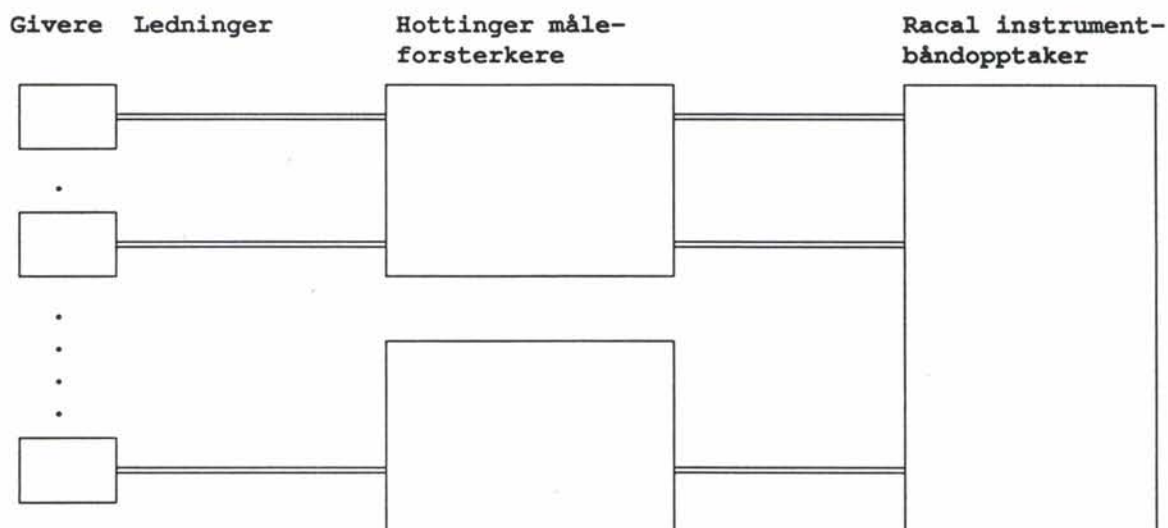
	VOGNKASSE	FREMRE BOGGIAKSEL	BAKRE BOGGIAKSEL
FABRIKAT	Hottinger	Kyowa	Kyowa
TYPE	B12/500	AS-5GA	AS-10GB
AKS.MÅLEOMRÅDE [ m/s <sup>2</sup> ]	+/- 200	+/- 50	+/- 100
FREKVENSSOMRÅDE [ Hz ]	0 - 100	0 - 170	0 - 380

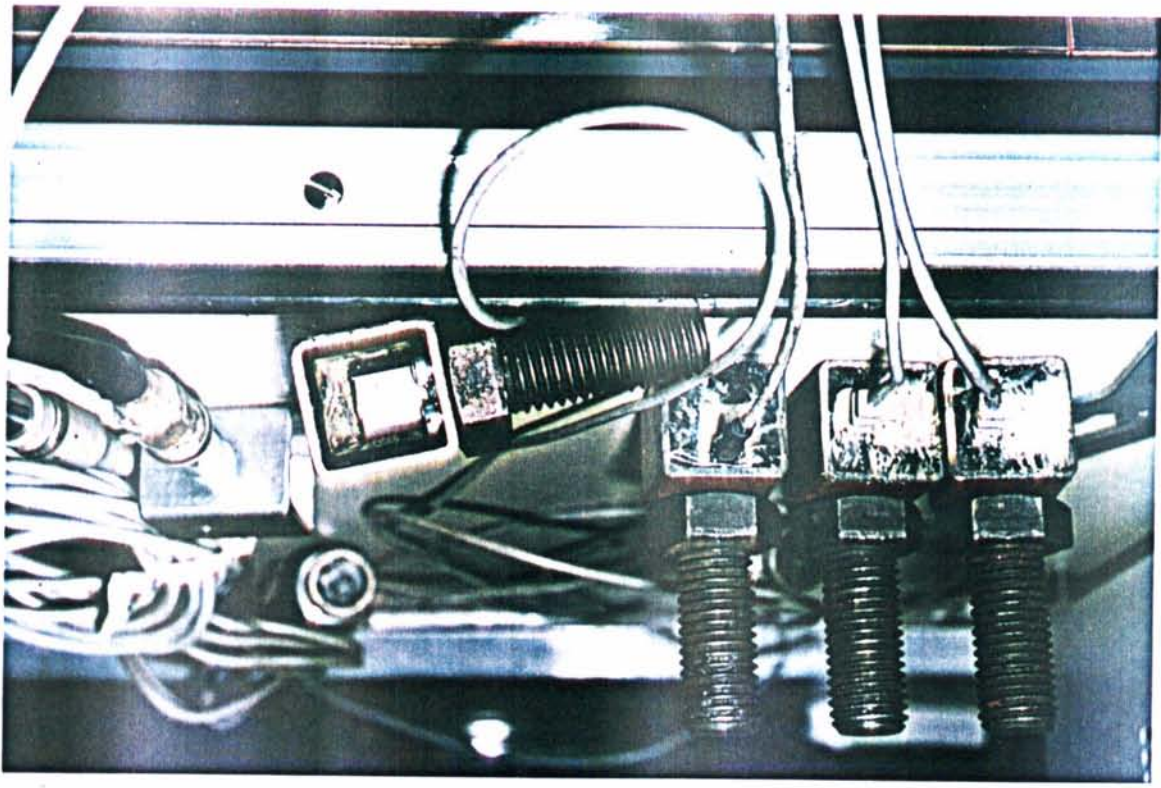
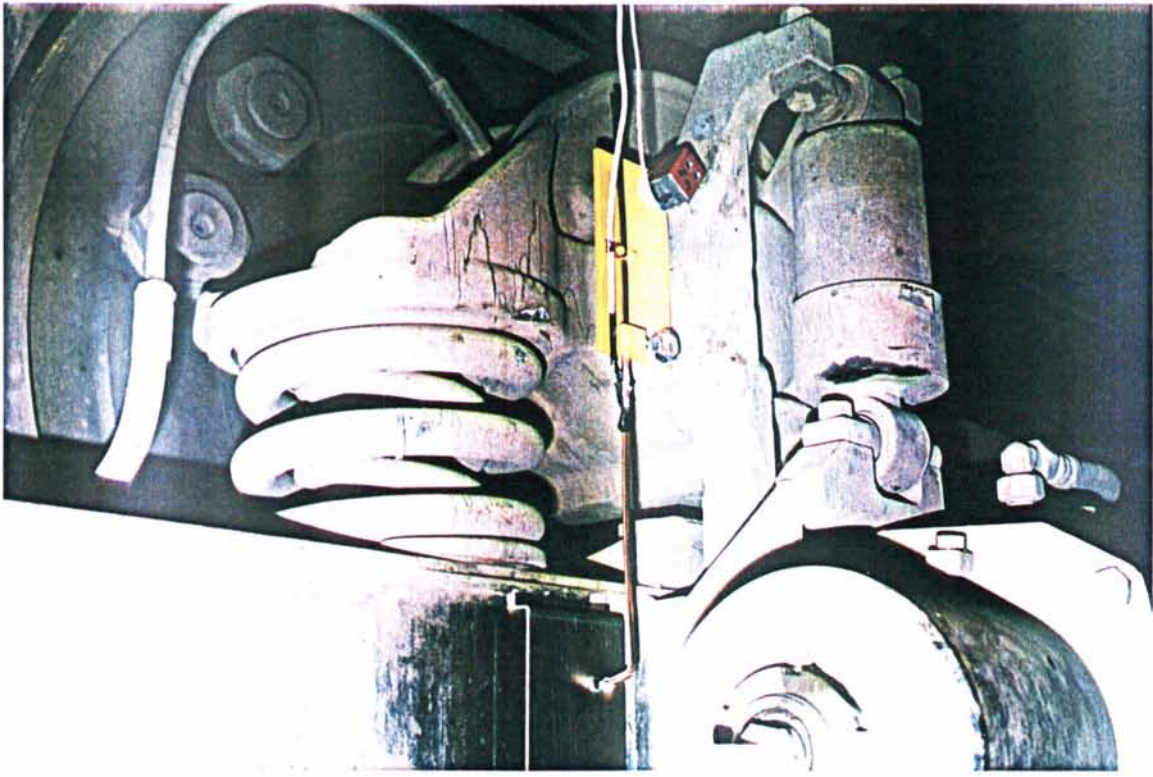
Tabell 2.1 : Benyttede akselerometere.

Akselkasseakselerometrene ble skrudd inn i boltene i akselkasselokket. Se fargefigur neste side.

El 17 loket ble også instrumentert med egenutviklede, strekk-lappbaserte givere for måling av sideveis fjærbevegelse ved akselkasseboksene. Se fargefiguren neste side for nærmere detaljer her. Den fysiske utformingen av boggiene på El 14 og El 16 umuliggjorde montering av slike givere på disse materielltypene.

Ulike målegivere på lokomotivet ble forbundet med signalforsterkere i målevogna via skjermede kabler. Veien fra givere til lagringsenhet kan skjematisk fremstilles på følgende måte.







### 3. MÅLINGER

Måleturene ble gjennomført på strekningen Oslo-Otta for samtlige materielltyper med lagring av målesignalene på en instrumentåndopptaker. Utvalgte rettstrekninger ble angitt med et eget markeringssignal. En utkikk på lokomotivet ga beskjed om rettstrekningene via walkie talkie, og en operatør i målevogna markerte dette signalmessig.

Følgende måleturer Oslo-Otta ble gjennomført :

31.10.90 : El 17 2231 + XLAB + AB7 24707

01.11.90 : El 17 2231 + XLAB + AB7 24707

06.11.90 : El 14 2172 + XLAB

08.11.90 : El 16 2209 + XLAB

El 14 2172 og El 16 2209 ble kjørt i skiltet strekningshastighet, mens El 17 2231 ble kjørt med ekspress- og overhastigheter. Ekspresshastigheter betyr + 5-10 km/h i forhold til strekningshastighet. Benyttede overhastigheter lå 15-20 km/h over ekspresshastighetene avhengig av om disse var under eller over 100 km/h. Målingene ble gjennomført i begge fartsretningene. El 14 og El 16 ble konsekvent kjørt med førerrom 2 pekende mot Otta. El 17 2231 hadde også førerrom 2 først i kjøreretningen mot Otta, men tilbaketurene ble gjennomført med førerrom 2 først for ekspresshastigheter og førerrom 1 først når overhastigheter ble benyttet.

Problemer med vognkasseakselerometeret på El 17 2231 under oppturen til Otta ved kjøring i ekspresshastighet gjorde at kun måledataene etter Rudshøgda (kmp. 149) kunne benyttes her.

## 4. ETTERBEHANDLING

Hver av måleturene er etterbehandlet i tre operasjoner :

- 1 : Overføring av data fra båndopptaker til PC.
- 2 : Gjennomlesing av digitale måledata med lagring av akselerasjons- og fjærbevegelser pr. kurve.
- 3 : Etterbehandling av lagrede måledata pr. kurve med resultatberegning pr. kurvegruppe.

Før målesignalene kan bearbeides på PC'en må de digitaliseres og leses inn i datamaskinen. Dette gjøres i deloperasjon 1.

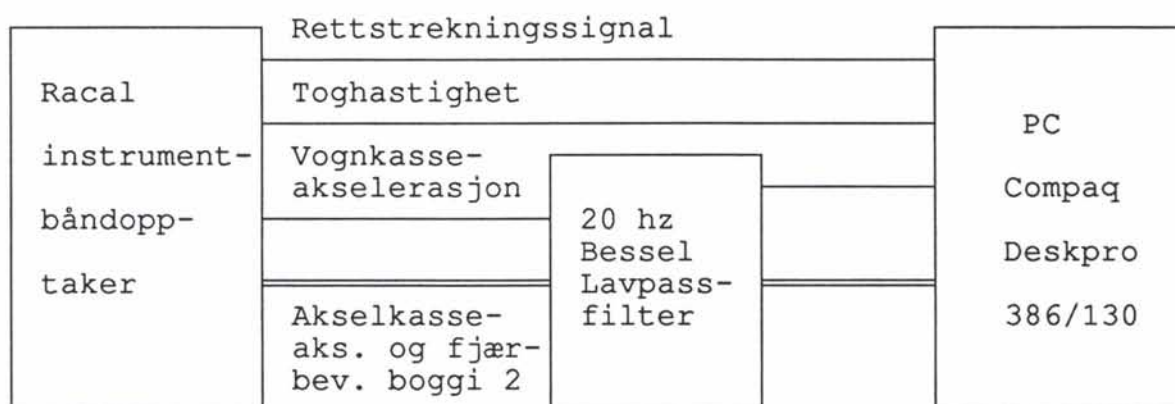
Deretter kan neste etterbehandlingstrinn med programmert gjennomlesing av digitaliserte signalverdier for rettstrekningssmarkering, sideakselerasjon vognkasse og hastighet settes i gang. Akselerasjons- og fjærbevegelsessignalerne avleses imidlertid bare hvis etterbehandlingsprogrammet detekterer rette strekninger eller kurver av en viss varighet. Ved rette strekningsavsnitt beregner programmet signalnullpunkter ved å midle avleste måleverdier. I kurver beregnes radius, og måleresultatene lagres på datafiler for videre bearbeiding senere.

Etter at en måletur i sin helhet er gjennomløst etter kurver og rettstrekningssavsnitt, er det klart for etterbehandlingsoperasjon 3 hvor kurveresultatene sorteres etter kurveretning og radius. Ved automatisk inndeling av kurvene i grupper etter størrelsen på kurveradius kan gjennomsnittlige resultater pr. kurveretning og radius beregnes og sammenlignes for ulike materielltyper.

Nærmere beskrivelse av ulike etterbehandlingsoperasjoner følger i etterfølgende underkapitler.

#### 4.1 Overføring av data fra båndopptaker til PC.

Før akselerasjons- og fjærbevegelsessignalene fra instrumentbåndopptakeren ble overført til en PC for videre etterbehandling ble de filtrert med et 20 hz Bessel lavpassfilter for å fjerne uinteressante høyfrekvente støykomponenter. Det henvises til appendix A1 når det gjelder beskrivende amplitude, fase og frekvensdiagram (AFF diagram) for lavpassfilteret. Filteret som ble innleid fra SI, hadde imidlertid bare seks kanaler, noe som begrenset antall signaler som kunne etterbehandles pr. måletur. Interessen måtte derfor konsentreres om en boggi, og da akselerasjonsgiveren på akselkasse 1 tidlig brøt sammen, falt valget på boggi 2.



Benyttet samplingsfrekvens ved digitalisering av analoge målesignaler var 200 hz pr. signal.

Følgende signaler ble overført fra båndopptaker til PC og benyttet i den videre etterbehandlingen :

- Rettstrekningsmarkering
- Vognkasseakselerasjon
- Toghastighet
- Akselkasseakselerasjoner
- Fjærbevegelser ( El 17 )

#### 4.2 Gjennomlesing av digitale måledata med lagring av akselerasjons- og fjærbevegelsesdata pr. kurve.

Følgende forhold er forsøkt tatt hensyn til i egenutviklet dataetterbehandlingssystem :

##### **Korreksjon for temperaturdrift i benyttede målegivere :**

Utgangssignalene fra eksempelvis akselerometrene endrer seg ved økende eller avtagende temperaturer hvilket betyr at signalene bør kalibreres eller korrigeres med jevne mellomrom.

##### **Deteksjon av kurveavsnitt :**

Akselerasjoner og krefter for ulike materielle typer skal sammenlignes i kurver, men bare kurveavsnitt av en viss utstrekning er av interesse.

##### **Beregning av kurveradius :**

Bare resultater oppnådd i samsvarende kurver kan sammenlignes. Dette nødvendiggjør inndeling av detekterte kurveavsnitt etter kurveretning (høyre/venstre) og radius.

##### **Resultatberegning pr. ukompensert sideakselerasjon :**

Selv om to kurveavsnitt er helt identiske kan to togpasseringer gi vidt forskjellige resultater når det gjelder sideveis akselerasjoner og krefter avhengig av benyttet kurvehastighet. Direkte sammenligninger kan derfor bare gjøres når hastigheten er den samme. Resultatberegning pr. ukompensert sideakselerasjonsnivå for samsvarende kurveavsnitt er det nærmeste vi kommer direkte sammenlignbare resultater.

Problemet med temperaturdrift ble løst ved å signalmessig markere utvalgte rettstrekninger. Nullpunktskorreksjoner ble foretatt på disse rettstrekningene under dataetterbehandlingen av måleturen.

Vognkasseakselerasjonssignalet ble benyttet til kurvedeteksjon og radiusberegning, men måtte først ytterligere filtreres. Et digitalt FIR filter med knekkfrekvens på 1.0 hz ble utviklet til formålet ved bruk av et såkalt Hanning vindu. Fordelen med digital filtrering er full kontroll med tidsforsinkelsene som oppstår mellom ufiltrert og filtrert signal. Ulempen er at lave knekkfrekvenser krever mange ledd i filteret, noe som betyr mange og tidkrevende regneoperasjoner.

Med eksempelvis 101 filterkonstanter vil filtrert måleverdi ved diskret tidspunkt  $k$  foruten ufiltrert måleverdi ved samme tidspunkt avhenge av de femti foregående og femti etterfølgende digitale måleverdier.

$$y_F(k) = f(k-50) * y_{UF}(k) + \dots + f(k-1) * y_{UF}(k-1) + f(k) * y_{UF}(k) + f(k+1) * y_{UF}(k+1) + \dots + f(k+50) * y_{UF}(k+50)$$

hvor  $y_F(k)$  = filtrert digital måleverdi ved tidspunkt  $k$ .

$y_{UF}(k)$  = ufiltrert måleverdi ved tidspunkt  $k$ .

$f(k)$  = filterkonstant for tidspunkt  $k$ .

Filterets amplitudekarakteristikker ved bruk av henholdsvis 25, 51, 101 og 201 filterkonstanter kan sees i appendix A1. Etter en del utprøving ble det valgt å benytte 201 ledd i filteret. Dette fordi færre filterkonstanter rett og slett ikke gir tilstrekkelig signaldempning ved frekvenser over 1 hz. 201 filterkonstanter betyr 201 multiplikasjoner og 201 addisjoner pr. filtrert digital måleverdi. Med 200 måleverdier pr. sekund innebærer dette 80400 regneoperasjoner pr. signal i sekundet ! Til tross for egen matematikkprosessor i PC'en betød dette svært begrenset etterbehandlingshastighet. Eksempelvis tok det 10-15 timer å etterbehandle en måletur av 4-5 timers varighet.

Digitalt, lavpassfiltrert vognkasseakselerasjonssignal ble videre korrigert for testlokomotivenes ulike rulleveinkelkoeffisienter før endelige etterbehandlinger ble gjennomført. Dette ble gjort ved å nedjustere vognkasseakselerasjonssignalet til samme nivå som gjennomsnittlige akselkasseakselerasjoner (aksel 2,3 og 4) på en teststrekning. Korrigert signal kalles  $a_q$ , og angir altså ukompensert sideakselerasjon.

Selve kurvedeteksjonen i etterbehandlingen ble gjennomført på følgende måte :

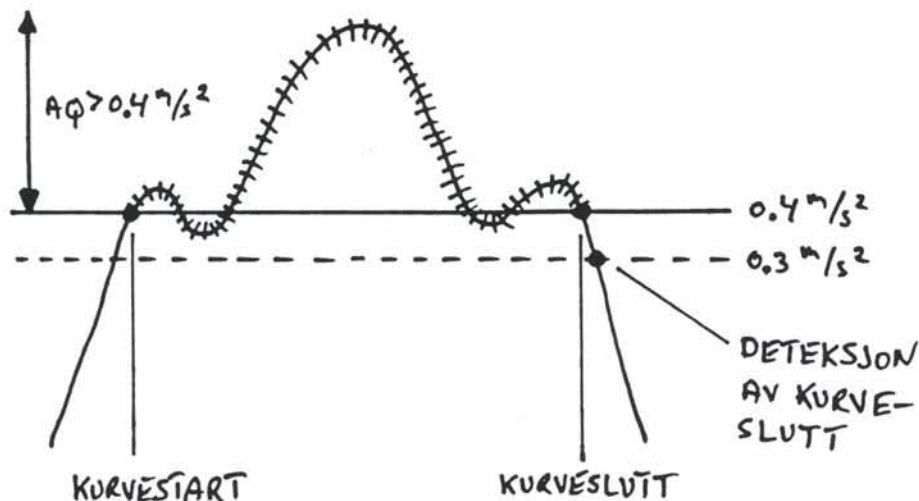
$|a_q| \geq 0.4$  (  $m/s^2$  )      betyr kurvestart.

$|a_q| < 0.4$  , men  $> 0.3$       betyr fortsatt eller avsluttet kurve avhengig av  $a_q$ -signalets videre utvikling :

Underskrider  $|a_q|$  verdien  $0.3 m/s^2$ , regnes kurven som avsluttet ved tidspunktet for underskridelsen av  $0.4 m/s^2$ .

Overskrides  $0.4 m/s^2$  igjen, fortsetter den påbegynte kurven og også området under  $0.4 m/s^2$  omfattes.

Se ellers figur 4.2.1 som viser deteksjon og utstrekning for en høyrekurve ( positivt  $a_q$ -signal ).



Figur 4.2.1 Kurvedeteksjon ut i fra ukompensert sideakselerasjon  $a_q$ .

For å luke ut de aller mest kortvarige kurveavsnittene ble bare kurver (  $\text{abs}(a_q) > 0.4 \text{ m/s}^2$  ) av minimum varighet to sekunder bearbejdet. Dersom ikke dette kravet er tilfredsstillt ved avsluttet kurve, forkastes kurven og ingen kurvedata lagres.

For hvert kurvemålepunkt beregner programmet radius ut i fra kvasistatisk vognkasseakselerasjon ( $a_q$ ), toghastighet og forventet samsvar mellom kurveradius og overhøyde :

$$R = \frac{v^2}{\text{abs}(a_q) + g * \frac{oh}{lss}} \quad \text{hvor}$$

- $v$  = hastighet [ m/s ]
- $a_q$  = sideakselerasjon vognkasse [  $\text{m/s}^2$  ]
- $g$  = gravitasjonsakselerasjon [  $\text{m/s}^2$  ]
- $oh$  = overhøyde [ mm ]
- $lss$  = skinnesenteravstand [ mm ]

Kurveradius kan imidlertid ikke bestemmes direkte i og med at overhøyden også er ukjent. Programmet går da ut ifra samsvarende verdier mellom overhøyde og kurveradius som vist i tabell 4.2.2. Med utgangspunkt i den laveste overhøydeverdien blir den første mulige radius beregnet. Resultatet sjekkes mot tillatte radier for denne overhøydeverdien og godkjennes eller forkastes. Ved forkastet resultat benyttes neste overhøydealternativ og beregnings- og kontrollprosedyren gjentas. Osv.

Gjennomsnittsverdien for samtlige godkjente radiusverdier i kurven vil gi en pekepinn om virkelig kurveradius. Nøyaktigheten i denne radiusberegningen er noe begrenset, men det er gjennomført tester som viser brukbar overensstemmelse mellom beregnede radier og løfteskjemaverdier.

OVERHØYDE [ mm ]	150	145	130	110	90
RADIUS [ m ]	200- 300	300- 400	400- 600	600- 800	800-1000

Tabell 4.2.2 Samsvarende verdier for overhøyde og kurveradius.

Med utgangspunkt i målte verdier for akselerasjon og fjærbevegelser kan totale svilletterkrefter avledes etter følgende uttrykk :

$$S(n) = m * a(n) + k * x(n) \quad \text{hvor}$$

- $S(n)$  = svilletterkraft ved aksel  $n$  i kN.  
 $m$  = uavfjæret masse pr. hjulsats = 2020 kg for El 17.  
 $a(n)$  = akselkasseakselerasjon i  $m/s^2$  ved aksel  $n$ .  
 $k$  = fjærkonstant sideveis mellom hjulsats og boggiramme = 4.4 kN/mm for El 17.  
 $x(n)$  = sideveis fjærbevegelse i mm ved aksel  $n$ .

Sideveis fjærbevegelser ble imidlertid bare målt på El 17-loket så totale svilletterkrefter ble kun registrert for denne materielltypen.

Det ble gjennomført to typer etterbehandling for målte og avledede størrelser. Resultatberegning pr. aq-nivå ( A ) gjør det enklere å sammenligne ulike materielltyper. Prosentvis fordeling pr. signalnivå ( B ) gir oss blant annet nivåene med registrerte maksimal- og minimalverdier.

Ulike etterbehandlinger kan beskrives på følgende måte :

**A : Beregning av maksimale, midlere og minimale verdier pr. sideakselerasjonsnivå pr. kurve.**

Sideakselerasjonssignalet ble delt inn i 20 positive ( 1-20 ) og 20 negative ( 21-40 ) nivåer med  $0.1 m/s^2$  pr. nivå :

Nivå 1 betyr aq-verdier i området  $0.0 - 0.1 m/s^2$ .

Nivå 2 betyr aq-verdier i området  $0.1 - 0.2 m/s^2$ .

.

.

Nivå 20 betyr aq-verdier større eller lik  $1.9 m/s^2$ .

Nivå 21 betyr aq-verdier i området  $0.0 - -0.1 \text{ m/s}^2$ .  
 Nivå 22 betyr aq-verdier i området  $-0.1 - -0.2 \text{ m/s}^2$ .

Nivå 40 betyr aq-verdier mindre eller lik  $-1.9 \text{ m/s}^2$ .

Maksimal og minimal verdi pr. nivå skriver seg fra en enkelt avlesningsverdi mens middelverdien er beregnet utifra samtlige avlesningsverdier på aq-nivået.

**B : Beregning av prosentvis antall verdier av ulike størrelser pr. kurve.**

Avleste måleverdier ble fortløpende fordelt etter størrelse og fortegn og antall måleverdier pr. nivå ble tallet opp. Prosentvis fordeling ble deretter beregnet.

Det ble operert med følgende signalnivåer :

Akselerasjoner :  $0.2 \text{ m/s}^2$  pr. nivå.

20 positive ( 1-20 ) og 20 negative ( 21-40 ) nivåer for samtlige måleturer med unntak av El 17 2231 ved bruk av overhastigheter hvor det ble behov for 80 nivåer, 40 positive ( 1-40 ) og 40 negative ( 41-80 ).

40 nivåer tilsvare oppdeling i signalområdet  $\pm 4.0 \text{ m/s}^2$  mens 80 nivåer tilsvare oppdeling i området  $\pm 8.0 \text{ m/s}^2$ .

Fjærbevegelser

El 17 : 1 mm pr. nivå.

20 positive ( 1-20 ) og 20 negative ( 21-40 ) nivåer tilsvarende signaloppdeling i området  $\pm 20 \text{ mm}$ .

Svilletverrekrefter El 17 :

2 kN pr. nivå.

20 positive ( 1-20 ) og 20 negative ( 21-40 ) ved kjøring i ekspresshastigheter og 40 positive ( 1-40 ) og 40 negative ( 41-80 ) ved bruk av overhastigheter.

40 nivåer tilsvare oppdeling i signalområdet  $\pm 40 \text{ kN}$  mens 80 nivåer tilsvare oppdeling i området  $\pm 80 \text{ kN}$ .



Inkludert begge typer etterbehandling blir det pr. detektert og godkjent kurve lagret følgende datafiler :

- Akselkasse-  
akselerasjoner : 1 fil med maksimale, midlere og  
minimale akselkasseakselerasjoner  
pr. aq-nivå.  
  
1 fil med prosentvis fordeling pr.  
akselkasseakselerasjonsnivå.
- Fjærbevegelser : 1 fil med maksimale, midlere og  
minimale fjærbevegelser pr. aq-nivå.  
  
1 fil med prosentvis fordeling pr.  
fjærbevegelsesnivå.
- Svilletverrkrefter : 1 fil med maksimale, midlere og  
minimale svilletverrkrefter pr. aq-  
nivå.  
  
1 fil med prosentvis fordeling pr.  
svilletverrkraftnivå.

### 4.3 Etterbehandling av lagrede måledata pr. kurve med resultatberegning pr. kurvegruppe.

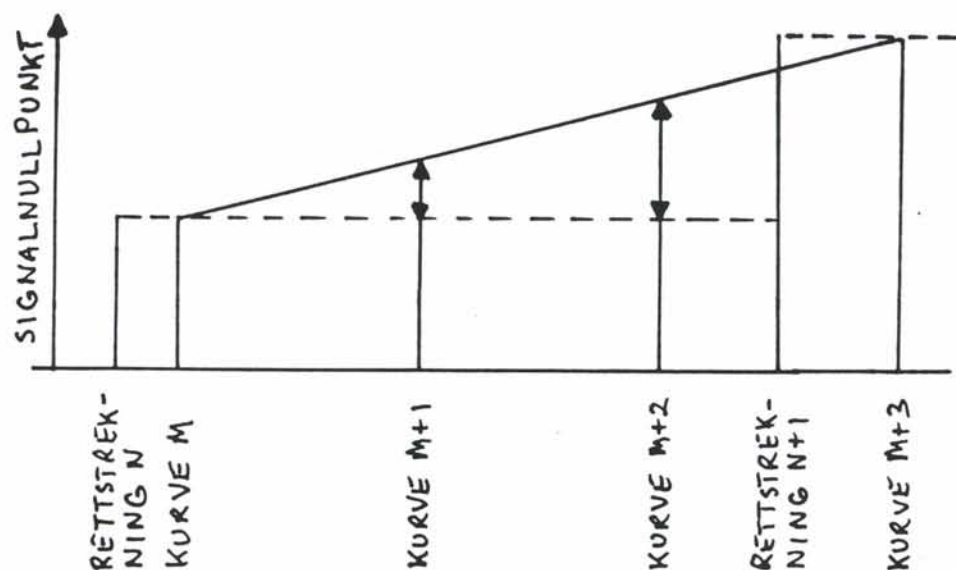
Denne etterbehandlingen innebærer gjennomlesing av lagrede kurvedatafiler og resultatmidling pr. kurvegruppe av henholdsvis høyre- og venstrekurver. Mulige kurvegrupper i vårt etterbehandlingsprogram er angitt i tabell 4.3.1.

KURVEGRUPPE 1	HØYRE/VENSTRE	R = 200 - 300 METER
KURVEGRUPPE 2	HØYRE/VENSTRE	R = 300 - 400 METER
KURVEGRUPPE 3	HØYRE/VENSTRE	R = 400 - 600 METER
KURVEGRUPPE 4	HØYRE/VENSTRE	R = 600 - 800 METER
KURVEGRUPPE 5	HØYRE/VENSTRE	R = 800 - 1000 METER

Tabell 4.3.1 Mulige kurvegrupper

I ett tilfelle med 404 detekterte kurver på målestrekningen og måling av både akselkasseakselerasjoner, fjærbevegelser og svilletverrkrefter ble totalt 2424 datafiler behandlet ! Resultatene pr. kurvegruppe blir lagret på egne datafiler klar til grafisk fremstilling.

Maksimale, midlere og minimale signalverdier pr. aq-nivå blir midlet over **antall kurver** innen hver kurvegruppe. Før dette skjer blir imidlertid nullpunktskorreksjonene omgjort fra periodevis konstante til å endres lineært mellom hver rettstrekning som vist på fig. 4.3.2. Resulterende tilleggskorreksjoner for kurve M+1 og M+2 er her angitt med piler.



Figur 4.3.1 Korreksjon av rettstrekningnullpunkter.

Det ville vært umulig å få til ved en on-line databehandling siden vi ikke kan forutsi neste nullpunktskorreksjon før den er målt. I ettetid kan programmet imidlertid lese igjennom alle kurvedatafilene, hvor også nullpunktskorreksjonene er lagret, og hente ut informasjon om størrelsen på ulike nullpunkter og når disse forekommer. Dermed kan korreksjonene gradvis endres fra en rettstrekning til en annen likt fordelt på mellomliggende kurveavsnitt. Dette vil gi mer korrekte måleresultater enn ved bruk av opprinnelige sprangvise endringer.

Metoden med i ettetid å gradvis endre registrerte nullpunktskorreksjoner kan imidlertid bare brukes til å korrigere kurveresultatene pr. aq-nivå og ikke brukes til å korrigere den prosentvise fordelingen av registrerte måleverdier. **Beregning av prosentvis fordeling er derfor gjennomført ved bruk av opprinnelige nullpunktskorreksjoner som endres sprangvis fra en rettstrekning til en annen.**

## RESULTATER

### 5.1 Datagrunnlag

Målestrekningene som ble etterbehandlet, var av forskjellig lengde, og det ble også benyttet forskjellige kjørehastigheter. Antall detekterte venstre- og høyrekurver for ulike kurvegrupper pr. måletur kan sees av tabell 5.1.1.

TREKKRAFT- MATERIELL	E1 14 2172		E1 16 2209		E1 17 2231		E1 17 2231	
VOGNER	XLAB		XLAB		XLAB+ AB7 24707		XLAB+ AB7 24707	
MÅLESTREKN.	Lillestrøm- Otta kmp. 25-296		Lillestrøm- Otta kmp. 23-296		Rudshøgda- Otta kmp. 149-296		Lillestrøm- Otta kmp. 23-296	
RETNING	Mot Otta		Mot Otta		Mot Otta		Mot Otta	
LOKOMOTIV- ORIENTERING	F2-F1		F2-F1		F2-F1		F2-F1	
HASTIGHET	Strekning- hastighet		Strekning- hastighet		Ekspress- hastighet (E)		Overhast. E+15, E<100 E+20, E>100	
MÅLEDATO	06.11.90		08.11.90		31.10.90		01.11.90	
Kurveradius	V	H	V	H	V	H	V	H
200 - 300 m	30	23	24	21	18	19	15	13
300 - 400 m	27	31	34	33	16	16	35	32
400 - 600 m	52	46	48	44	32	35	54	53
600 - 800 m	17	19	16	15	13	14	40	41
800 - 1000 m	9	15	8	13	3	6	14	21
SUM V/H	135	134	130	126	82	90	158	160
SUM V+H	269		256		172		318	

Tabell 5.1.1 Antall detekterte venstre- og høyrekurver for ulike kurvegrupper på ulike måleturer.

Når en betrakter antall detekterte kurver innen ulike radius-områder, skal en være klar over at hvorvidt en kurve detekteres eller ikke avhenger av toghastigheten i kurven og resulterende ukompensert sideakselerasjon målt på lokomotivets vognkasse, kompensert for materielltypens rulle- vinkelkoeffisient.

Ukompensert sideakselerasjon kan også beregnes teoretisk etter følgende uttrykk som tilsvarer ligningen som ble benyttet under kurveradiusberegningen i kapittel 4.2 :

$$a_q = \frac{v^2}{R} - g * \frac{oh}{lss}$$

Etterbehandlingssystemet vil detektere kurveavsnittet hvis absoluttverdien av  $a_q$  er større eller lik  $0.4 \text{ m/s}^2$  i to sekunder eller mer. Følgelig vil hastigheten være avgjørende for om kurveavsnitt med store radiusverdier blir detektert eller ikke.

Sammenligner vi eksempelvis måleturene for El 14 med strekningshastigheter og El 17 med bruk av overhastigheter, ser vi at etterbehandlingsprogrammet har detektert henholdsvis 36 og 81 kurveavsnitt med radius av størrelsesorden 600-800 meter. Grunnen til dette kan anskueliggjøres med et eksempel med noen teoretiske  $a_q$ -beregninger ved forskjellige toghastigheter :

**Utgangspunkt : R = 700 meter, overhøyde 110 mm**

**v = 90 km/h :  $a_q = 0.17 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$  ikke kurvedeteksjon.**

**v = 100 km/h :  $a_q = 0.38 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$  ikke kurvedeteksjon.**

**v = 110 km/h :  $a_q = 0.62 \text{ m/s}^2 \Rightarrow$  kurvedeteksjon forutsatt varighet i to sekunder eller mer.**

Videre vil korte kurveavsnitt kunne tapes ved bruk av overhastigheter istedenfor strekningshastigheter. Kravet om to sekunders varighet ble nemlig benyttet under etterbehandlingen av samtlige måleturer. Dette kan forklare at det ble detektert merkbart færre kurver med radius av størrelsesorden 200-300 meter på måleturen med El 17 ved bruk av overhastigheter sammenlignet med målingene på El 14 i strekningshastigheter.

## 5.2 Akselkasseakselerasjoner

### 5.2.1 Prosentvis fordeling.

Det henvises til appendix A2.1.1 for komplette resultater.

En sammenstilling av resultatene er gjennomført ved å se på prosentvis andel akselkasseakselerasjoner med absoluttverdier over 1, 2 og 3 m/s<sup>2</sup> pr. høyre/venstre kurvegruppe for ulike materielltyper. Resultatene er gjengitt i tabeller på side 19 og 20.

#### **Tendenser :**

- Størst akselerasjonsverdier opptrer på ledende boggiaksel i fartsretningen. Resultatene for kurveområdet 200-1000 meter er :

	<u>Hastighet</u>	<u>% &gt; 2 m/s<sup>2</sup></u>		<u>% &gt; 3 m/s<sup>2</sup></u>	
		<u>Foran</u>	<u>Bak</u>	<u>Foran</u>	<u>Bak</u>
El 14 2172	Strekning	1.1	0.3	0.06	0.002
El 16 2209	Strekning	6.7	1.3	1.0	0.1
El 17 2231	Ekspress	10.9	2.6	3.1	0.2
El 17 2231	Overhast.	22.9	10.6	9.3	1.7

- Rangering av ulike materielltyper ved sammenligning av resultatene for ledende boggiaksler i detekterte kurver med radier i området 200-1000 m :

1. El 17 med overhastigheter ( OH ) : 9.3 % > 3 m/s<sup>2</sup>.
2. El 17 med ekspresshastigheter ( EH ) : 3.1 % > 3 m/s<sup>2</sup>.
3. El 16 med strekningshastigheter : 1.0 % > 3 m/s<sup>2</sup>.
4. El 14 med strekningshastigheter : < 0.1 % > 3 m/s<sup>2</sup>.

- Sammenligning av andel absoluttverdier > 2 og > 3m/s<sup>2</sup> for høyre- og venstrekurver :

Små forskjeller for El 14 og El 16. Sammenligning av prosentvise andeler i hele kurveområdet (200-1000 m) gir :

	<u>% &gt; 2 m/s<sup>2</sup></u>		<u>% &gt; 3 m/s<sup>2</sup></u>	
	<u>Venstre</u>	<u>Høyre</u>	<u>Venstre</u>	<u>Høyre</u>
El 14 2172	1.3	0.9	0.10	0.02
El 16 2209	6.4	7.0	1.0	1.0

For El 17 ble det konsekvent oppnådd størst prosentverdier ved kjøring i venstrekurver. Prosentvise andeler  $> 3 \text{ m/s}^2$  pr. kurvegruppe for måleturen med overhastigheter er:

	<u>Kurvegruppe</u>	<u>Venstre</u>	<u>Høyre</u>
Aksel 4	R=200- 300m	12.5	11.1
	R=300- 400m	11.1	10.4
	R=400- 600m	12.0	6.9
	R=600- 800m	13.9	5.1
	R=800-1000m	7.0	1.6
	R=200-1000m	11.7	7.0
Aksel 3	R=200- 300m	2.21	0.69
	R=300- 400m	1.35	0.66
	R=400- 600m	1.79	0.88
	R=600- 800m	5.79	0.82
	R=800-1000m	1.82	1.06
	R=200-1000m	2.60	0.82

FREMRE BOGGIAKSEL		R=2-300 m		R=3-400 m		R=4-600 m		R=6-800 m		R=800-1000m		R=200-1000m		R=200-1000m
		V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V+H
% > 1 m/s <sup>2</sup>	14 SH	19.0	22.4	27.3	23.05	27.2	22.8	22.4	17.5	23.8	20.5	24.2	22.0	23.0
	16 SH	31.2	40.6	35.7	37.8	35.2	35.0	32.6	29.0	18.7	33.6	33.4	36.1	35.0
	17 EH	43.9	44.7	43.9	38.3	40.9	35.4	35.3	31.0	22.2	32.2	40.7	37.6	39.0
	17 OH	59.8	59.2	56.0	54.8	57.0	51.3	55.1	43.6	46.8	39.0	55.7	49.6	52.6
% > 2 m/s <sup>2</sup>	14 SH	0.4	0.6	1.4	0.9	1.9	1.0	1.2	0.9	1.3	1.0	1.3	0.9	1.1
	16 SH	5.2	8.8	8.7	7.8	6.4	6.4	5.4	4.3	2.3	6.3	6.4	7.0	6.7
	17 EH	15.0	13.3	13.4	10.1	15.2	7.1	8.7	4.8	2.6	3.9	13.4	8.8	10.9
	17 OH	30.4	28.7	26.6	25.2	27.6	20.1	27.8	14.0	17.2	7.8	26.7	19.2	22.9
% > 3 m/s <sup>2</sup>	14 SH	0.03	0	0.10	0.02	0.16	0.02	0.10	0.01	0.11	0.03	0.10	0.02	0.06
	16 SH	1.14	1.21	1.14	1.18	0.89	0.87	0.76	0.45	0.44	0.89	1.0	1.0	1.0
	17 EH	4.21	3.28	3.77	2.75	5.68	1.64	2.29	0.93	0.39	0.40	4.3	2.1	3.1
	17 OH	12.5	11.1	11.1	10.4	12.0	6.9	13.9	5.1	7.0	1.6	11.7	7.0	9.3

Tabell 5.2.1.1 Prosentvise andeler akselkasseakselerasjoner > 1, 2 og 3 m/s<sup>2</sup> for fremre boggiaksel.

Tabellbetegnelser : SH = Strekningshastigheter  
EH = Ekspresshastigheter  
OH = Overhastigheter



BAKRE BOGGIAKSEL		R=2-300 m		R=3-400 m		R=4-600 m		R=6-800 m		R=800-1000m		R=200-1000m		R=200-1000m
		V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V+H
% > 1 m/s <sup>2</sup>	14 SH	23.7	14.4	32.6	23.8	24.0	16.6	21.5	14.9	15.4	18.1	24.5	17.8	21.3
	16 SH	20.8	21.7	27.4	23.5	28.2	23.5	23.9	20.8	12.1	28.7	25.1	23.3	24.2
	17 EH	34.3	31.1	32.3	24.4	34.8	32.6	34.3	31.7	25.2	36.5	33.9	30.7	32.2
	17 OH	58.0	70.4	55.5	52.6	50.6	50.1	49.4	43.9	37.3	40.8	51.1	50.3	50.7
% > 2 m/s <sup>2</sup>	14 SH	0.1	0.2	0.6	0.3	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.27
	16 SH	0.4	0.4	0.9	1.4	1.9	1.5	1.7	1.5	1.1	3.3	1.2	1.4	1.3
	17 EH	3.1	2.3	1.9	1.1	2.7	2.4	3.1	4.3	1.9	4.8	2.7	2.5	2.6
	17 OH	14.7	15.5	11.3	7.8	10.5	9.3	16.4	7.8	7.6	8.1	12.2	9.1	10.6
% > 3 m/s <sup>2</sup>	14 SH	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.03	0	0	0.002
	16 SH	0.06	0.04	0.05	0.15	0.16	0.13	0.08	0.17	0.18	0.34	0.10	0.14	0.12
	17 EH	0.25	0.22	0.13	0.01	0.16	0.17	0.09	0.35	0.12	0.35	0.16	0.19	0.18
	17 OH	2.21	0.69	1.35	0.66	1.79	0.88	5.79	0.82	1.82	1.06	2.60	0.82	1.71

Tabell 5.2.1.2 Prosentvise andeler akselkasseakselerasjoner > 1, 2 og 3 m/s<sup>2</sup> for bakre boggiaksel.

Tabellbetegnelser : SH = Strekningshastigheter  
EH = Ekspresshastigheter  
OH = Overhastigheter

### Særbetraktninger for El 17

Måleturen med overhastigheter ble spesialetterbehandlet med registrering av prosentvise andeler måleverdier i intervaller av  $0.2 \text{ m/s}^2$  i et utvidet område opp til  $\pm 7.8 \text{ m/s}^2$ . Resultatet for ledende aksel ved kjøring i henholdsvis høyre- og venstrekurver kan sees på siste side i appendix A2.1.1.

Resulterende prosentvise andeler absoluttverdier i områdene 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 og  $>7 \text{ m/s}^2$  pr. høyre/venstre kurvegruppe kan sees av tabell 5.2.1.3. Vi ser at størst forskjell mellom venstre- og høyrekurver synes å opptre for kurvegruppe 3, 4 og 5 hvor radius ligger i områdene 4-600, 6-800 og 800-1000 meter. I de krappeste kurveavsnittene var resultatene omtrent likeverdige.

KURVEGRUPPE		OMRÅDE FOR AKSELKASSEAKSELERASJONER (ABS. VERDIER I $\text{M/S}^2$ )							
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	$>7$
1	H	40.76	30.51	17.60	7.16	2.63	0.82	0.27	0.22
1	V	40.21	29.38	17.96	7.65	2.85	1.06	0.44	0.40
2	H	45.19	29.59	14.86	6.32	2.37	0.89	0.40	0.33
2	V	44.00	29.40	15.57	6.89	2.66	0.86	0.31	0.24
3	H	48.70	31.17	13.21	4.61	1.52	0.44	0.16	0.14
3	V	42.95	29.41	15.65	7.04	2.98	1.14	0.45	0.30
4	H	56.40	29.57	8.97	3.12	1.22	0.42	0.19	0.07
4	V	44.86	27.35	13.88	7.07	3.40	1.68	0.79	0.94
5	H	60.95	31.23	6.20	1.22	0.28	0.02	0	0
5	V	53.17	29.62	10.16	4.04	1.77	0.72	0.32	0.18

Tabell 5.2.1.3 Prosentvise andeler akselkasseakselerasjoner av ulike størrelser pr. høyre/venstre kurvegruppe for ledende boggiaksel på El 17 ved kjøring i overhastigheter

### 5.2.2 Maksimale, midlere og minimale akselkasseakselerasjoner pr. sideakselerasjonsnivå.

Det henvises til appendiks A2.1.2 for komplette måleresultater pr. kurvegruppe.

For enklere å kunne sammenligne resultatene for ulike materielle typer i de forskjellige kurvegruppene ble gjennomsnittlige dynamiske tillegg til midlere akselerasjonsverdier beregnet for aq-nivåene 5-10 og 25-30 hvor samtlige materielle typer og kurvegrupper er representert. Dette tilsvarer sideakselerasjoner i området 0.4 - 1.0 m/s<sup>2</sup> for henholdsvis høyre- og venstrekurver. Resultatene er presentert i to kurver på neste side. Måleturen med El 17 i ekspresshastighet er utelatt pga. sterkt redusert målestrekning.

Vi ser at tendensene er :

- Størst dynamiske akselerasjonstillegg opptrer på ledende boggiaksler, men det er ikke entydig i hvilken kurvegruppe størst gjennomsnittsverdier opptrer :

El 17 OH : Kurvegruppe 2 : R=300-400 meter.

El 16 : Kurvegruppe 1 : R=200-300 meter.

El 14 : Kurvegruppe 5 : R=800-1000 meter.

Ved bakre boggiaksler opptrer størst dynamiske tillegg i slakke kurver.

- Rangering etter størrelsen på tilleggene ved ledende boggiaksler gir :

1. El 17 OH : 2.3-2.9 m/s<sup>2</sup>.

2. El 16 : 2.3-2.7 m/s<sup>2</sup>.

3. El 14 : 1.4-1.7 m/s<sup>2</sup>.

- Ved bakre boggiaksler er forholdet :

1. El 17 OH : 1.0-2.1 m/s<sup>2</sup>.

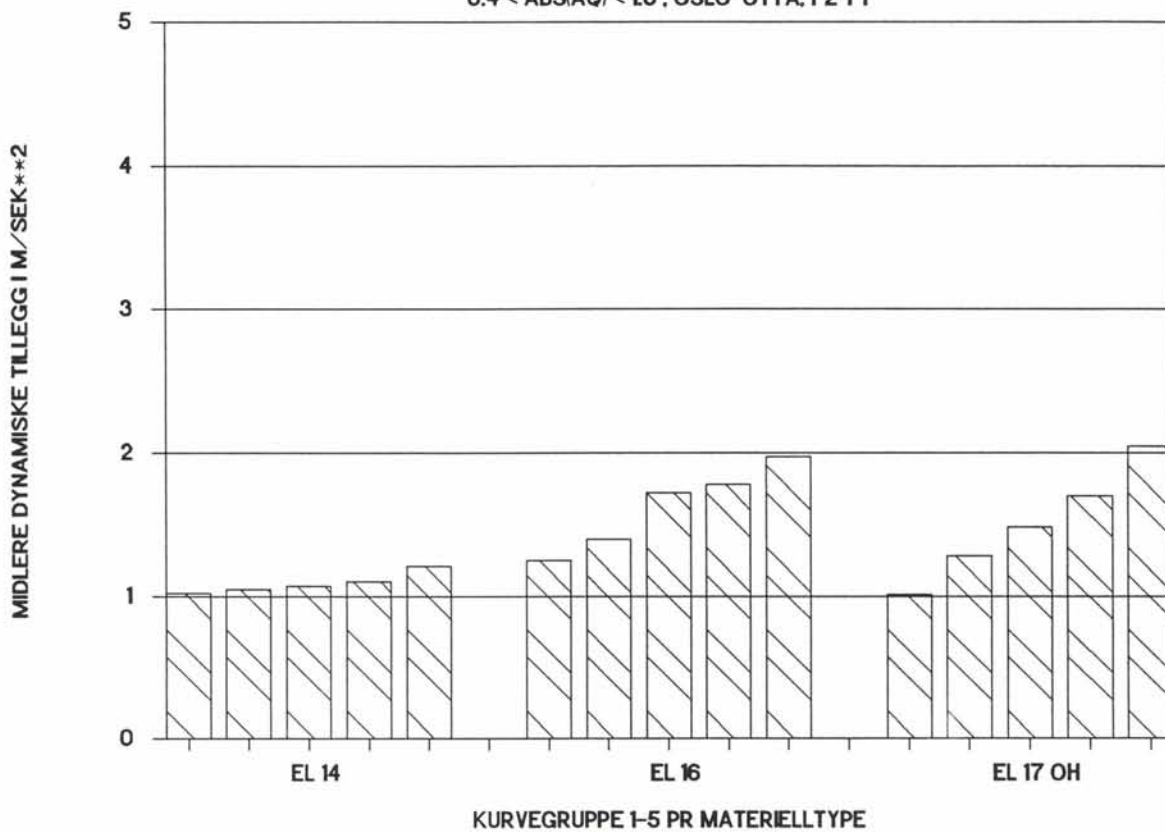
2. El 16 : 1.3-2.0 m/s<sup>2</sup>.

3. El 14 : 1.0-1.2 m/s<sup>2</sup>.

Vi ser at El 16 og El 17 opererer med gjennomsnittsverdier av samme størrelsesorden, mens El 14 ligger klart lavere i verdi uansett boggiaksel.

