

---

---

*Arbetsrapport SGC A38*

**Växelsströmskorrosion på naturgasledningar**  
**Delrapport: Provserien 5 V<sub>AC</sub>**

©Svenskt Gastekniskt Center – Juli 2003



Charlotte Persson  
Carl Bro AB  
&  
Roland Lundberg  
ElektroSandberg AB

## SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat e.dyl. i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns på SGC:s hemsida [www.sgc.se](http://www.sgc.se).

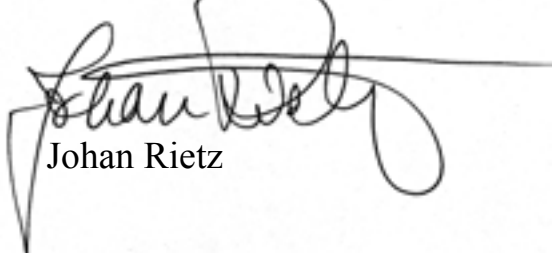
Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verk-samma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare:

Svenska Gasföreningen, Sydkraft Gas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energi AB och Öresundskraft AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

Sydkraft Gas AB  
Öresundskraft AB  
Lunds Energi AB  
Göteborg Energi AB  
AB Fortum Värme samägt med Stockholms Stad  
Nova Naturgas AB  
Statens Energimyndighet  
Elforsk AB

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Johan Rietz

## Sammanfattning

Efter att ha genomfört försök med provkuponger som har belastats med växelspanningsnivåerna 5, 10 och 30 V<sub>AC</sub> så kan det konstateras att någon absolut säker gräns ej finns. Det mesta tyder dock på att vid växelspanningsnivån 5 V<sub>AC</sub>, så ger denna nivå normalt ett marginellt extra korrosionstillskott.

En orsak till att inte ens 5 V<sub>AC</sub> är en "säker nivå" beror troligen på att en katodiskt skyddad stålyta som utsätts för växelspanning inte uppför sig som en homogen yta. Det är troligen snarare så att ytan har "fläckvis" med katodisk skyddsbeläggning (kalk) medan det på andra delar av ytan är elektrolytisk direktkontakt med stålet. I dessa begränsade delar av ytan blir det därför lokalt mycket höga växel-strömstätheter som ger djupa gropavfrätningar.

En stor mängd mätdata har samlats in under de olika provperioderna och med hjälp av dessa har ett flertal analyser för OFF-potentialen och jämförelser mellan de olika elektriska parametrarna och korrosionsangreppen genomförts.

Det kan konstateras att OFF-potentialen för en växelspanningsbelastad stålyta även har en överlagrad växelspanningskurva. Huruvida denna växlande potentialkurva är sinusformad eller har en annan form har ännu inte gått att verifiera. Uppmätningen av de olika elektriska parametrarna har också bidragit till utvecklingen av en beräkning för att fastställa OFF-potentialen ( $E_B$ ) enligt en "batterimodell". Vidare har det påbörjats utveckling av en elektrisk modell för de olika kemiska förloppen som sker vid växelströmskorrosion.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>GENOMFÖRDA MÄTNINGAR .....</b>	<b>2</b>
2.1	MOMENTANA MÄTNINGAR .....	3
2.2	LOGGNING.....	4
2.3	OSCILLOSKOPSMÄTNINGAR.....	5
2.4	FASVINKELMÄTNING.....	5
2.5	MOTÅTGÄRDER.....	6
<b>3</b>	<b>ANALYS AV PROVKUPONGER.....</b>	<b>6</b>
3.1	UTSEENDE FÖRE BETNING .....	6
3.2	UTSEENDE EFTER BETNING.....	7
3.3	KORROSIONSHASTIGHET .....	8
<b>4</b>	<b>UTVÄRDERING AV MOMENTANMÄTNINGAR.....</b>	<b>10</b>
4.1	LOGGNING.....	11
4.2	REFERENSKUPONGER .....	11
<b>5</b>	<b>UTVÄRDERING AV OSCILLOSKOPSMÄTNINGARNA .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>MODELLER - TEORIER.....</b>	<b>15</b>
6.1	MASSFÖRLUST KONTRA AH VÄXELSTRÖM.....	15
6.2	BATTERIMODELL.....	18
<b>7</b>	<b>JÄMFÖRELSE AV RESULTATEN FRÅN 5, 10 OCH 30 V<sub>AC</sub>.....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>FRAMKOMNA FRÅGESTÄLLNINGAR.....</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>25</b>

## Bilagor

Bilaga 1: Sammanställning av medelvärden från ”Månadsmätningarna”

Bilaga 2: Redovisning av de 16 st ”Månadsmätningarna” vid 5 V<sub>AC</sub>

Bilaga 3: Diagram över ”Månadsmätningarna” vid 5 V<sub>AC</sub>

Bilaga 4.1: Diagram över Oscilloskopmätningar (OFF-potentialen)