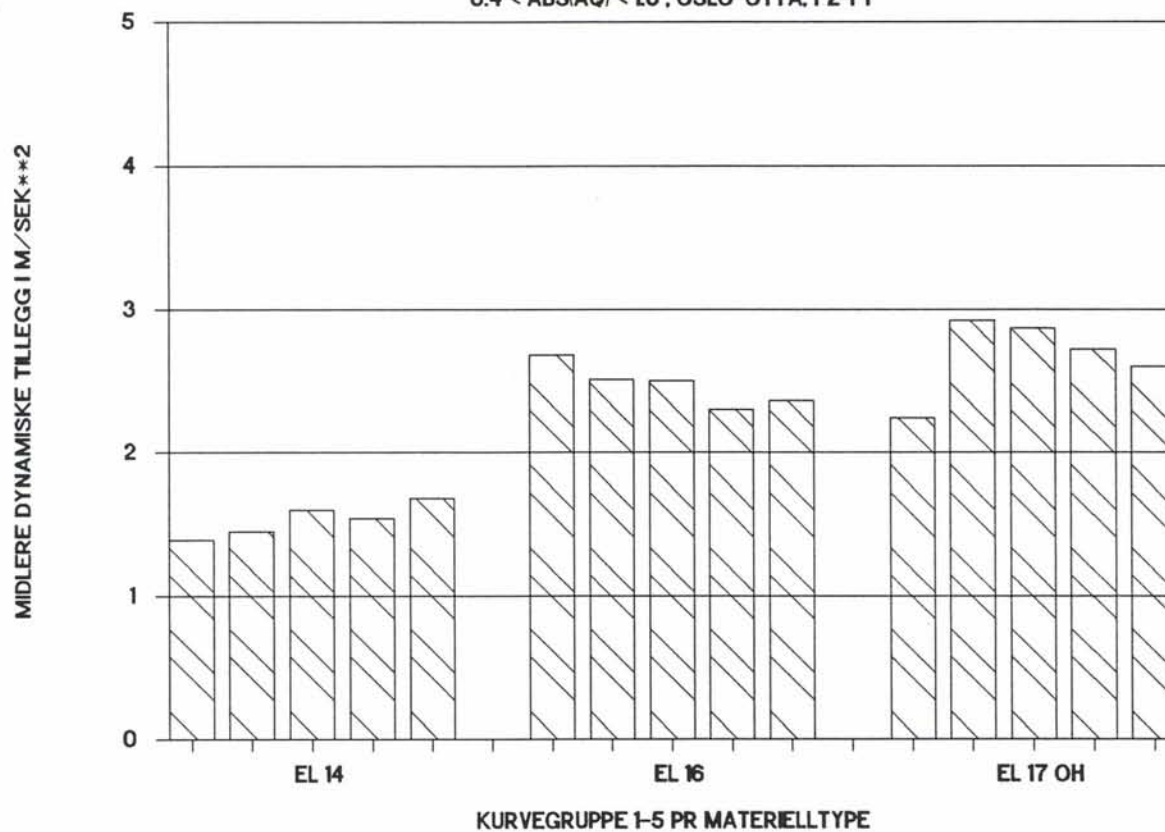
### DYNAMISKE TILLEGG, AKSEL 3/4

0.4 < ABS(AQ) < 1.0, OSLO-OTTA, F2-F1



### DYNAMISKE TILLEGG, AKSEL 4/6

0.4 < ABS(AQ) < 1.0, OSLO-OTTA, F2-F1



### Særbetraktninger for El 17.

Med utgangspunkt i måleturen med bruk av overhastigheter er gjennomsnittlige dynamiske tillegg til midlere akselkasse-akselerasjoner beregnet for sideakselerasjoner i to områder :

$$1 : 0.4 < m/s^2 \text{ abs}(aq) < 1.0 \text{ m/s}^2$$

$$2 : 0.4 < m/s^2 \text{ abs}(aq) < 1.9 \text{ m/s}^2$$

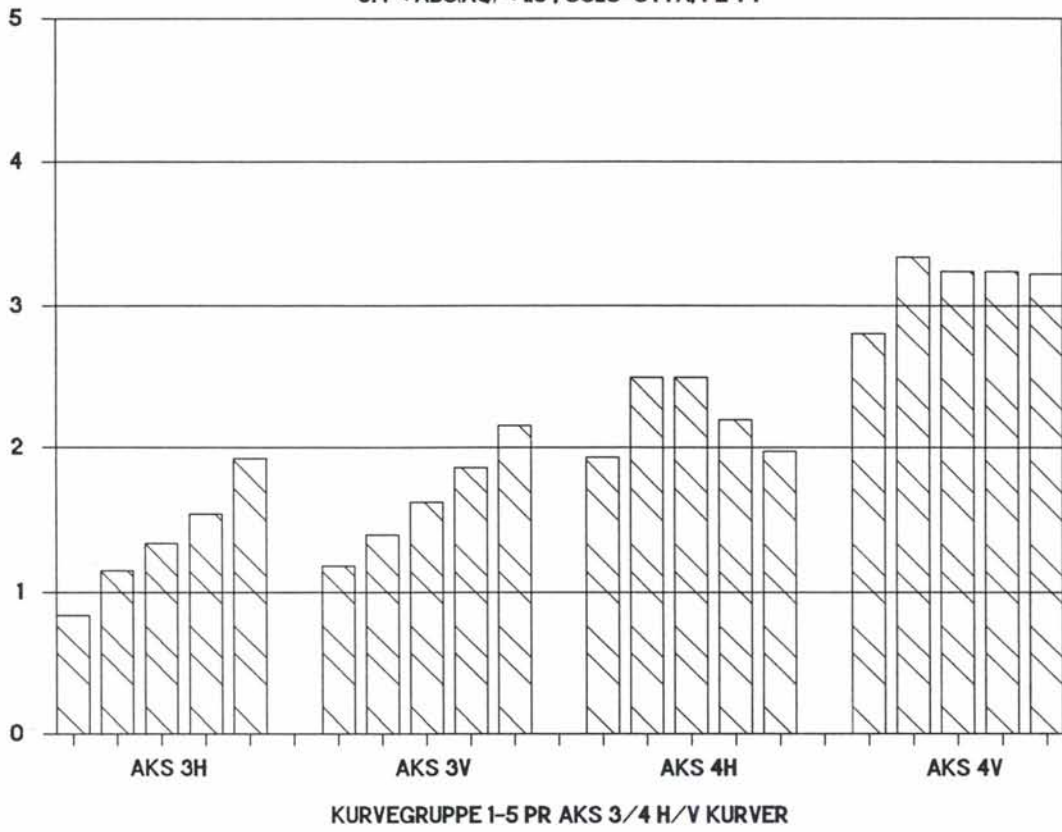
Midlere dynamiske tillegg er beregnet pr. aq-nivå og radius-gruppe for aksel 3 og 4 ved kjøring i høyre- og venstrekurver og begge deler. Resultatene kan sees av figurene på de neste to sidene.

Sammenligner vi de dynamiske tilleggene som opptrer i høyre- og venstrekurver, ser vi at venstrekurver gir noe større gjennomsnittsverdier. Forskjellen er mest fremtredende på aksel 4, dvs. ledende aksel i fartsretningen. Unntaket er aksel 4 i høyrekurver med radius 3-400 meter i sammenstillingskurven for område 2. Dette skyldes ekstra store dynamiske tillegg på 12.52 og 9.14  $m/s^2$  i aq-nivå 18 for denne kurvegruppen. Se appendix A2.1.2.

### DYNAMISKE TILLEGG, EL 17 OH

0.4 < ABS(AQ) < 1.0 , OSLO-OTTA, F2-F1

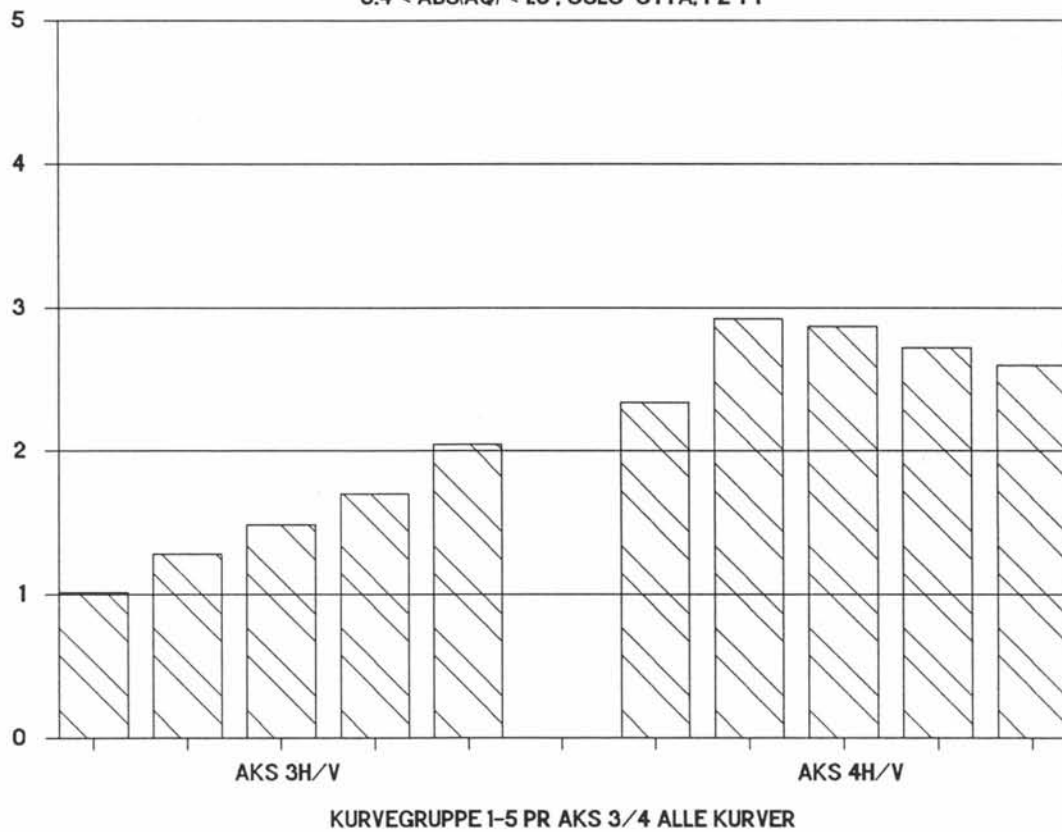
MIDLERE DYNAMISKE TILLEGG I M/SEK\*\*2



### DYNAMISKE TILLEGG, EL 17 OH

0.4 < ABS(AQ) < 1.0 , OSLO-OTTA, F2-F1

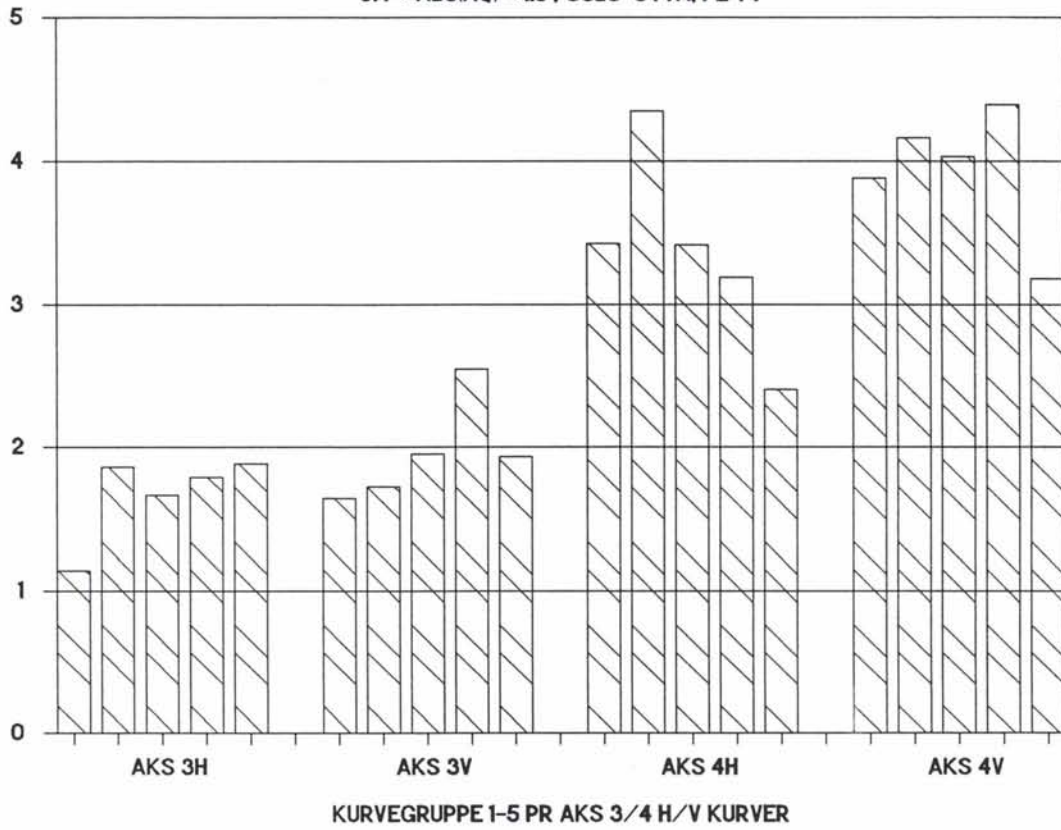
MIDLERE DYNAMISKE TILLEGG I M/SEK\*\*2



### DYNAMISKE TILLEGG, EL 17 OH

0.4 < ABS(AQ) < 1.9, OSLO-OTTA, F2-F1

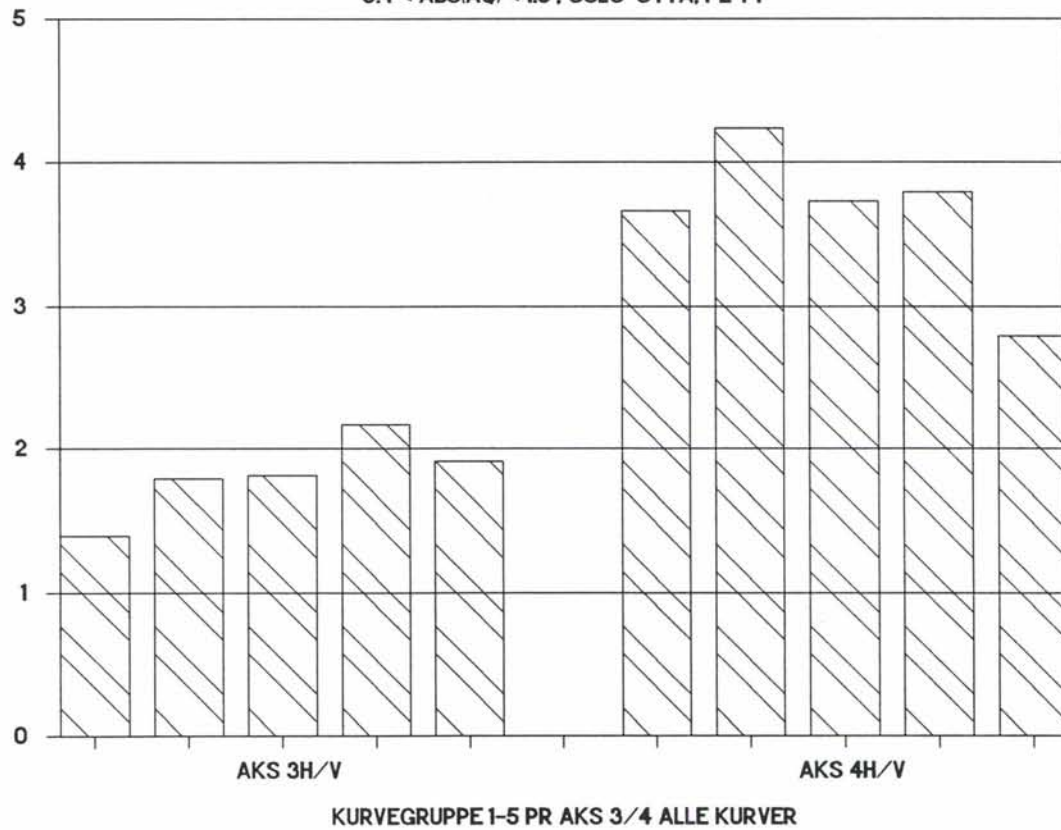
MIDLERE DYNAMISKE TILLEGG I M./SEK\*\*2



### DYNAMISKE TILLEGG, EL 17 OH

0.4 < ABS(AQ) < 1.9, OSLO-OTTA, F2-F1

MIDLERE DYNAMISKE TILLEGG I M./SEK\*\*2



### 5.3 Svilletverrkrefter.

#### 5.3.1 Prosentvis fordeling.

Svilletverrkrefter, avledet på grunnlag av målte akselkasse-akselerasjoner og sideveis fjærbevegelser, ble bare registrert for El 17 materielltypen. Det henvises til appendix A2.2.1 for komplette resultater pr. kurvegruppe.

En sammenstilling av resultatene er gjennomført ved å se på prosentvise andeler svilletverrkrefter med absoluttverdier over 10, 20 og 30 kN. Resultater pr. aksel pr. kurvegruppe ved kjøring i henholdsvis ekspress- og overhastigheter kan sees av tabell 5.3.1.1 på side 28.

#### **Tendenser :**

Størst prosentvise andeler store svilletverrkrefter opptrer ved ledende boggiaksel under følgende forhold :

- bruk av overhastigheter
- kjøring i krappe høyrekurver

Med ekspresshastigheter overskred totalt ( R=200-1000m ) bare 1 prosent av svilletverrkreftene på ledende aksel 30 kN. På måleturen med overhastigheter ble det derimot registrert hele 12.8 prosent kraftverdier over 30 kN. Tilsvarende prosentandeler over 30 kN ved bakre boggiaksel var 0.006 og 7.6 ved henholdsvis ekspress- og overhastigheter.

Når det gjelder prosentvise andeler i høyre/venstre kurver, ble det registrert klart størst forskjeller ved kjøring i krappe kurver. Dette gjelder både fremre- og bakre boggiaksel med oppnådde maksimalforskjeller på henholdsvis 9.5 og 12.3 prosentpoeng.



EL 17 2231		R=2-300 m		R=3-400 m		R=4-600 m		R=6-800 m		R=800-1000m		R=200-1000m		R=200-1000m
		V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V+H
% > 10 kN	A4 EH	81.2	90.8	76.5	80.5	73.8	75.6	63.9	66.1	52.1	64.0	73.7	78.5	76.3
	A4 OH	92.2	94.1	89.0	88.1	84.6	85.7	77.4	76.7	73.4	73.9	83.9	83.5	83.7
	A3 EH	55.4	67.5	75.5	76.1	87.7	80.4	89.5	73.0	92.3	67.7	78.7	74.5	76.4
	A4 OH	58.0	70.4	55.5	52.6	50.6	50.1	49.4	43.9	37.3	40.8	51.1	50.3	50.7
% > 20 kN	A4 EH	29.4	51.9	15.9	27.3	9.6	17.1	2.8	9.8	0.9	8.3	13.8	26.7	20.7
	A4 OH	71.0	74.8	55.4	62.5	42.8	44.7	38.0	29.9	10.2	20.6	44.9	45.5	45.2
	A3 EH	2.4	5.1	5.2	5.3	10.5	12.2	13.2	12.4	6.1	19.7	8.0	9.5	2.6
	A3 OH	60.2	67.7	37.6	50.7	48.0	45.8	46.2	38.7	27.9	31.5	44.4	45.8	45.1
% > 30 kN	A4 EH	1.8	3.8	0.4	1.8	0.2	0.2	0	0.1	0	0.04	0.6	1.4	1.0
	A4 OH	46.7	56.2	18.0	27.1	7.0	10.7	8.1	5.2	0.3	1.9	8.6	17.0	12.8
	A3 EH	0	0	0	0	0.01	0	0	0.05	0	0.01	0.004	0.01	0.006
	A3 OH	5.5	17.8	2.8	6.4	7.5	10.5	10.1	8.1	2.4	4.4	6.2	9.0	7.6

Tabell 5.2.1.2 Prosentvise andeler akselkasseakselerasjoner > 10, 20 og 30 kN for fremre og bakre boggiaksel på El 17 ved kjøring i overhastigheter.

Tabellbetegnelser : A4 = Aksel 4 ( fremre boggiaksel )  
A3 = Aksel 3 ( bakre boggiaksel )  
EH = Ekspresshastigheter  
OH = Overhastigheter

**Særbetraktninger for måleturen med overhastigheter :**

Måleturen med overhastigheter ble spesialetterbehandlet for presentasjon av prosentvise andeler kraftverdier i områdene 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70 og > 70 kN pr. aksel pr. radiusgruppe for høyre- og venstrekurver. Resultatene følger i tabellform på de neste to sidene. Vi ser igjen at størst prosentvise andeler store krefter opptrer på ledende aksel (4) ved kjøring i kurver med radius i området 2-300 m.

**Maksimale svilletterkraftregistreringer lå i området 62-64 kN**, og det ble registrert 0.4 promille måleverdier over 60 kN for høyre- og venstrekurver tilhørende denne radiusgruppen. I området 50-60 kN var tilsvarende prosentandel øket til omlag 0.8 prosent. Øvrige kurvegrupper opp til og med gruppe 4 ( R=6-800m ) er også representert i dette området selv om prosentvise andeler er små.

I området 40-50 kN for ledende aksel og kurvegruppe 1 merker vi oss at prosentandelen er klart størst i høyrekurver. Det samme gjelder for aksel 3 i området 30-40 kN for gruppe 1. Noen høyre/venstre forskjeller finner vi også i øvrige kurvegrupper unntatt nr. 4, men størst avvik gjør seg gjeldende i de krappeste kurvene.

FREMRE BOGGIAKSEL ( AKSEL 4 )	R=2-300 m		R=3-400 m		R=4-600 m		R=6-800 m		R=800-1000m		R=200-1000m		R=200-1000m
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V+H
0-10 kN	7.8	5.9	11.0	11.9	15.4	14.3	22.6	23.3	26.6	26.1	16.1	16.5	16.3
10-20 kN	21.2	19.3	33.6	25.6	41.8	41.0	39.5	46.8	63.2	53.3	39.0	38.1	38.5
20-30 kN	24.4	18.6	37.4	35.4	35.9	34.0	29.9	24.7	9.9	18.7	31.2	28.4	29.8
30-40 kN	37.7	40.8	15.9	23.5	6.6	9.7	7.3	4.7	0.3	1.8	11.9	14.1	13.0
40-50 kN	8.1	14.6	2.0	3.4	0.4	1.0	0.7	0.5	0	0.05	1.7	2.8	2.2
50-60 kN	0.80	0.77	0.07	0.16	0.02	0.05	0.02	0.01	0	0	0.12	0.14	0.13
60-70 kN	0.06	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.00	0.007
> 70 kN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 5.3.1.2 Prosentvise andeler svilletverrkrefter pr. område for fremre boggiaksel på El 17 ved kjøring i overhastigheter.

BAKRE BOGGIAKSEL ( AKSEL 3 )	R=2-300 m		R=3-400 m		R=4-600 m		R=6-800 m		R=800-1000m		R=200-1000m		R=200-1000m
	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V+H
0-10 kN	15.2	5.1	11.9	9.3	9.4	9.1	14.0	12.0	14.8	17.6	12.2	10.5	11.4
10-20 kN	24.6	27.2	50.5	40.0	42.7	45.1	39.8	49.3	57.3	50.8	43.5	43.7	43.6
20-30 kN	54.7	49.9	34.8	44.3	40.4	35.4	36.1	30.6	25.5	27.1	38.2	36.8	37.5
30-40 kN	5.5	17.8	2.8	6.4	7.4	10.1	10.0	7.7	2.4	4.1	6.1	8.7	7.4
40-50 kN	0	0	0.02	0	0.04	0.27	0.07	0.43	0	0.30	0.03	0.22	0.13
50-60 kN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60-70 kN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 70 kN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 5.3.1.3 Prosentvise andeler svilletverrkrefter pr. område for bakre boggiaksel på El 17 ved kjøring i overhastigheter.

### 5.3.2 Maksimale, midlere og minimale svilletterkrefter pr. sideakselerasjonsnivå.

Det henvises til appendiks A2.2.2 for komplette måleresultater for El 17 2231.

#### **MIDLERE SVILLETVERRKREFTER**

Tallverdimessige midlere svilletterkrefter for ulike kurvegrupper er fremstilt grafisk på de tre neste sidene for direkte sammenligning av høyre/venstre kurver. Vi gjør oppmerksom på at betegnelsene VFA3, VFA4, HFA3 og HFA4 står for svilletterkrefter ved aksel 3 og 4 i henholdsvis venstre- og høyrekurver.

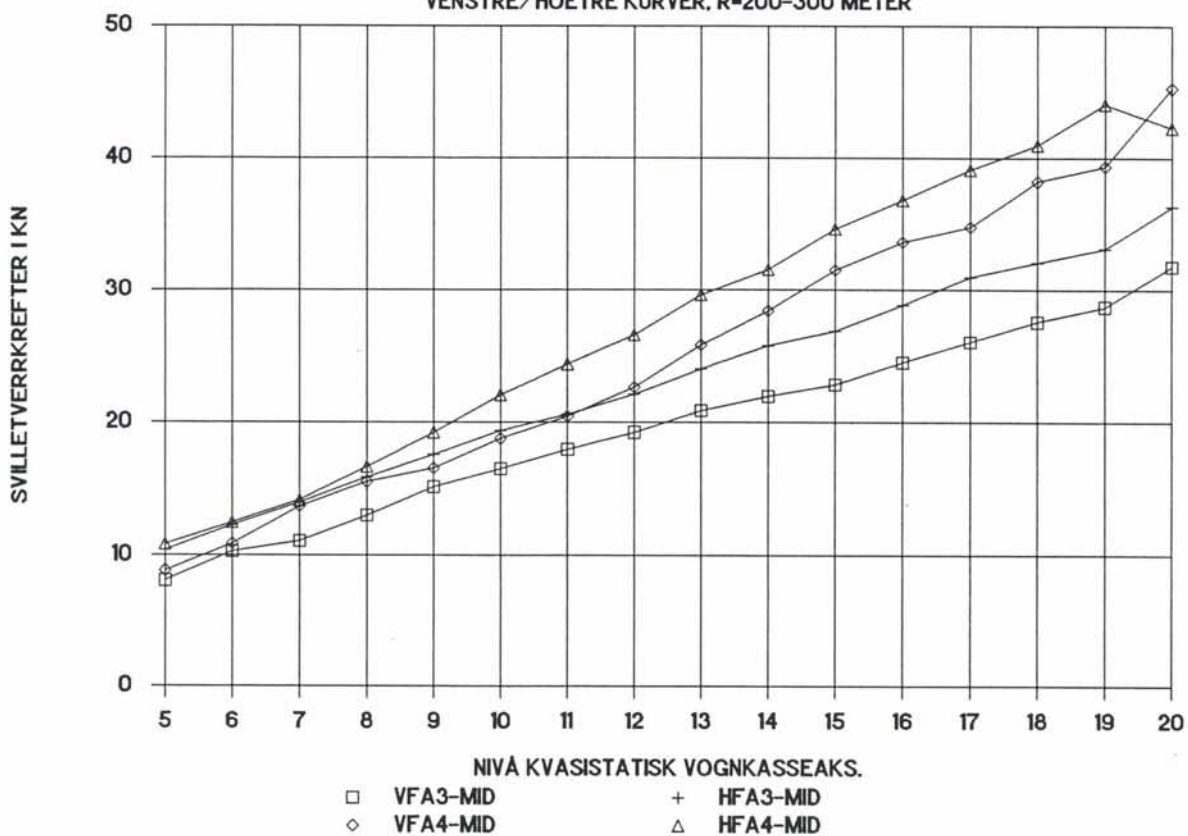
Resultatene viser at **høyrekurver med radier i området 2-400 meter** gir klart høyere midlere svilletterkrefter enn tilsvarende venstrekurver. Dette gjelder begge akslene på fremre boggi i fartsretningen. Forskjellen øker med økende tallverdi for kvasistatisk vognkasseakselerasjon, og avvik helt opp til 5 kN ble registrert.

Maksimale midlere krefter som ble målt var drøyt 45 kN.

Vi legger ellers merke til at fremre boggiaksel opererer med størst krefter i krappe kurver mens bakre aksel gir høyest verdier i slakke kurver.

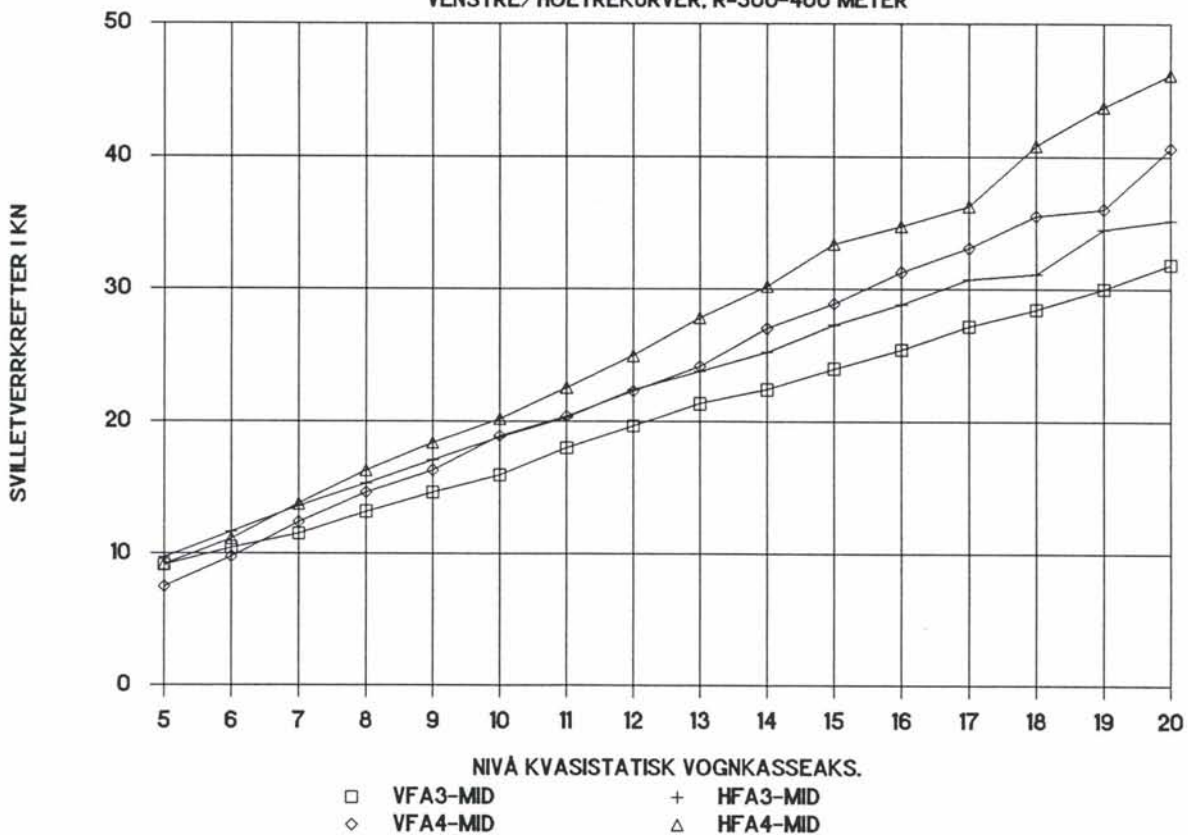
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYRE KURVER, R=200-300 METER



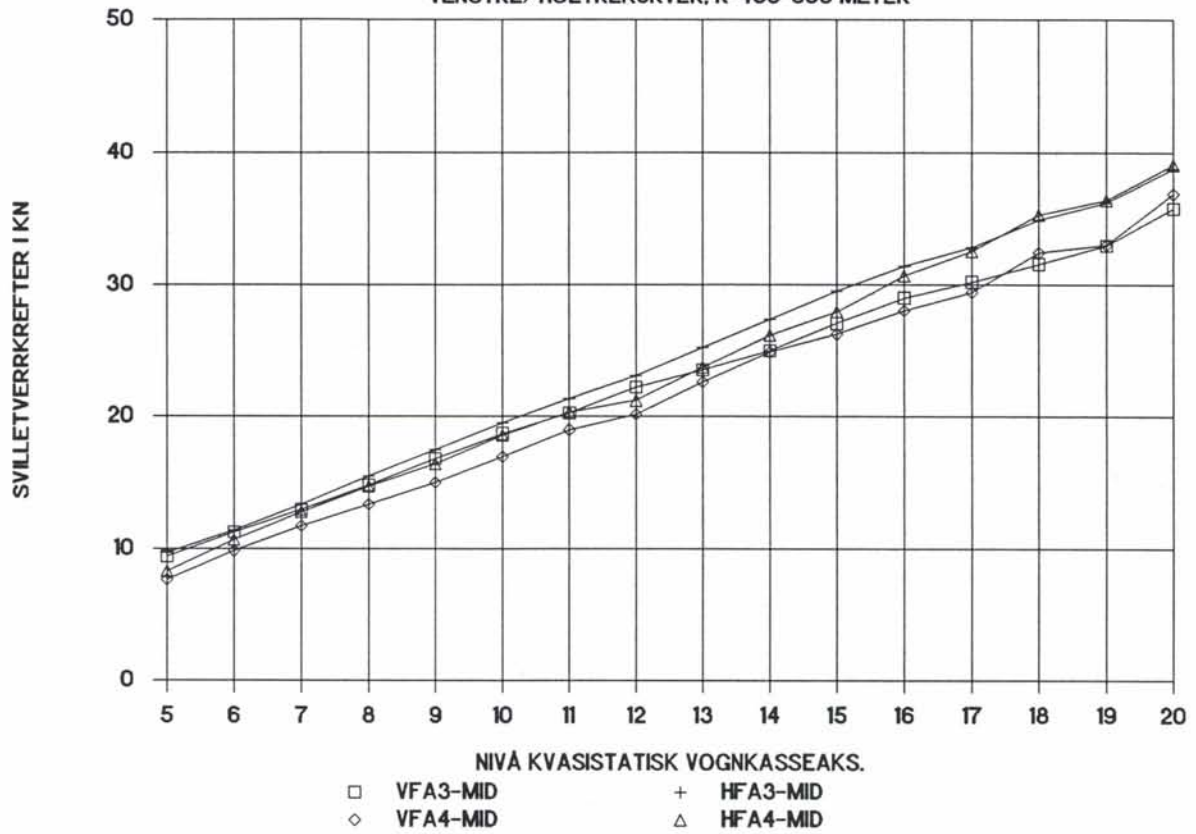
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYRE KURVER, R=300-400 METER



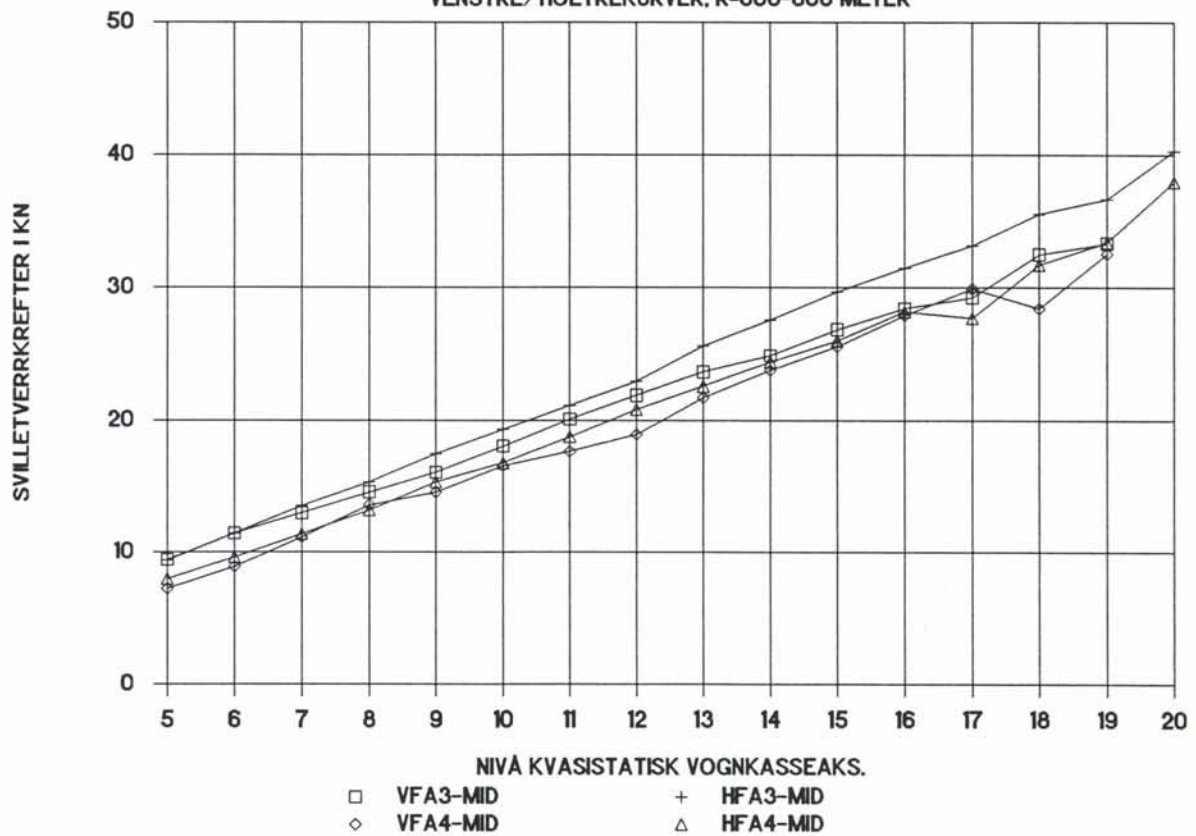
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYREKURVER, R=400-600 METER



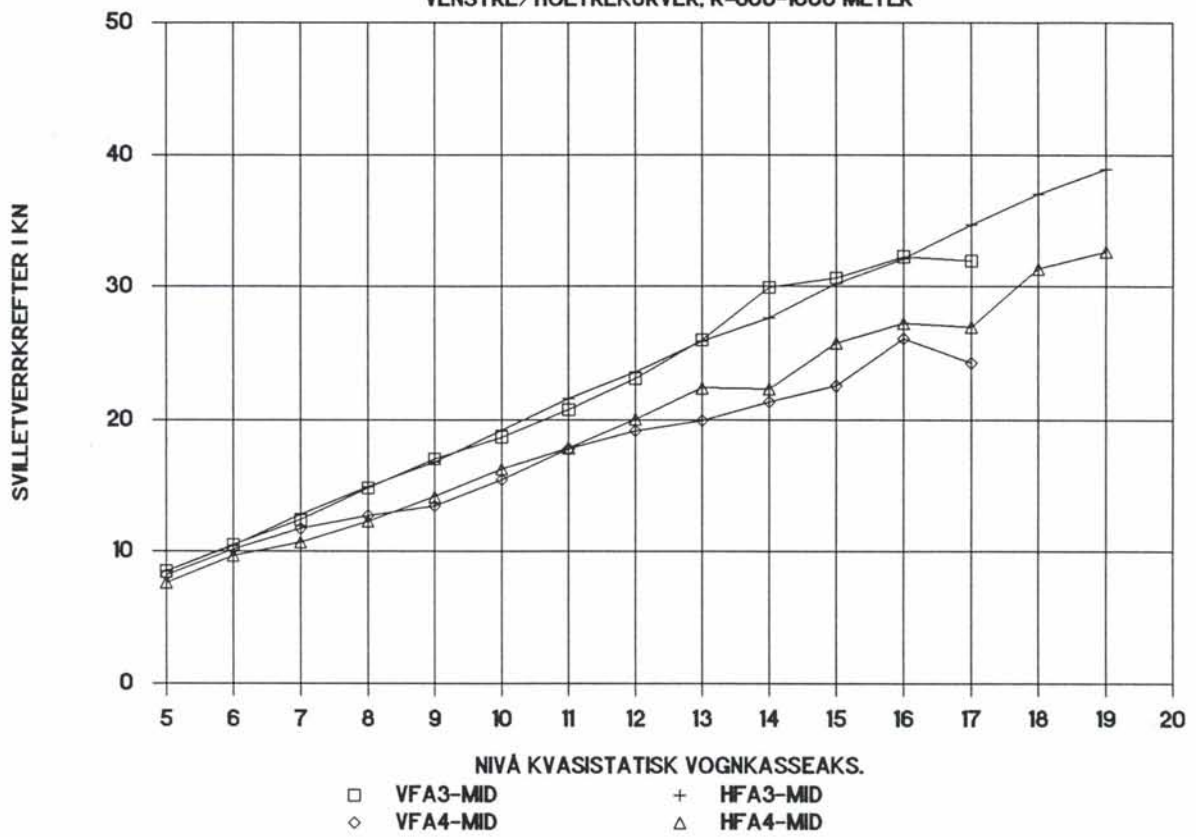
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYREKURVER, R=600-800 METER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOYREKURVER, R=800-1000 METER





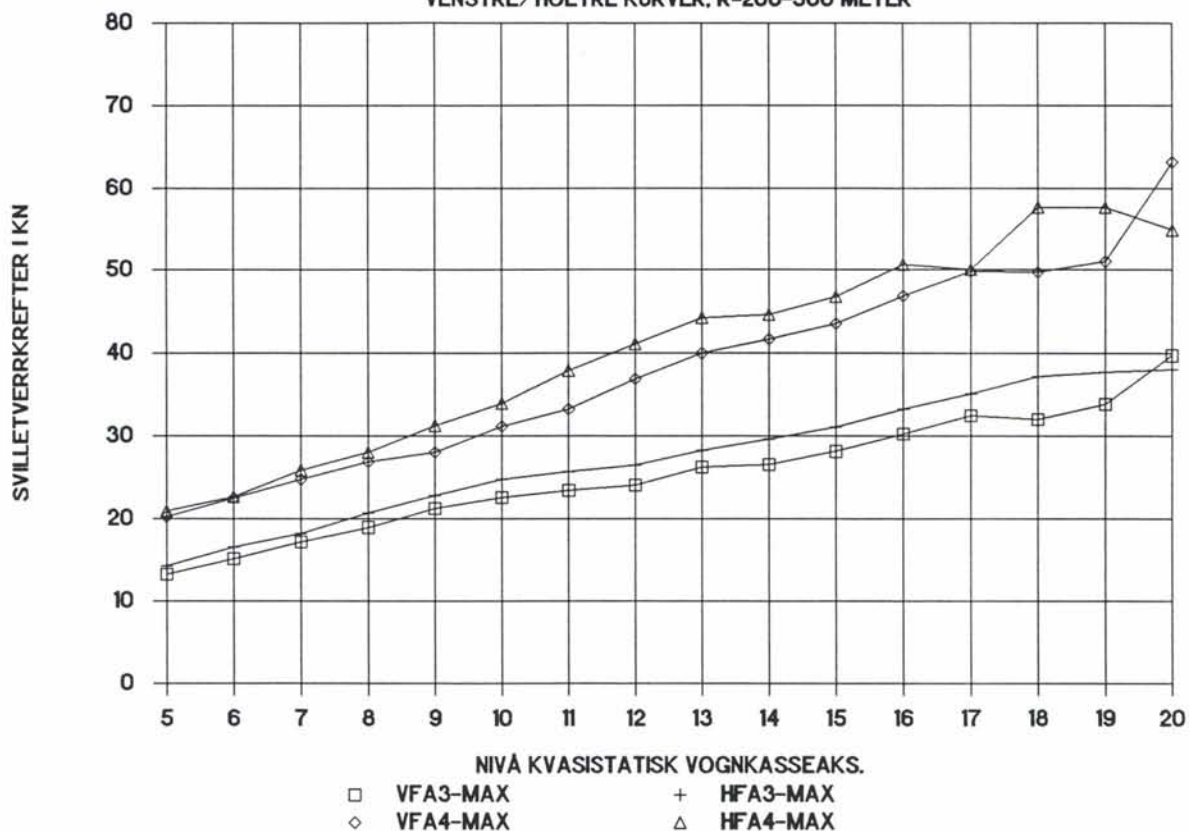
### MAKSIMALE SVILLETVERRKREFTER

Tallverdimessige maksimale svilletverrkrefter pr. aq-nivå for ulike radiusgrupper er fremstilt grafisk på de neste tre sidene for direkte sammenligning av resultatene oppnådd i høyre- og venstrekurver. Vi gjør oppmerksom på at maksimalverdiene pr. aq-nivå er **midlet** over antall kurver representert ved aq-nivået. Kurvebetegnelsene VFA3, VFA4, HFA3 og HFA4 angir svilletverrkreftene ved aksel 3 og 4 i henholdsvis venstre- og høyrekurver.

Resultatene viser at høyrekurver gir større gjennomsnittlige maksimale krefter enn venstrekurver på begge boggiakslar. Dette gjelder i grunnen for samtlige kurvegrupper, men tendensen er klarest for kurver med radius av størrelsesorden 200-400 meter.

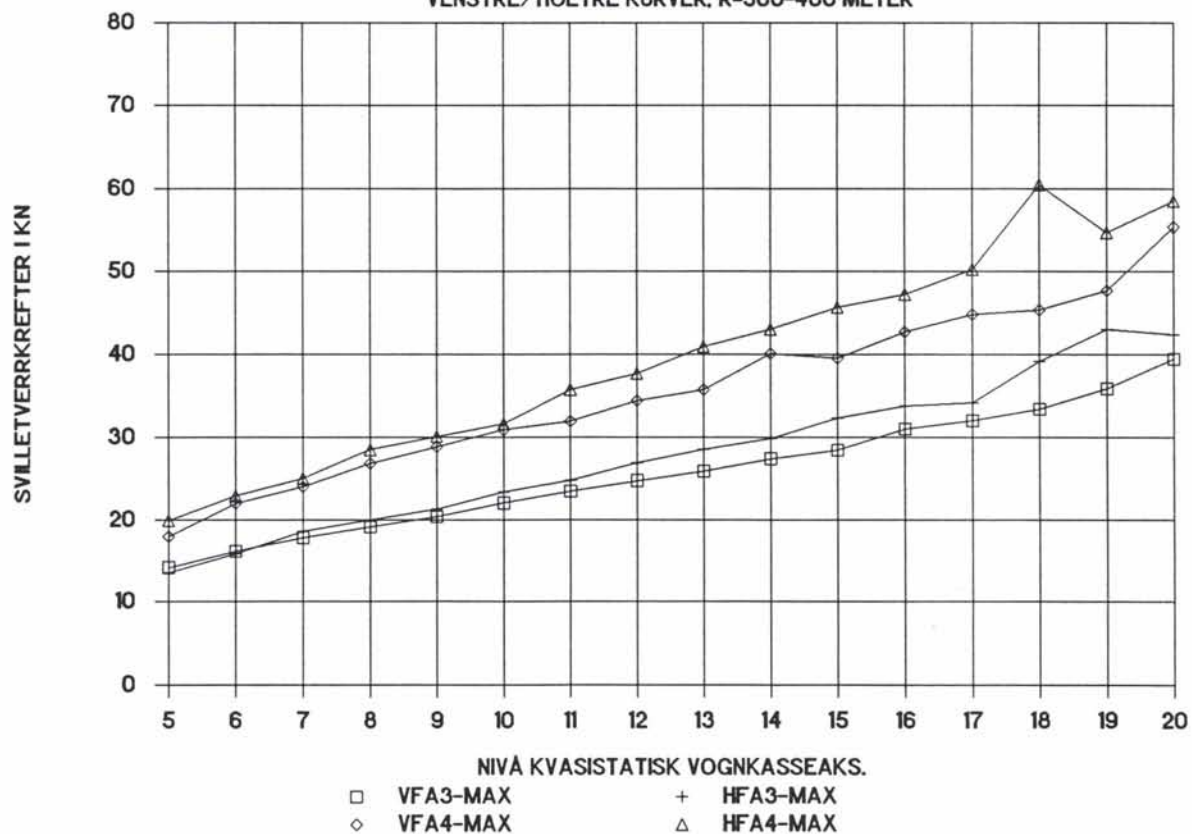
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYRE KURVER, R=200-300 METER



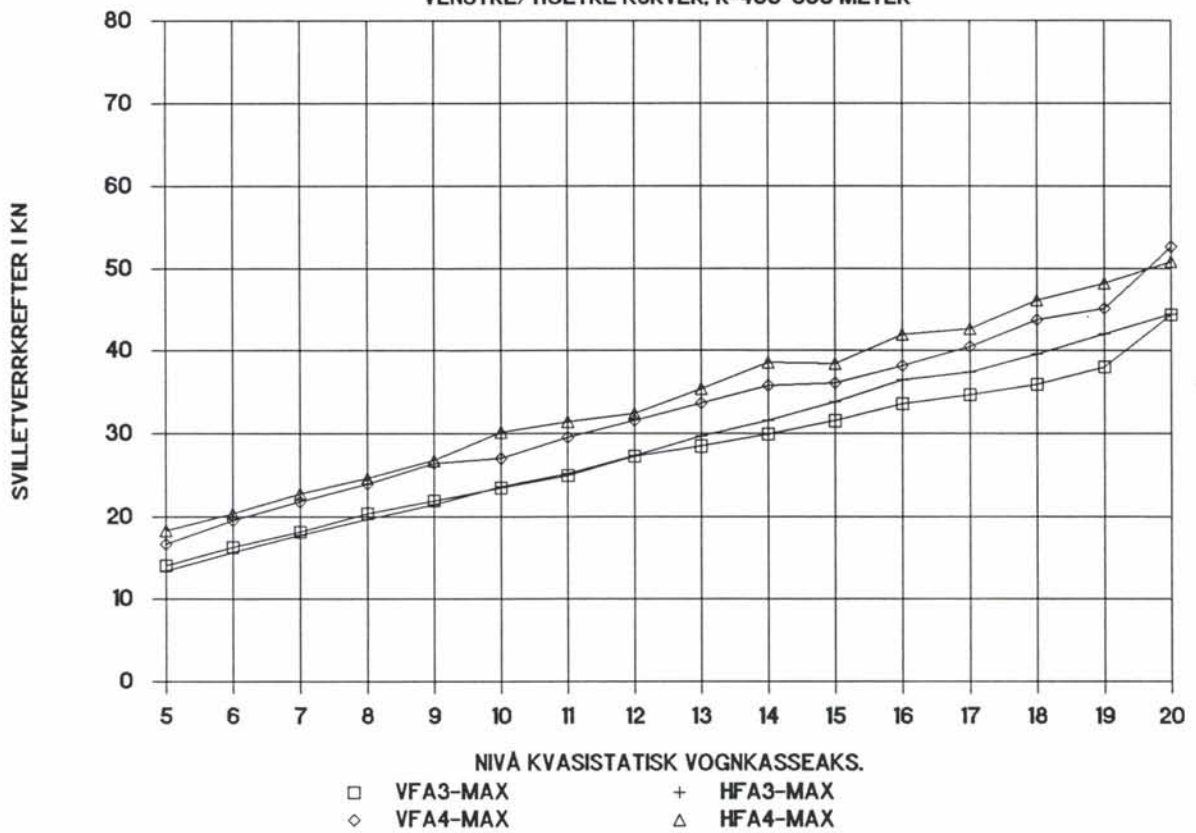
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYRE KURVER, R=300-400 METER



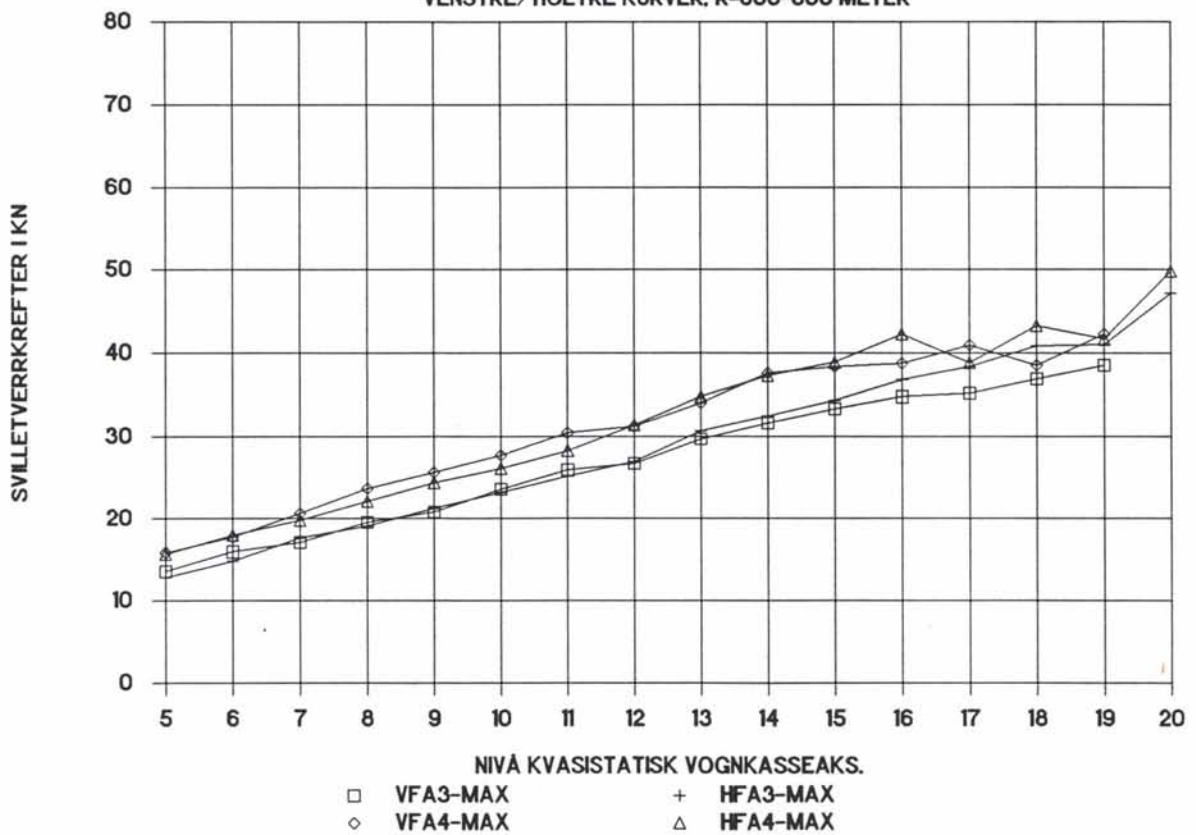
### EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYRE KURVER, R=400-600 METER



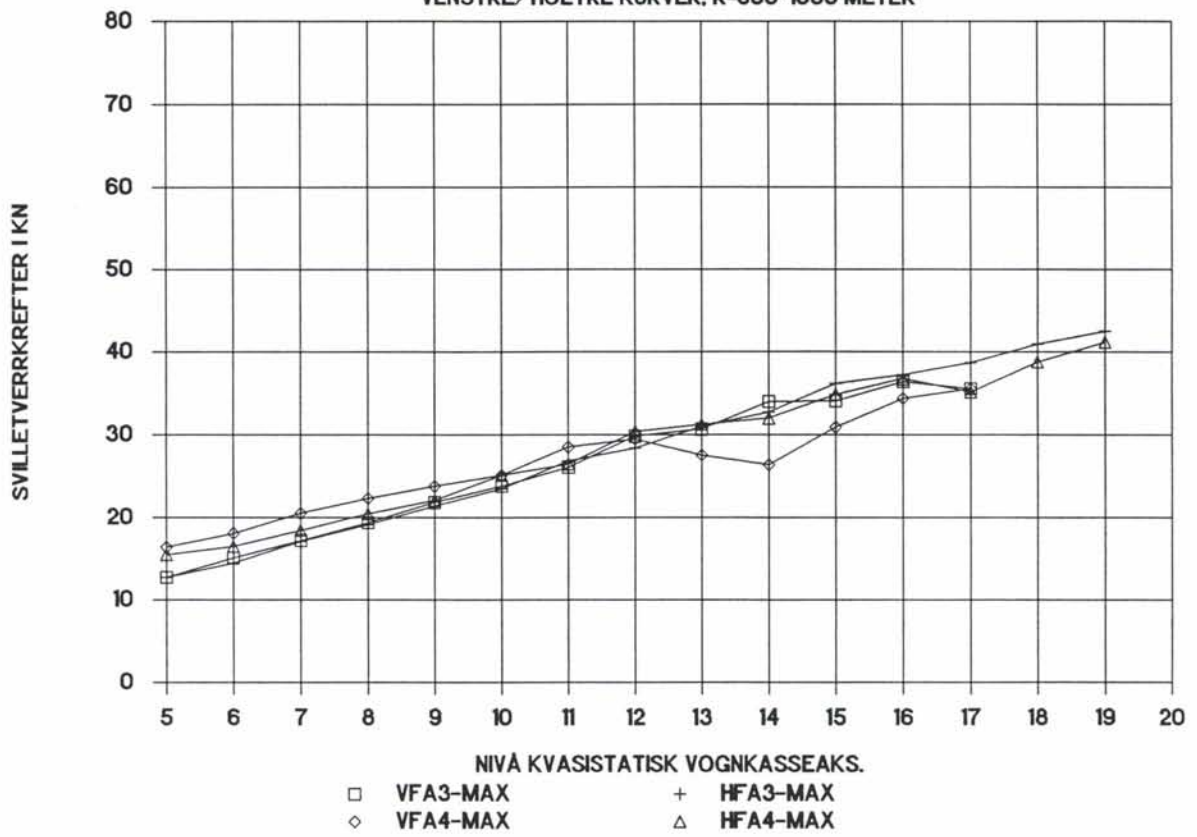
### EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYRE KURVER, R=600-800 METER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTRE/HOEYRE KURVER, R-800-1000 METER



### DYNAMISKE TILLEGG TIL MIDLERE SVILLETVERRKREFTER

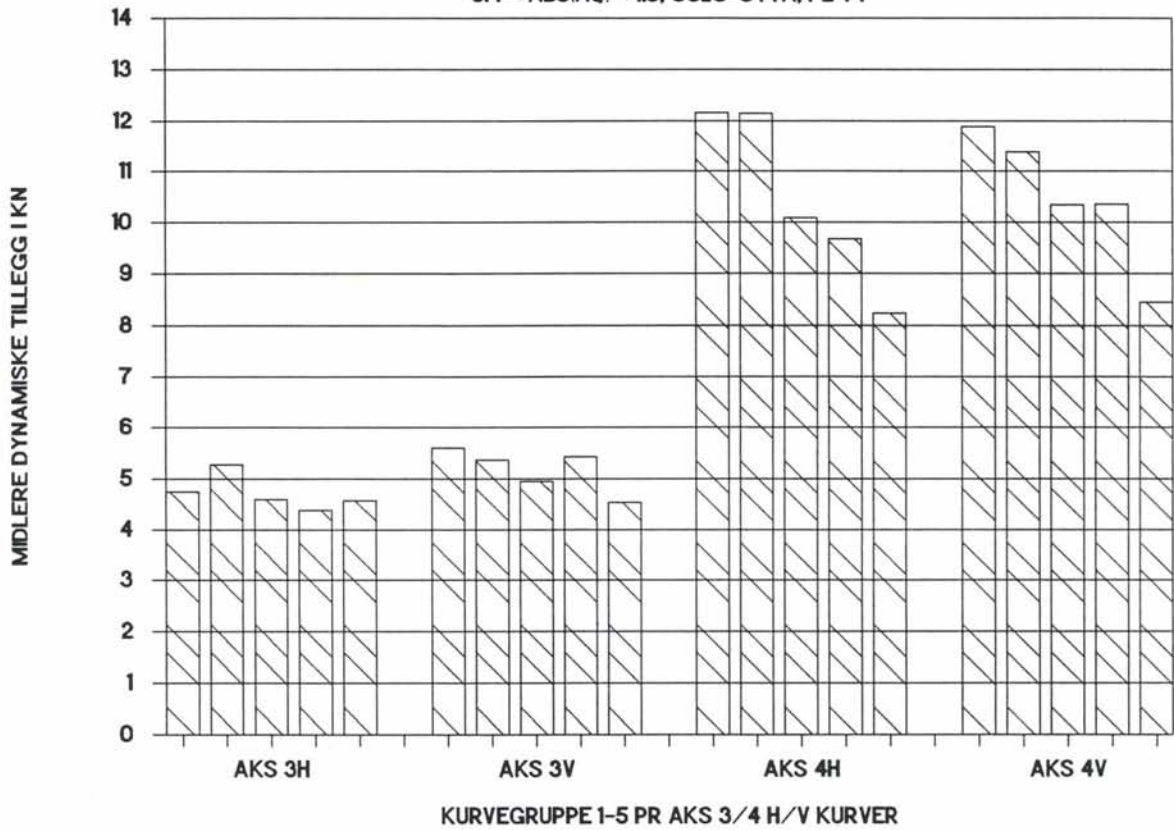
Dynamiske krafttillegg for aq-absoluttverdier i området 0.4-1.9 m/s<sup>2</sup> er midlet pr. aq-nivå og radiusgruppe ved kjøring i henholdsvis venstre- og høyrekurver.

Dynamiske tillegg pr. aq-nivå er beregnet som  $0.5 * (F_{\max} - F_{\text{mid}}) + (F_{\text{mid}} - F_{\text{min}})$ . Aq-tilleggene i de kvasistatiske sideakselerasjonsområdene (-0.4) - (-1.9) m/s<sup>2</sup> og 0.4 - 1.9 m/s<sup>2</sup> ble videre summert og til slutt dividert på totalt antall aq-nivåer. Beregningsresultatene for ulike radiusgrupper og kurveretninger er fremstilt grafisk på neste side. Vi skal her ikke feste oss så nøye ved tallverdiene, men heller se på innbyrdes forskjeller mellom resultatene oppnådd på fremre- og bakre boggiaksel i høyre- og venstrekurver.

Vi ser at **de gjennomsnittlige dynamiske krafttilleggene varierer lite med hvorvidt kurveretningen er høyre eller venstre**. Derimot er det store forskjeller mellom resultatene ved aksel 3 og 4. Krafttilleggene avtar noe med økende kurveradius, men mest for ledende aksel. Prosentvise forskjeller mellom akslene varierer fra 132 ved kurvegruppe 1 til 83 ved kurvegruppe 5 hvilket betyr at gjennomsnittlige tillegg ved aksel 4 er over dobbelt så store som ved aksel 3 for de fleste kurver.

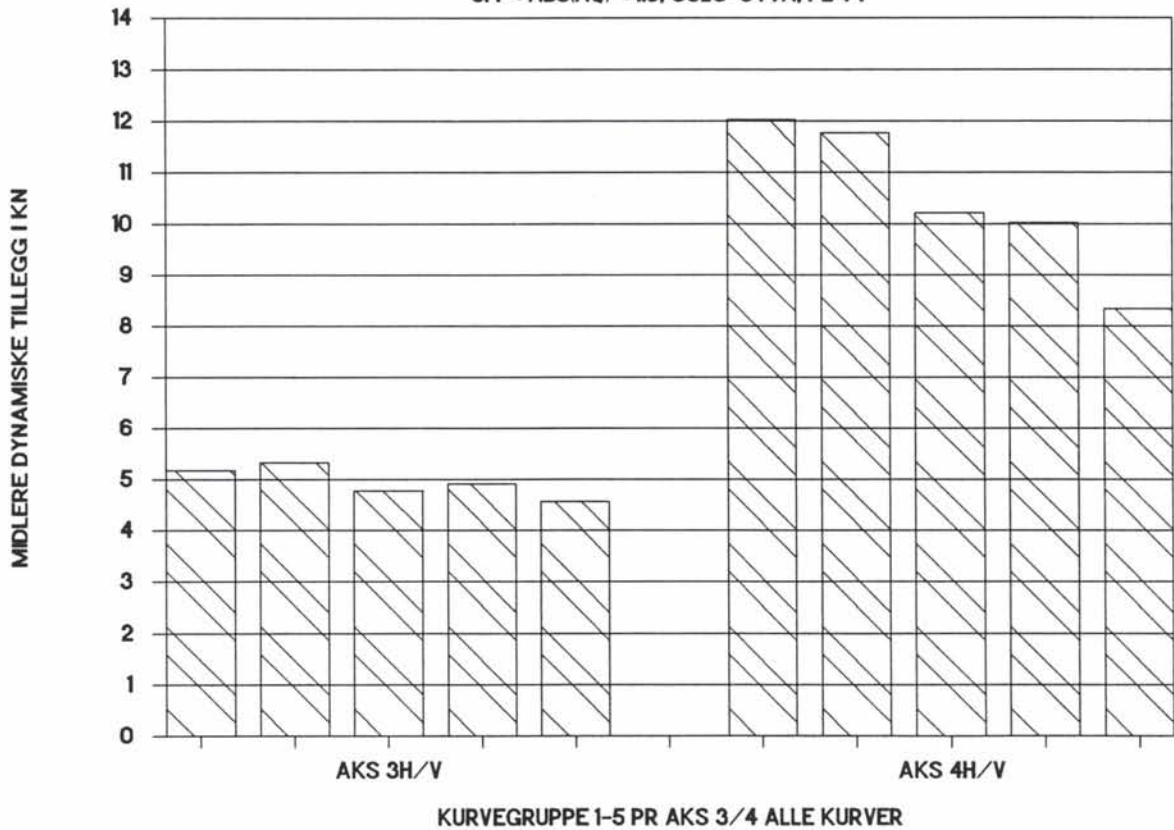
### DYNAMISKE TILLEGG, EL 17 OH

0.4 < ABS(AQ) < 1.9, OSLO-OTTA, F2-F1



### DYNAMISKE TILLEGG, EL 17 OH

0.4 < ABS(AQ) < 1.9, OSLO-OTTA, F2-F1



## 6. KONKLUSJONER

### AKSELKASSEAKSELERASJONER

#### Prosentvis fordeling.

Størst akselerasjonsverdier ble registrert på ledende boggi-aksel i fartsretningen. Direkte sammenligning av resultatene for ulike materielle typer kan bare gjøres for El 14 og El 16 som begge ble kjørt i vanlig strekningshastighet under måle-forsøkene. Tendensen er noe større prosentandeler høye akselerasjonsverdier for El 16. Prosentvise andeler over  $3 \text{ m/s}^2$  var henholdsvis 0.1 og 1.0. Over  $2 \text{ m/s}^2$  var andelene henholdsvis 1.1 (El 14) og 6.7 prosent (El 16). El 17 med ekspresstog-hastigheter ga 3.1 prosent måleverdier større enn  $3 \text{ m/s}^2$  og 10.9 prosent større enn  $2 \text{ m/s}^2$ . Med overhastigheter var verdiene henholdsvis 9.3 og 22.9. I samtlige kurvegrupper med radius i området 200-800 meter ble det på El 17 registrert akselerasjoner større enn  $7 \text{ m/s}^2$ , men prosentvise andeler var små ( $< 1 \%$ ).

I undersøkt radiusområde på 200-1000 meter var det ingen systematiske forskjeller på oppnådde resultater i høyre- og venstrekurver når det gjelder El 14 og El 16. El 17 derimot opererte med størst akselerasjonsverdier i **venstrekurver**, og spesielt ved ledende boggiaksel. Ser vi på resultatene i de ulike kurvegruppene, er tendensen størst forskjeller mellom høyre- og venstrekurver for radiusgruppene i området 400-1000 meter.

#### Resultater pr. sideakselerasjonsnivå.

For kvasistatiske sideakselerasjoner i området  $0.4-1.0 \text{ m/s}^2$  opererte El 16 og El 17 med omtrent jevnstore gjennomsnittlige dynamiske tillegg til midlere akselkasseakselerasjoner. El 14 lå klart lavere. El 17 ga gjennomgående størst tillegg i **venstrekurver**. Dette var tilfelle også ved utvidet sideakselerasjonsområde opp til  $1.9 \text{ m/s}^2$ .

### SVILLETVERRKREFTER ( BARE EL 17 )

#### Prosentvis fordeling.

Størst svilletverrkrefter ble målt på ledende boggiaksel ved kjøring i krappe kurver, og kreftene øket med økende hastighet. Prosentvise andeler krefter over 30 kN steg eksempelvis fra 1.0 til 12.8 ved økning fra ekspres- til overhastigheter. Maksimale krefter som ble målt ved kjøring i overhastigheter var 62-64 kN. Totalt for alle kurvegruppene ble det registrert 0.07 promille kraftverdier over 60 kN. I radiusgruppen 200-300 meter overskred omlag 0.8 prosent av svilletverrkreftene 50 kN når det ble benyttet overhastigheter. Til sammenligning kan det nevnes at Prud'homme's 2m-grenseverdi for El 17 er 52.9 kN.

I de fleste kurvegruppene var det tendenser til skjevfordeling av kreftene mellom høyre- og venstrekurver. Resultatene viser tildels betydelige større andeler krefter over 30 kN for **høyrekurver**. Med kurveradius i området 200-300 meter var prosentandelene over 30 kN for høyre- og venstrekurver henholdsvis 56.2 og 46.7 når overhastigheter ble benyttet. Tilsvarende tall ved ekspresshastigheter var 3.8 og 1.8 prosent. De fåtallige maksimalverdiene av størrelsesorden 50-64 kN ved overhastigheter var forholdsvis likt fordelt mellom begge kurveretningene.

#### Resultater pr. sideakselerasjonsnivå.

De midlere svilletverrkreftene var klart størst på ledende aksel for kurver med radius på 200-400 meter. Ved økende kurveradius var det etterhvert bakre boggiaksel som opererte med størst middelverdier. I høyrekurver med radius på 200-400 meter ble det registrert betydelig større midlere svilletverrkrefter enn i tilsvarende venstrekurver. Maksimale forskjeller ved overhastigheter var 5 kN. Midlere kurvemaksimalverdier pr. aq-nivå var også størst for høyrekurver med radius på 200-400 meter. Gjennomsnittlige dynamiske tillegg til midlere kraftverdier så derimot ut til å være relativt uavhengig av kurveretningen.

#### **OPPSUMMERING**

Målingene viser at El 17 i gjennomsnitt påvirker sporet med større svilletverrkrefter i høyrekurver enn i venstrekurver. I de krappeste kurvene (  $R=200-400$  m ) ble det registrert forskjeller i midlere krefter på opptil 5 kN ved overhastigheter. Det var imidlertid ikke mulig å påvise noen systematiske forskjeller i maksimale svilletverrkrefter for høyre- og venstrekurver basert på prosentvise kraftfordelingsmålinger. Registrerte maksimalverdier på 62-64 kN var større enn Prud'homme's grenseverdi på ca. 53 kN, men bare 1 % av kreftene i kurver med radius på 200-300 meter overskred 50 kN ved kjøring med overhastigheter. Maksimalverdiene overskrider imidlertid ikke sporets motstand mot sideforskyvning for stabilisert spor basert på Prud'homme. ( S-lim(stab. spor) ~  $53 \text{ kN} + 30 \% = 69 \text{ kN}$  )

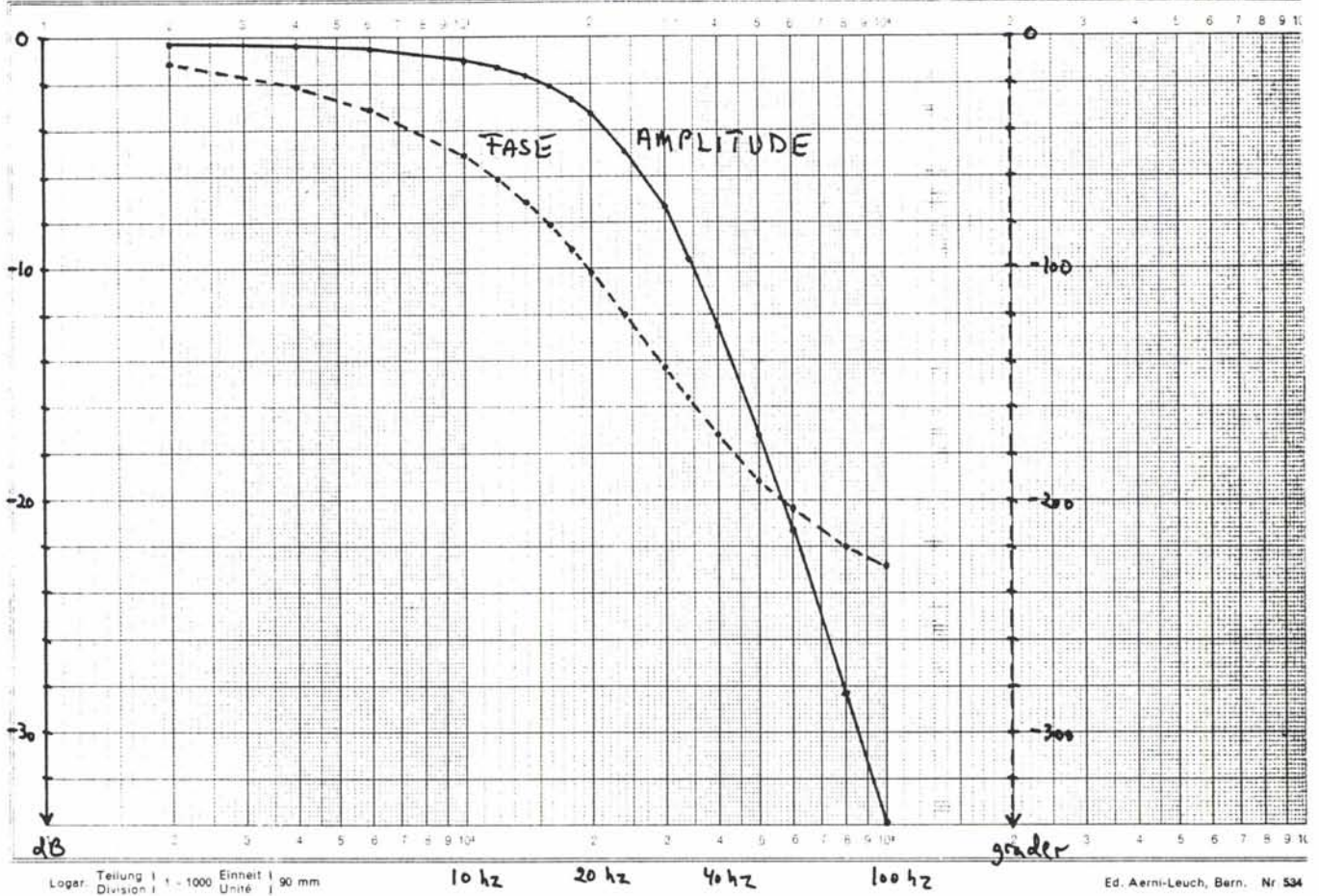
Akselerasjonsmålingene viser at akselbevegelsene på El 17 og El 16 ligger på omtrent samme nivå. El 14 opptrer derimot med betydelig lavere midlere akselkasseakselerasjoner.



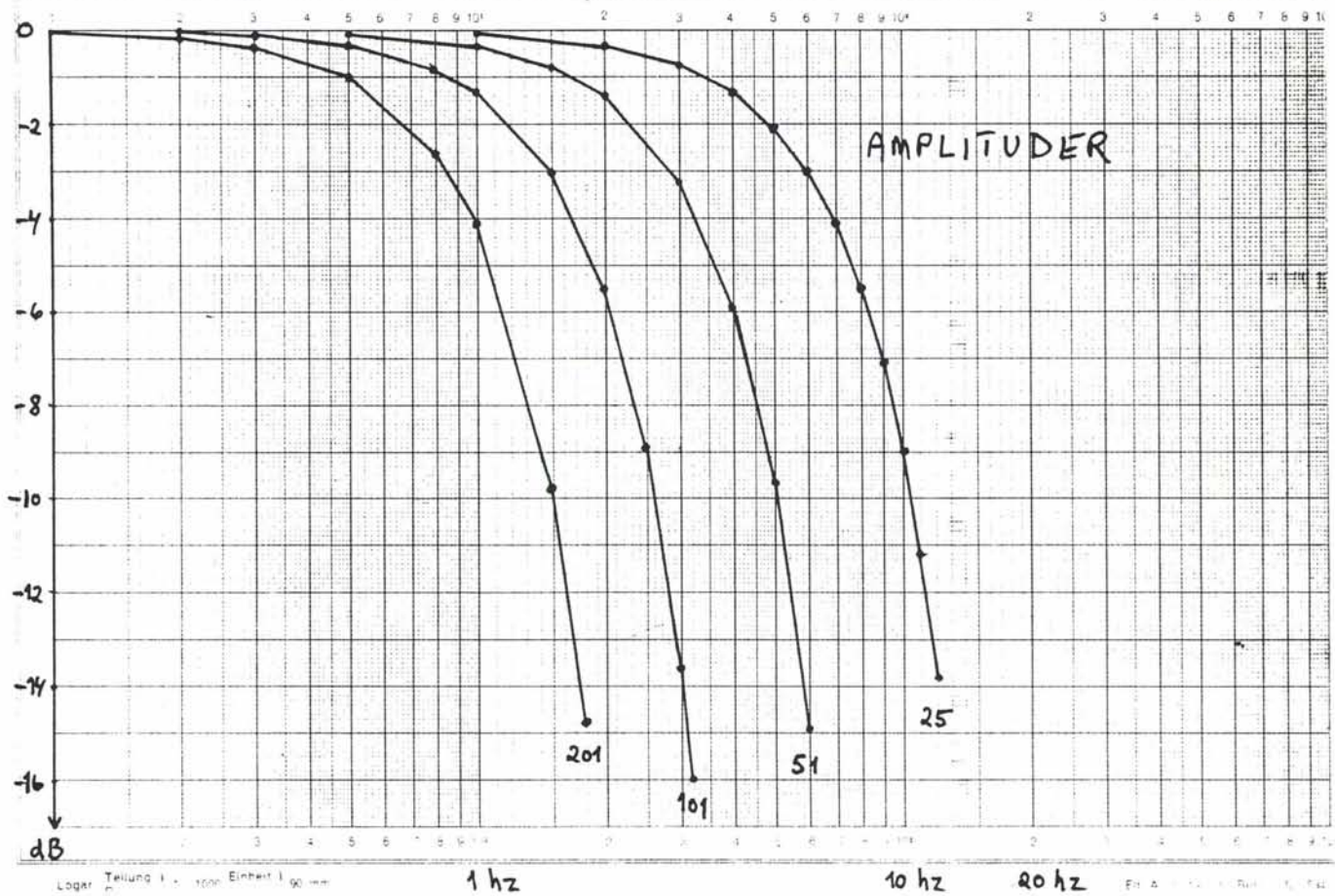
A P P E N D I X

# A1. AMPLITUDE, FASE- OG FREKVENSDIAGRAM

ANALOGT LP FILTER AV TYPE BESSEL, 20 HZ



DIGITALT LP FILTER 1.0 HZ, HANNING VINDU



## A2. MÅLERESULTATER

### A2.1 Akselkasseakselerasjoner.

#### A2.1.1 Prosentvis fordeling.

AKSELKASSEAKSELERASJONSNIVÅER :

H Ø Y R E K U R V E R		V E N S T R E K U R V E R	
NIVÅ	OMRÅDE FOR AKSELKASSE- AKSELERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]	NIVÅ	OMRÅDE FOR AKSELKASSE- AKSELERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]
1	0.0 - 0.2	21	0.0 - -0.2
2	0.2 - 0.4	22	-0.2 - -0.4
3	0.4 - 0.6	23	-0.4 - -0.6
4	0.6 - 0.8	24	-0.6 - -0.8
5	0.8 - 1.0	25	-0.8 - -1.0
6	1.0 - 1.2	26	-1.0 - -1.2
7	1.2 - 1.4	27	-1.2 - -1.4
8	1.4 - 1.6	28	-1.4 - -1.6
9	1.6 - 1.8	29	-1.6 - -1.8
10	1.8 - 2.0	30	-1.8 - -2.0
11	2.0 - 2.2	31	-2.0 - -2.2
12	2.2 - 2.4	32	-2.2 - -2.4
13	2.4 - 2.6	33	-2.4 - -2.6
14	2.6 - 2.8	34	-2.6 - -2.8
15	2.8 - 3.0	35	-2.8 - -3.0
16	3.0 - 3.2	36	-3.0 - -3.2
17	3.2 - 3.4	37	-3.2 - -3.4
18	3.4 - 3.6	38	-3.4 - -3.6
19	3.6 - 3.8	39	-3.6 - -3.8
20	3.8 -	40	-3.8 -

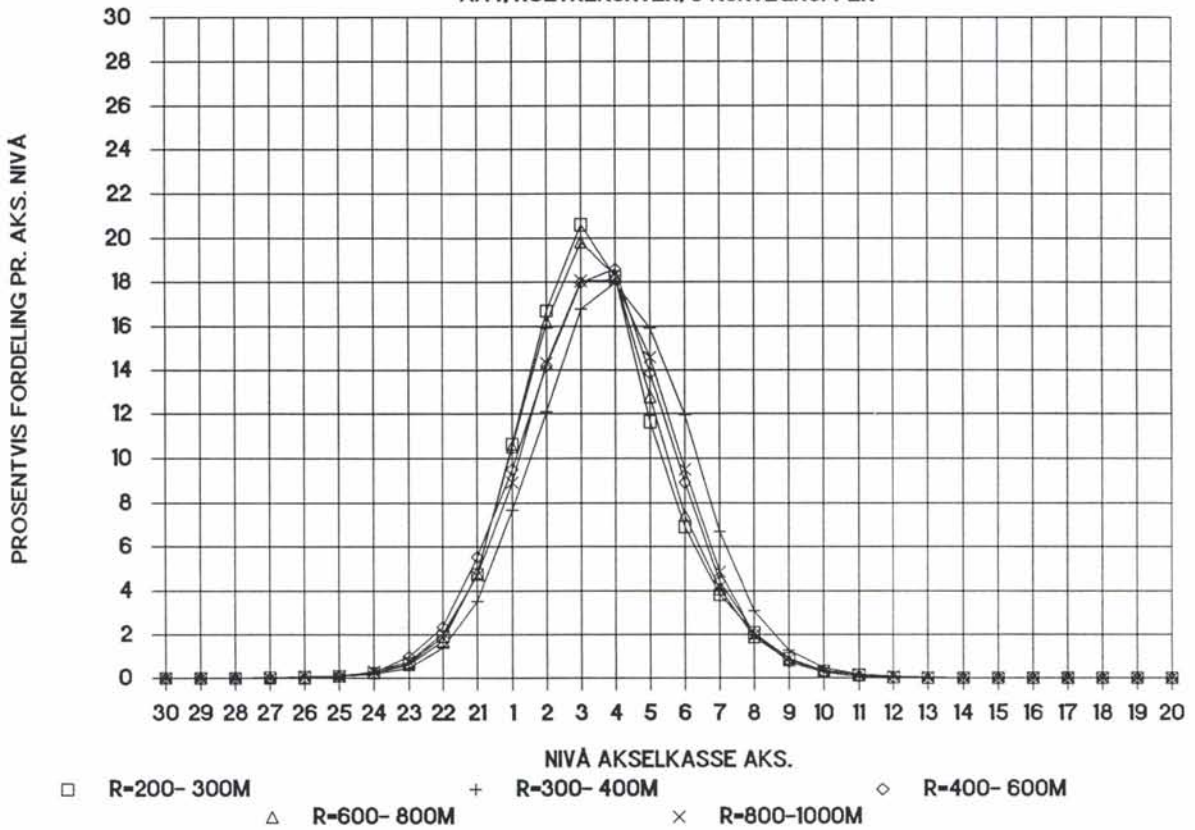
KURVEBETEGNELSER :

AA3/4/6 : Akselkasseakselerasjoner ved aksel 3/4/6.

OH : Overhastigheter.

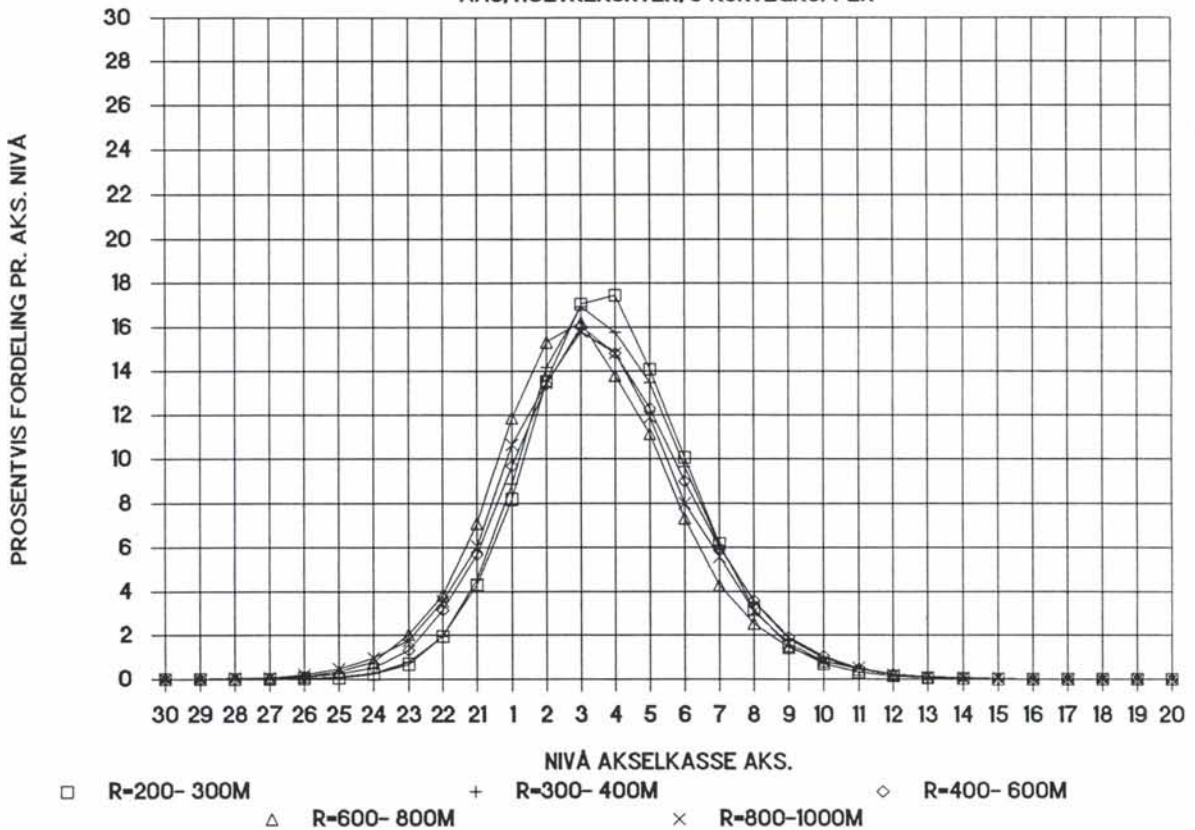
# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

AA4, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



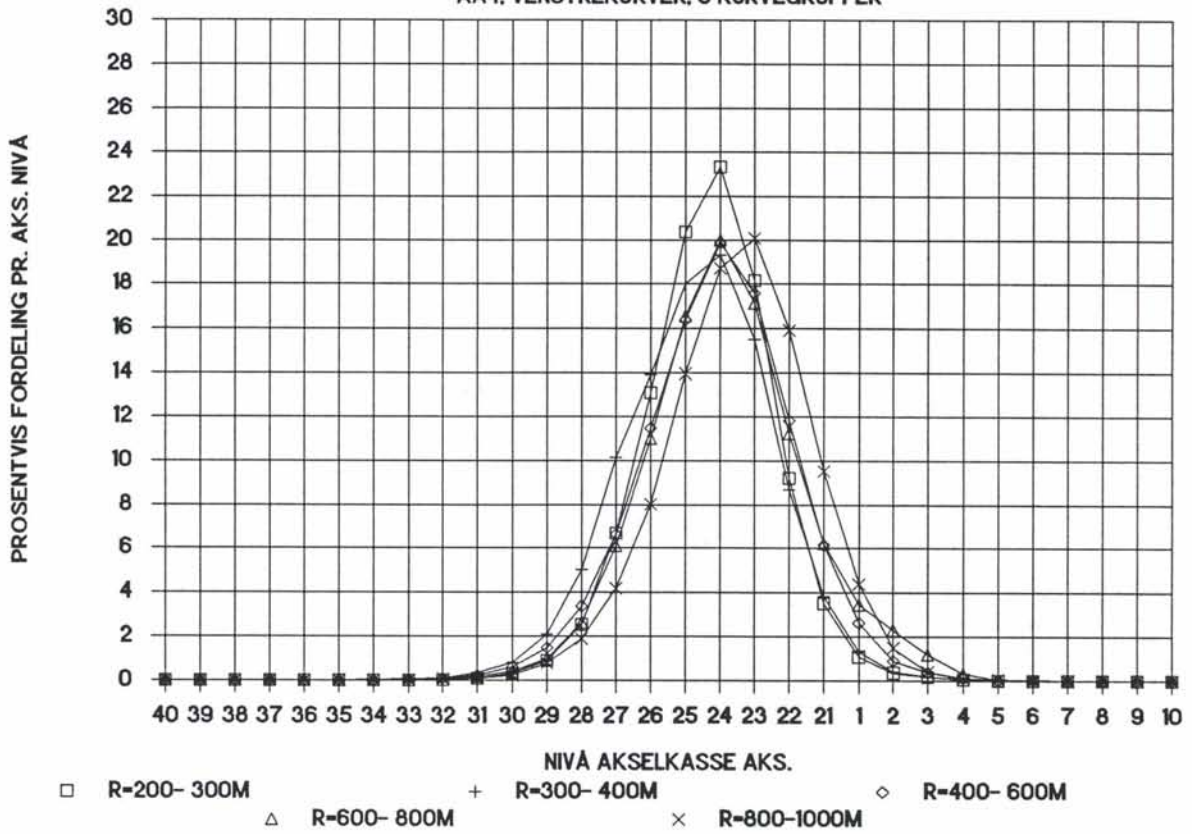
# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

AA6, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



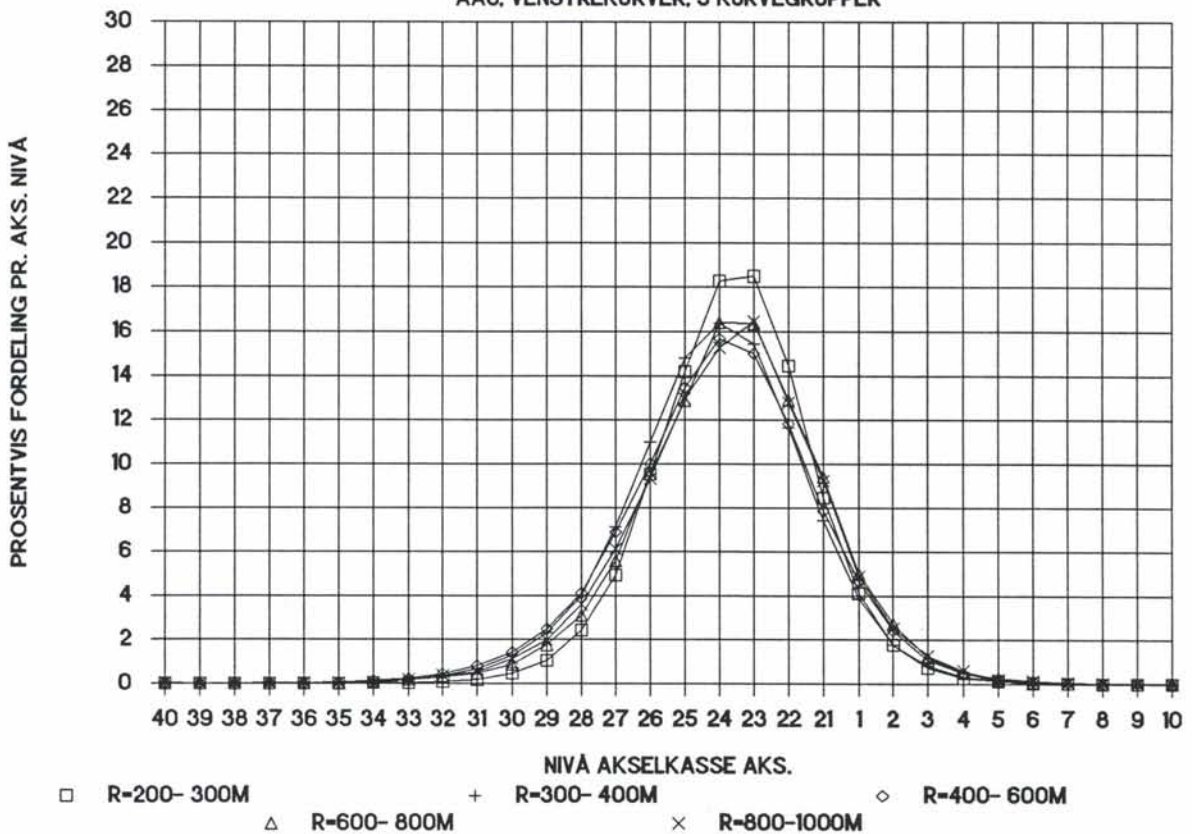
# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

AA4. VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



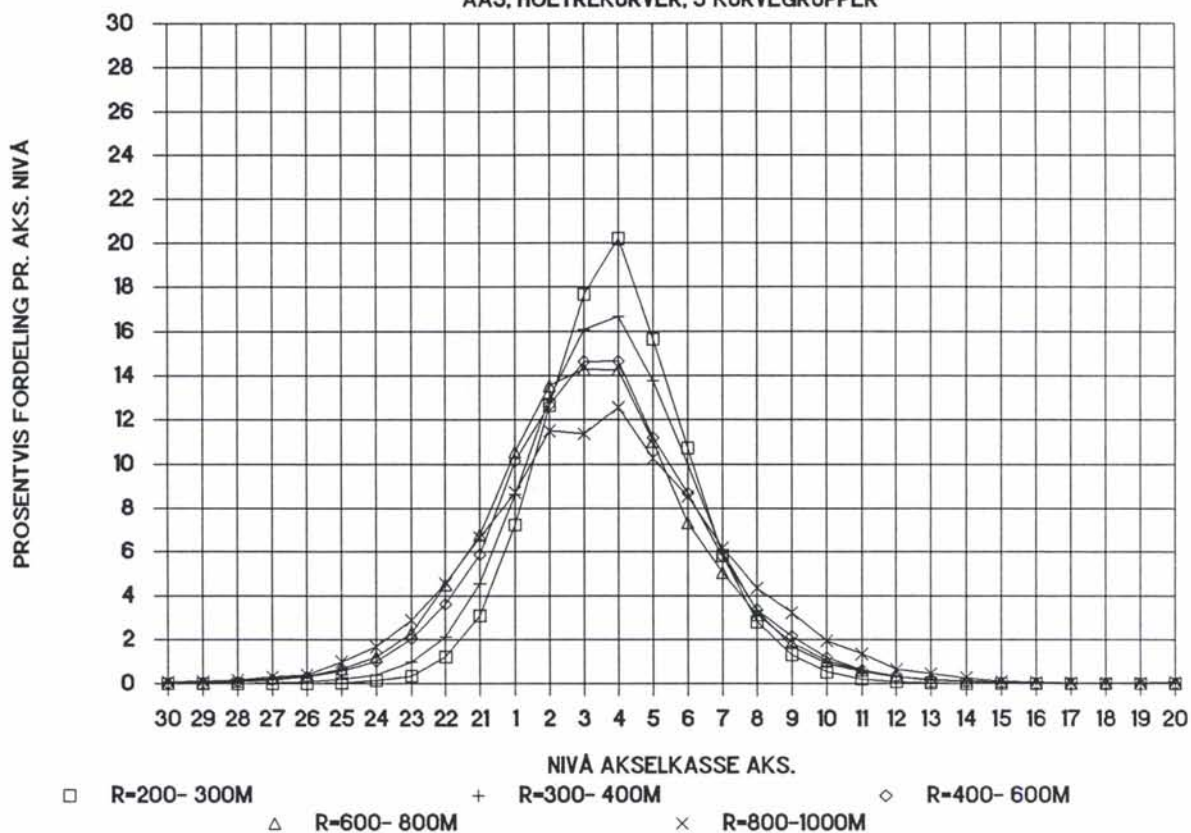
# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

AA6. VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



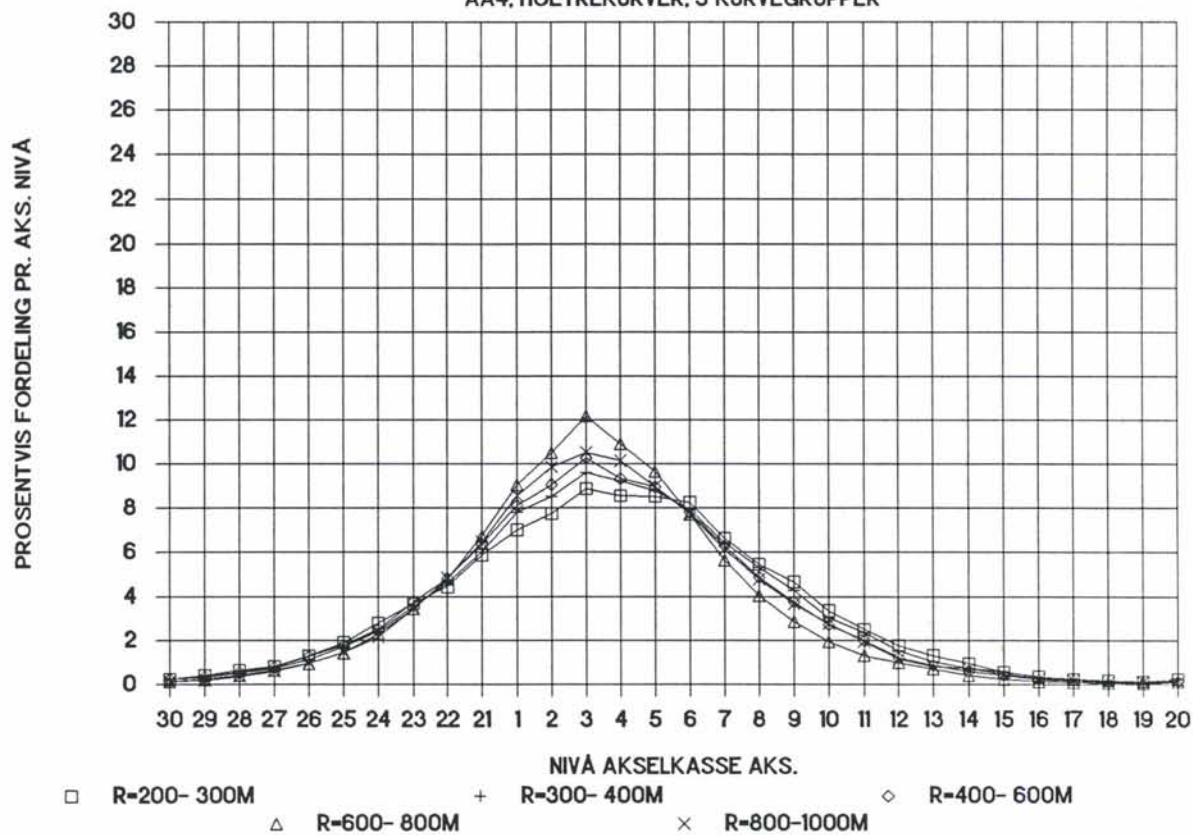
# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

AA3, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

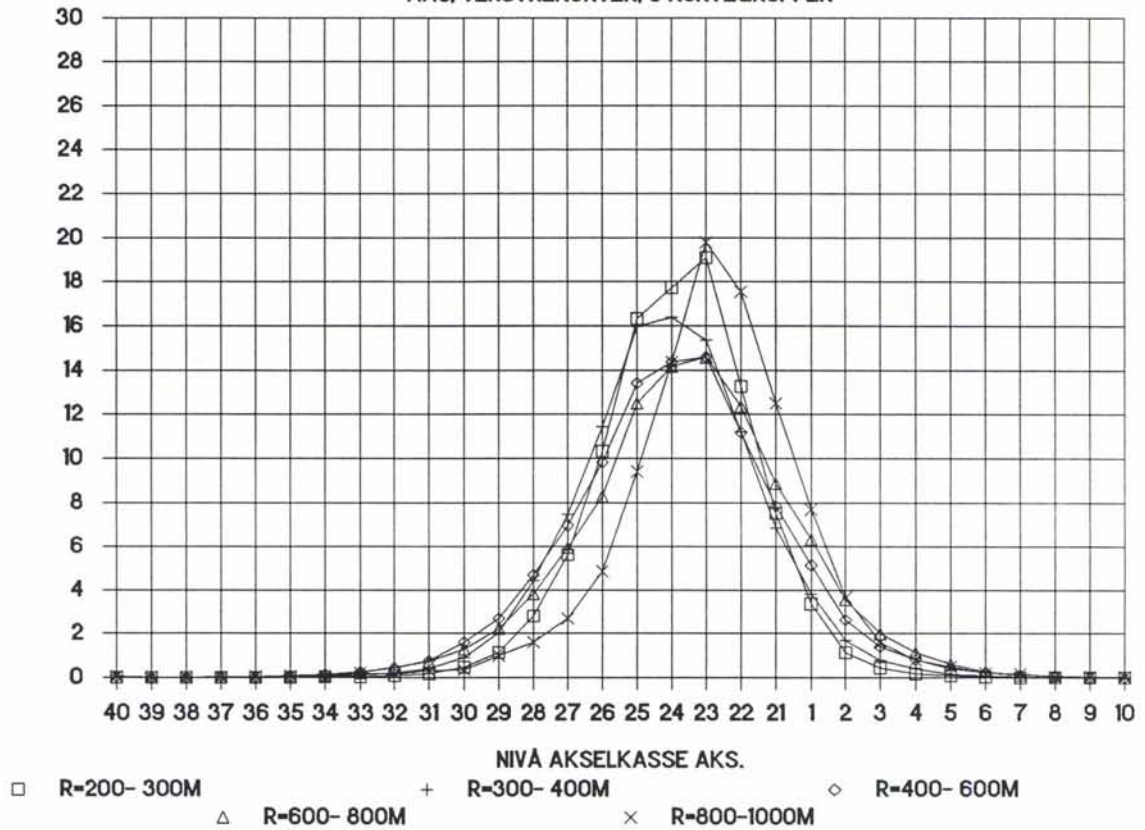
AA4, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