Bilaga 4.2: Diagram över Oscilloskopmätningar (Fasvinkel mellan U<sub>AC</sub> / I<sub>AC</sub>)

Bilaga 5: Foton på provkupongerna

Bilaga 6: Jämförelse mellan tidigare utförda mätningar 5, 10 och 30 V<sub>AC</sub>

Bilaga 7: Anläggningens utformning, elscheman och mätförstärkare

## 1 Inledning

Växelströmspåverkan är ett problem för katodiskt skyddade rörledningar i mark. Växelspänningsnivån gör att det katodiska skyddet minskar eller helt mister sin skyddande effekt. Växelströmspåverkan på rörledningar ger därför upphov till växelströmskorrosion, trots att de är katodiskt skyddade.

Mätningar och undersökningar av växelströmskorrosion på katodiskt skyddade rörledningar har pågått i flera års tid. Pilotanläggningen ”Maxwell” i Åstorp har fungerat som teststation. Denna rapport visar resultatet av en tredje provserie provkupper belastade med 5 V<sub>AC</sub>. Tidigare har provserier med 10 V<sub>AC</sub> och 30 V<sub>AC</sub> utförts (Se slutrapport: Växelströmskorrosion på jordförlagda naturgasledningar 12 jan 1999 samt slutrapport: Växelströmspåverkan på naturgasledningar 27 dec 1999). Resultat från samtliga tre provserier jämförs också i denna rapport. Rapporten innehåller också en modellförklaring av växelströmskorrosion som benämns batterimodellen.

Det har i denna provserie varit installerat 28 st provkupper som varit exponerade under 1,30 år. Hälften av provkupongerna har varit installerade i högresistiv miljö (sand) och hälften i lågresistiv (lera). Provkupongernas blottlagda area har varit olika, 4,9, 3,1; 1,1 respektive 0,5 cm<sup>2</sup>. Referenskuponger med olika elektriska förutsättningar fanns också med i denna provomgång. Vissa kuponger hade ingen elektrisk belastning, vare sig lik- eller växelström, vissa hade endast likström och andra endast växelström. Dessa ”Referenskuponger” syftade till att kartlägga hur korrosionshastigheten varierar under olika elektriska betingelser.

### 1.2 Syfte

Syftet med denna provserie var att om möjligt ge underlag för fastställande av en nivå på växelspänningen, som kan accepteras på katodiskt skyddade naturgasledningar.

### 1.3 Experimentell uppställning

Hur provkupongerna varit inkopplade under provperioden framgår av bilaga 7. Elektriska mätningarna har varje månad genomförts i de två kopplingslådorna försedda med provuttag. Spänningarna har mätts mot en Cu/Cu SO<sub>4</sub> -referens som har placerats i ”provbrunnarna”.

## 2 Genomförda mätningar

På provkupongerna har det under exponeringsperioden dels utförts momentana mätningar av ett flertal elektriska parametrar t ex E<sub>OFF</sub>, E<sub>ON</sub>, I<sub>AC</sub>, R, etc., dels mätningar med oscilloskop för att finna den verkliga OFF-potentialen på stålytan. Efter exponeringen har korrosionsangreppens storlek och utseende utvärderats. För att studera hur korrosionen påverkas av elektriska förutsättningar så har även fritt exponerade, endast katodiskt skyddade och endast växelspänningsexponerade provkupper installerats som referensprov placerade i samma markmiljö (sand/lera).

## 2.1 Momentana mätningar

De momentana mätningarna har genomförts ca 1 gång per månad. Resultaten presenteras i sin helhet i bilaga 2. Vid varje mättillfälle har följande parametrar mätts; växelspanning, ON- och OFF-potential, skyddsström, växelström och övergångsmotstånd mellan provkupong och jord. I tabell 1 redovisas medelvärdet under provperioden för de olika parametrarna för respektive kupong.

För att säkerställa tillförlitligheten på de olika elektriska parametrarna som mätts upp under de momentana ”Månadsmätningarna” så har mätmetoderna delvis kompletterats/verifierats och delvis förändrats jämfört med de två tidigare provperioderna på 10 och 30 V<sub>AC</sub>.

Likströmmar och växelströmmar till respektive provkupong mäts nu med ett mätinstrument som har ett lågt inre shuntmotstånd för små strömmar, samt att det alltid är inkopplat på samma mätområde (mA för I<sub>AC</sub> och  $\mu$ A för I<sub>DC</sub>) för uppmätning av samma storhet under hela provperioden. Detta för att se till så att de elektriska förhållandena är så lika som möjligt.

Mätningen av övergångsmotståndet till jord har också förändrats så att det nu mäts mot ett fast jordtag som har kablat fram till kopplingslådorna med provuttagen, för att förenkla mätningen. Se även elschema TS 31 817 bilaga 7.

Genom jämförande mätning mot tidigare metod har det konstaterats att det inte blir någon avvikelse.