AA3, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER

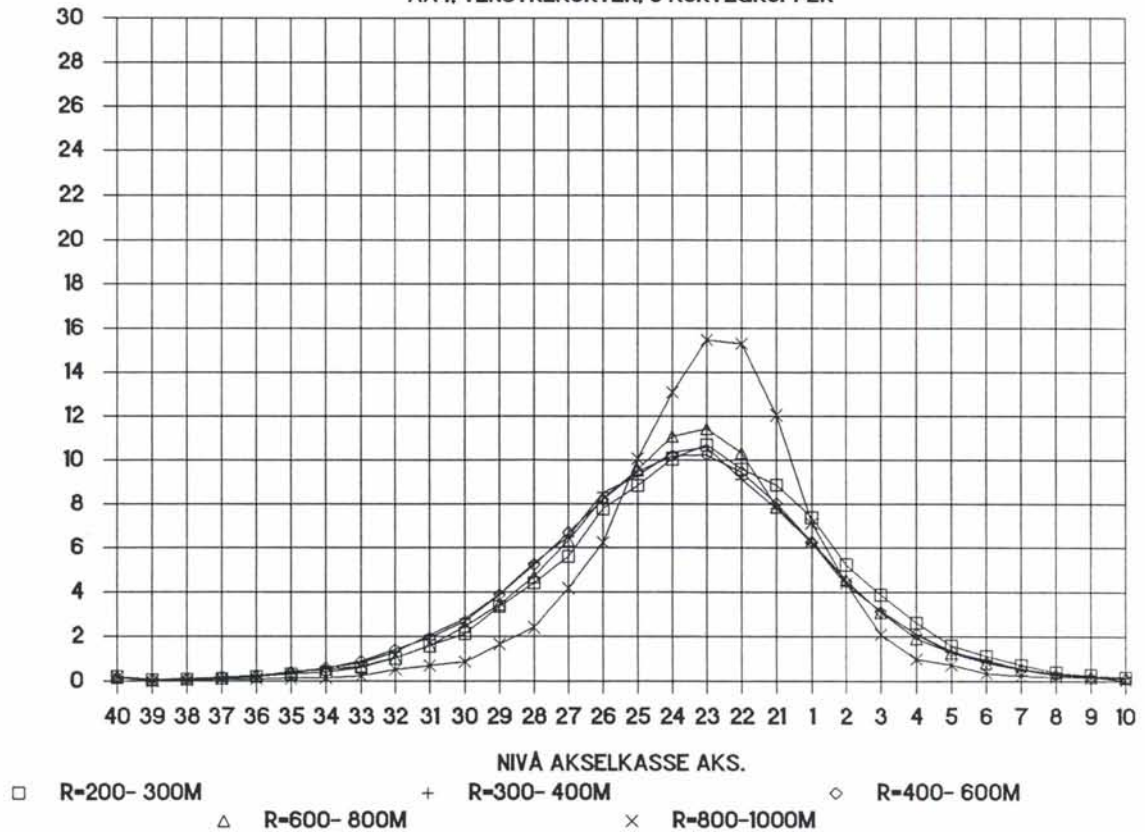
PROSENTVIS FORDELING PR. AKS. NIVA



# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

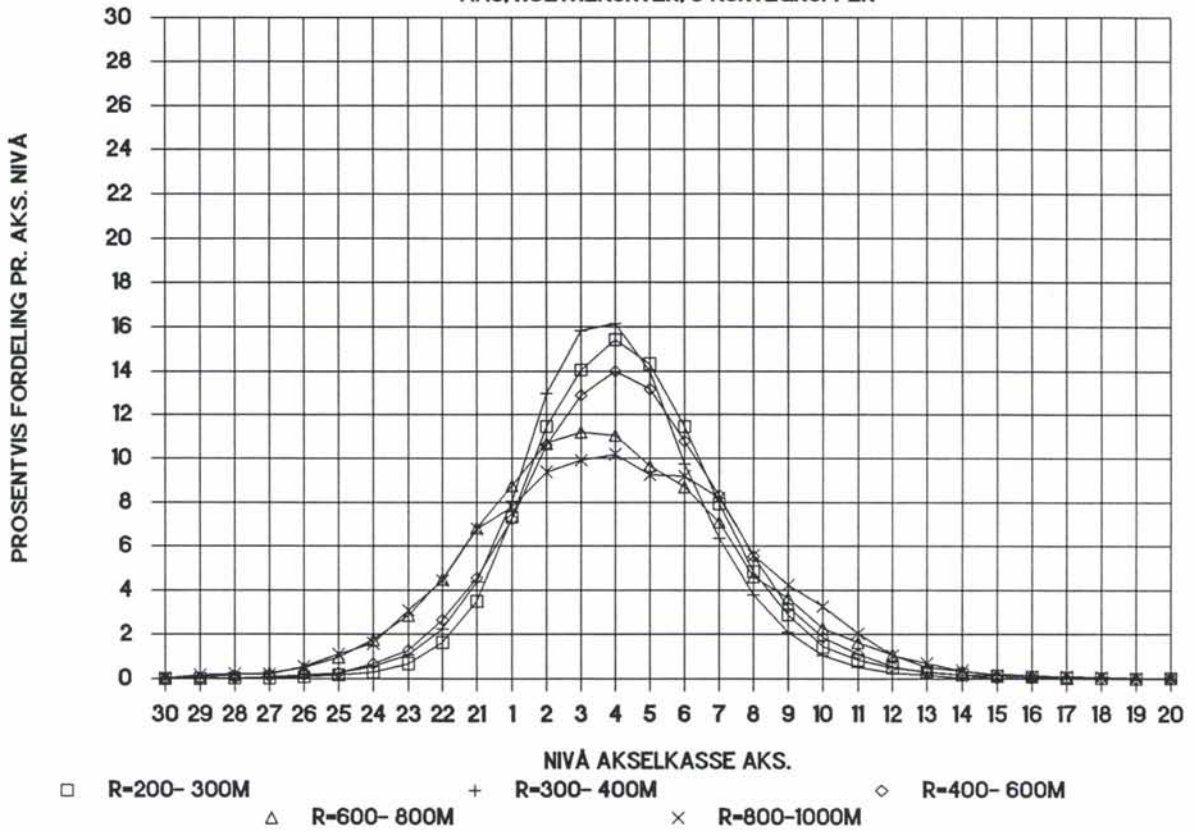
AA4, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER

PROSENTVIS FORDELING PR. AKS. NIVA



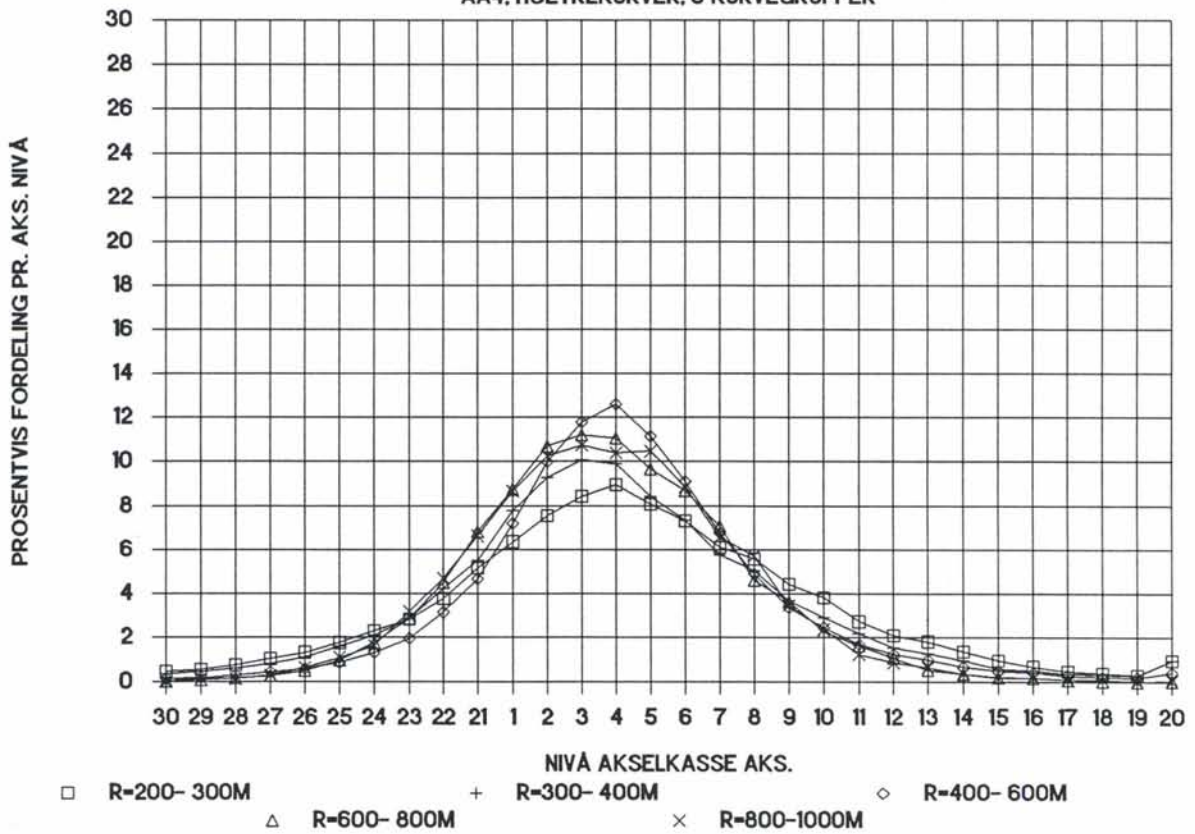
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

AA3. HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

AA4. HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER

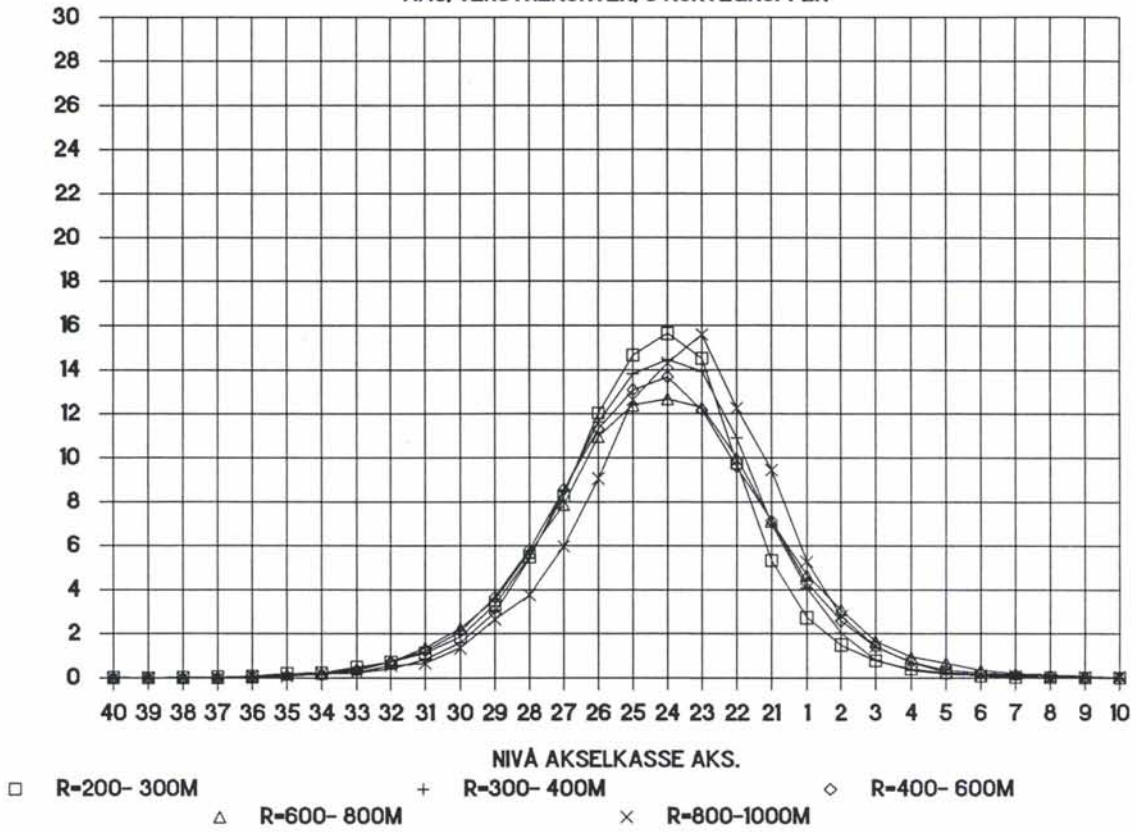




# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

AA3, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER

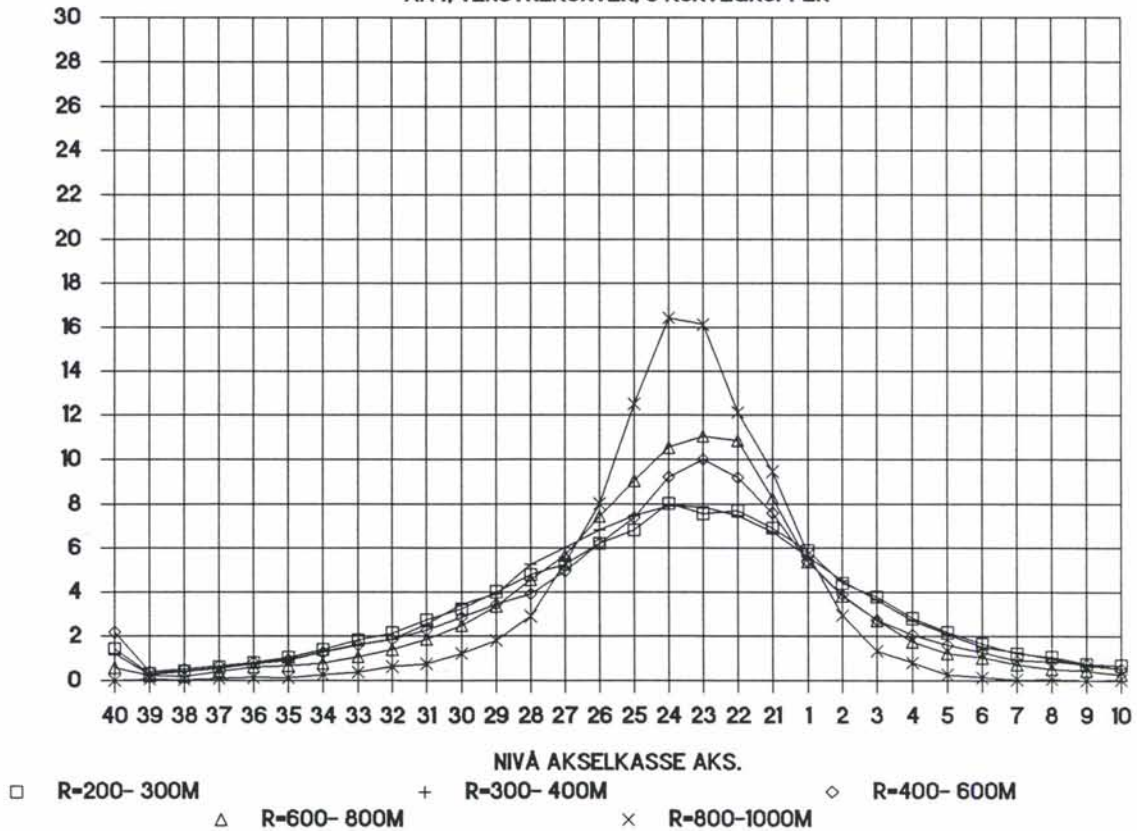
PROSENTVIS FORDELING PR. AKS. NIVA



# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

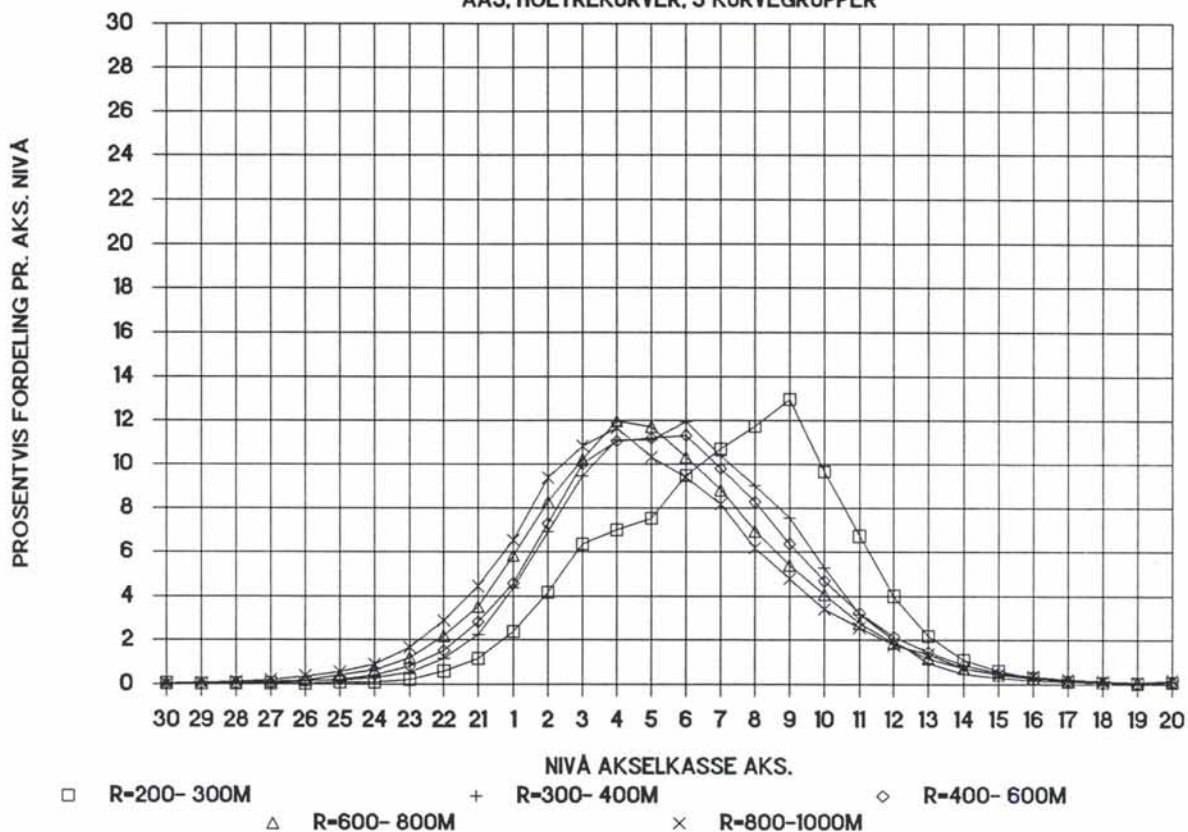
AA4, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER

PROSENTVIS FORDELING PR. AKS. NIVA



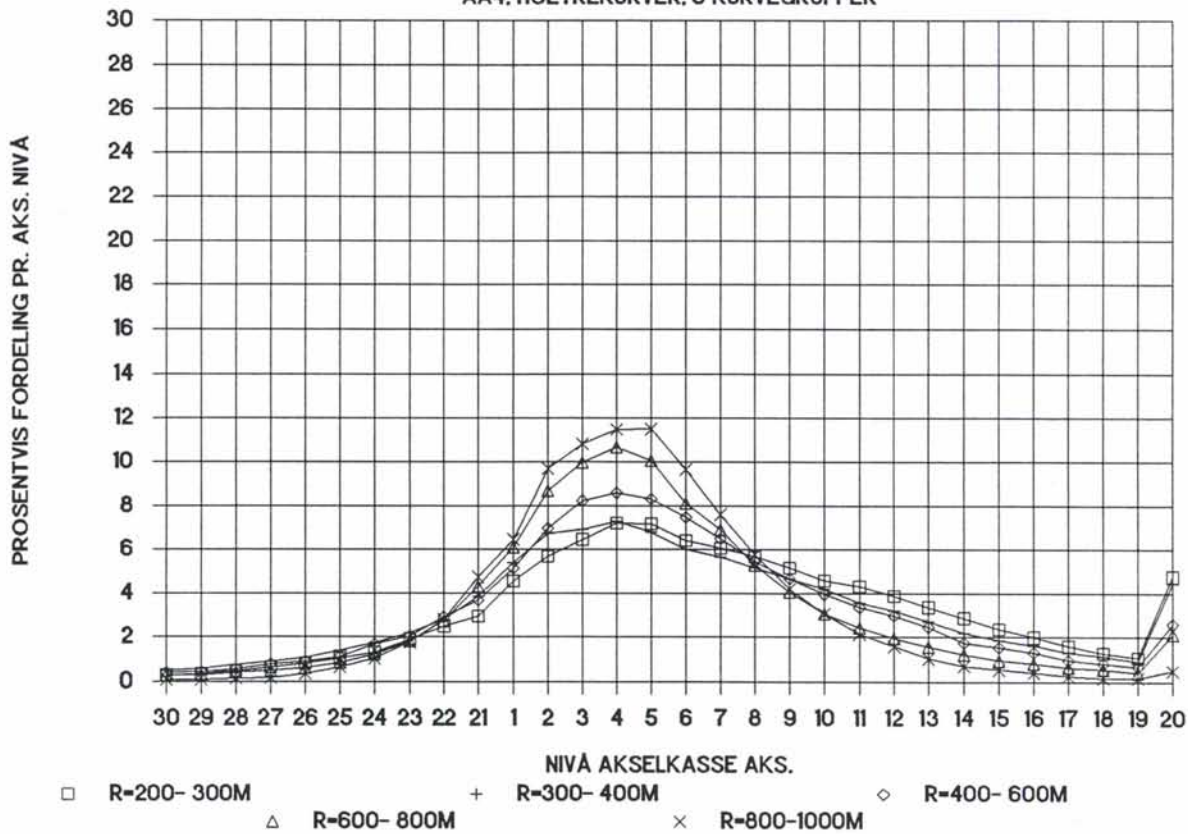
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

AA3. HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



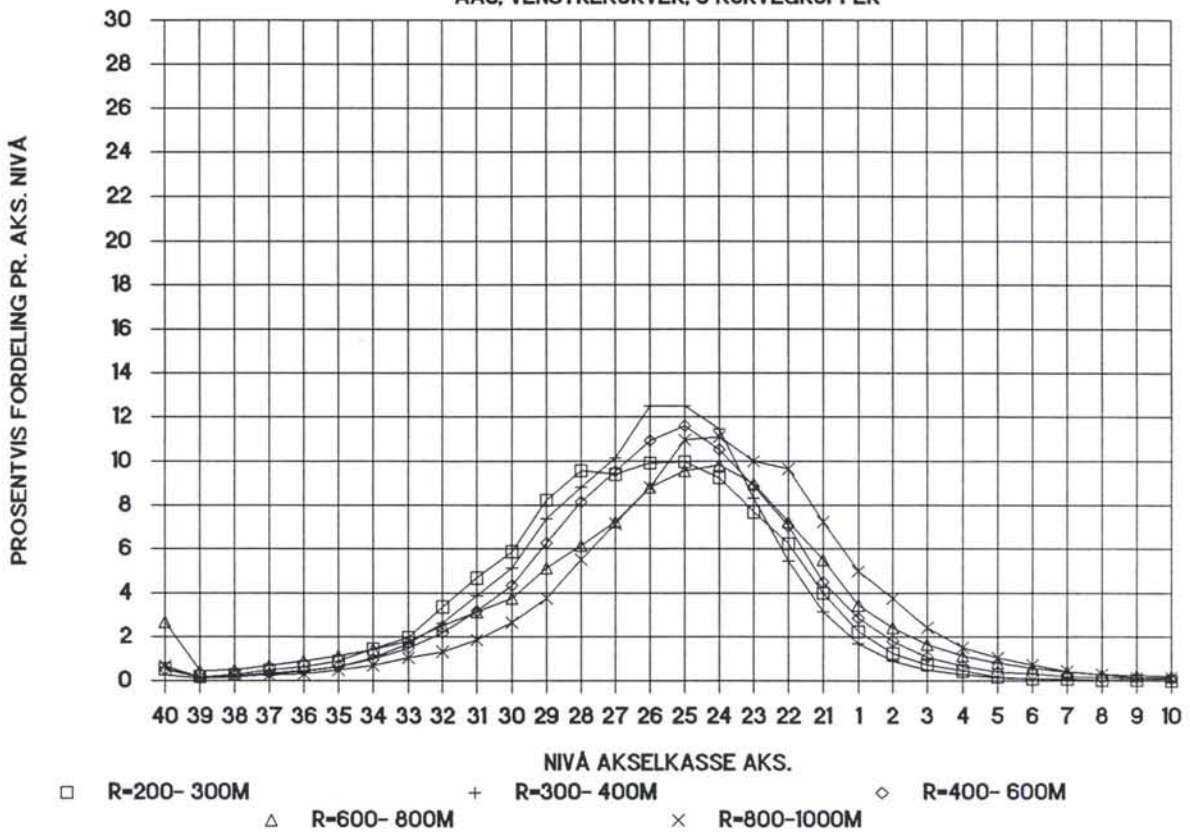
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

AA4. HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



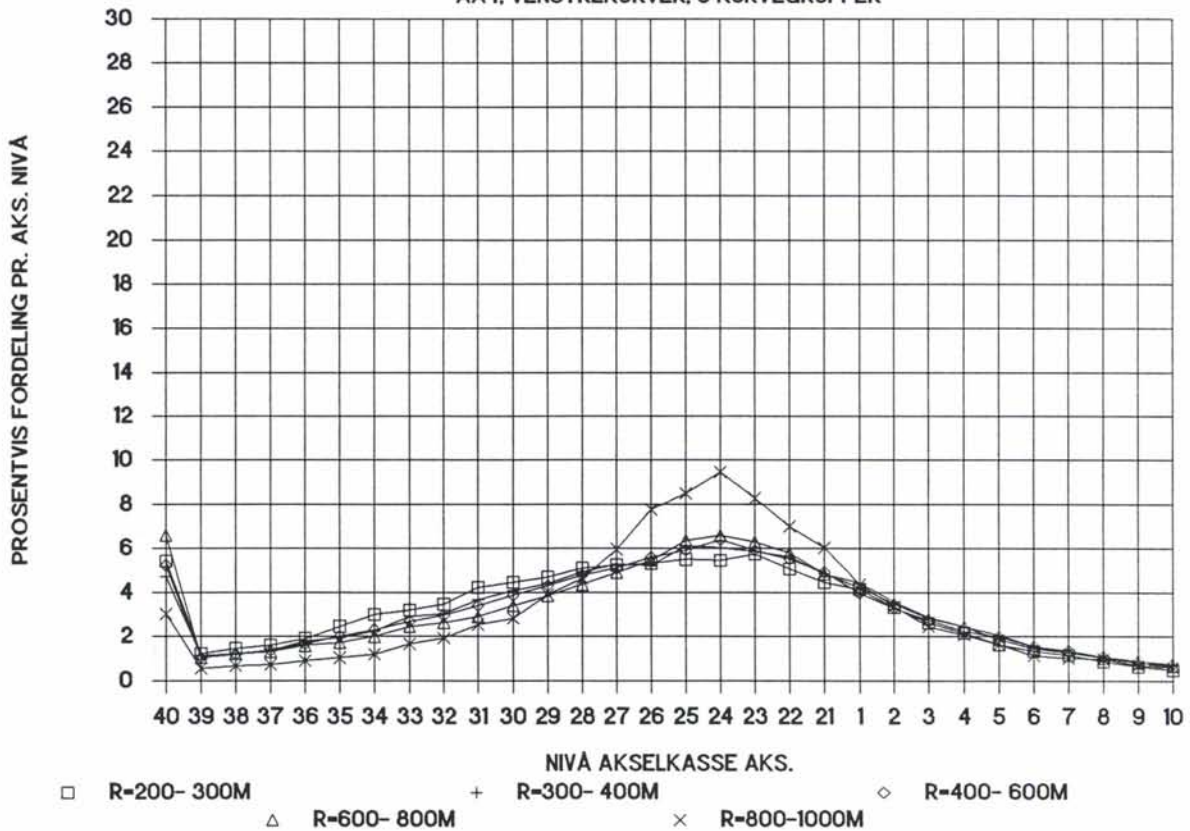
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

AA3, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

AA4, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



SPESIALETTERBEHANDLING AV RESULTATENE FOR LEDENDE AKSEL PÅ EL  
17 VED KJØRING I OVERHASTIGHETER

AKSELKASSEAKSELERASJONSNIVÅER :

H Ø Y R E K U R V E R		V E N S T R E K U R V E R	
NIVÅ	OMRÅDE FOR AKSELKASSE- AKSELERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]	NIVÅ	OMRÅDE FOR AKSELKASSE- AKSELERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]
1	0.0 - 0.2	41	0.0 - -0.2
2	0.2 - 0.4	42	-0.2 - -0.4
.		.	
.		.	
25	4.8 - 5.0	65	-4.8 - -5.0
26	5.0 - 5.2	66	-5.0 - -5.2
27	5.2 - 5.4	67	-5.2 - -5.4
28	5.4 - 5.6	68	-5.4 - -5.6
29	5.6 - 5.8	69	-5.6 - -5.8
30	5.8 - 6.0	70	-5.8 - -6.0
31	6.0 - 6.2	71	-6.0 - -6.2
32	6.2 - 6.4	72	-6.2 - -6.4
33	6.4 - 6.6	73	-6.4 - -6.6
34	6.6 - 6.8	74	-6.6 - -6.8
35	6.8 - 7.0	75	-6.8 - -7.0
36	7.0 - 7.2	76	-7.0 - -7.2
37	7.2 - 7.4	77	-7.2 - -7.4
38	7.4 - 7.6	78	-7.4 - -7.6
39	7.6 - 7.8	79	-7.6 - -7.8
40	7.8 -	80	-7.8 -

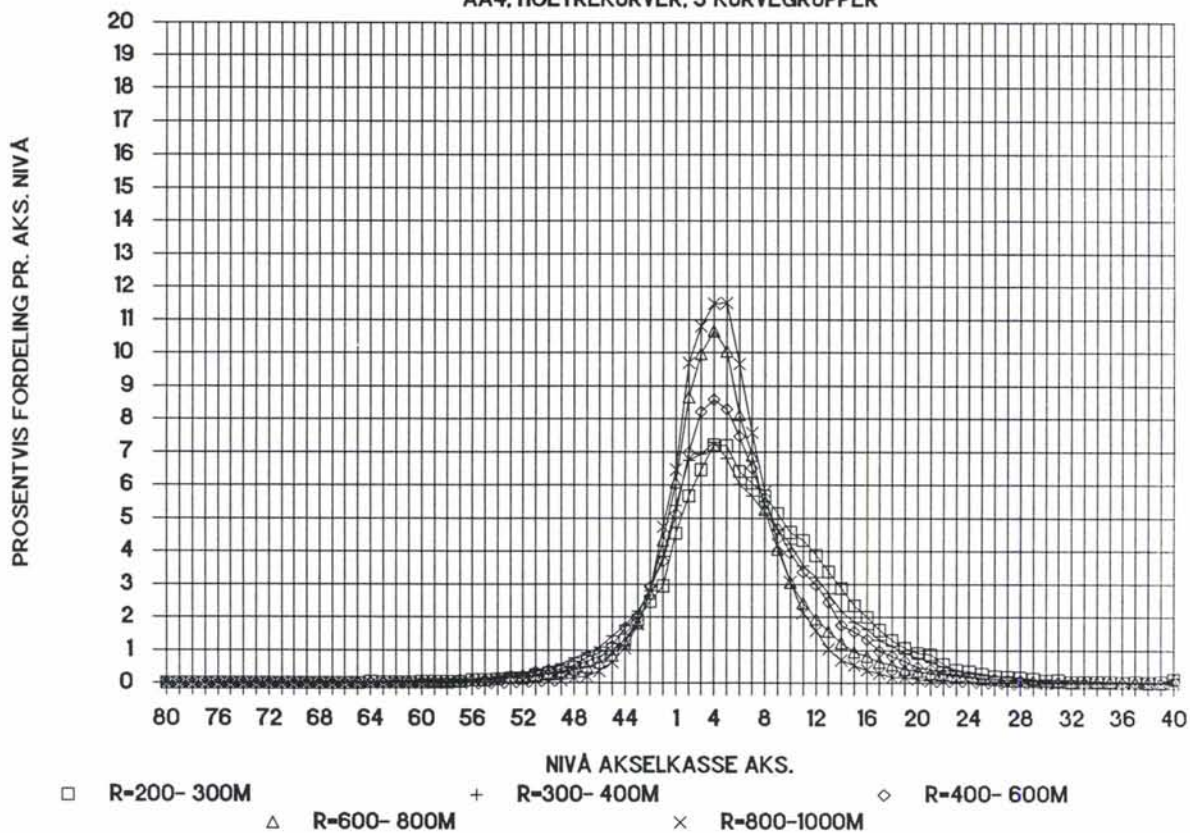
KURVEBETEGNELSER :

AA4 : Akselkasseakselerasjoner ved aksel 4.

OH : Overhastigheter.

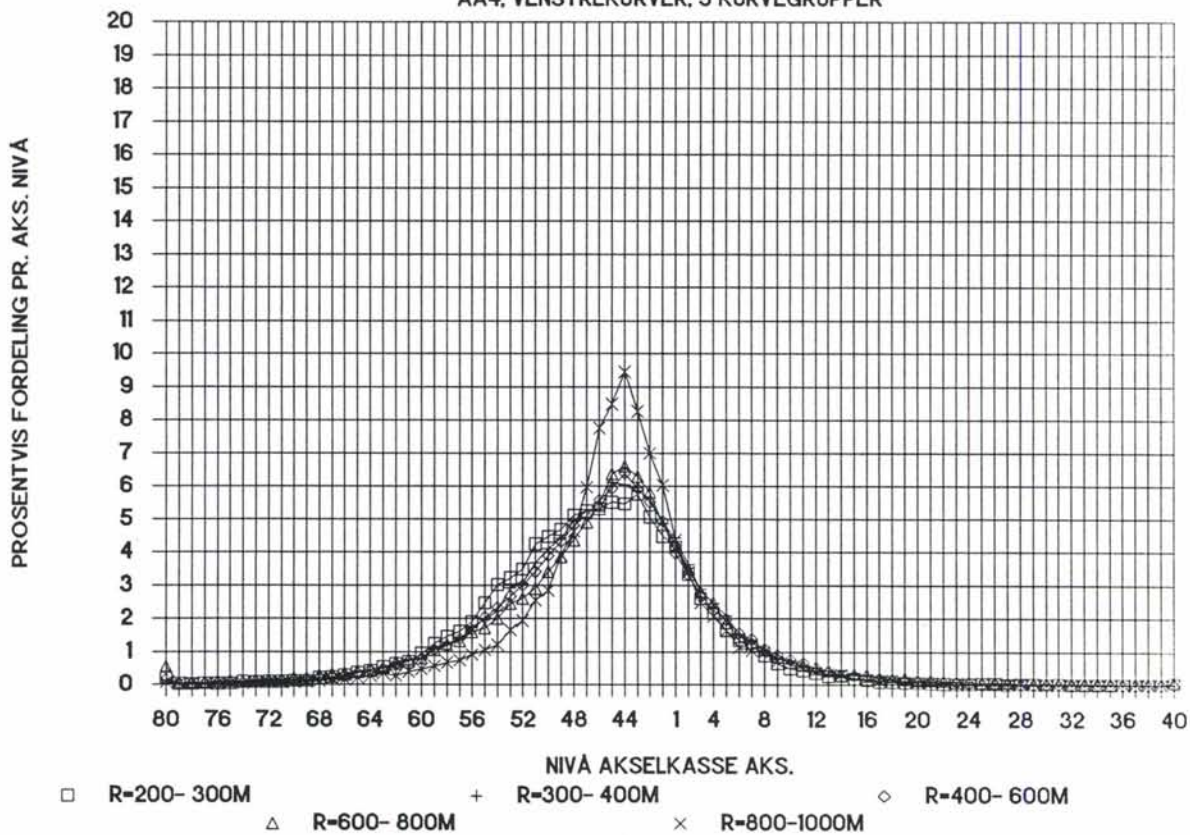
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

AA4, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

AA4, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



**A2.1.2 Maksimale, midlere og minimale akselkasse-  
akselerasjoner pr. sideakselerasjonsnivå.**

**SIDEAKSELERASJONSNIVÅER :**

H Ø Y R E K U R V E R		V E N S T R E K U R V E R	
NIVÅ	OMRÅDE FOR KVASISTATISK SIDEAKSELERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]	NIVÅ	OMRÅDE FOR KVASISTATISK SIDEAKSELERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]
1	0.0 - 0.1	21	0.0 - -0.1
2	0.1 - 0.2	22	-0.1 - -0.2
3	0.2 - 0.3	23	-0.2 - -0.3
4	0.3 - 0.4	24	-0.3 - -0.4
5	0.4 - 0.5	25	-0.4 - -0.5
6	0.5 - 0.6	26	-0.5 - -0.6
7	0.6 - 0.7	27	-0.6 - -0.7
8	0.7 - 0.8	28	-0.7 - -0.8
9	0.8 - 0.9	29	-0.8 - -0.9
10	0.9 - 1.0	30	-0.9 - -1.0
11	1.0 - 1.1	31	-1.0 - -1.1
12	1.1 - 1.2	32	-1.1 - -1.2
13	1.2 - 1.3	33	-1.2 - -1.3
14	1.3 - 1.4	34	-1.3 - -1.4
15	1.4 - 1.5	35	-1.4 - -1.5
16	1.5 - 1.6	36	-1.5 - -1.6
17	1.6 - 1.7	37	-1.6 - -1.7
18	1.7 - 1.8	38	-1.7 - -1.8
19	1.8 - 1.9	39	-1.8 - -1.9
20	1.9 -	40	-1.9 -

**KURVEBETEGNELSER :**

AA3/4/6-MIN : Gjennomsnittlige minimumsverdier pr. aq-nivå pr. kurve for målte akselkasseakselerasjoner ved aksel 3/4/6.

AA3/4/6-MID : Gjennomsnittlige middelveidier pr. aq-nivå pr. kurve for målte akselkasseakselerasjoner ved aksel 3/4/6.

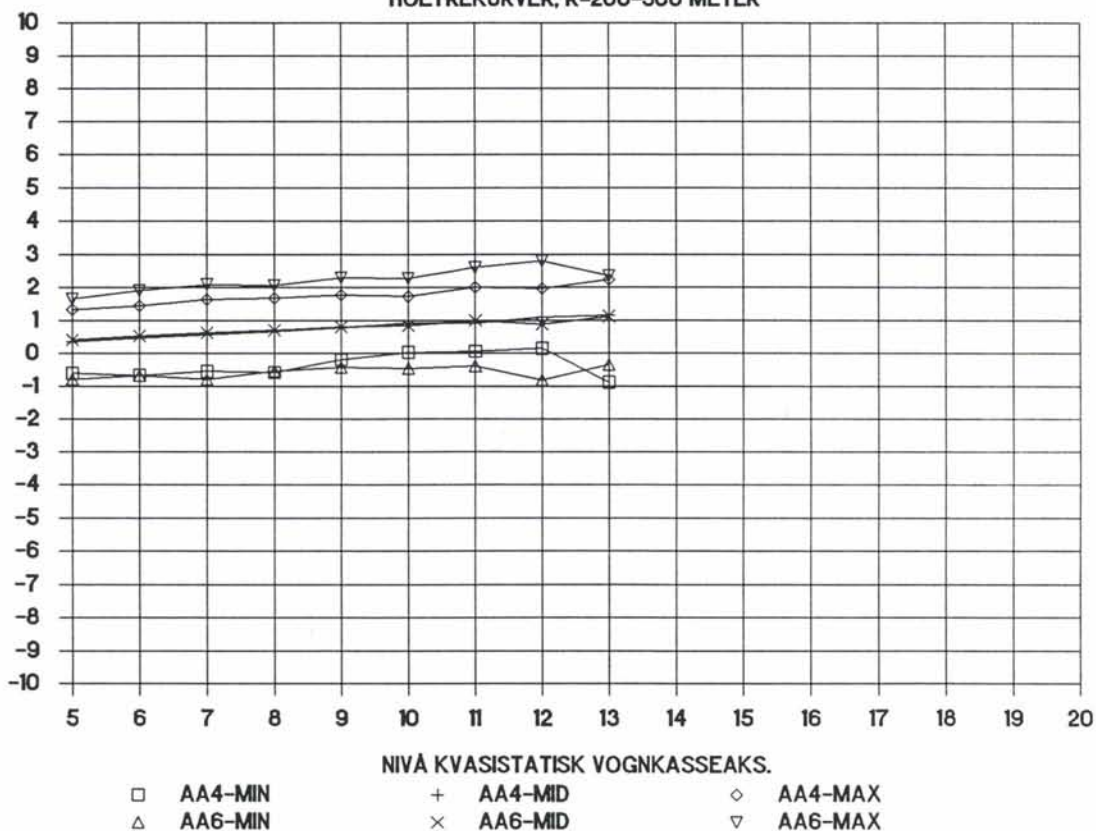
AA3/4/6-MAX : Gjennomsnittlige maksimumsverdier pr. aq-nivå pr. kurve for målte akselkasseakselerasjoner ved aksel 3/4/6.

OH : Overhastigheter.

# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=200-300 METER

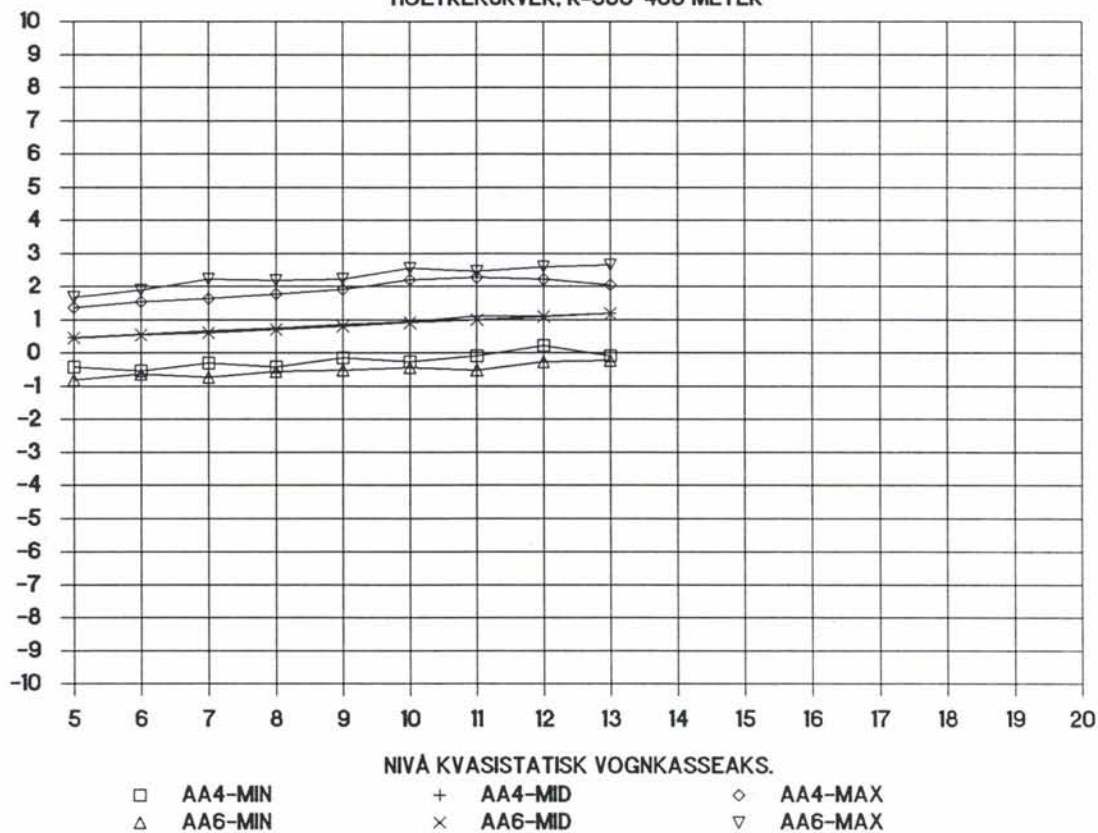
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=300-400 METER

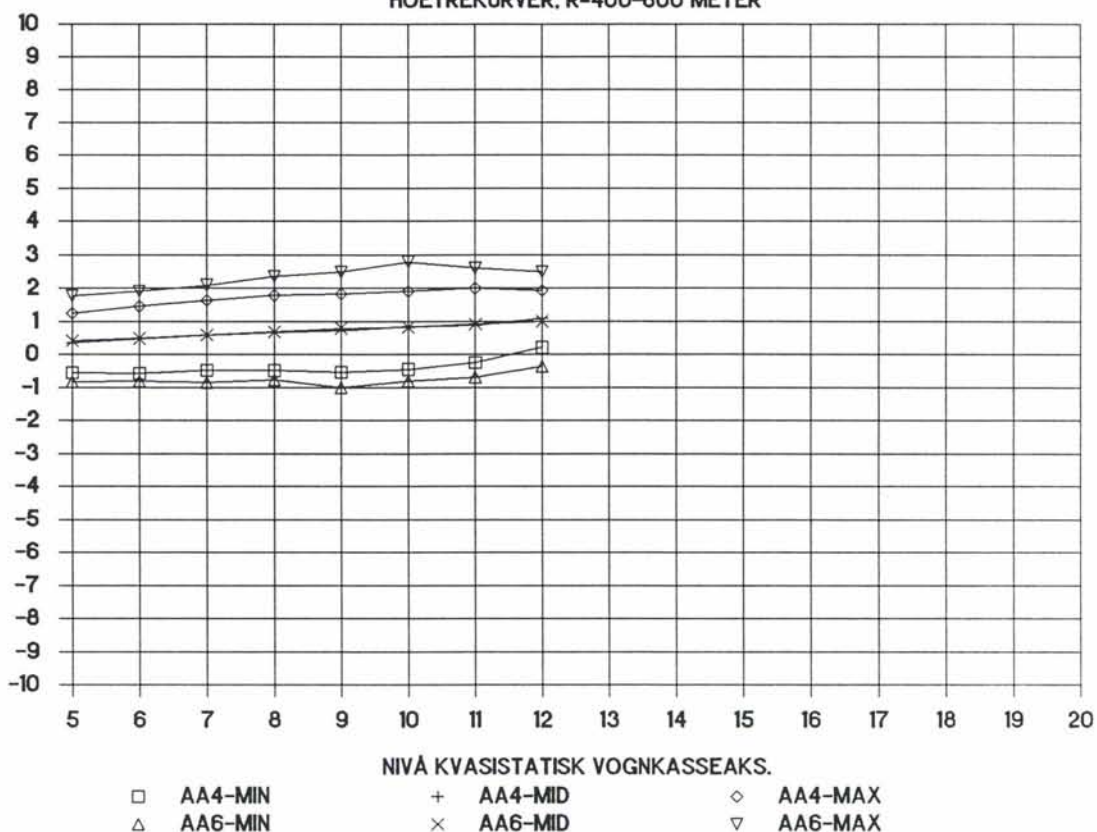
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=400-600 METER

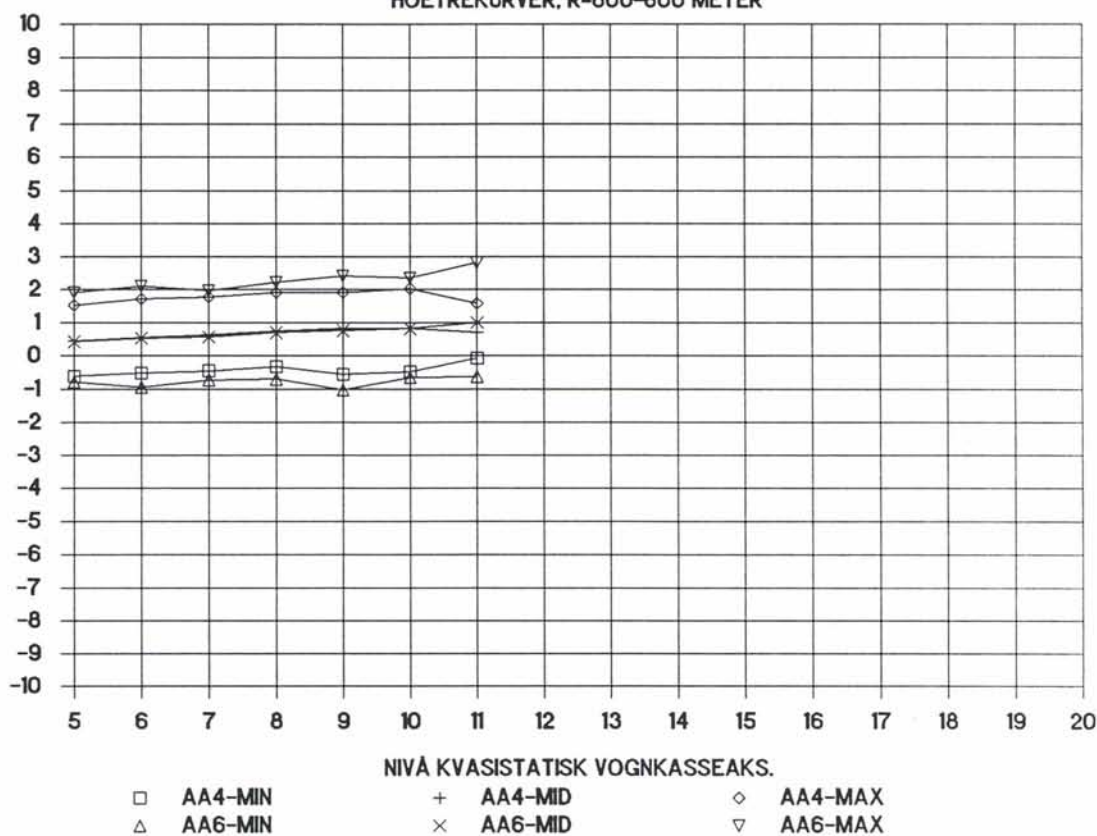
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=600-800 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2

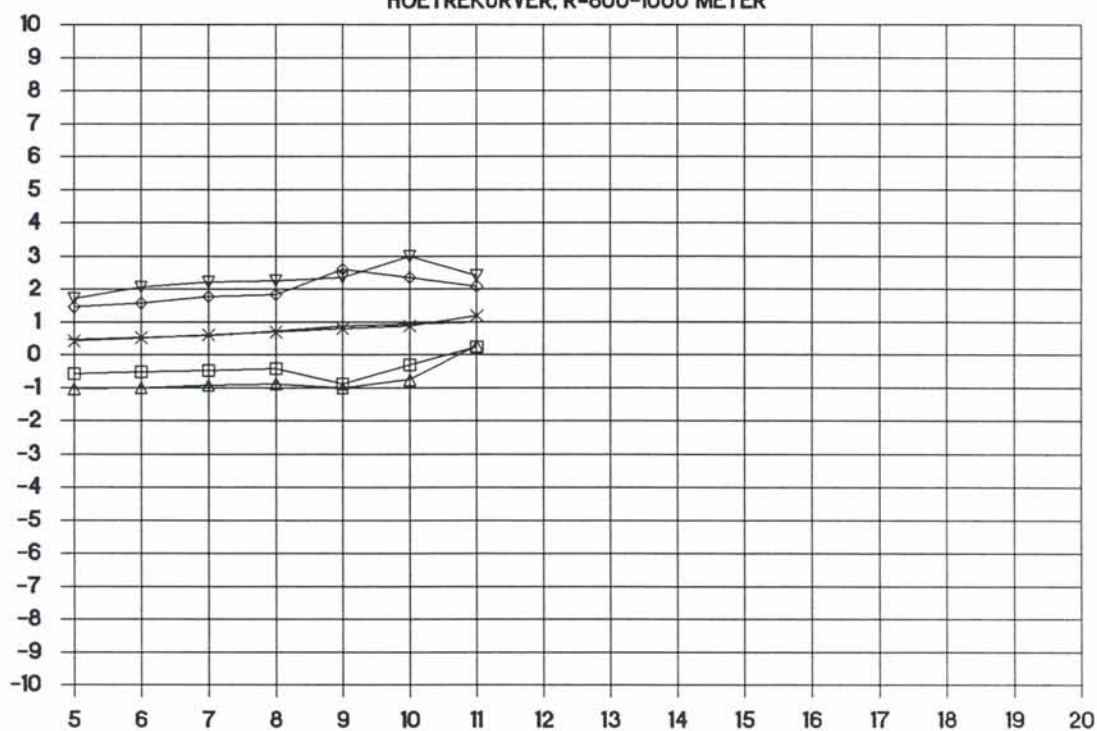




# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=800-1000 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



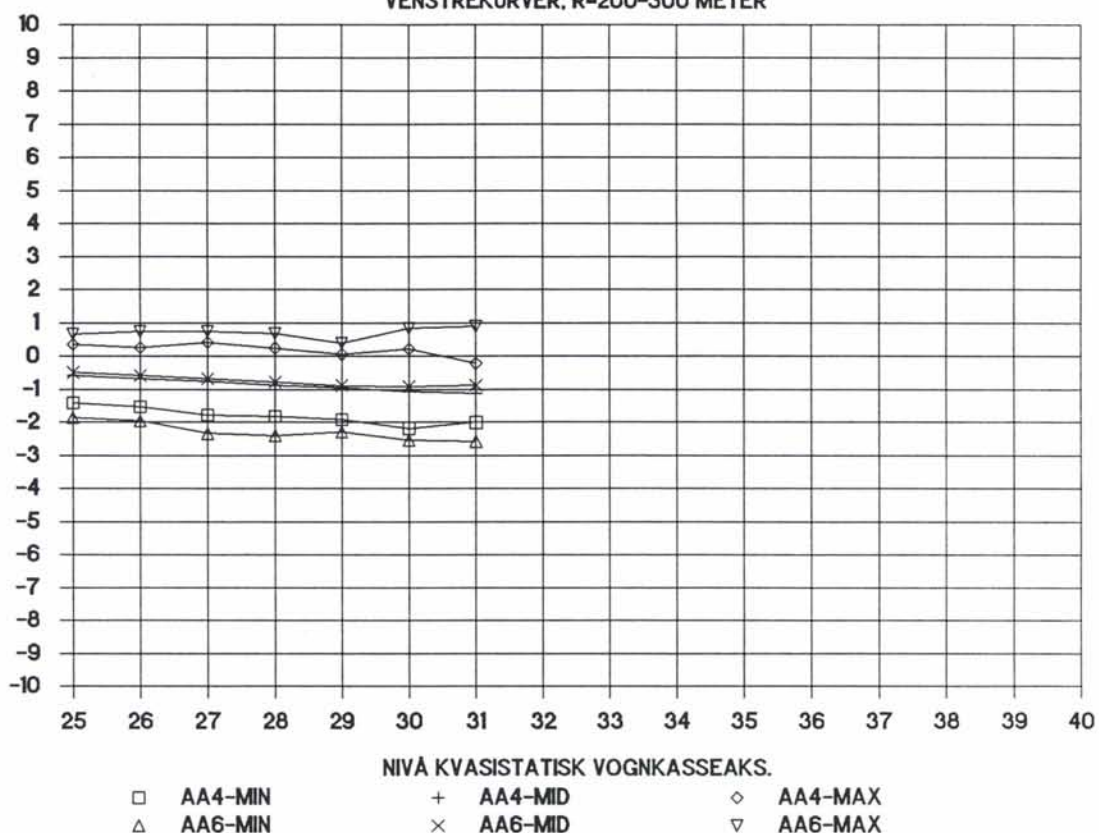
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

□ AA4-MIN      + AA4-MID      ◇ AA4-MAX  
△ AA6-MIN      × AA6-MID      ▽ AA6-MAX

# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=200-300 METER

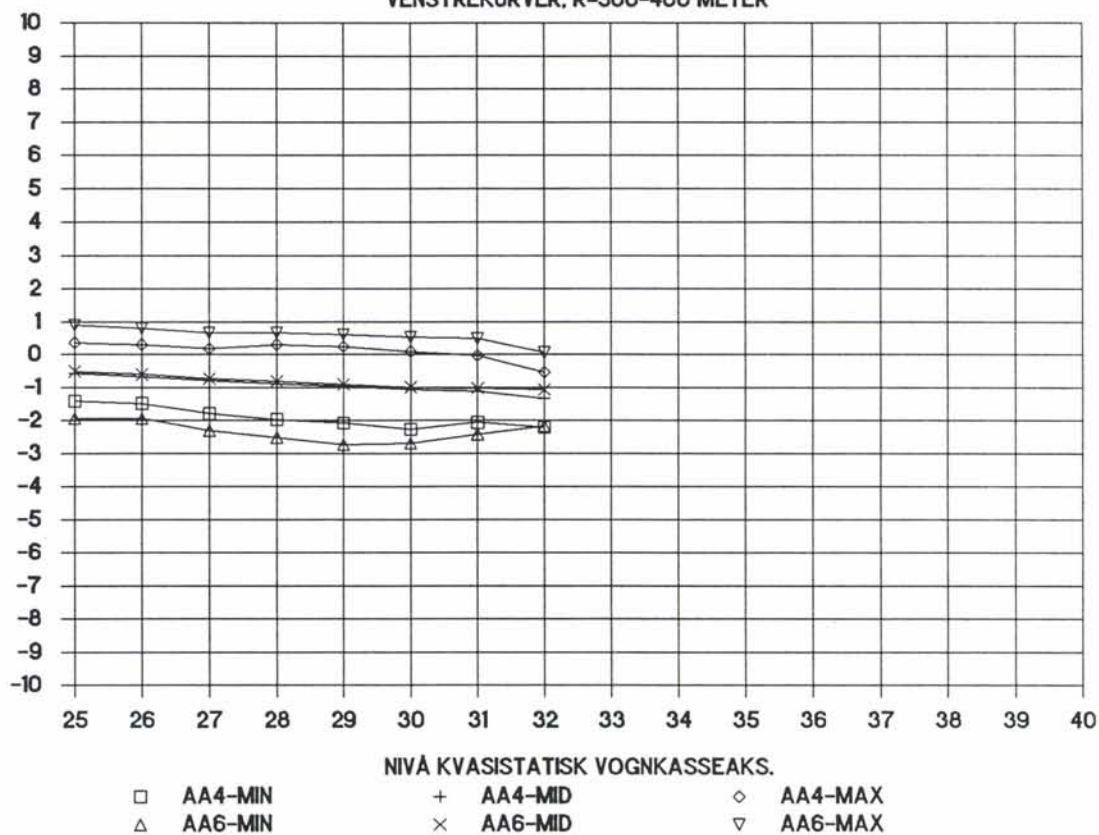
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=300-400 METER

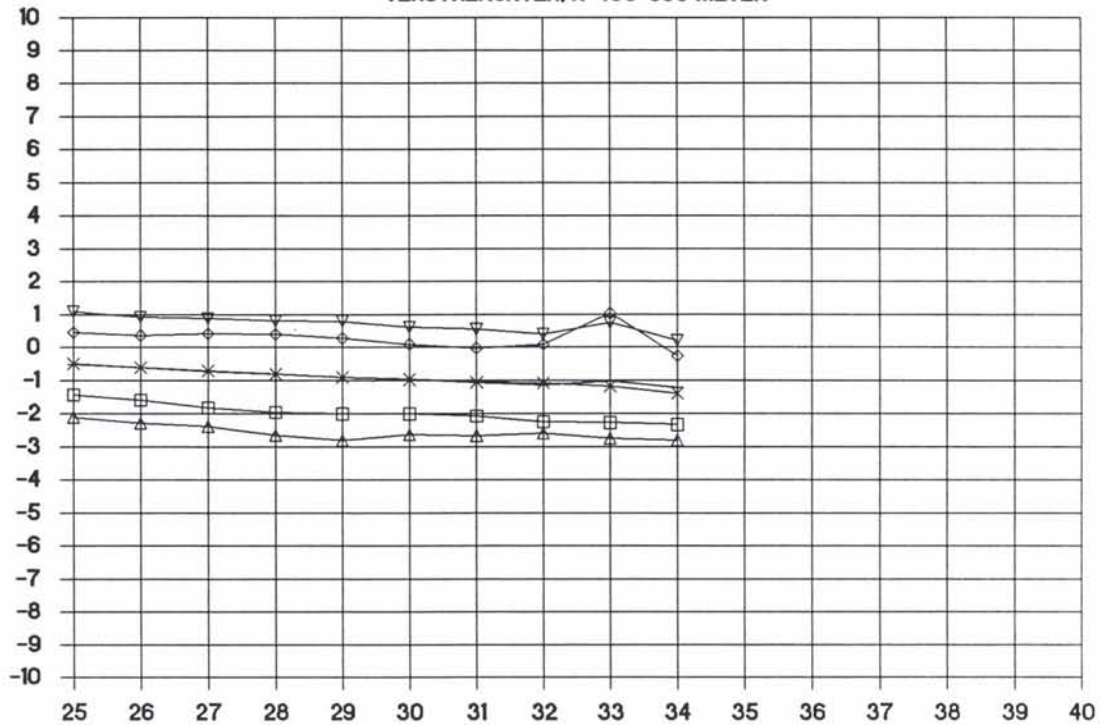
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=400-600 METER

AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



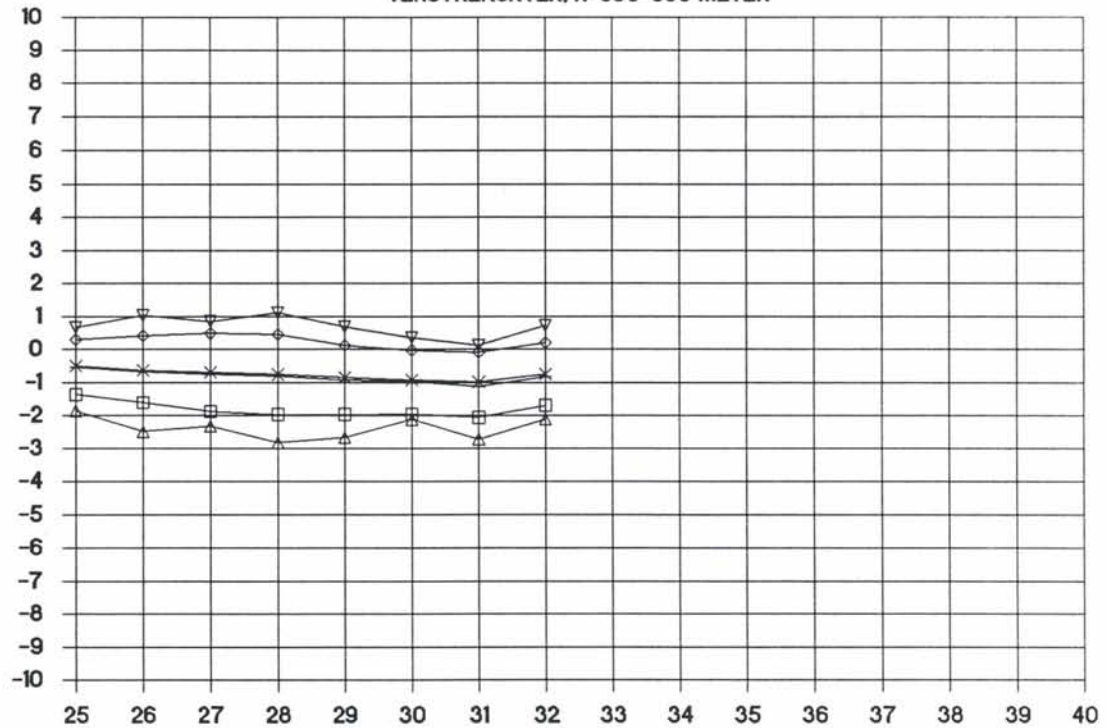
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

□ AA4-MIN	+ AA4-MID	◇ AA4-MAX
△ AA6-MIN	× AA6-MID	▽ AA6-MAX

# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=600-800 METER

AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



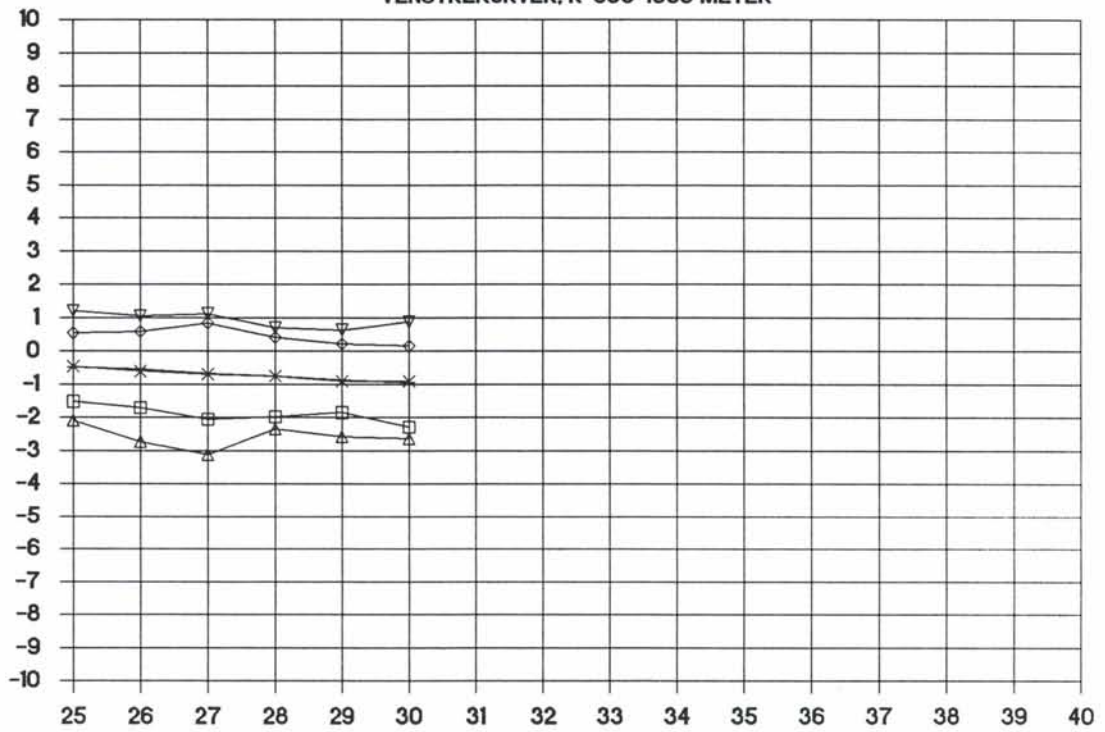
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

□ AA4-MIN	+ AA4-MID	◇ AA4-MAX
△ AA6-MIN	× AA6-MID	▽ AA6-MAX

# EL 14 2172, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=800-1000 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



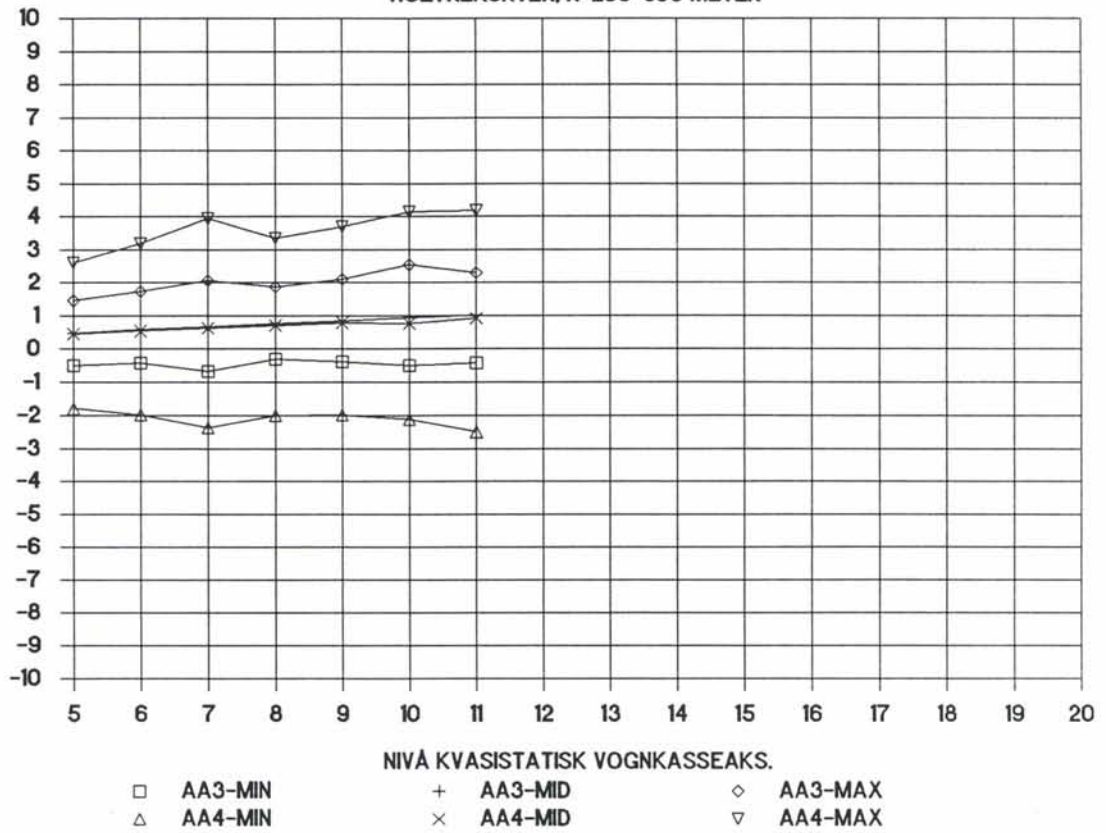
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |   |         |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|---|---------|
| □ | AA4-MIN | + | AA4-MID | ◇ | AA4-MAX |
| △ | AA6-MIN | × | AA6-MID | ▽ | AA6-MAX |

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2

### EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

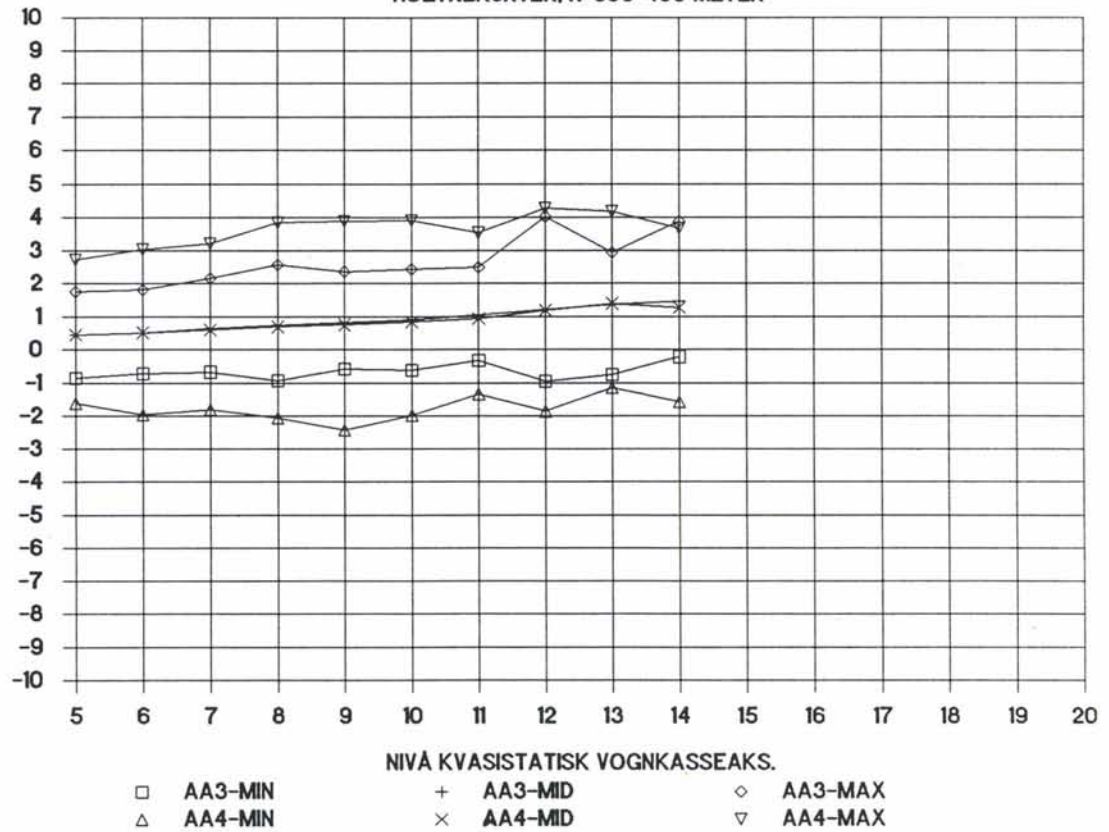
HOEYREKURVER, R-200-300 METER



AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2

### EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

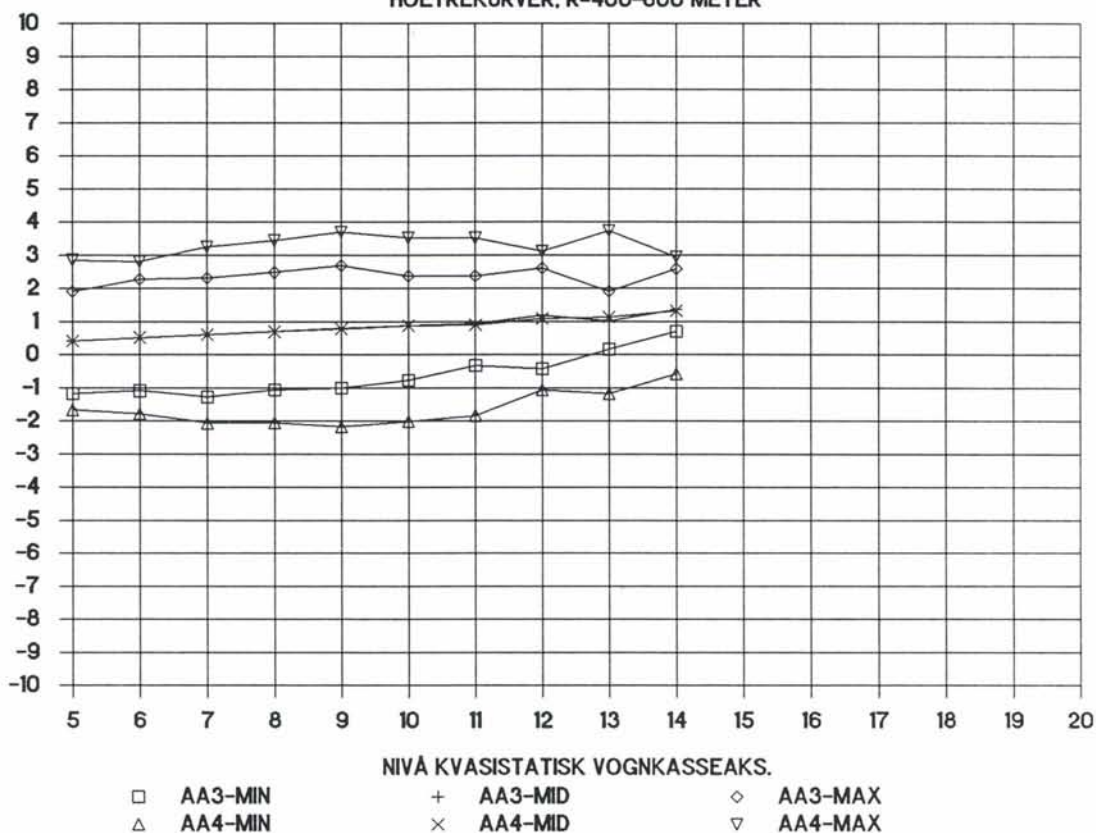
HOEYREKURVER, R-300-400 METER



# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=400-600 METER

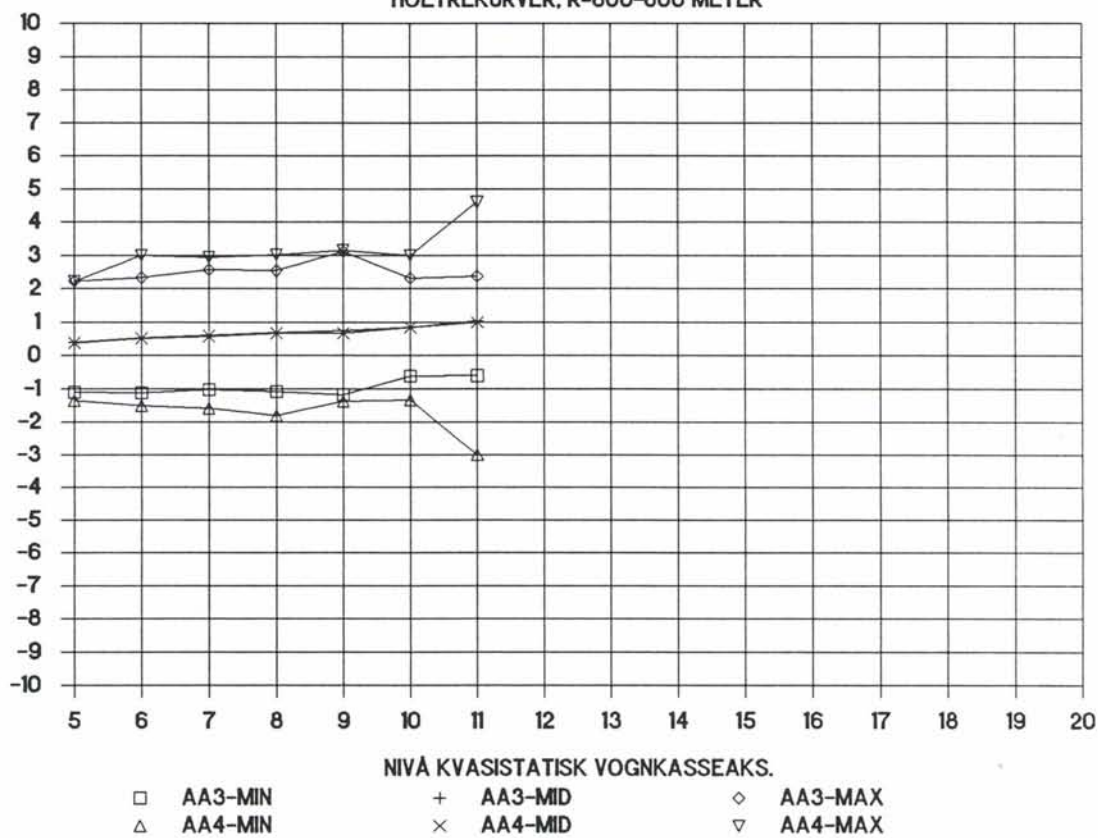
AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=600-800 METER

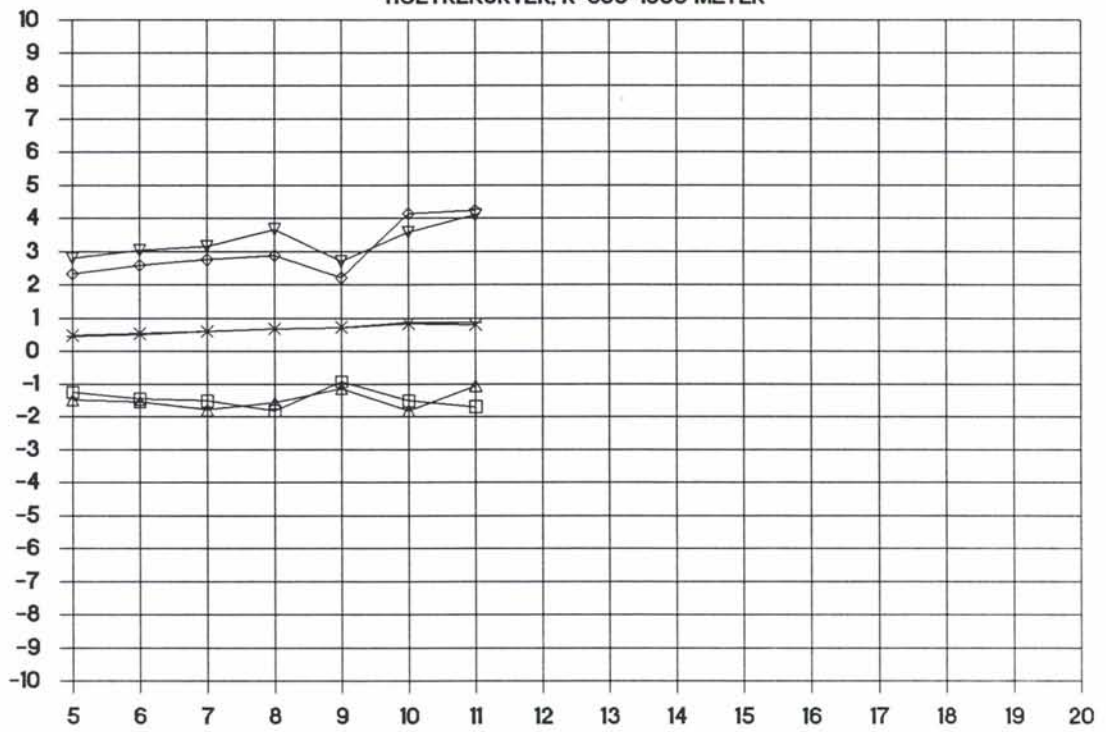
AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=800-1000 METER

AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



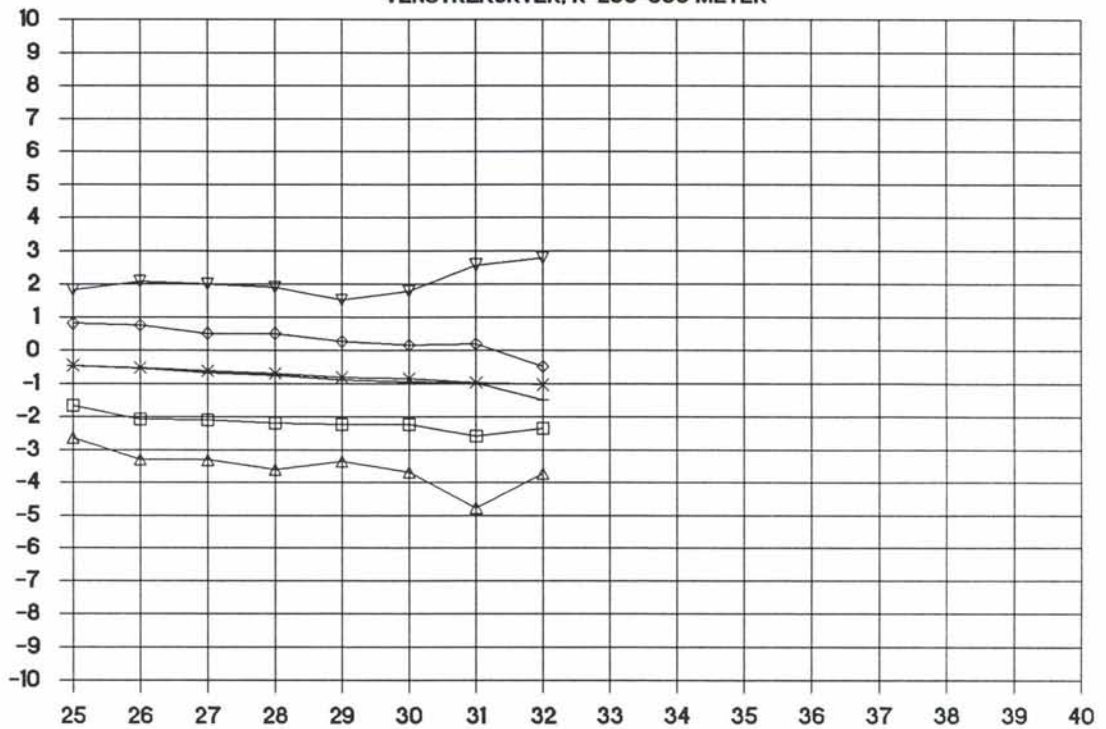
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |   |         |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|---|---------|
| □ | AA3-MIN | + | AA3-MID | ◇ | AA3-MAX |
| △ | AA4-MIN | × | AA4-MID | ▽ | AA4-MAX |

# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=200-300 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



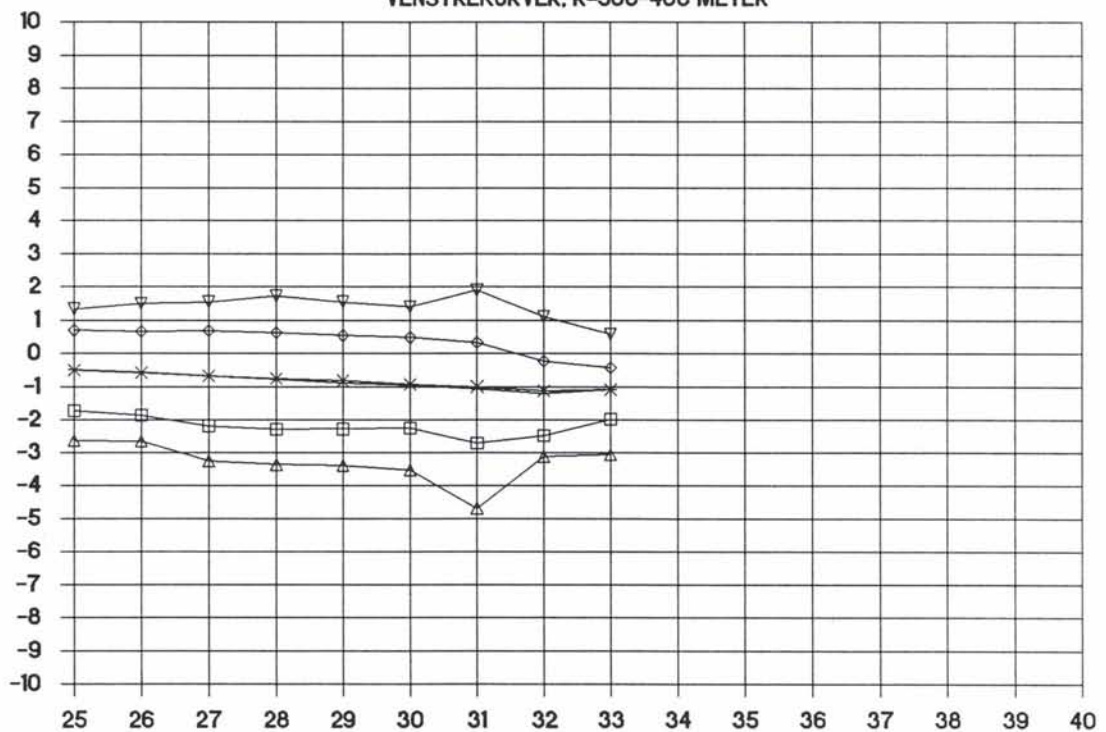
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=300-400 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

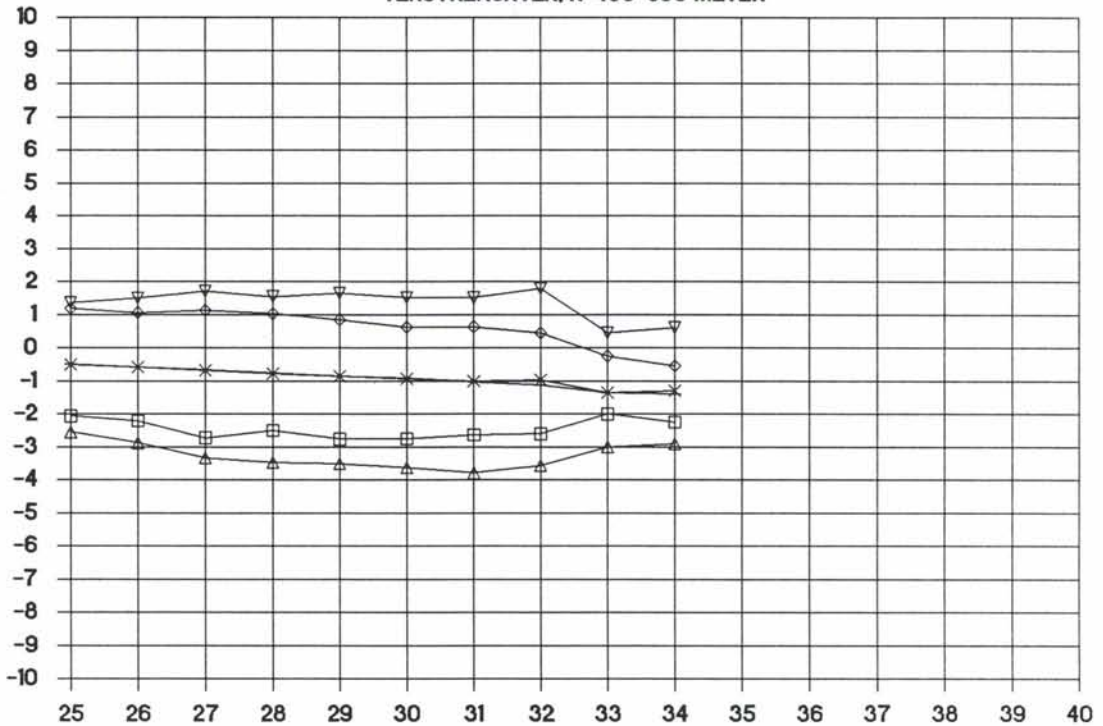
- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |



AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2

### EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=400-600 METER

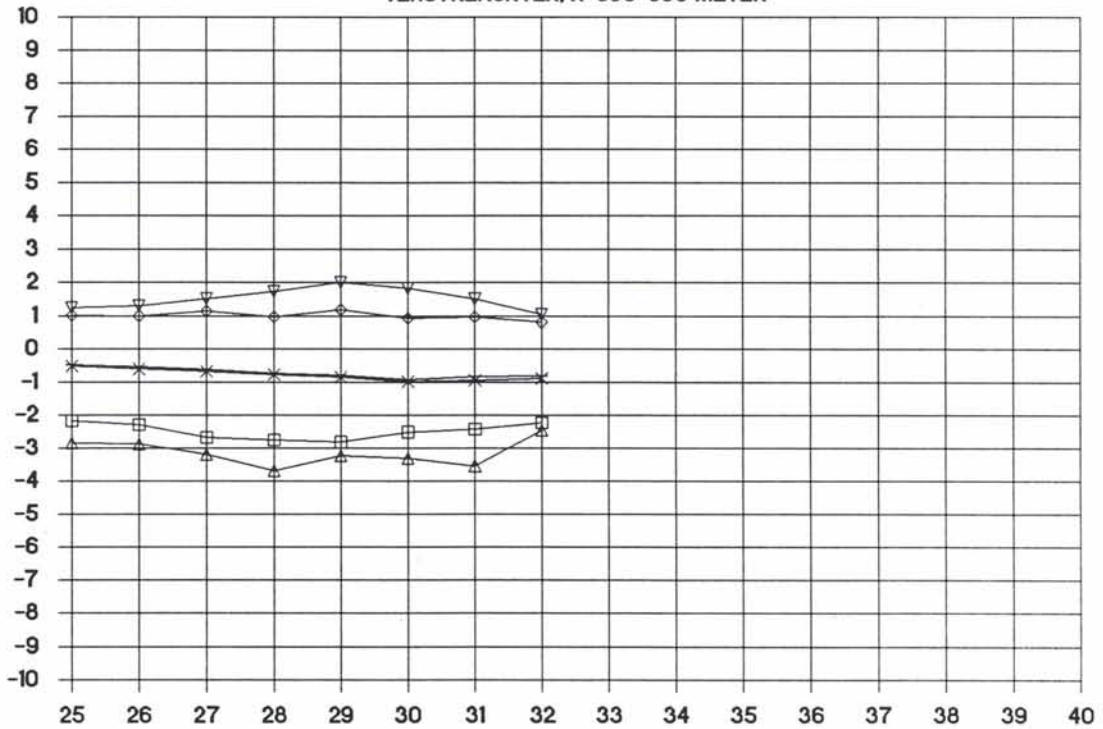


NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

### EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=600-800 METER



NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

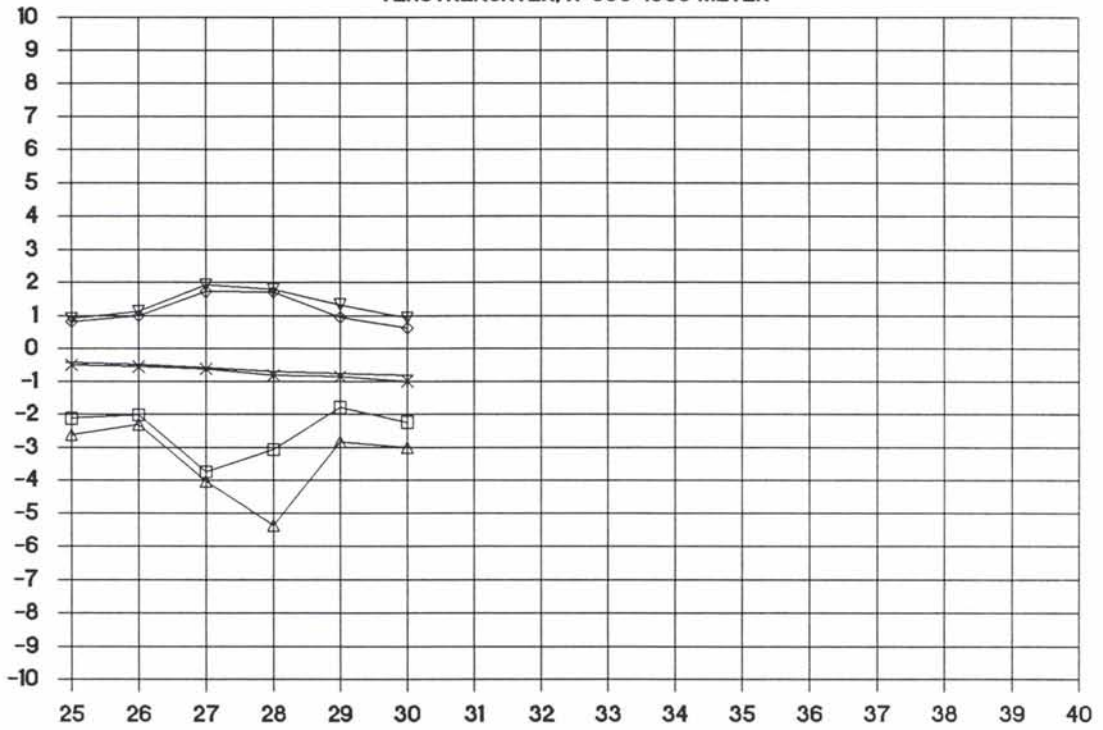
- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2

# EL 16 2209, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=800-1000 METER

AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



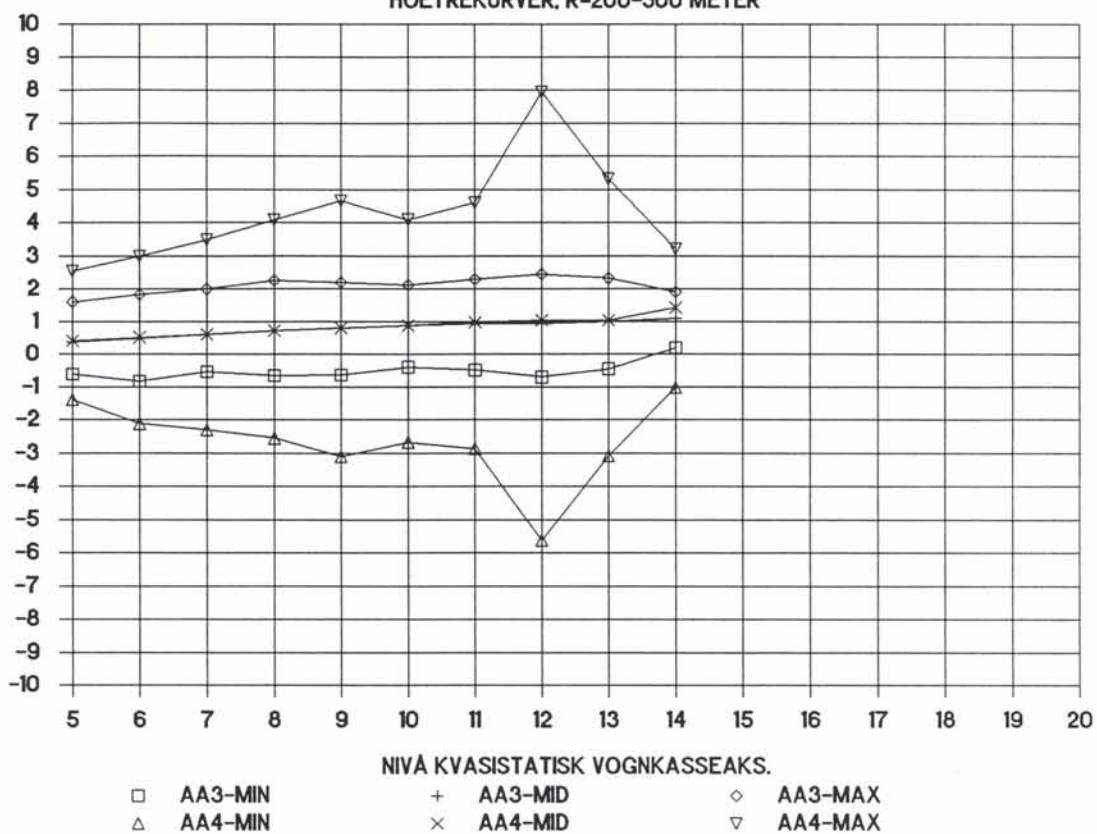
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

□	AA3-MIN	+	AA3-MID	◇	AA3-MAX
△	AA4-MIN	×	AA4-MID	▽	AA4-MAX

AKSEKASSE AKSELLERASJONER IM/SEC\*\*2

### EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

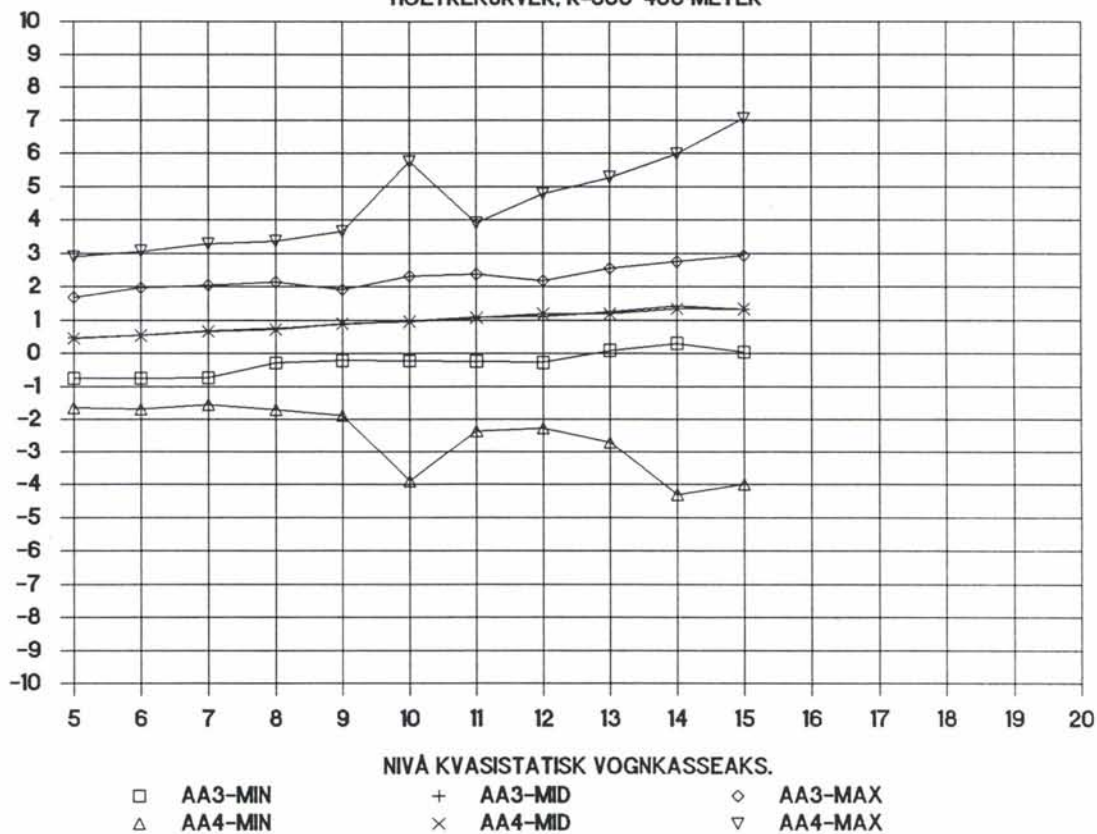
HOEYREKURVER, R=200-300 METER



AKSELKASSE AKSELLERASJONER IM/SEC\*\*2

### EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

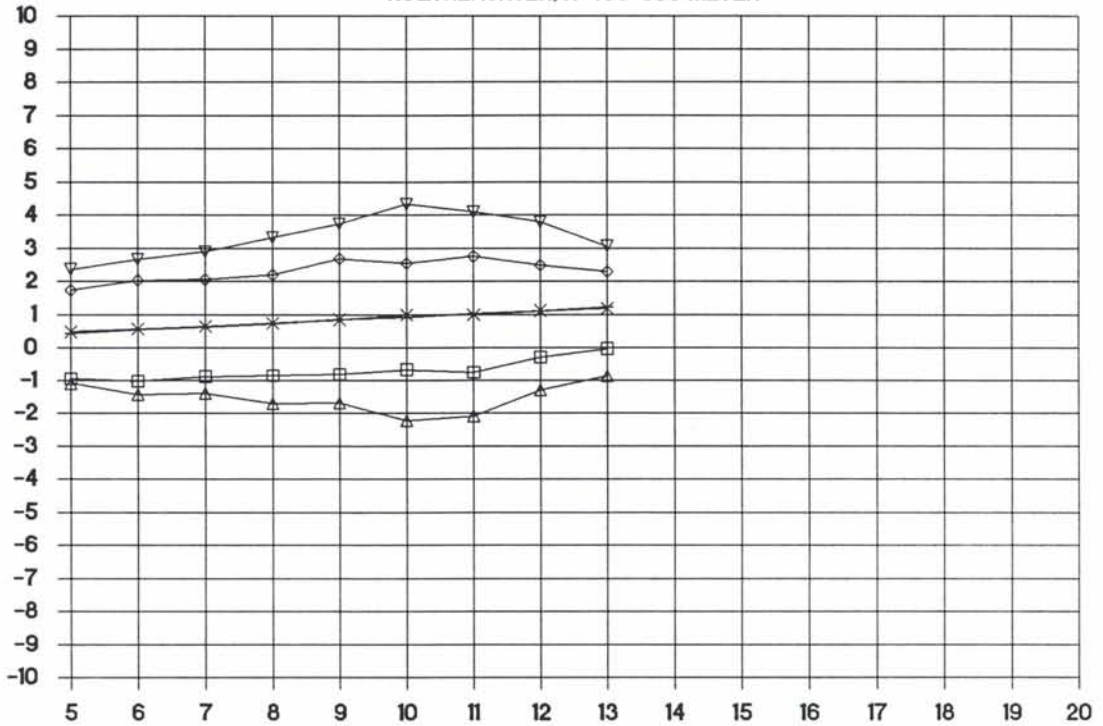
HOEYREKURVER, R=300-400 METER



AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2

### EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=400-600 METER

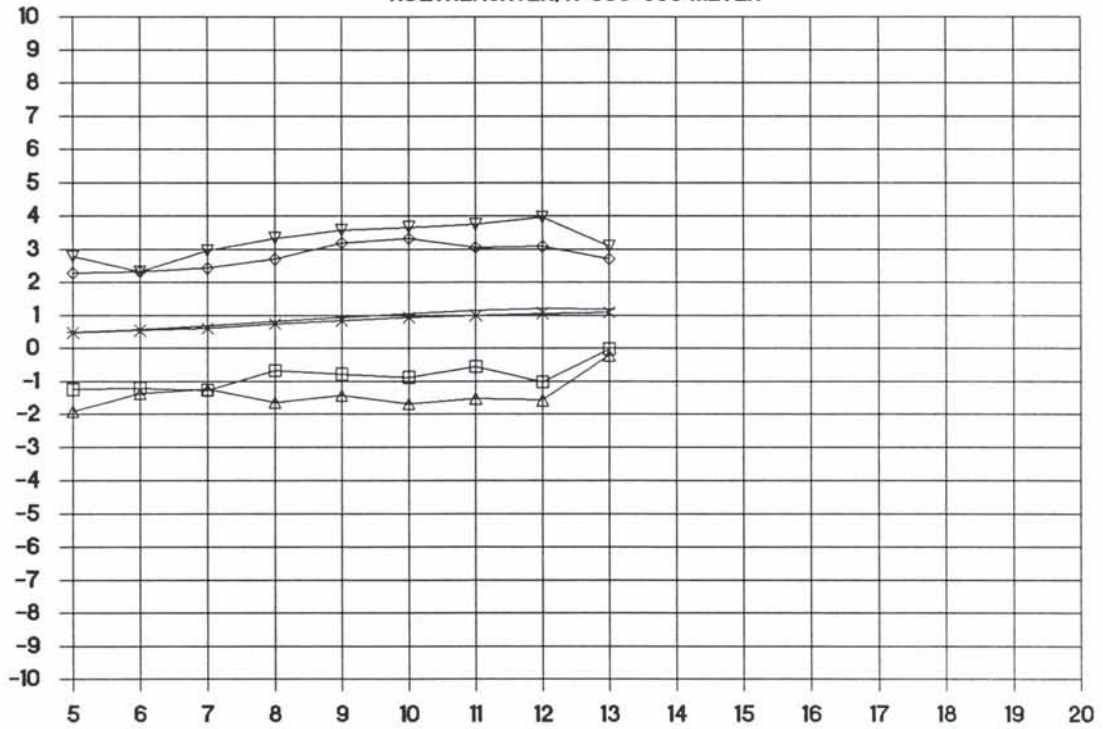


NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

### EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=600-800 METER



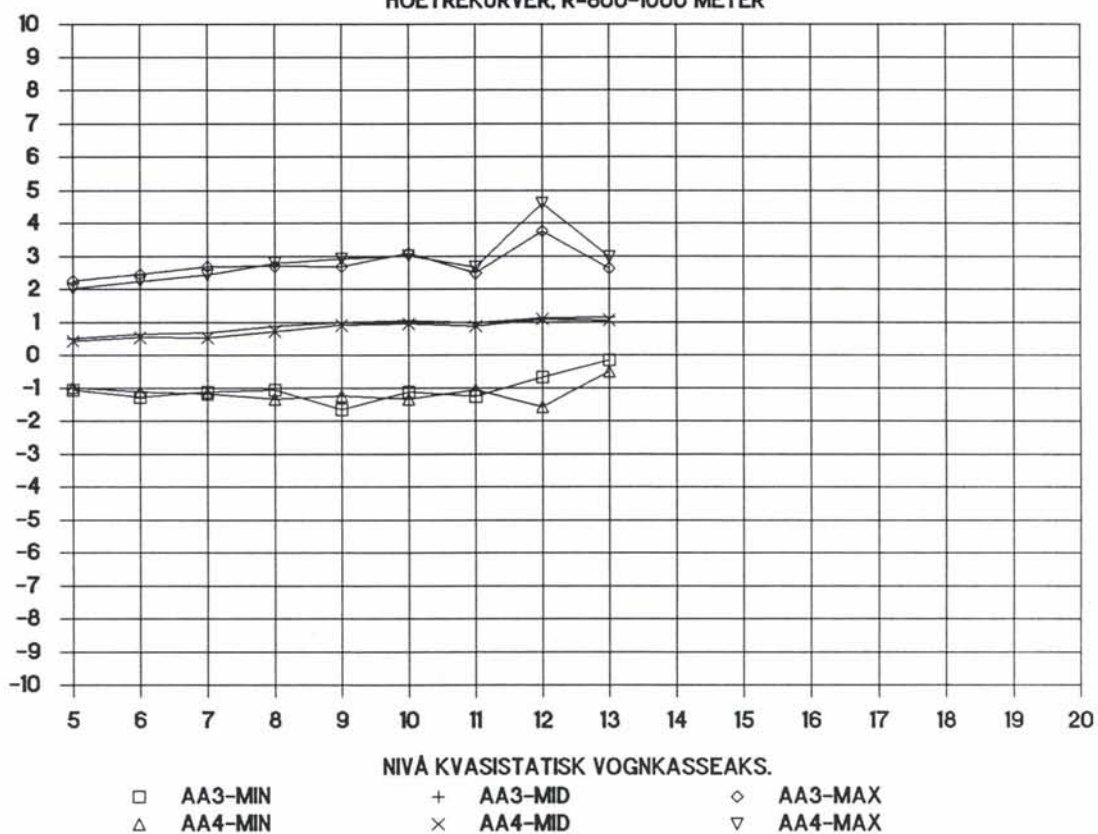
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=800-1000 METER

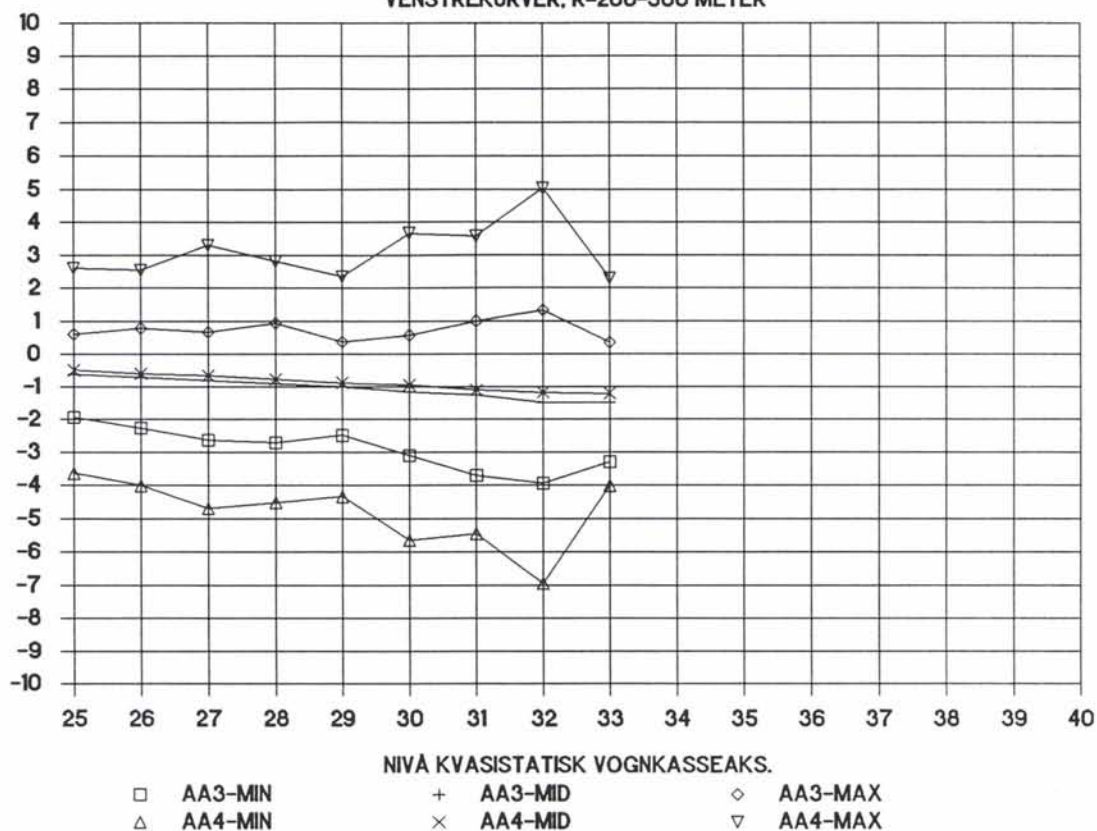
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2

### EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

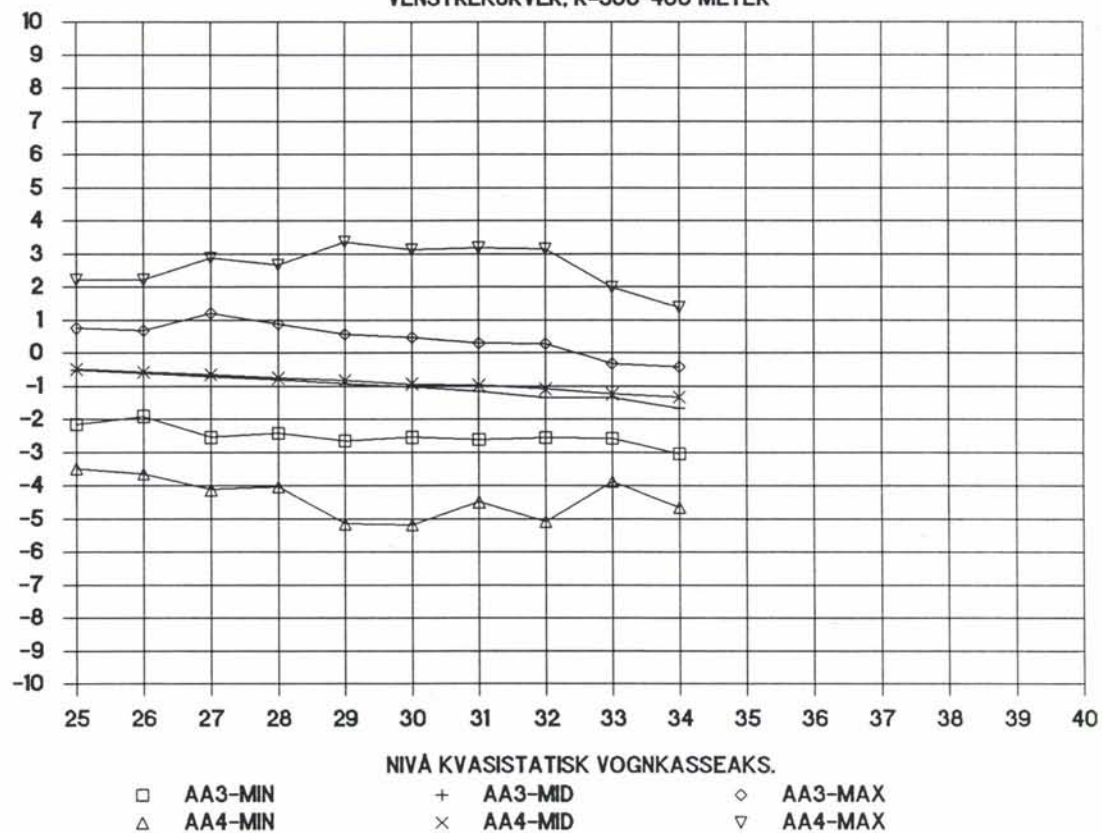
VENSTREKURVER, R=200-300 METER



AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2

### EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

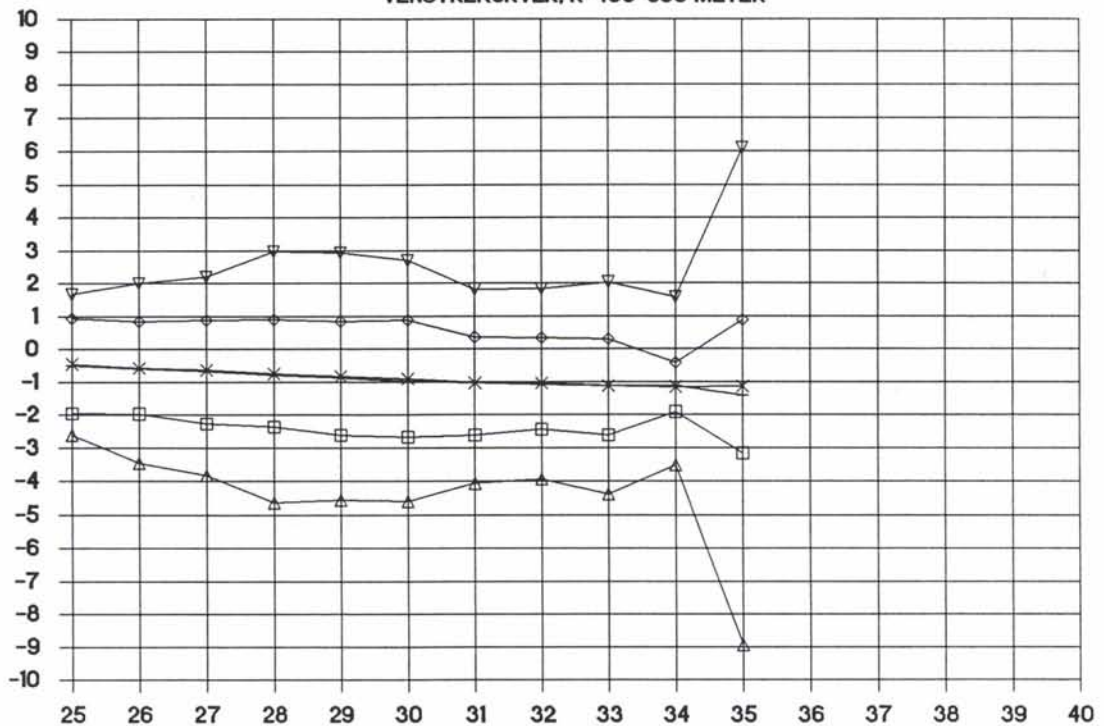
VENSTREKURVER, R=300-400 METER



# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=400-600 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M./SEC\*\*2



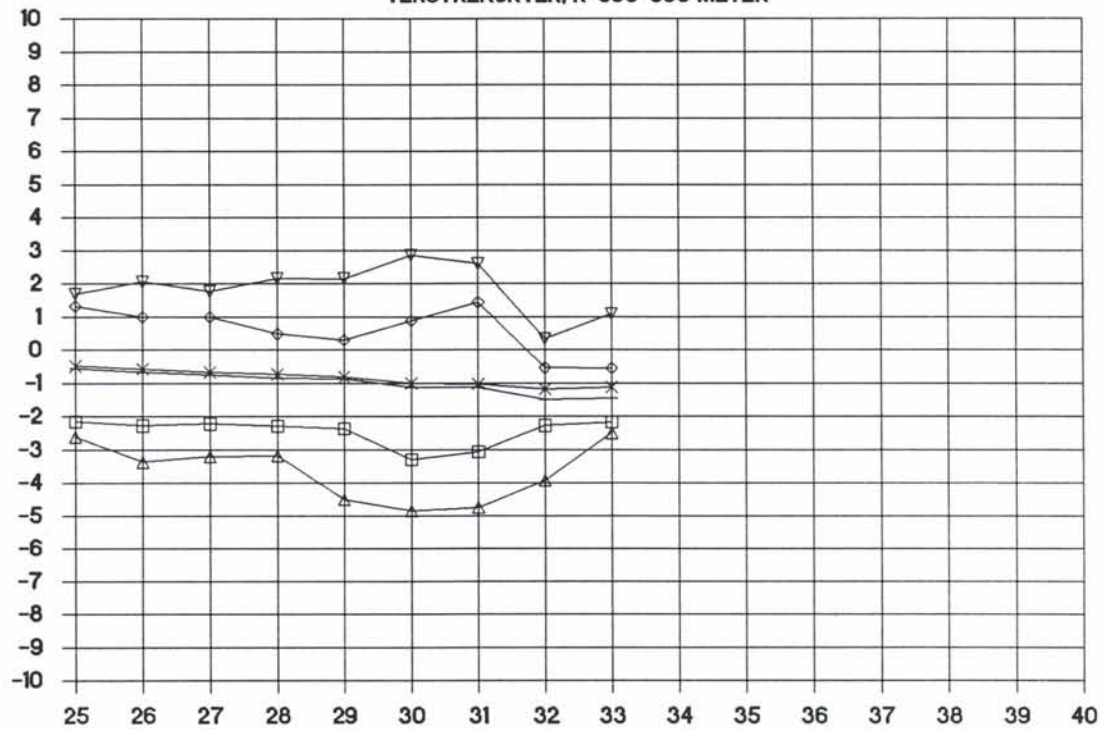
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=600-800 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M./SEC\*\*2



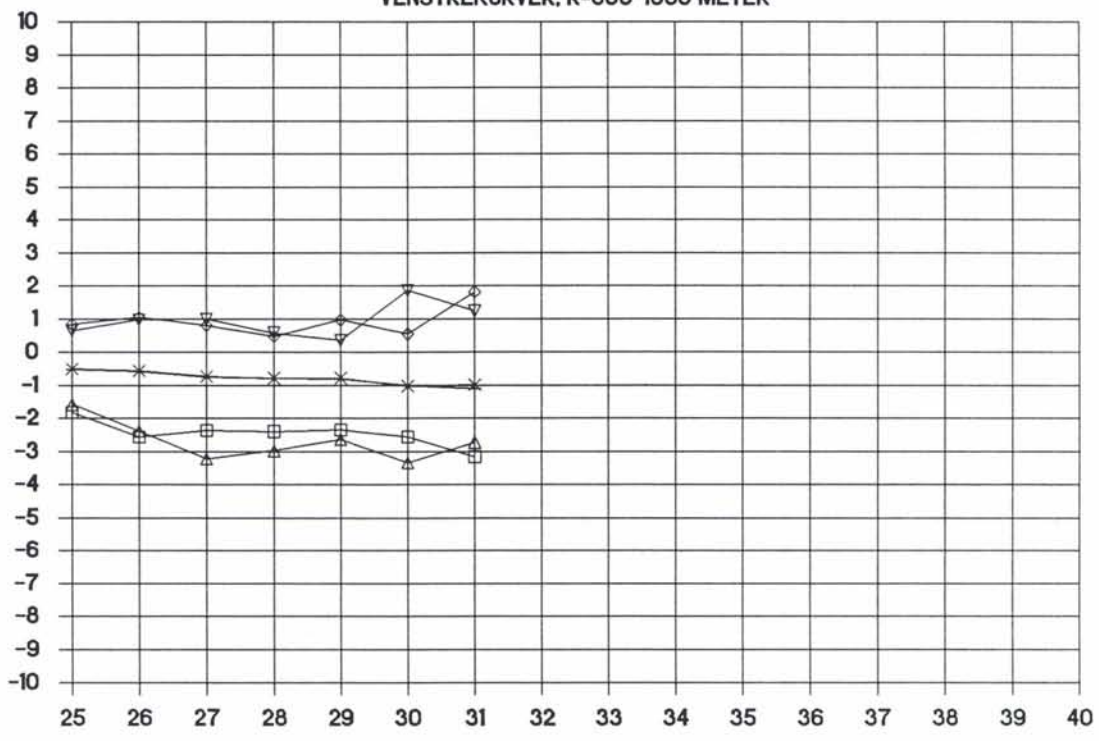
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=800-1000 METER

AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

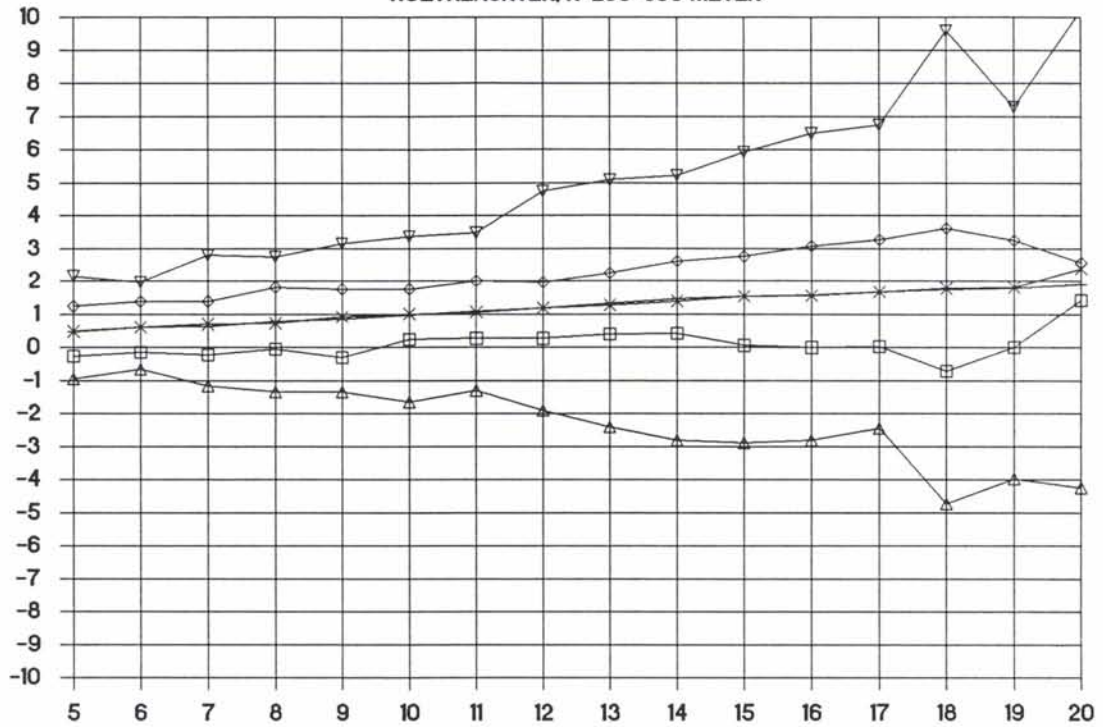
- AA3-MIN
- + AA3-MID
- ◇ AA3-MAX
- △ AA4-MIN
- × AA4-MID
- ▽ AA4-MAX



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=200-300 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER IM/SEC\*\*2



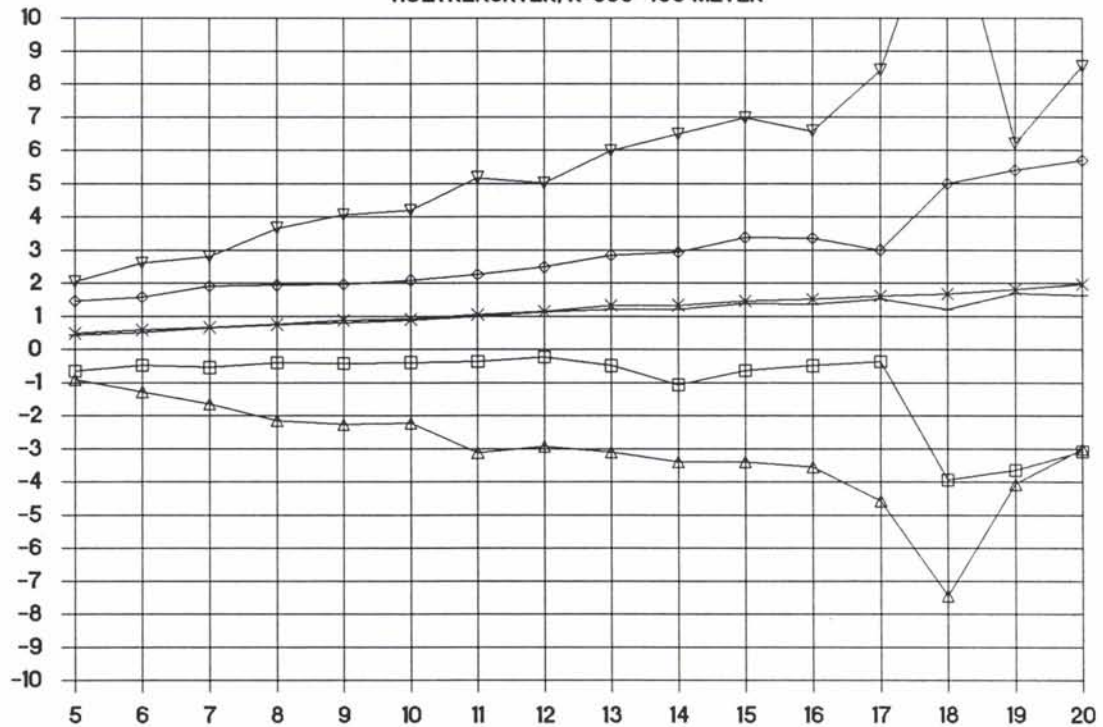
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=300-400 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER IM/SEC\*\*2



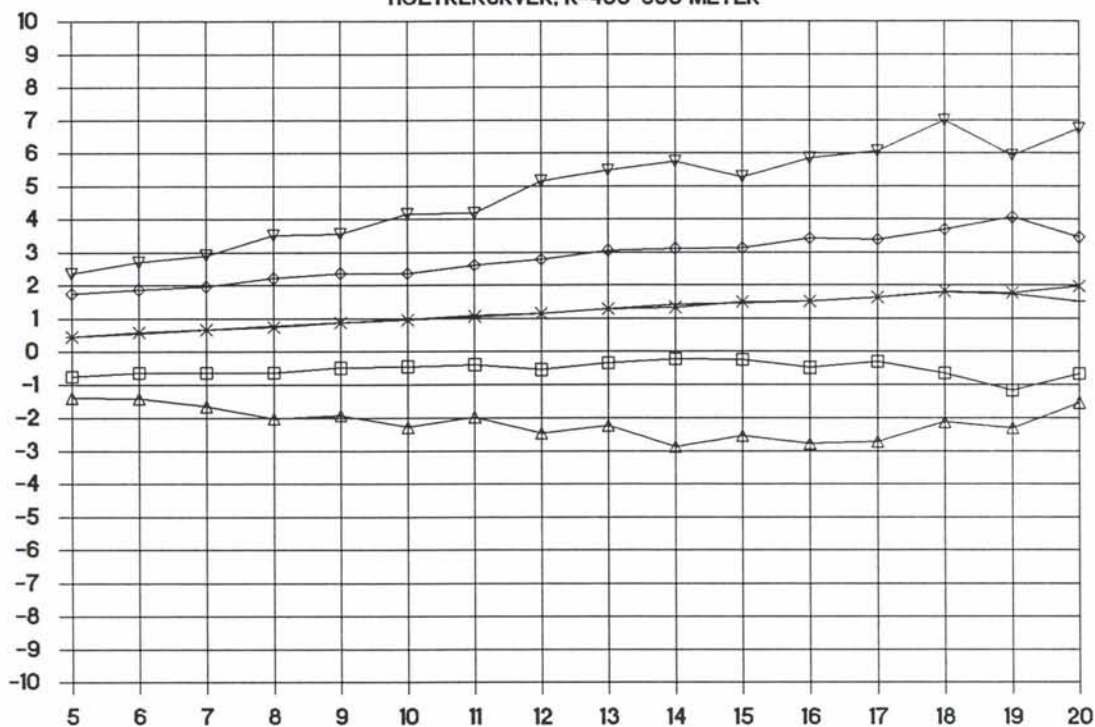
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=400-600 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



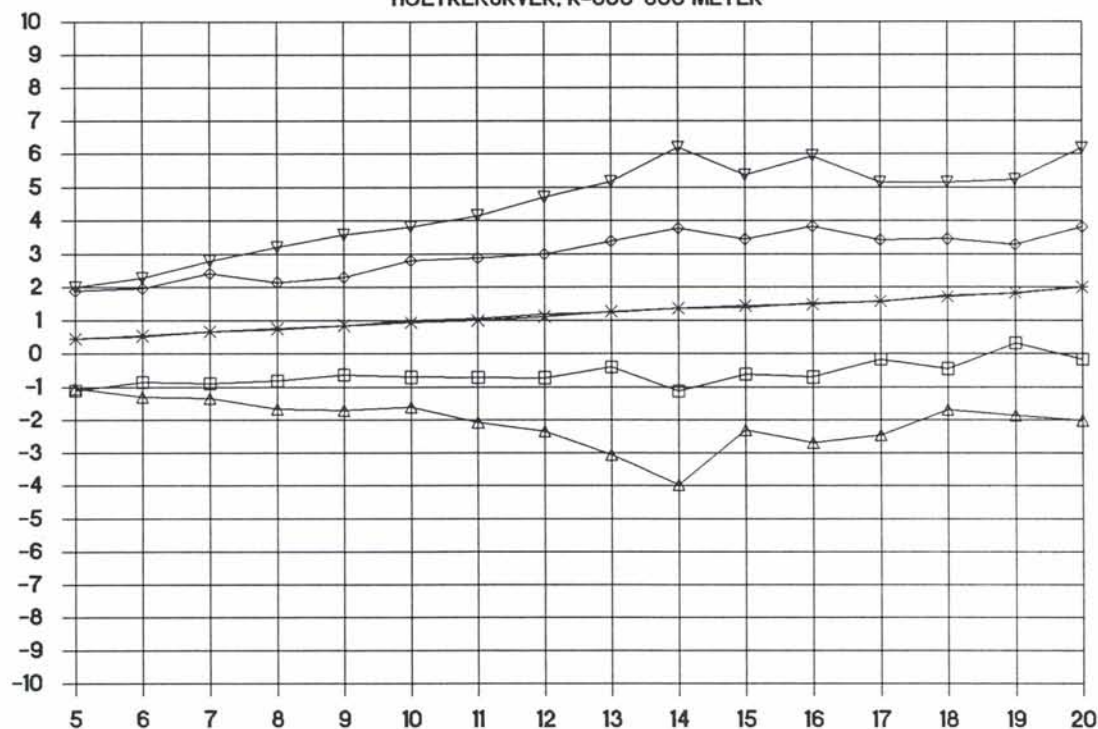
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |   |         |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|---|---------|
| □ | AA3-MIN | + | AA3-MID | ◇ | AA3-MAX |
| △ | AA4-MIN | × | AA4-MID | ▽ | AA4-MAX |

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=600-800 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



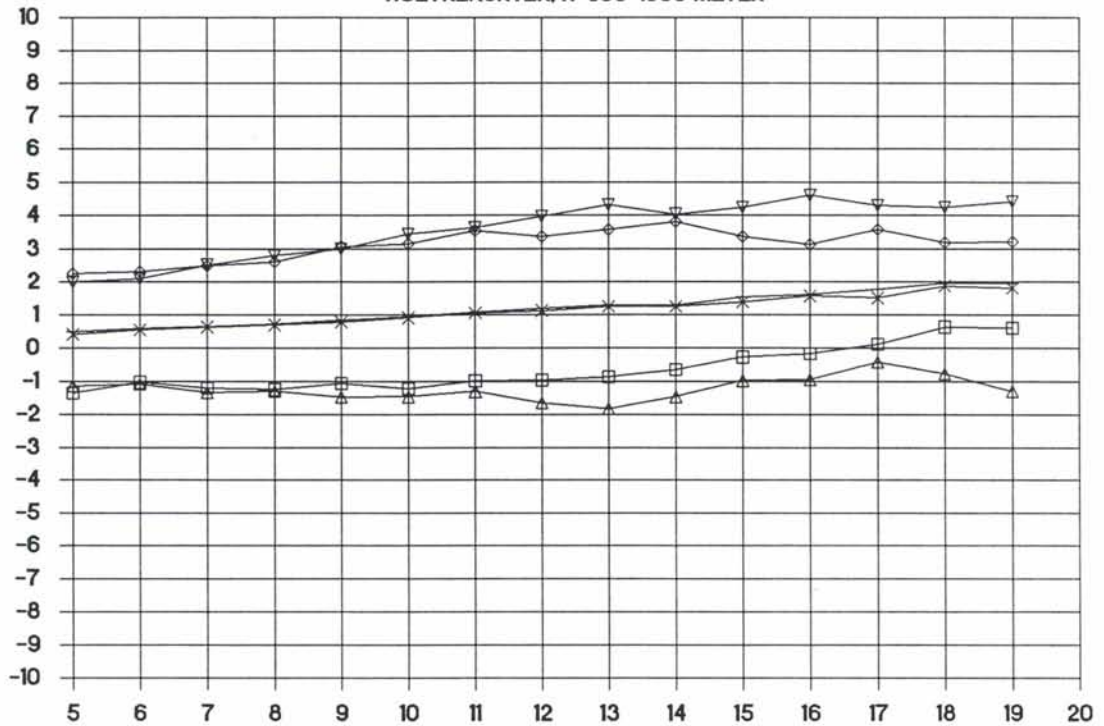
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |   |         |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|---|---------|
| □ | AA3-MIN | + | AA3-MID | ◇ | AA3-MAX |
| △ | AA4-MIN | × | AA4-MID | ▽ | AA4-MAX |

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=800-1000 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



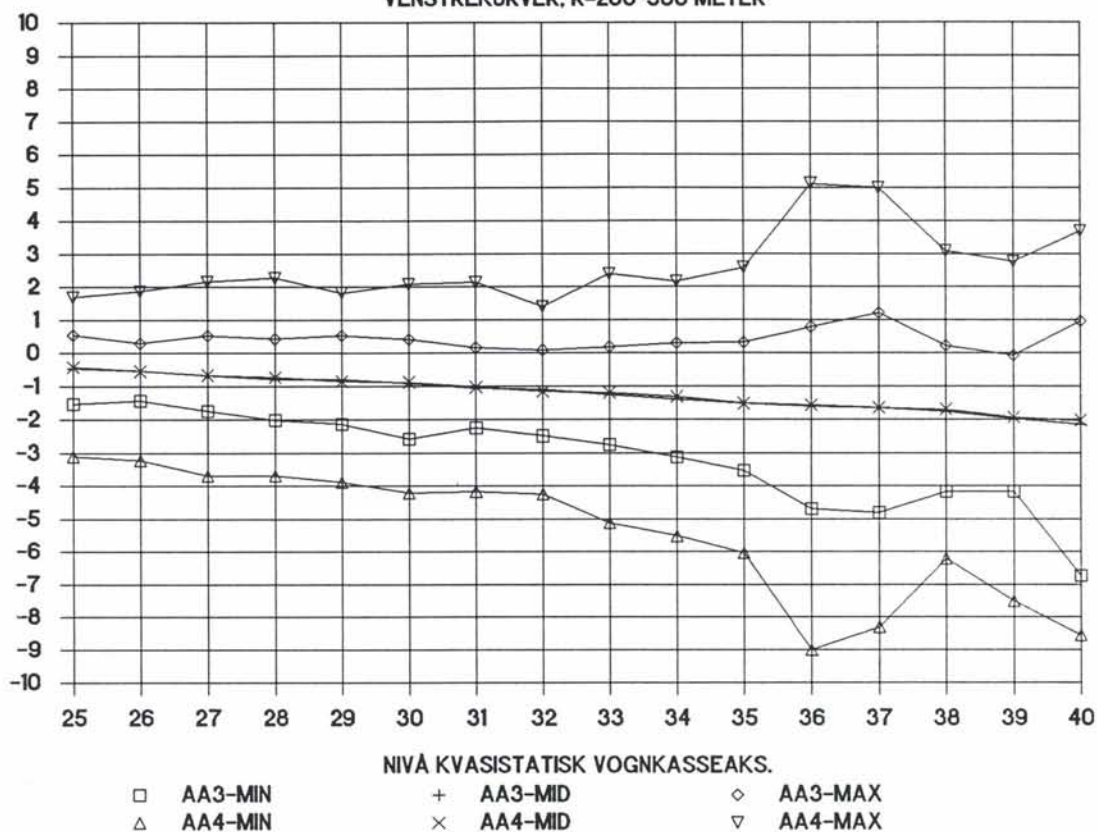
NIVA KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |   |         |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|---|---------|
| □ | AA3-MIN | + | AA3-MID | ◇ | AA3-MAX |
| △ | AA4-MIN | × | AA4-MID | ▽ | AA4-MAX |

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=200-300 METER

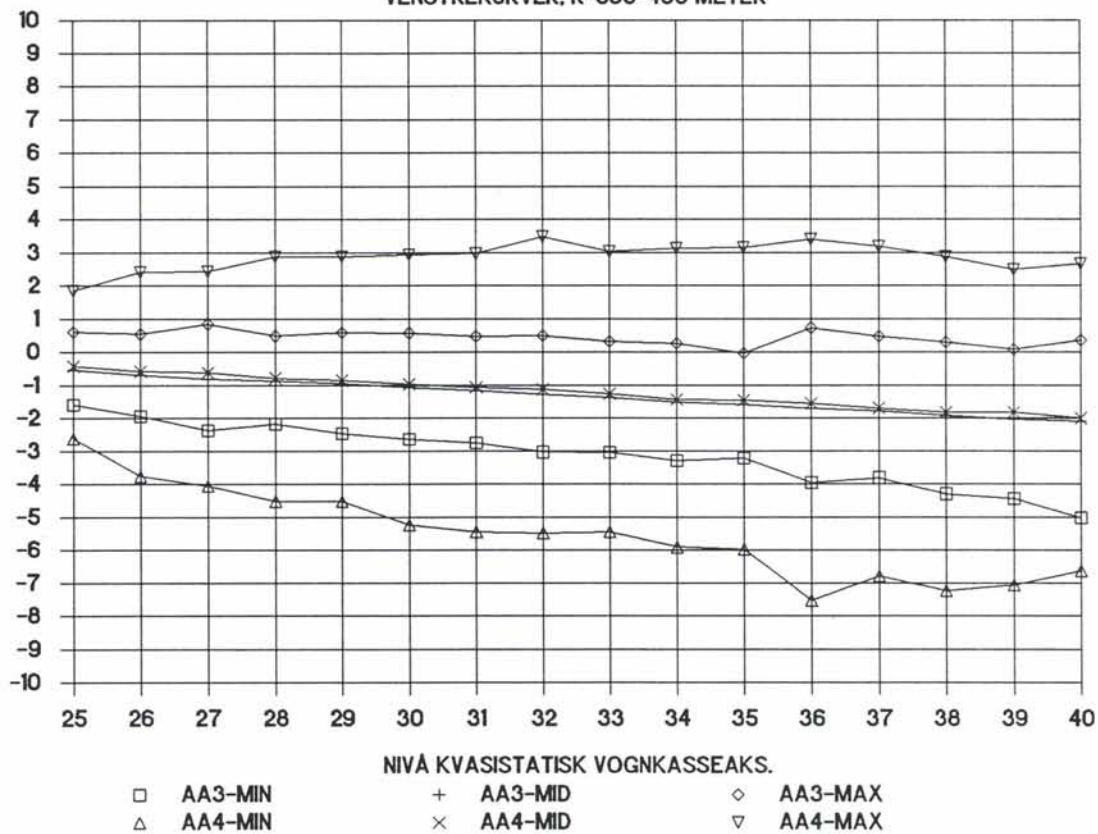
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=300-400 METER

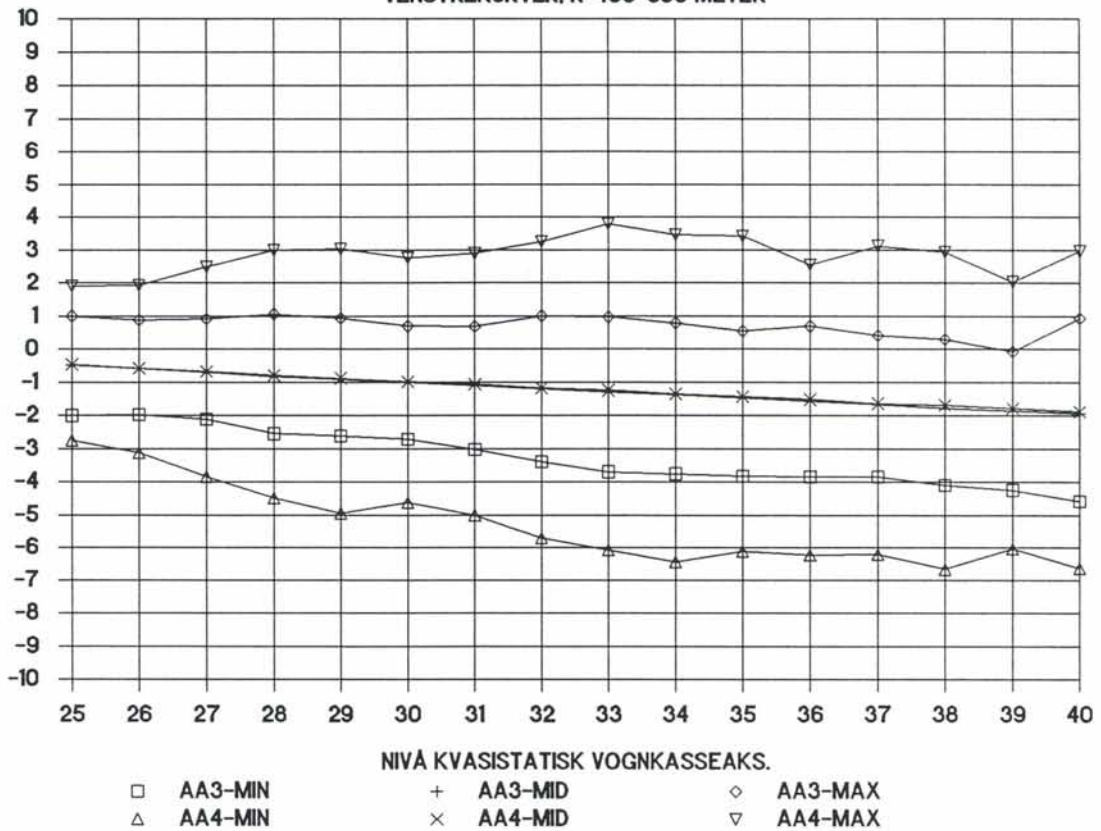
AKSELKASSE AKSELLERASJONER I M/SEC\*\*2



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=400-600 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER 1 M/SEC\*\*2



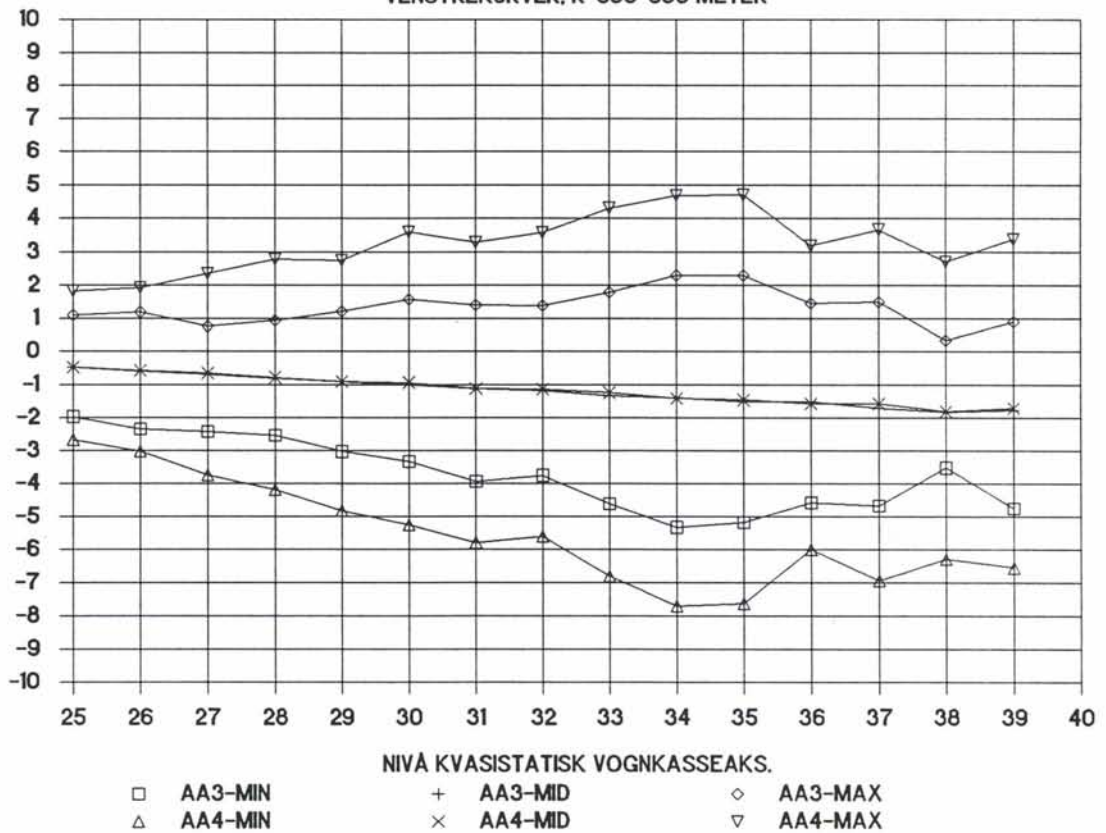
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=600-800 METER

AKSELKASSE AKSELLERASJONER 1 M/SEC\*\*2



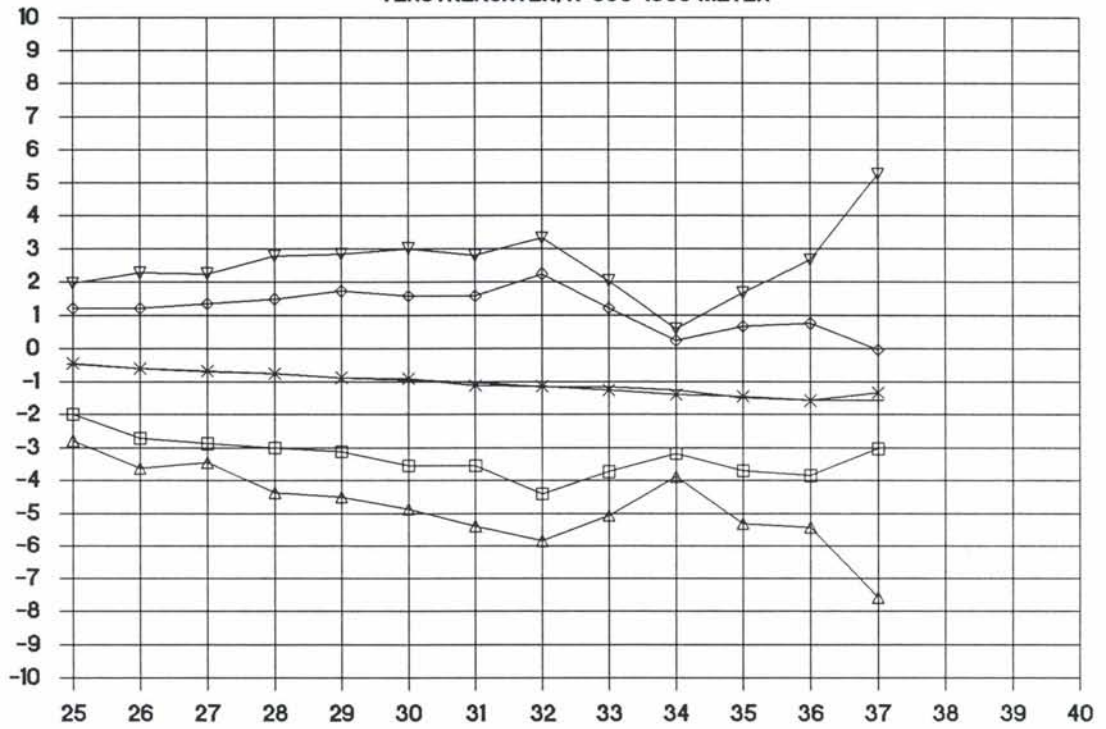
NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=800-1000 METER

AKSELKASSE AKSELERASJONER I M/SEC\*\*2



NIVÅ KVASISTATISK VOGNKASSEAKS.

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| □ AA3-MIN | + AA3-MID | ◇ AA3-MAX |
| △ AA4-MIN | × AA4-MID | ▽ AA4-MAX |

## A2.2 Svilletverrkrefter

### A2.2.1 Prosentvis fordeling.

SVILLETVERRKRAFTNIVÅER :

H Ø Y R E K U R V E R		V E N S T R E K U R V E R	
NIVÅ	OMRÅDE FOR SVILLETVERR- KRAFT [ kN ]	NIVÅ	OMRÅDE FOR SVILLETVERR- KRAFT [ kN ]
1	0.0 - 2.0	21	0.0 - - 2.0
2	2.0 - 4.0	22	- 2.0 - - 4.0
3	4.0 - 6.0	23	- 4.0 - - 6.0
4	6.0 - 8.0	24	- 6.0 - - 8.0
5	8.0 - 10.0	25	- 8.0 - -10.0
6	10.0 - 12.0	26	-10.0 - -12.0
7	12.0 - 14.0	27	-12.0 - -14.0
8	14.0 - 16.0	28	-14.0 - -16.0
9	16.0 - 18.0	29	-16.0 - -18.0
10	18.0 - 20.0	30	-18.0 - -20.0
11	20.0 - 22.0	31	-20.0 - -22.0
12	22.0 - 24.0	32	-22.0 - -24.0
13	24.0 - 26.0	33	-24.0 - -26.0
14	26.0 - 28.0	34	-26.0 - -28.0
15	28.0 - 30.0	35	-28.0 - -30.0
16	30.0 - 32.0	36	-30.0 - -32.0
17	32.0 - 34.0	37	-32.0 - -34.0
18	34.0 - 36.0	38	-34.0 - -36.0
19	36.0 - 38.0	39	-36.0 - -38.0
20	38.0 -	40	-38.0 -

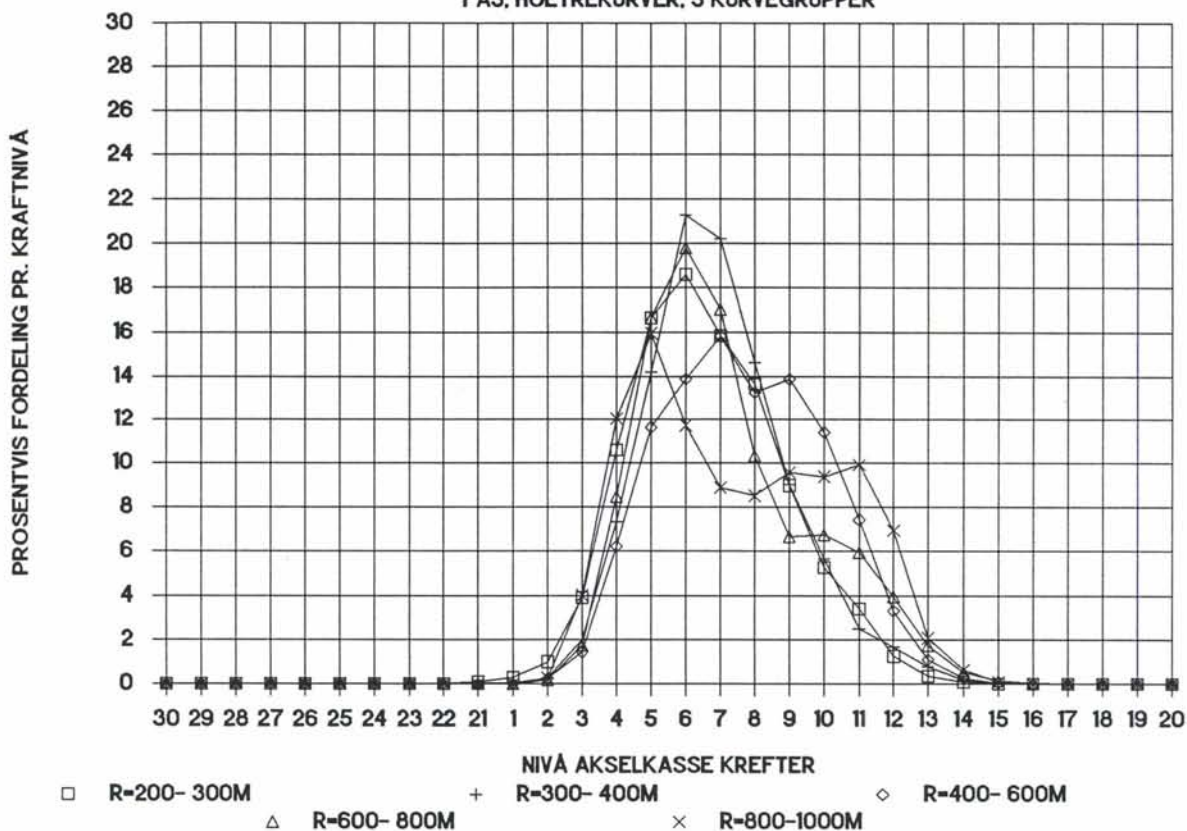
KURVEBETEGNELSER :

FA3/4 : Svilletverrkrefter ved aksel 3/4.

OH : Overhastigheter.

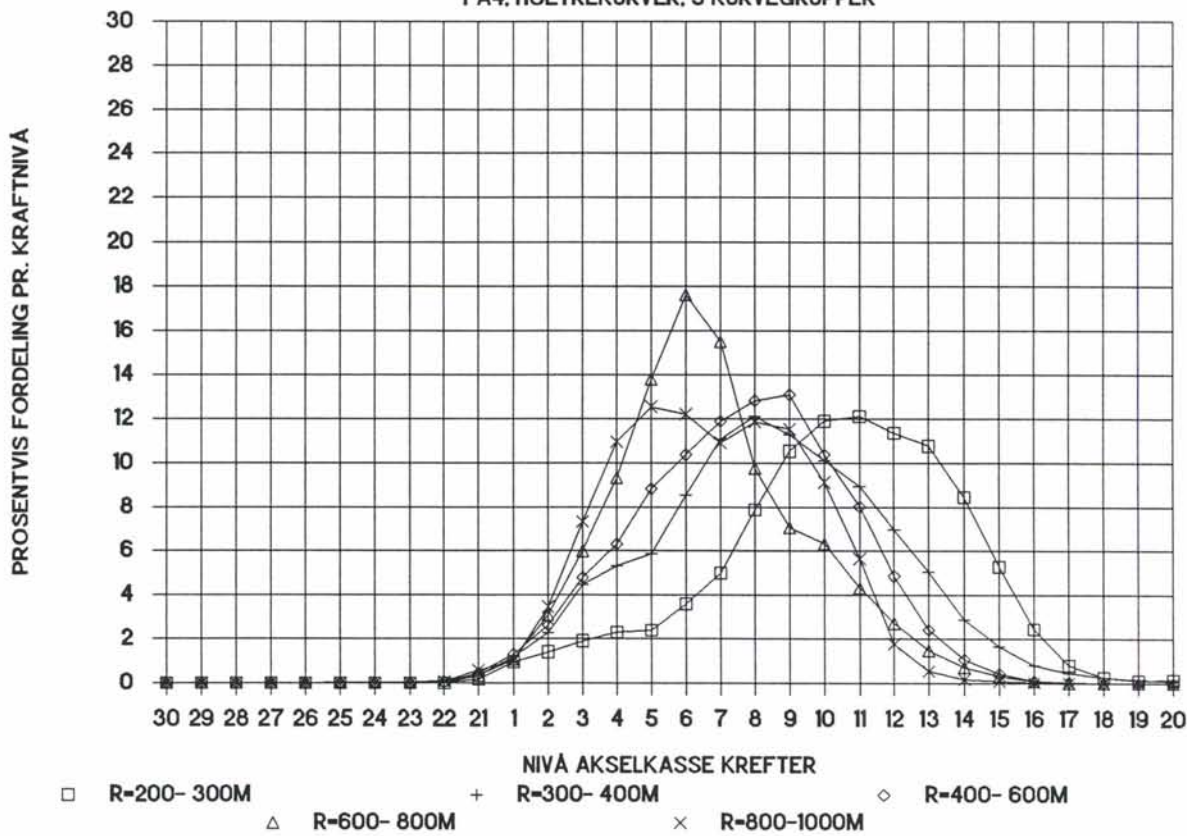
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

FA3, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

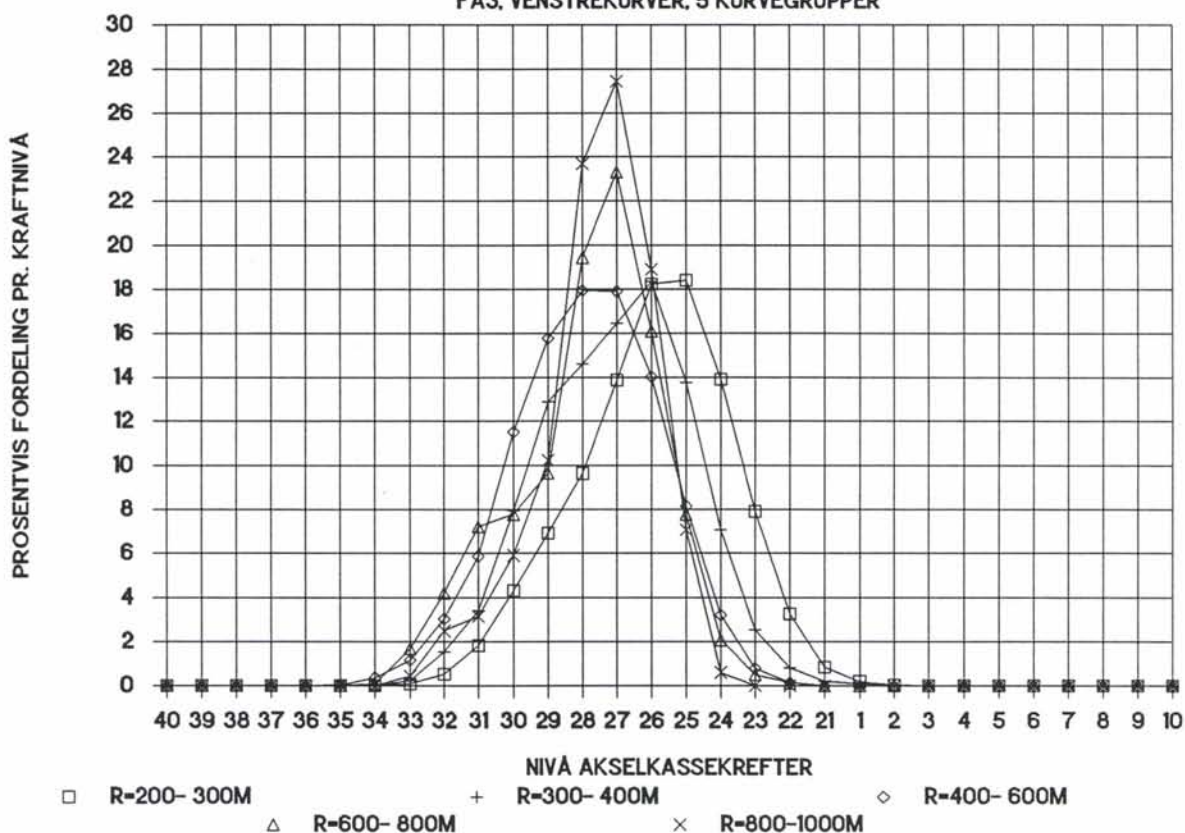
FA4, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER





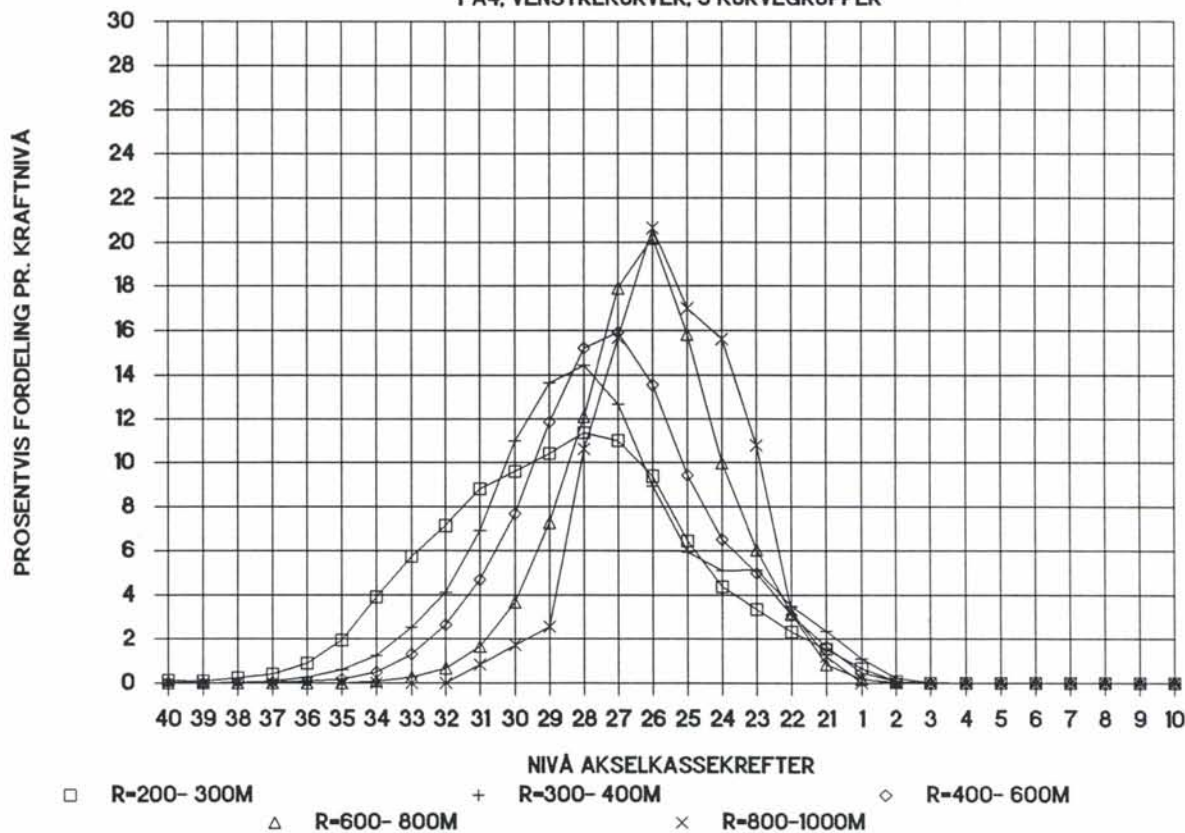
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

FA3, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



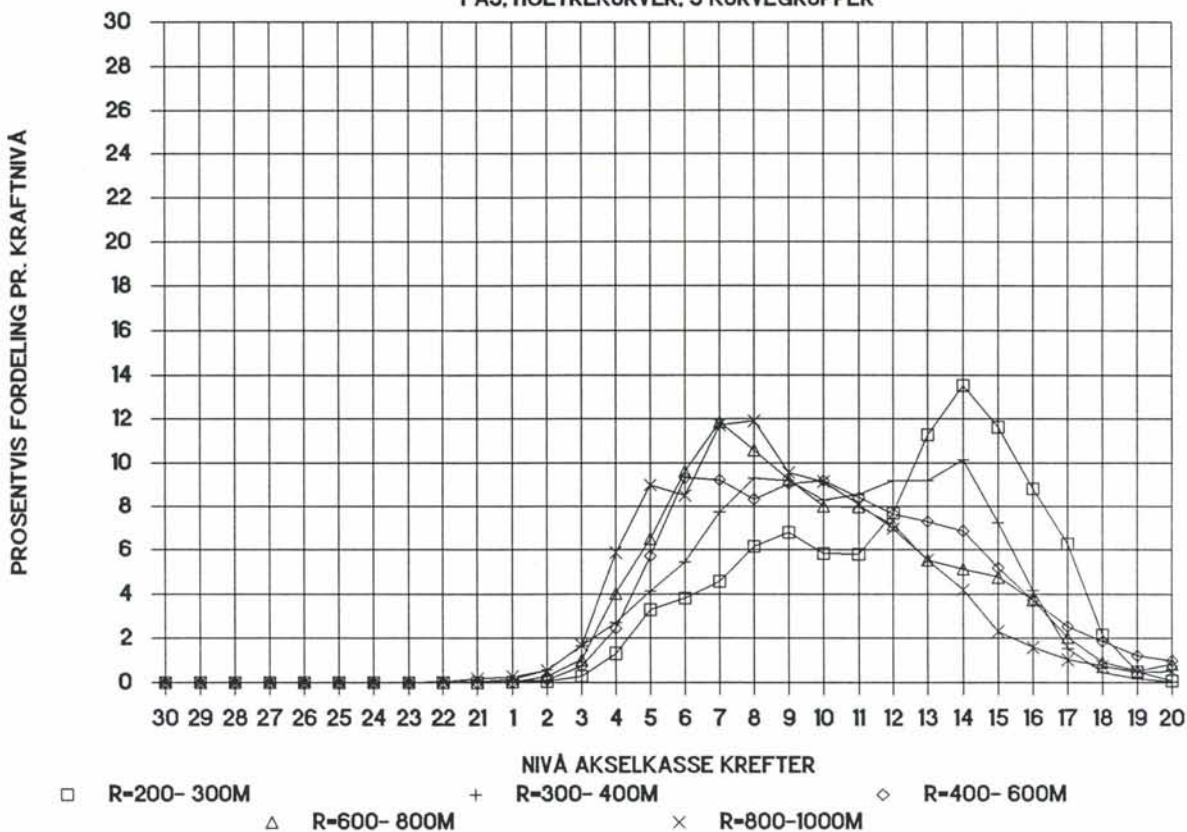
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

FA4, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



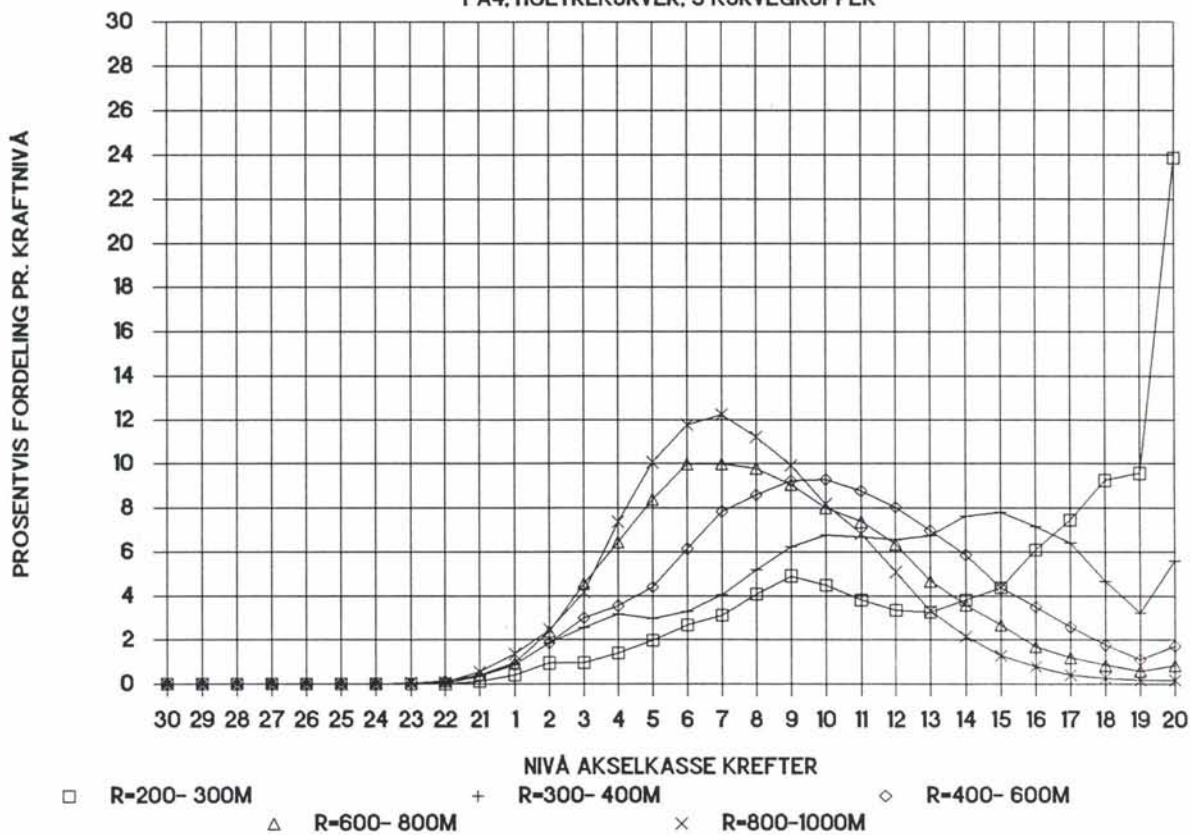
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

FA3, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

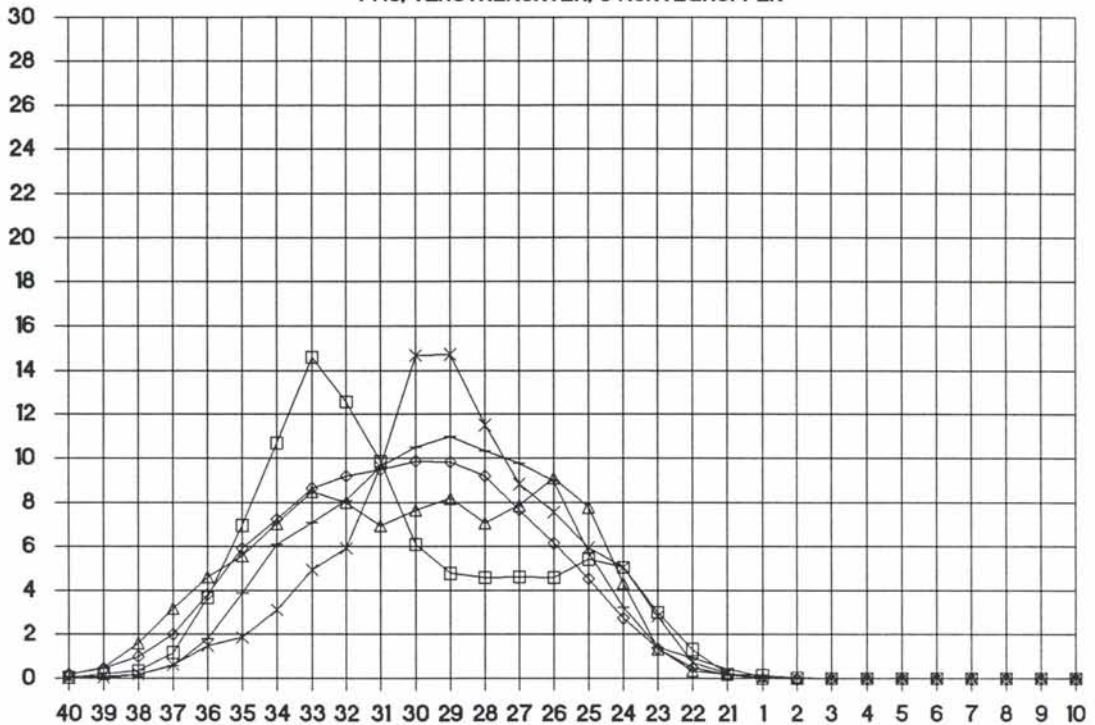
FA4, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

FA3, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER

PROSENTVIS FORDELING PR. KRAFTNIVA

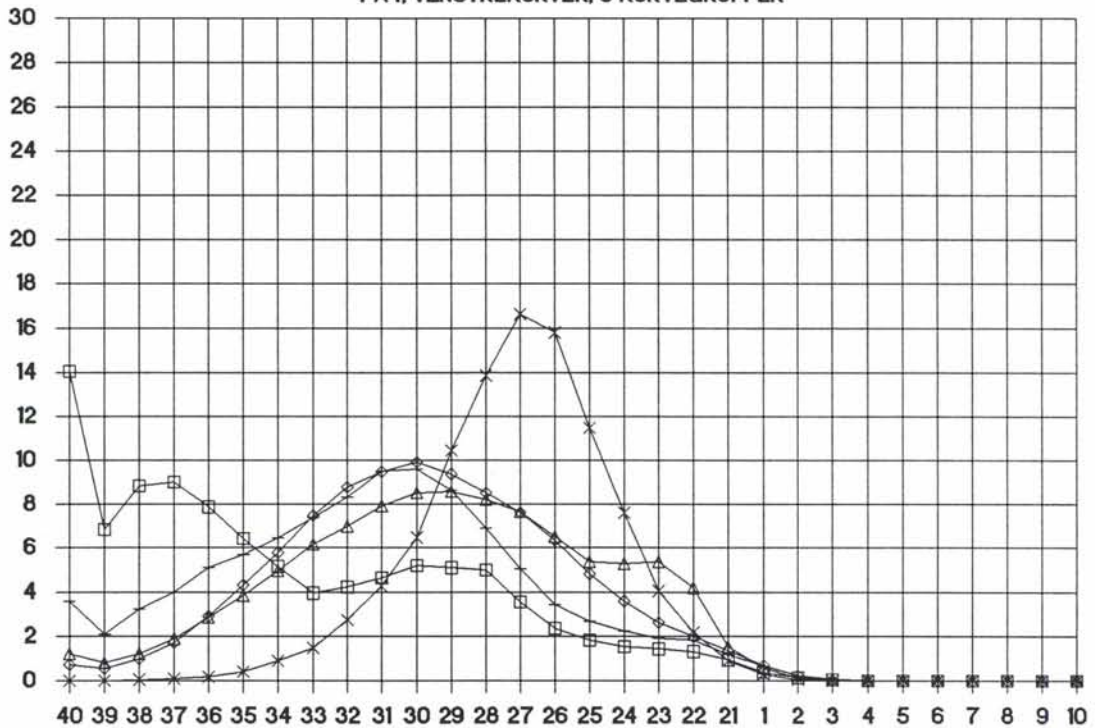


□ R-200- 300M      +      R-300- 400M      ◇ R-400- 600M  
 △ R-600- 800M      ×      R-800-1000M

# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

FA4, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER

PROSENTVIS FORDELING PR. KRAFTNIVA



□ R-200- 300M      +      R-300- 400M      ◇ R-400- 600M  
 △ R-600- 800M      ×      R-800-1000M

SPESIALETTERBEHANDLING AV RESULTATENE FOR EL 17 VED KJØRING I OVERHASTIGHETER

SVILLETVERRKRAFTNIVÅER :

H Ø Y R E K U R V E R		V E N S T R E K U R V E R	
NIVÅ	OMRÅDE FOR SVILLETVERR- KRAFT [ kN ]	NIVÅ	OMRÅDE FOR SVILLETVERR- KRAFT [ kN ]
1	0.0 - 2.0	41	0.0 - - 2.0
2	2.0 - 4.0	42	- 2.0 - - 4.0
.		.	
.		.	
25	48.0 - 50.0	65	-48.0 - -50.0
26	50.0 - 52.0	66	-50.0 - -52.0
27	52.0 - 54.0	67	-52.0 - -54.0
28	54.0 - 56.0	68	-54.0 - -56.0
29	56.0 - 58.0	69	-56.0 - -58.0
30	58.0 - 60.0	70	-58.0 - -60.0
31	60.0 - 62.0	71	-60.0 - -62.0
32	62.0 - 64.0	72	-62.0 - -64.0
33	64.0 - 66.0	73	-64.0 - -66.0
34	66.0 - 68.0	74	-66.0 - -68.0
35	68.0 - 70.0	75	-68.0 - -70.0
36	70.0 - 72.0	76	-70.0 - -72.0
37	72.0 - 74.0	77	-72.0 - -74.0
38	74.0 - 76.0	78	-74.0 - -76.0
39	76.0 - 78.0	79	-76.0 - -78.0
40	78.0 -	80	-78.0 -

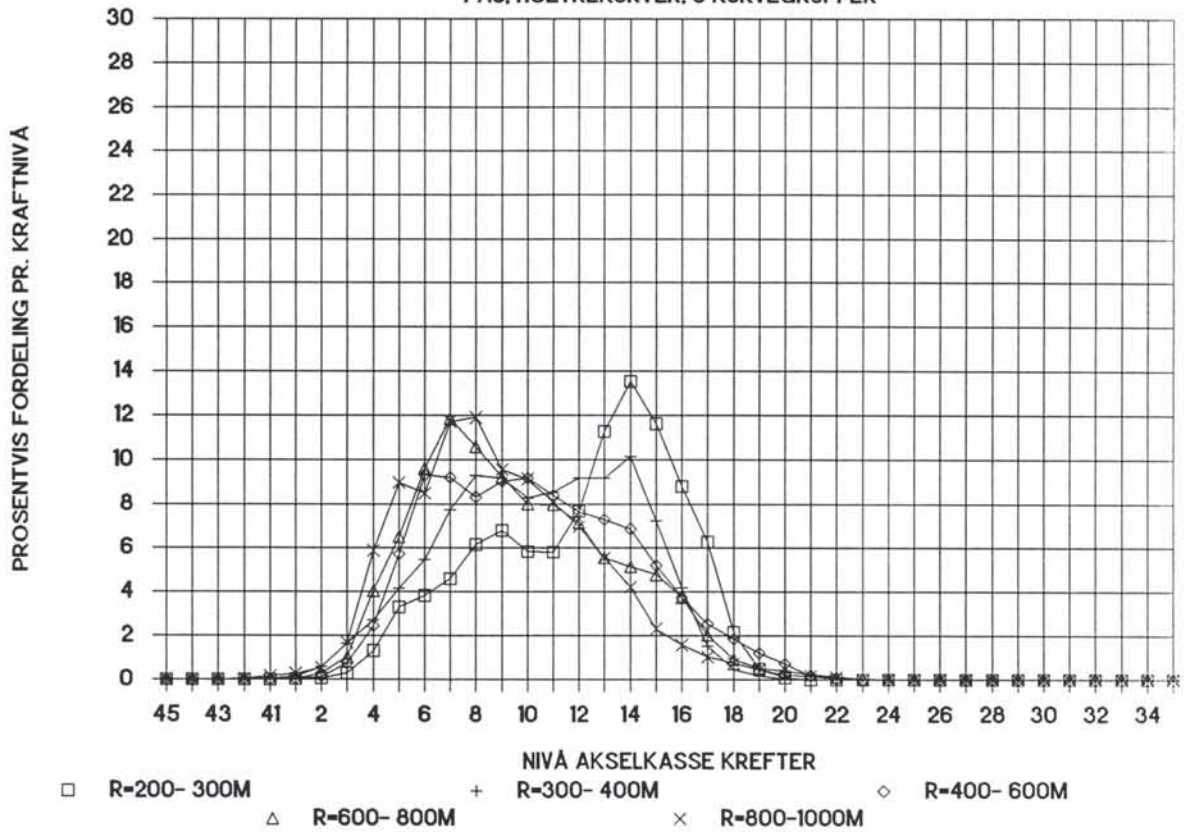
KURVEBETEGNELSER :

FA3/4 : Svilletverrekrefter ved aksel 3/4.

OH : Overhastigheter.

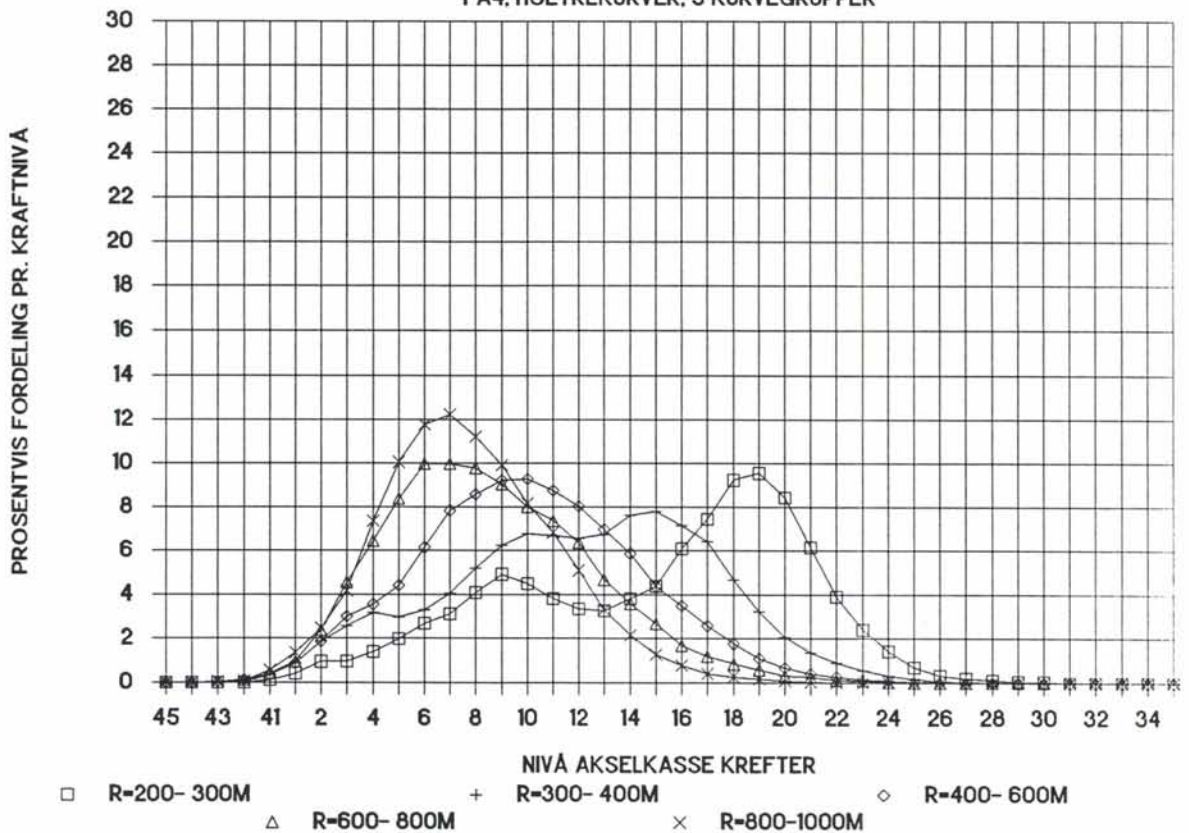
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

FA3, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



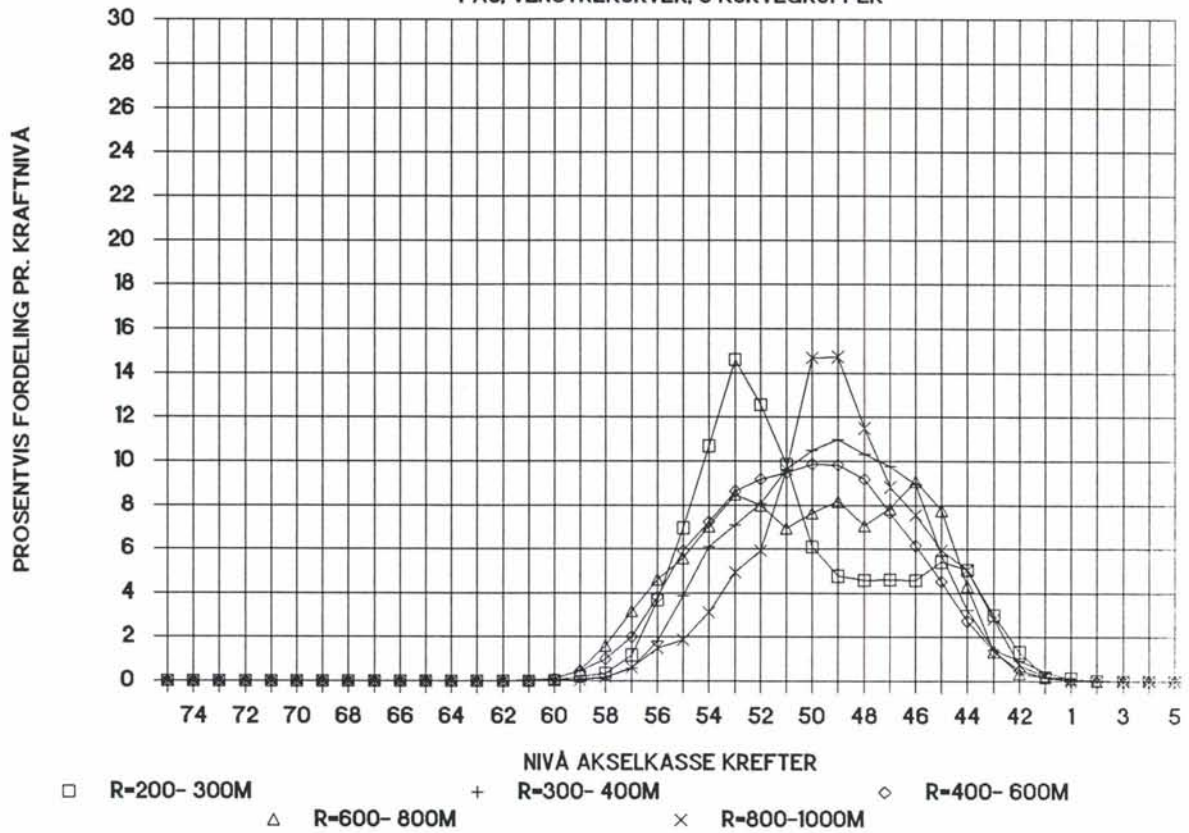
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

FA4, HOEYREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



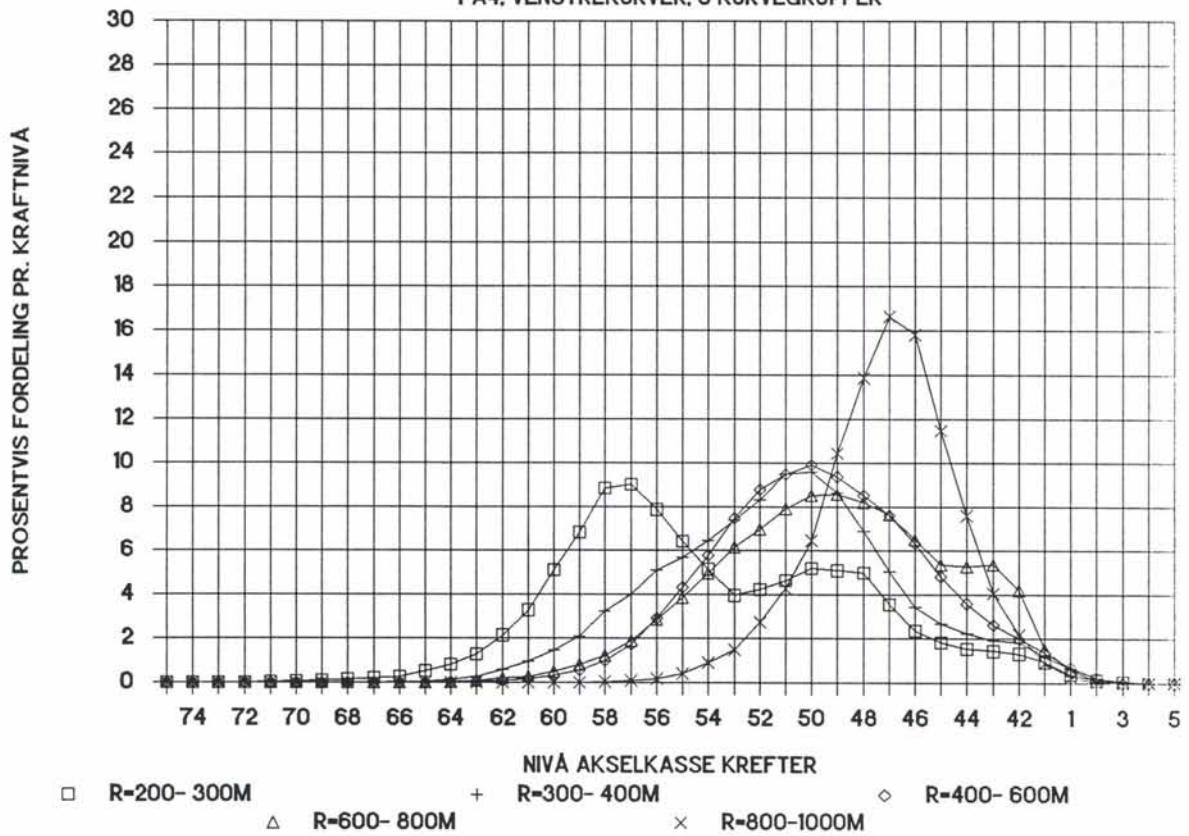
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

## FA3, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

## FA4, VENSTREKURVER, 5 KURVEGRUPPER



A2.2.2 Maksimale, midlere og minimale svilletteverr-  
krefter pr. sideakselersjonsnivå.

SIDEAKSELERASJONSNIVÅER :

H Ø Y R E K U R V E R		V E N S T R E K U R V E R	
NIVÅ	OMRÅDE FOR KVASISTATISK SIDEAKSELLERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]	NIVÅ	OMRÅDE FOR KVASISTATISK SIDEAKSELLERASJON [ m/s <sup>2</sup> ]
1	0.0 - 0.1	21	0.0 - -0.1
2	0.1 - 0.2	22	-0.1 - -0.2
3	0.2 - 0.3	23	-0.2 - -0.3
4	0.3 - 0.4	24	-0.3 - -0.4
5	0.4 - 0.5	25	-0.4 - -0.5
6	0.5 - 0.6	26	-0.5 - -0.6
7	0.6 - 0.7	27	-0.6 - -0.7
8	0.7 - 0.8	28	-0.7 - -0.8
9	0.8 - 0.9	29	-0.8 - -0.9
10	0.9 - 1.0	30	-0.9 - -1.0
11	1.0 - 1.1	31	-1.0 - -1.1
12	1.1 - 1.2	32	-1.1 - -1.2
13	1.2 - 1.3	33	-1.2 - -1.3
14	1.3 - 1.4	34	-1.3 - -1.4
15	1.4 - 1.5	35	-1.4 - -1.5
16	1.5 - 1.6	36	-1.5 - -1.6
17	1.6 - 1.7	37	-1.6 - -1.7
18	1.7 - 1.8	38	-1.7 - -1.8
19	1.8 - 1.9	39	-1.8 - -1.9
20	1.9 -	40	-1.9 -

KURVEBETEGNELSER :

FA3/4-MIN : Gjennomsnittlige minimumsverdier pr. aq-nivå pr. kurve for avledede svilletteverrkrefter ved aksel 3/4.

FA3/4-MID : Gjennomsnittlige middelveidier pr. aq-nivå pr. kurve for avledede svilletteverrkrefter ved aksel 3/4.

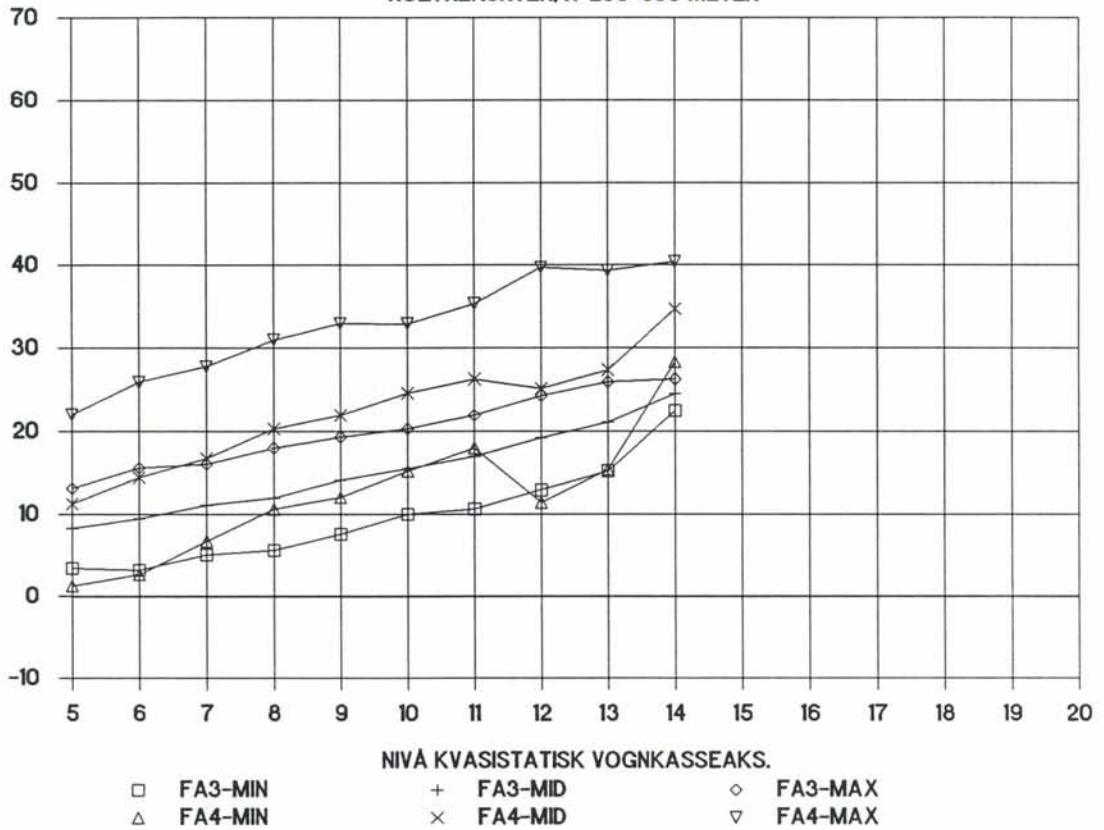
FA3/4-MAX : Gjennomsnittlige maksimumsverdier pr. aq-nivå pr. kurve for avledede svilletteverrkrefter ved aksel 3/4.

OH : Overhastigheter.

# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=200-300 METER

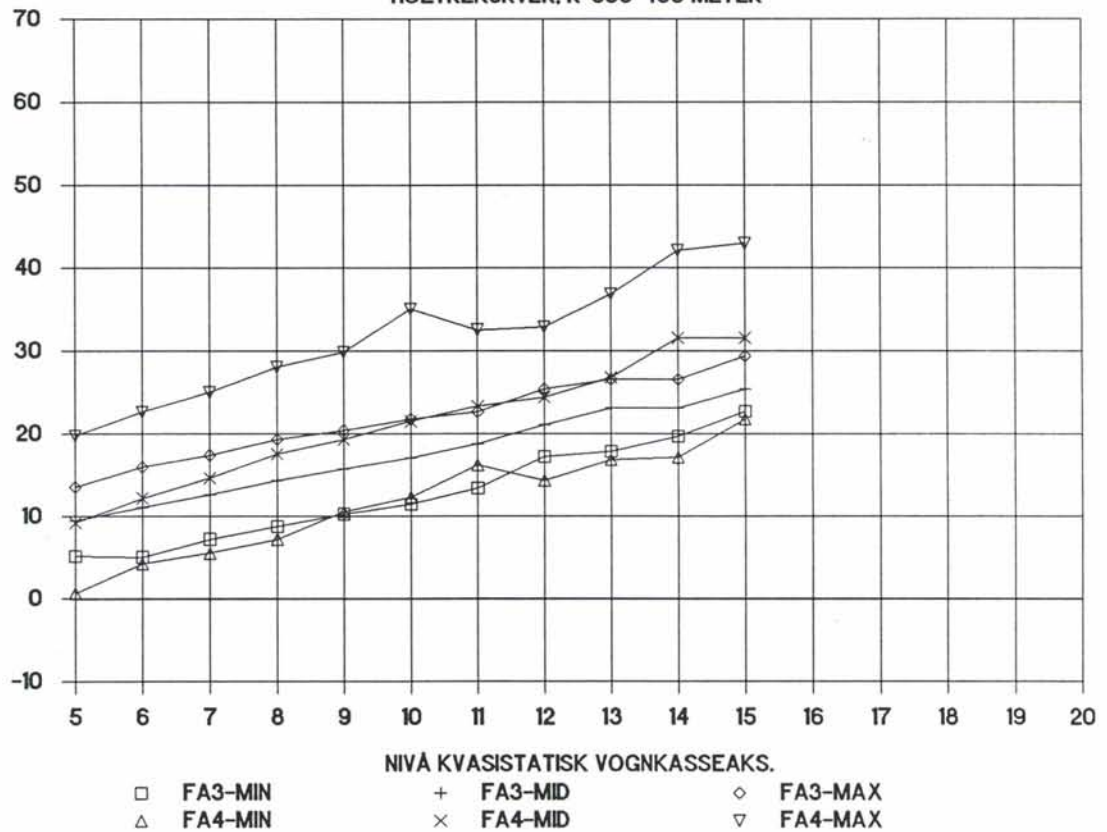
SVILLETVERKREFTER I KN



# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=300-400 METER

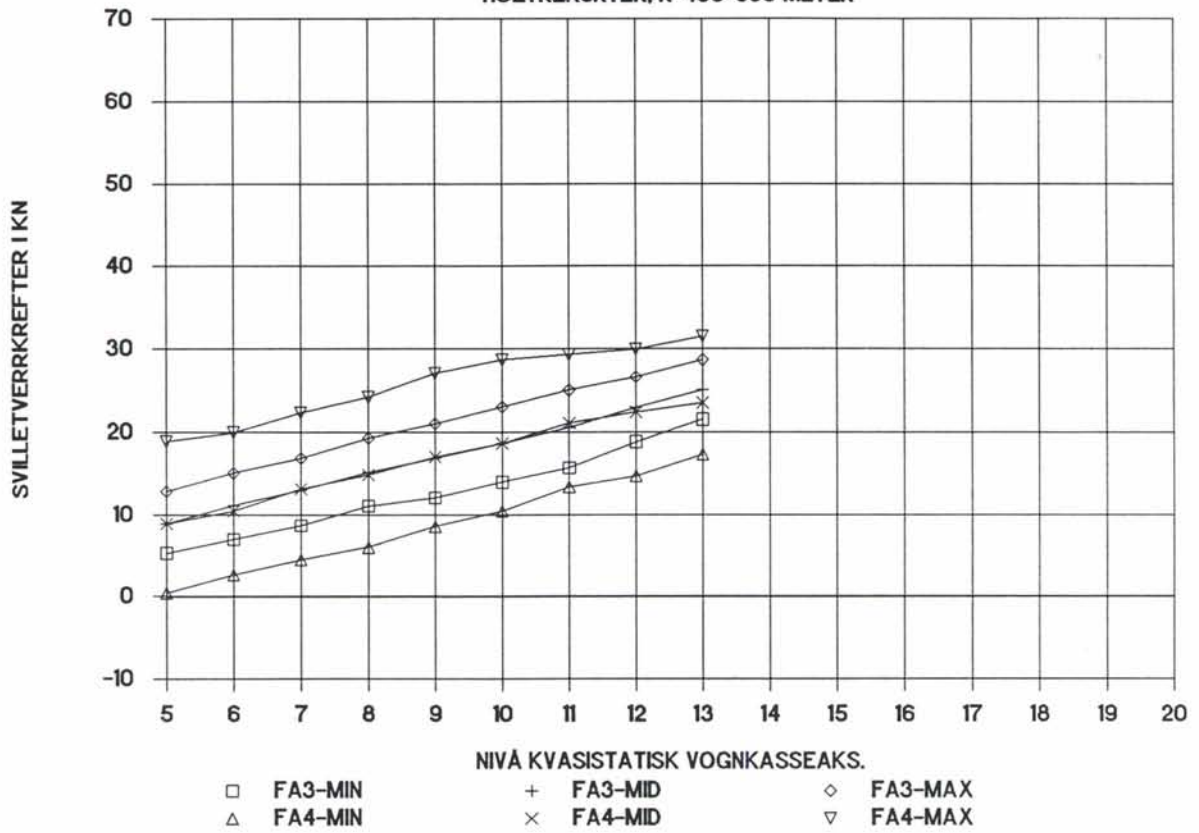
SVILLETVERKREFTER I KN





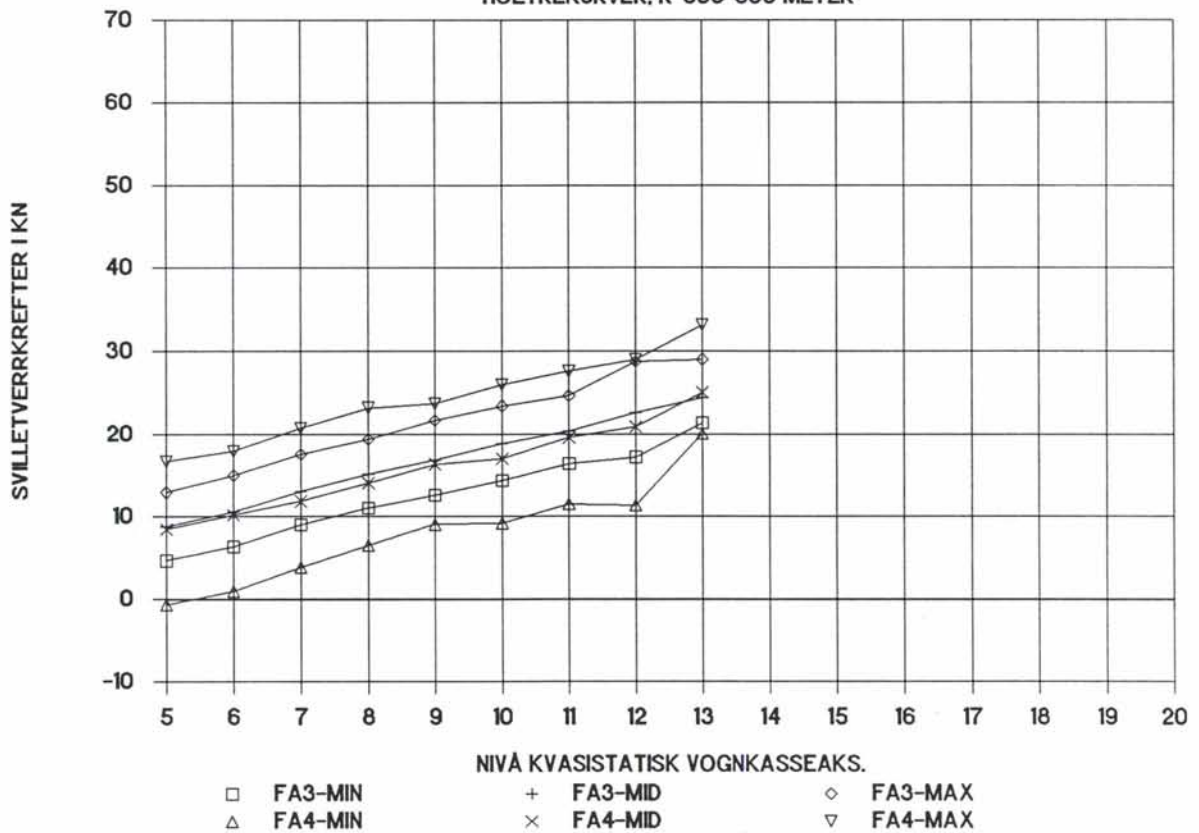
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=400-600 METER



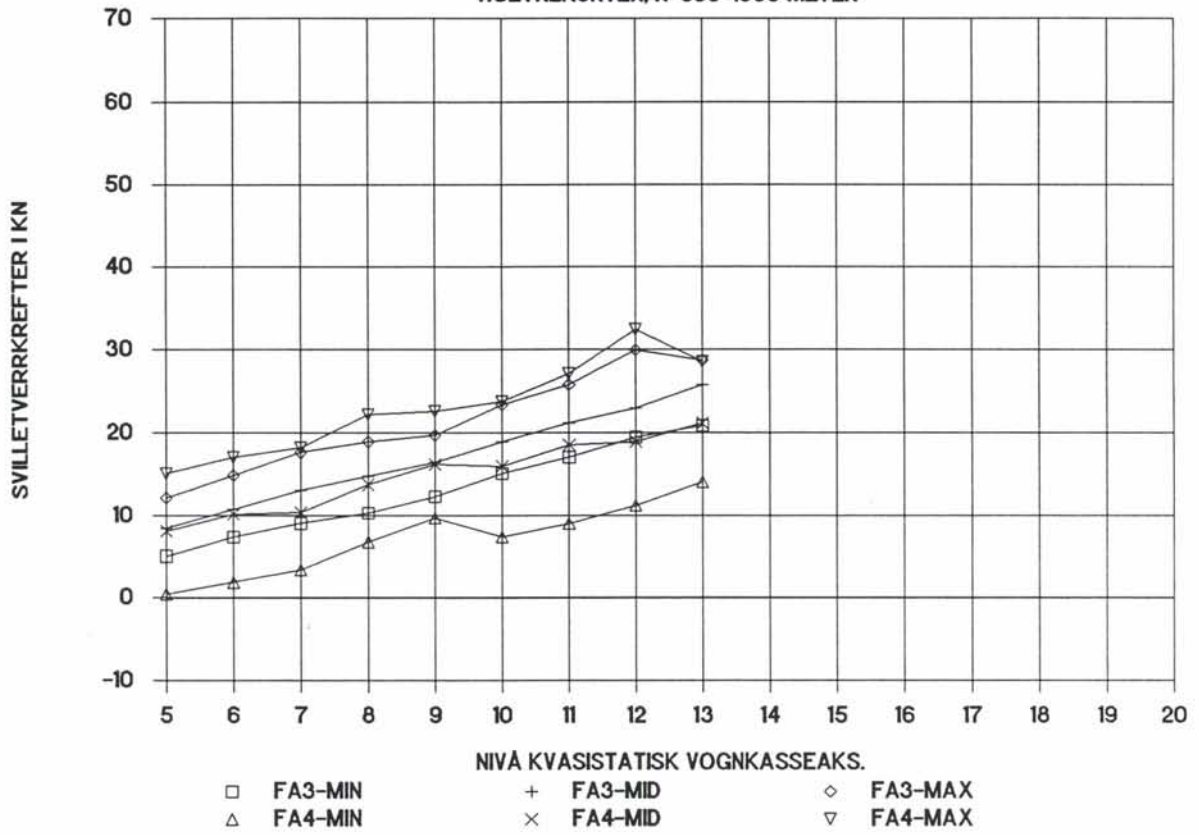
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=600-800 METER



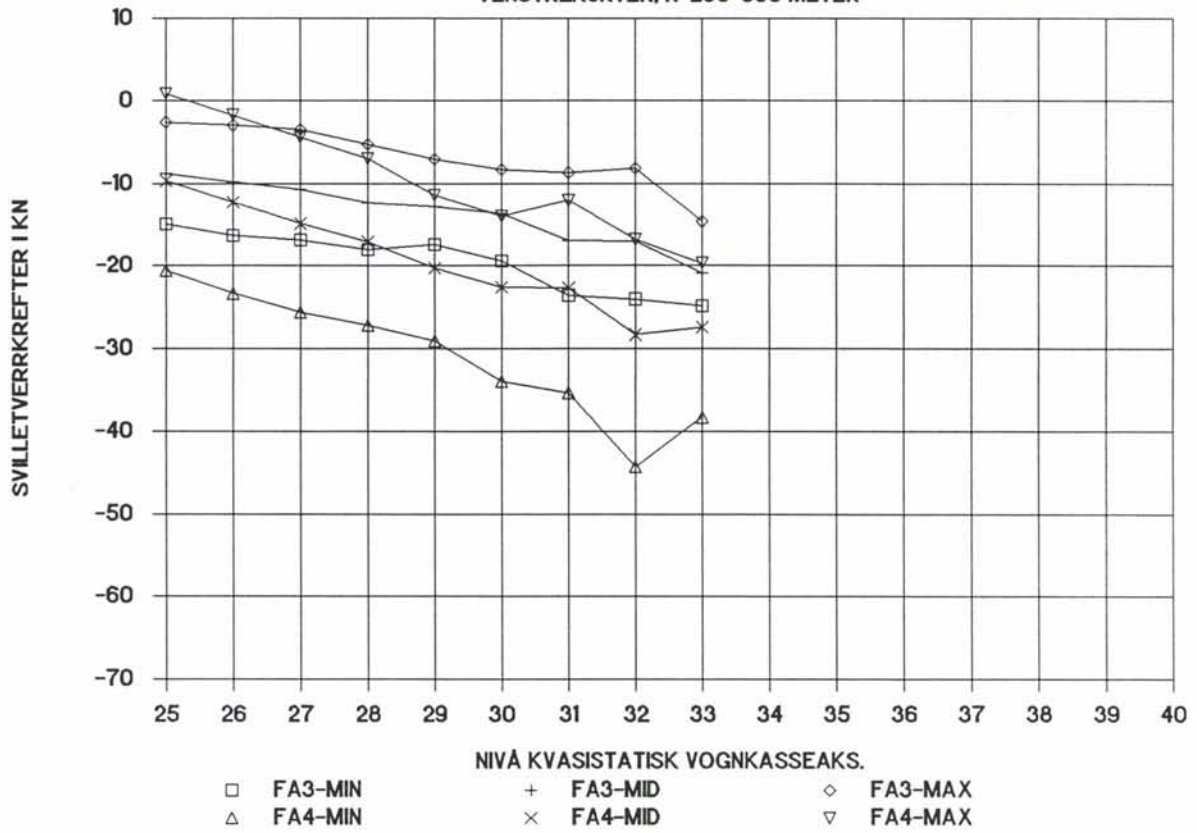
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=800-1000 METER



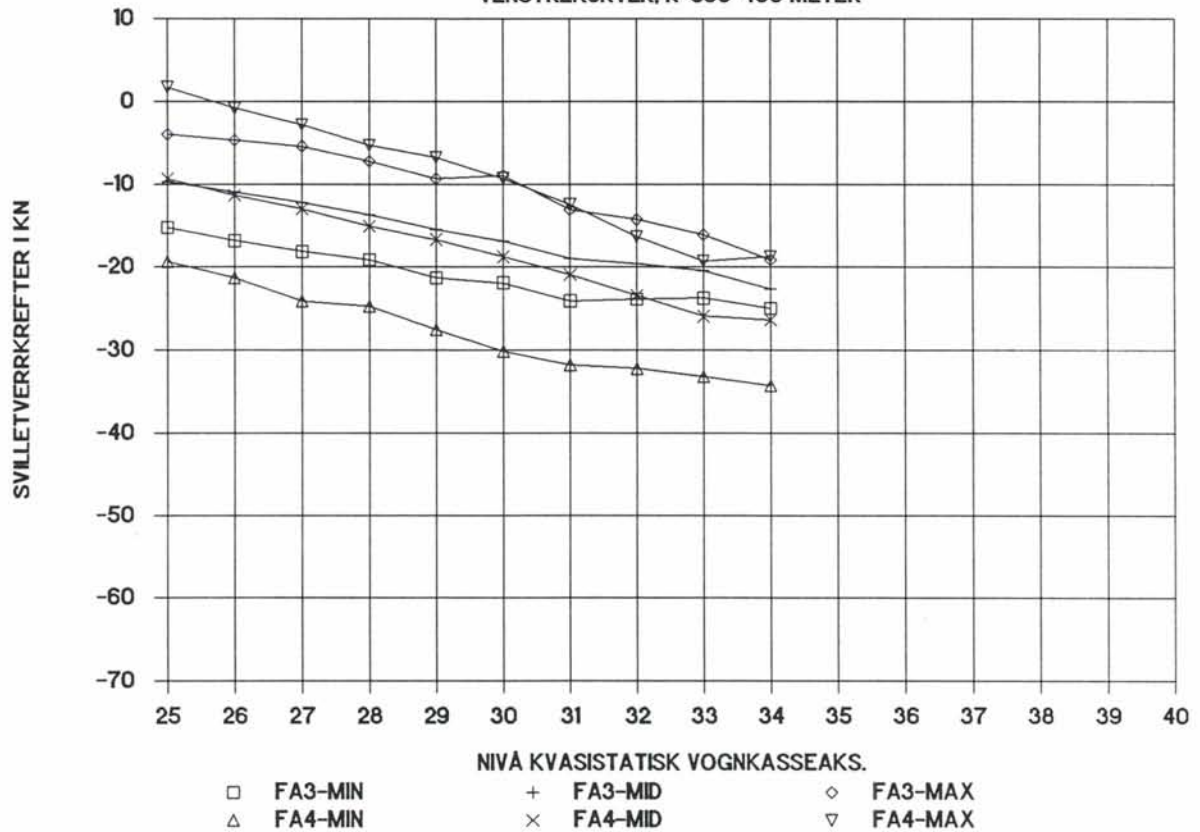
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=200-300 METER



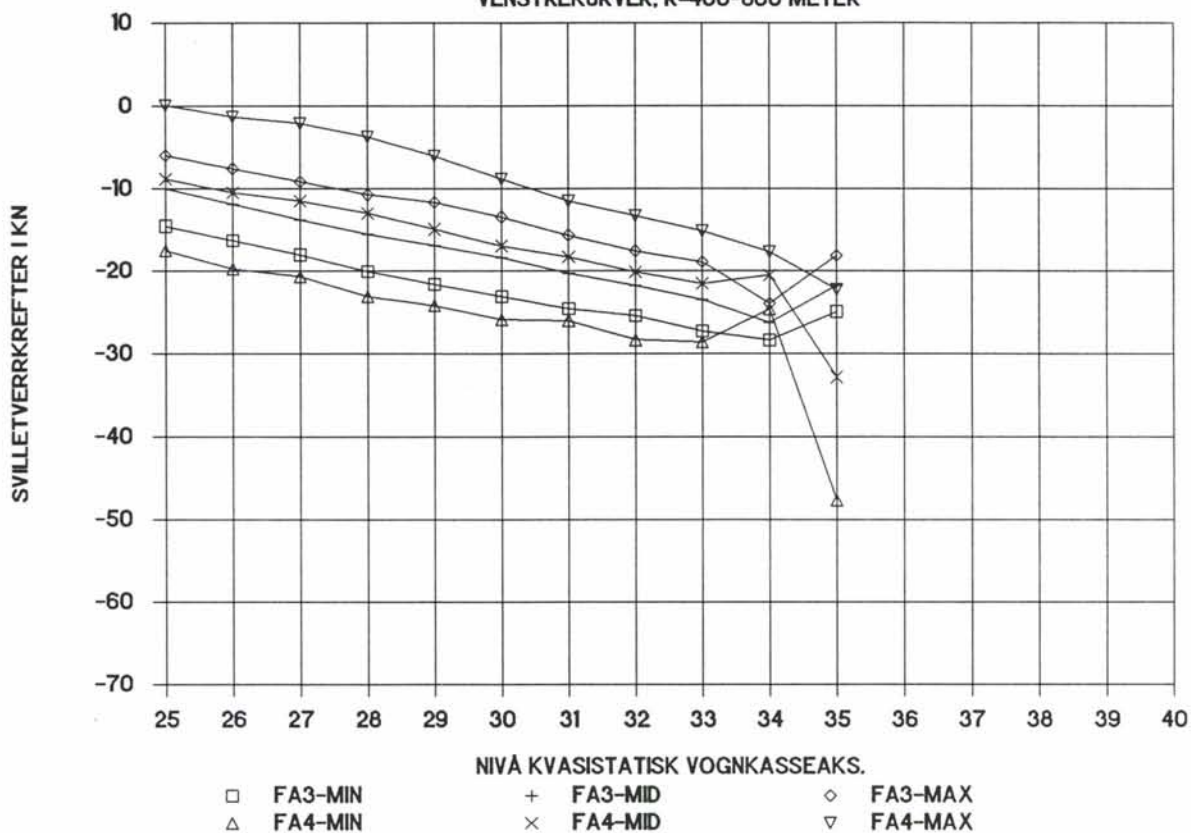
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=300-400 METER



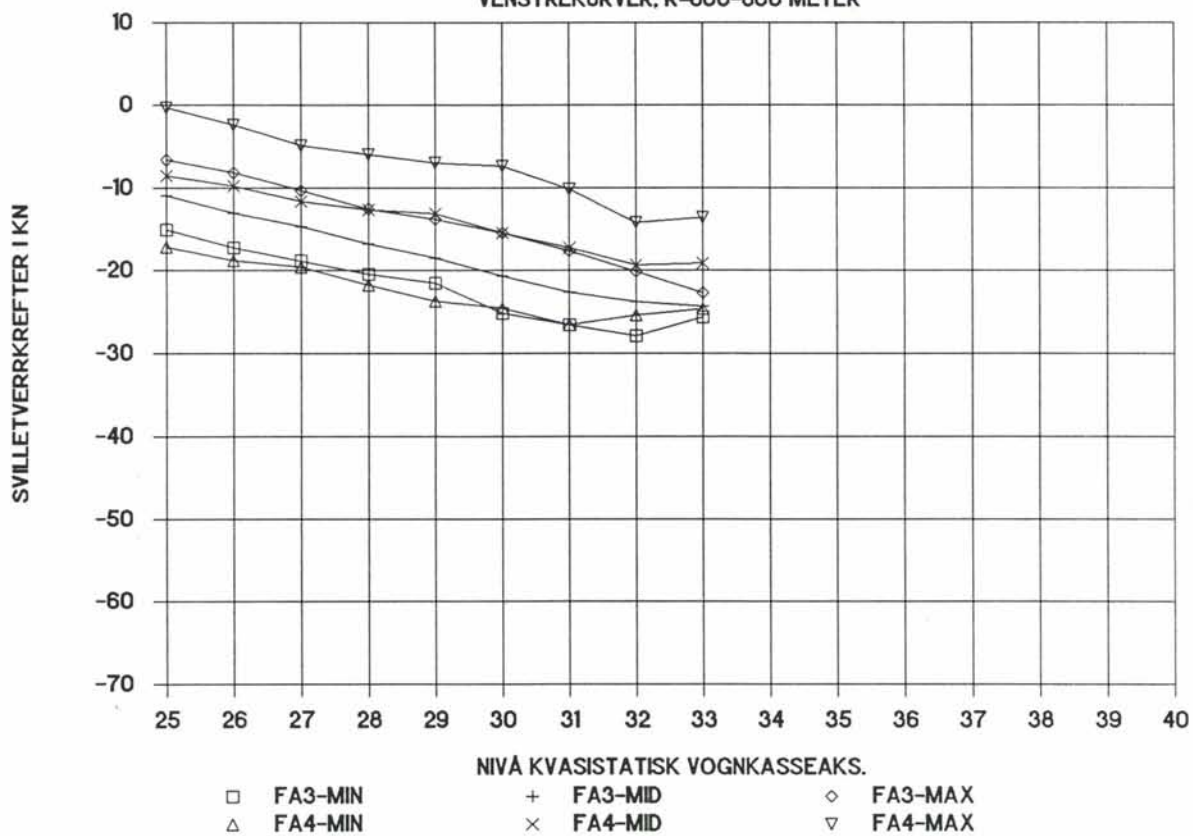
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=400-600 METER



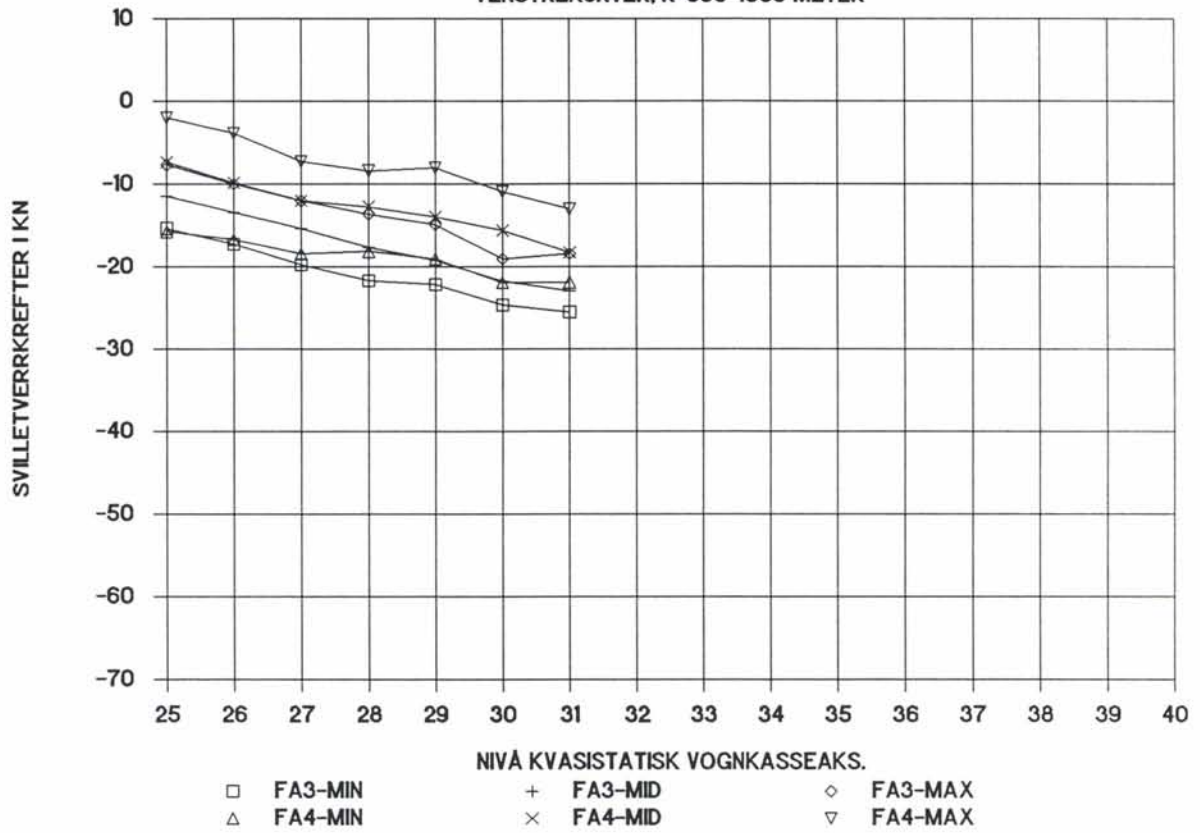
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=600-800 METER



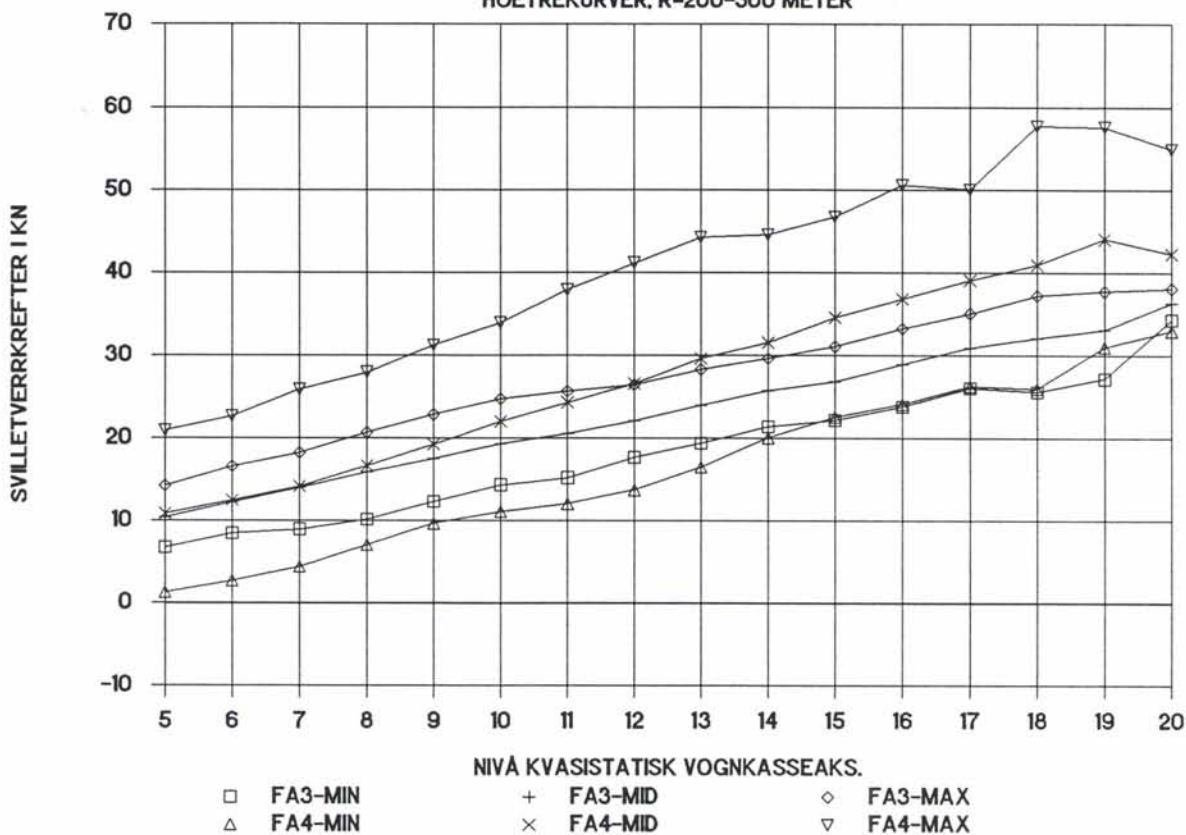
# EL 17 2231, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=800-1000 METER



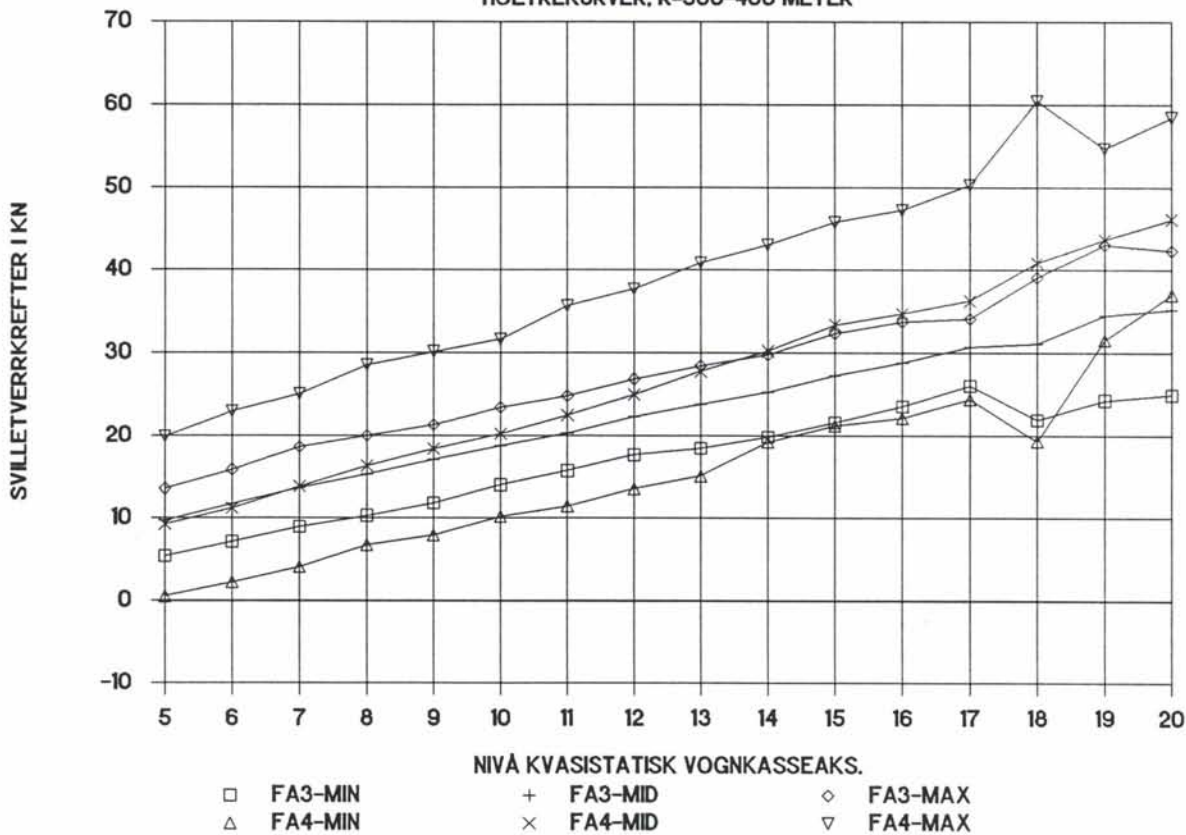
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=200-300 METER



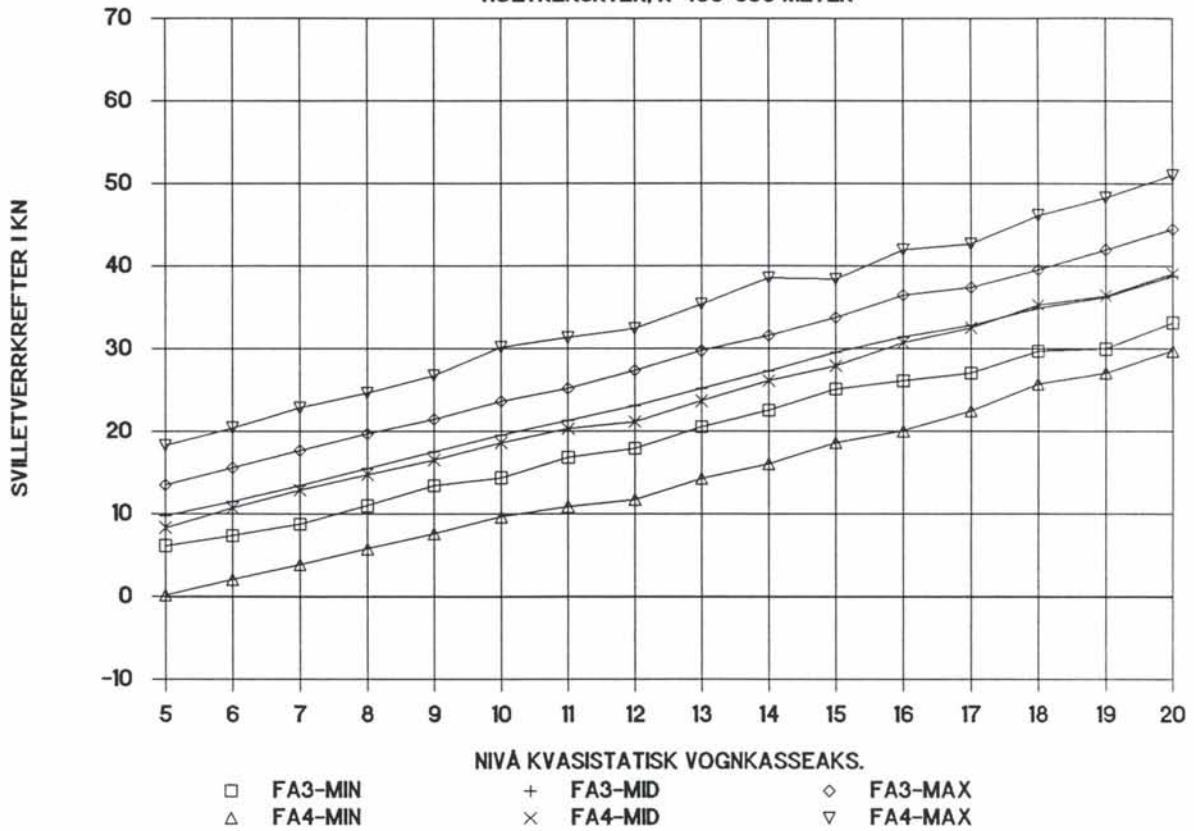
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=300-400 METER



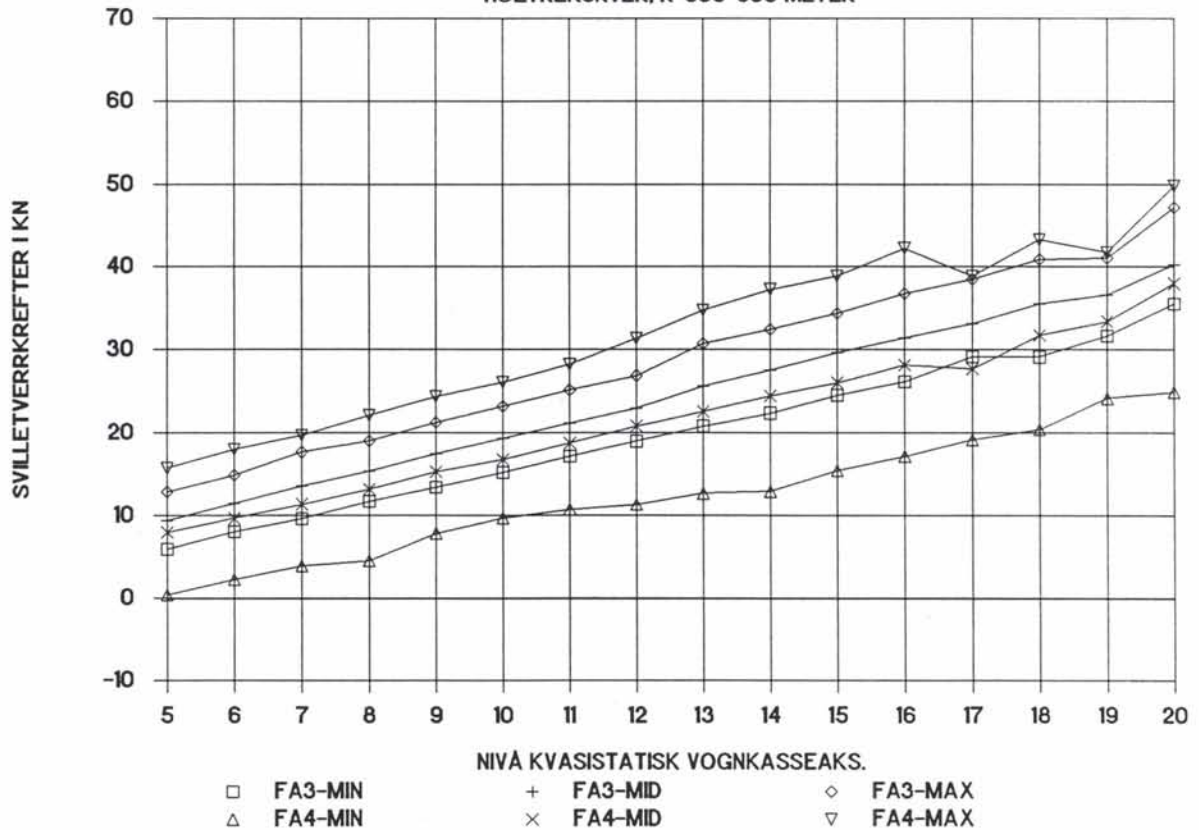
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=400-600 METER



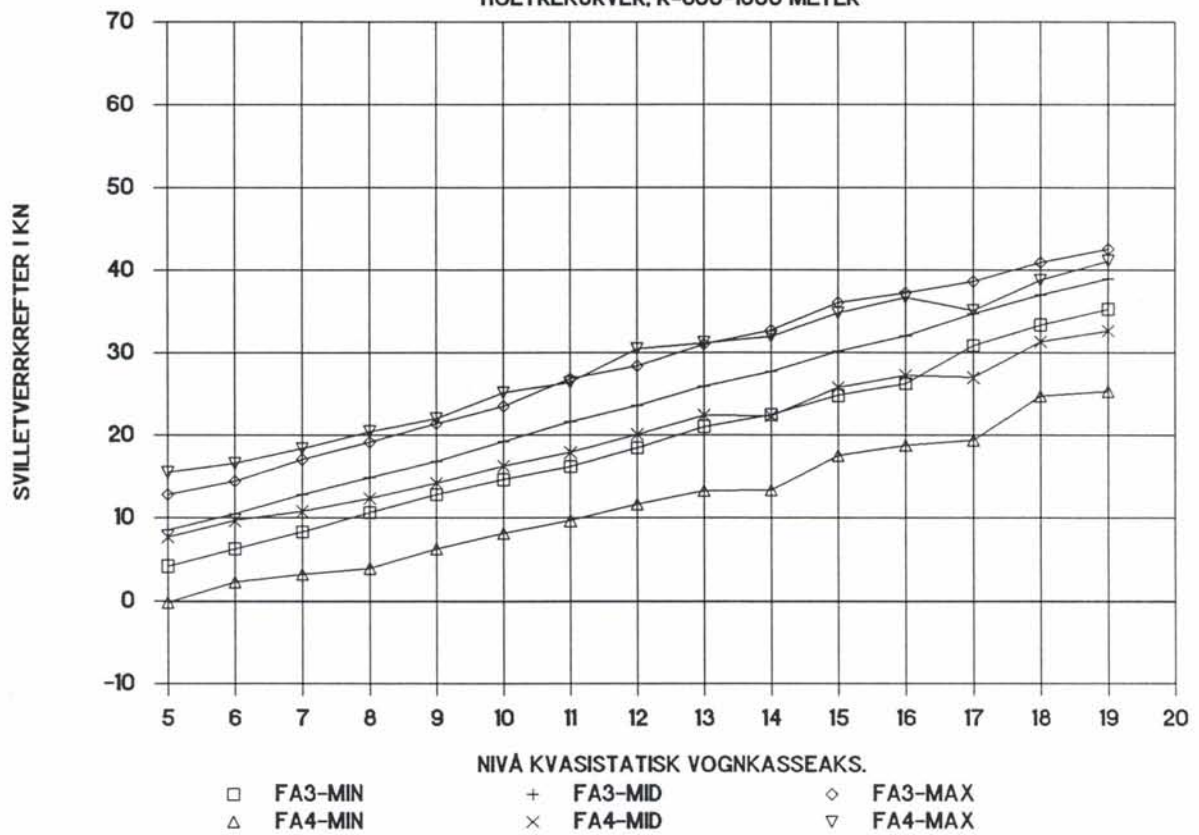
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

HOEYREKURVER, R=600-800 METER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

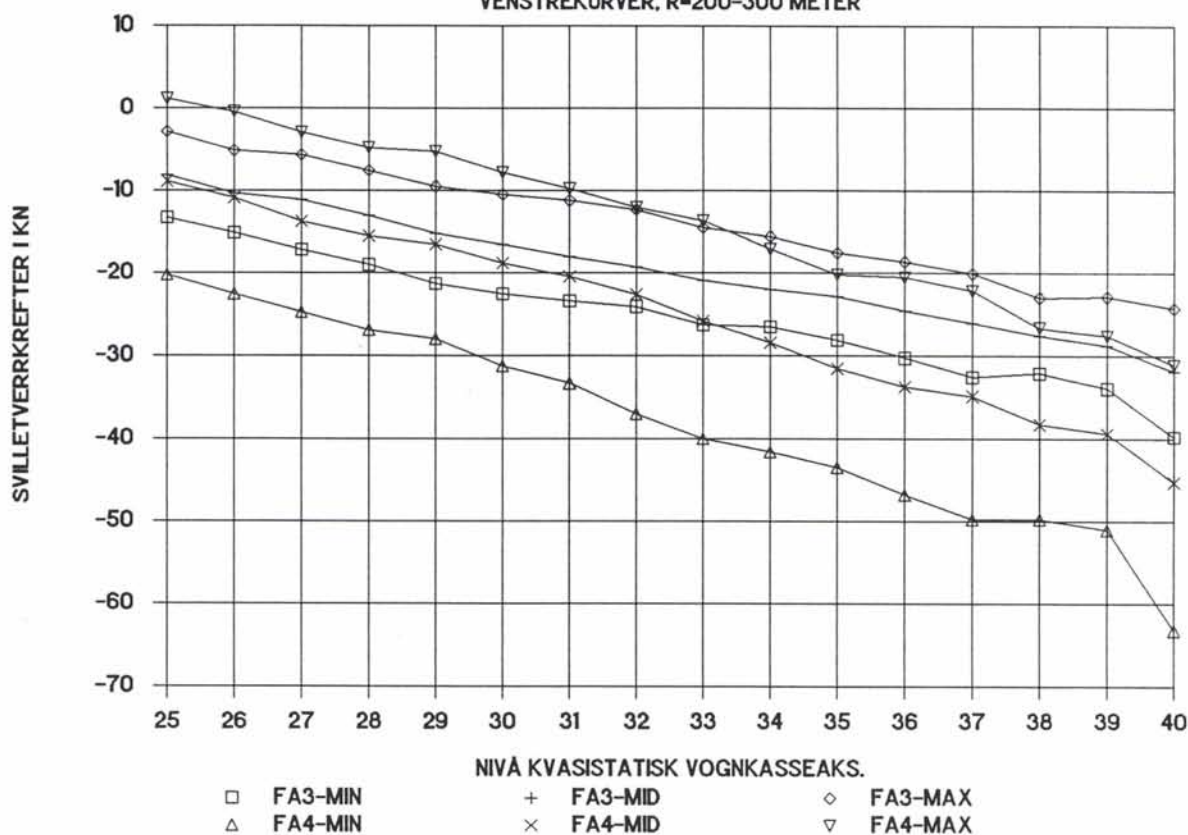
HOEYREKURVER, R=800-1000 METER





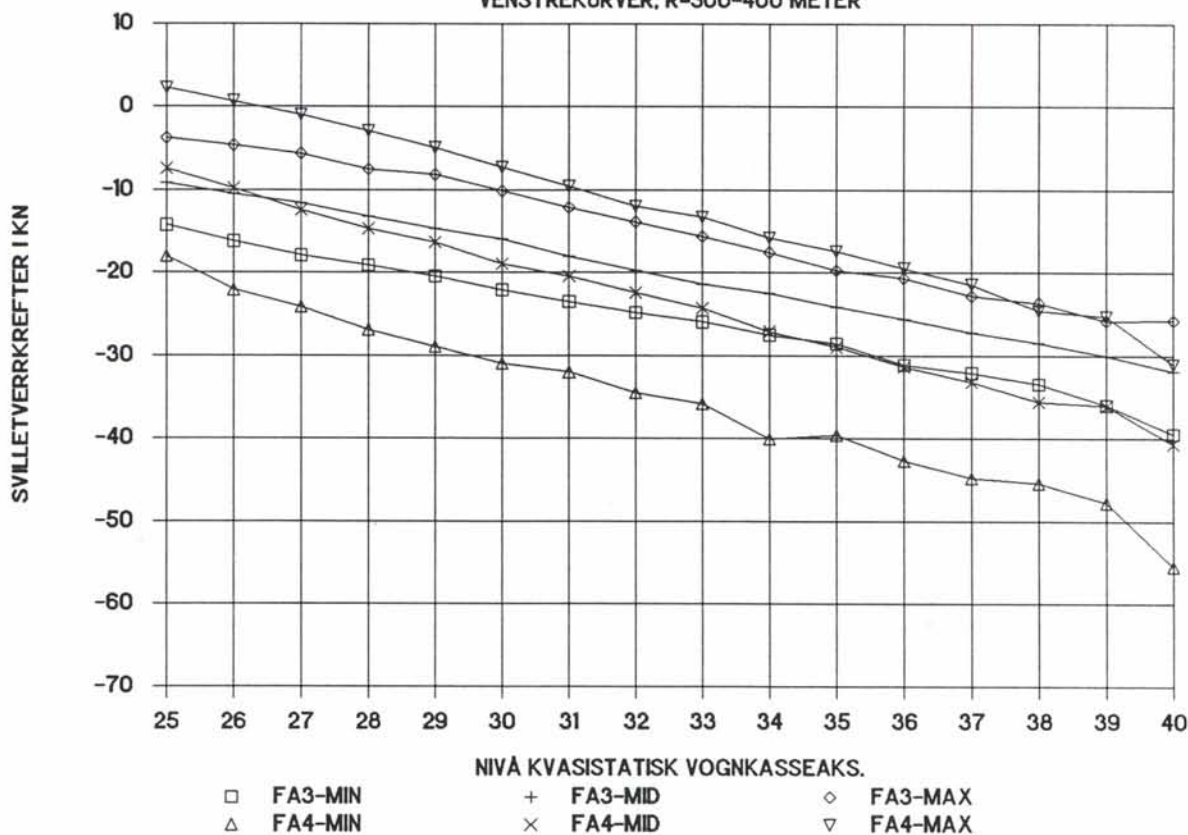
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=200-300 METER



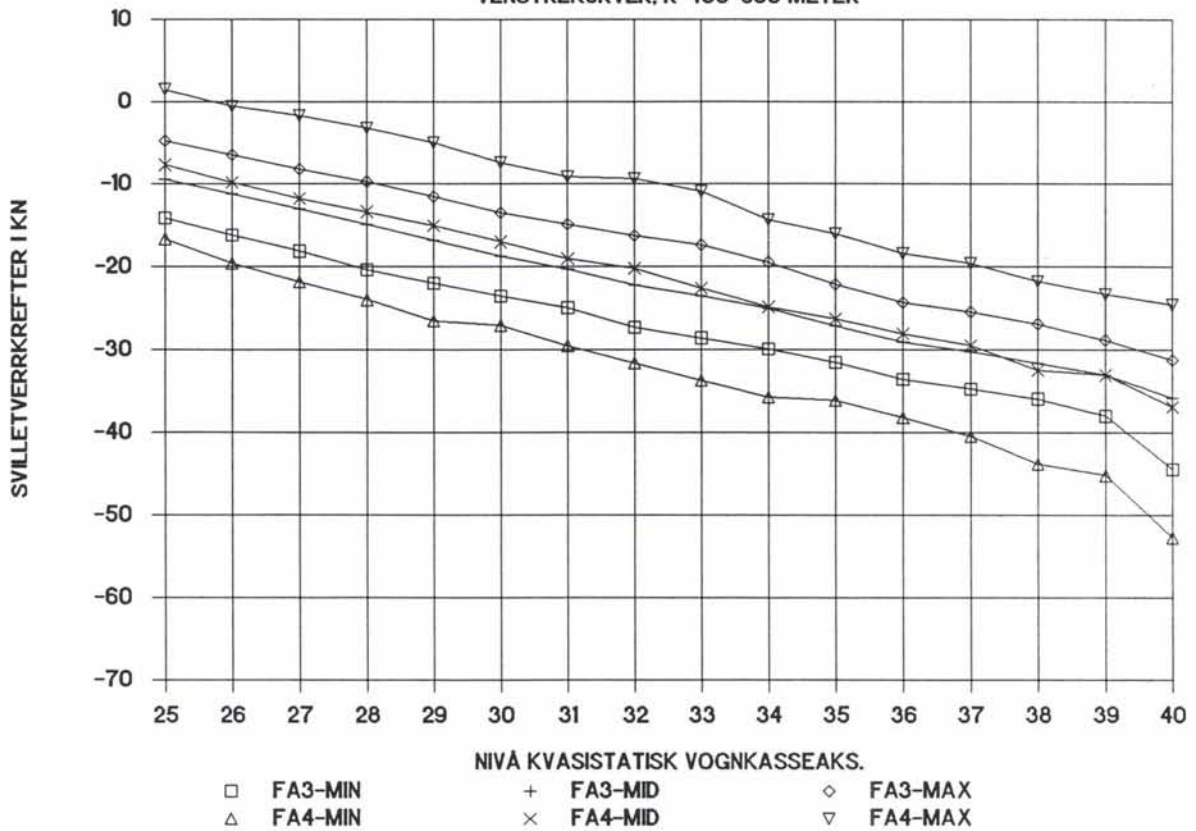
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=300-400 METER



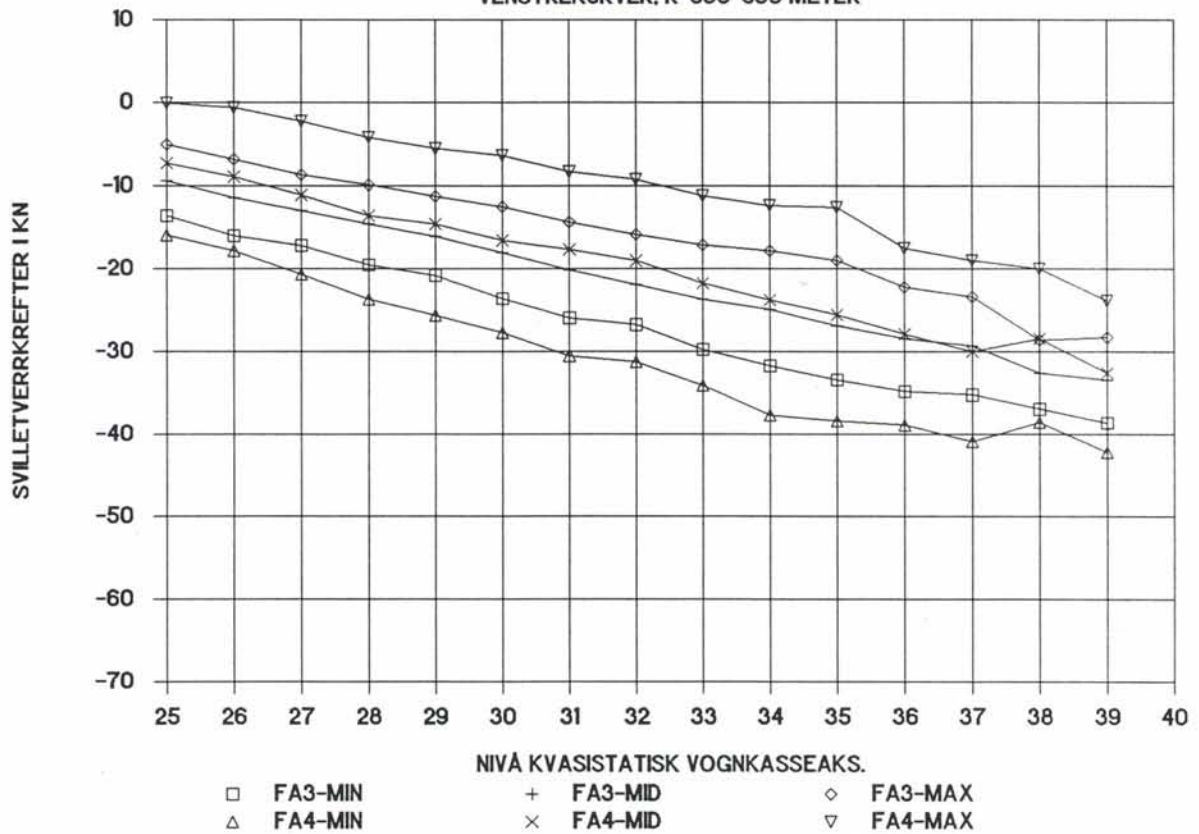
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=400-600 METER



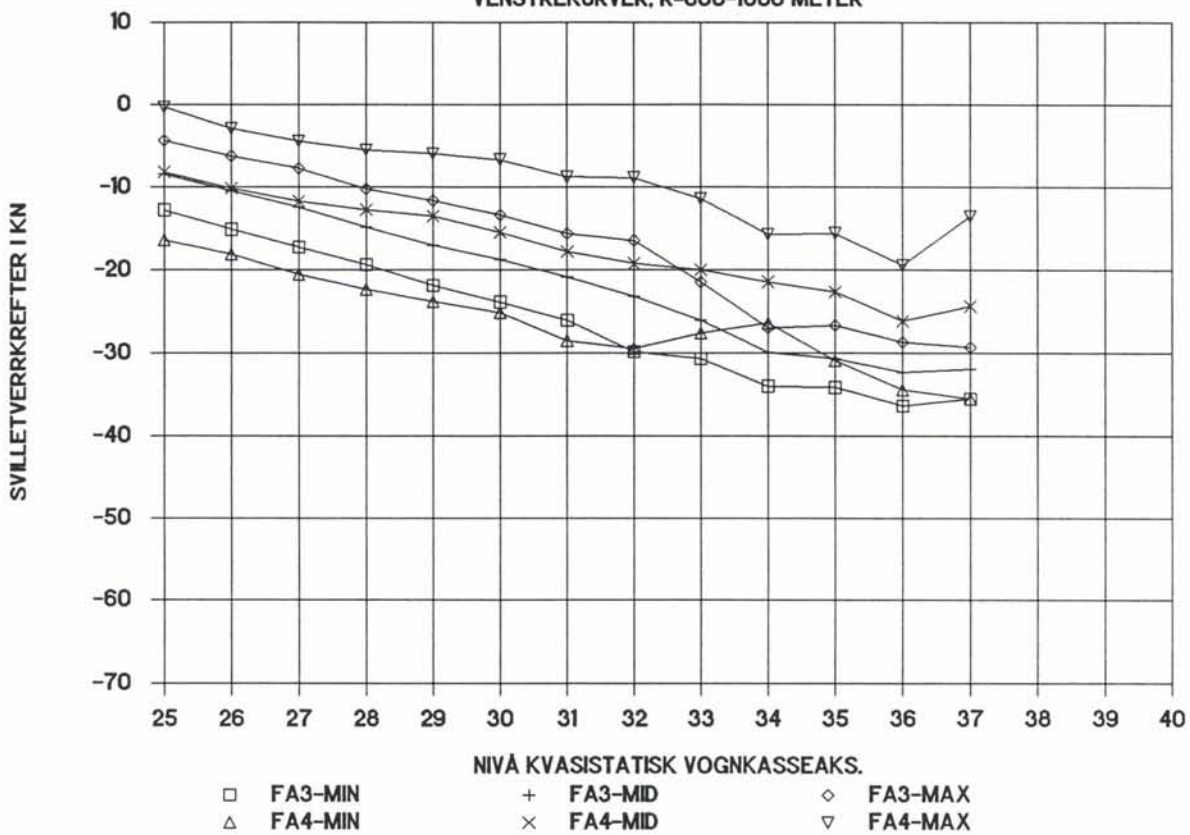
# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=600-800 METER



# EL 17 2231, OH, OSLO-OTTA, F2-F1

VENSTREKURVER, R=800-1000 METER



N

Jernbaneverket  
Biblioteket

JBV



09TU04523

200000028007