Vidare så sker det en beräkning av växelströmmens storlek med utgångspunkt från det uppmätta övergångsmotståndet och växelspanningsnivån vilken sedan jämförs med det faktiskt uppmätta växelströmsvärdet som en kontroll på rimligheten. Härigenom kan ett eventuellt felaktigt mätvärde på övergångsmotståndet eller växelströmmen snabbt upptäckas vid mättillfället och direkt korrigeras. De som efter kontroll trots allt hade en mindre avvikelse visade sig vara de som hade en fasförskjutning efter uppmätningen av fasvinkeln mellan växelspanningen och strömmen.

Vidare jämförs summan av alla de uppmätta utmatade likströmmarna och växelströmmarna med den faktiskt uppmätta summa strömmen vid likriktaren och växelspanningsutmatningen.

Likströmmen respektive OFF-potentialen för provkupongerna har också jämförts mellan ”Månadsmätningarna” men här har det varit svårare att dra några slutsatser om mätvärdet har förändrat sig markant. Vid några tillfällen, på våren och sommaren framkom det värden på OFF-potentialen som verkade orimliga vid en första betraktelse vid mättillfället. Men dessa värden visade sig vid senare beräkningar enligt den föreslagna ”Batterimodellen” vara helt normala med tanke på de elektriska förutsättningarna som då rådde.

Med ”Batterimodellen” är det nu möjligt att utifrån mätvärden på strömmarna (I<sub>AC</sub> och I<sub>DC</sub>) samt ON-potentialen (E<sub>ON</sub>) och växelspanningen (U<sub>AC</sub>) beräkna OFF-potentialen (E<sub>B</sub>).

Tabell 1. Sammanställning av medelvärdet för de momentana mätningarna vid 5 V<sub>AC</sub>.

Prov Nr	DC / AC	Exp Yta (cm <sup>2</sup> )	Jord-art	Exp tid (År)	E <sub>ON</sub> (V)	E <sub>OFF</sub> (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	J <sub>DC</sub> (A/m <sup>2</sup> )	J <sub>AC</sub> (A/m <sup>2</sup> )	J <sub>AC</sub> / J <sub>DC</sub> (A/m <sup>2</sup> )/(A/m <sup>2</sup> )	R (kohm)
333	DC & AC	0,5	sand	1,3	-1,34	-1,08	5,11	2,95	0,13	0,06	2,52	71,71	63,57
331	DC & AC	0,5	sand	1,3	-1,33	-1,08	5,13	2,43	0,06	0,05	1,14	23,79	90,42
332	DC & AC	0,5	lera	1,3	-1,34	-1,09	5,11	13,90	0,56	0,28	11,30	32,47	24,96
334	DC & AC	0,5	lera	1,3	-1,33	-1,13	5,13	2,37	0,10	0,05	2,02	43,62	40,75
342	DC & AC	1,1	sand	1,3	-1,34	-1,11	5,11	5,59	0,21	0,05	1,89	37,53	37,55
336	DC & AC	1,1	sand	1,3	-1,33	-1,01	5,13	15,17	0,32	0,14	2,93	28,91	19,32
348	DC & AC	1,1	lera	1,3	-1,34	-1,12	5,11	20,85	1,01	0,19	9,19	44,17	13,99
340	DC & AC	1,1	lera	1,3	-1,33	-1,16	5,13	61,63	2,53	0,56	23,01	45,79	2,21
328	DC & AC	3,1	sand	1,3	-1,34	-1,14	5,12	17,18	0,56	0,06	1,80	36,77	8,98
326	DC & AC	3,1	sand	1,3	-1,33	-1,07	5,13	27,71	0,69	0,09	2,21	28,42	8,33
330	DC & AC	3,1	lera	1,3	-1,34	-1,12	5,11	32,37	1,31	0,10	4,23	35,94	4,45
327	DC & AC	3,1	lera	1,3	-1,33	-1,11	5,13	10,78	0,37	0,03	1,18	33,23	10,48
324	DC & AC	4,9	sand	1,3	-1,34	-1,14	5,11	30,03	0,88	0,06	1,80	33,47	5,67
323	DC & AC	4,9	sand	1,3	-1,33	-1,03	5,13	44,89	0,91	0,09	1,85	23,95	6,15
325	DC & AC	4,9	lera	1,3	-1,34	-1,14	5,11	109,34	4,08	0,22	8,33	35,81	1,40
322	DC & AC	4,9	lera	1,3	-1,33	-1,16	5,13	105,24	4,29	0,21	8,76	48,63	1,25
345	Fritt exp	1,1	sand	1,3	-0,82	-	-	-	-	-	-	-	6,95
335	Fritt exp	1,1	sand	1,3	-0,80	-	-	-	-	-	-	-	7,51
346	Fritt exp	1,1	lera	1,3	-0,81	-	-	-	-	-	-	-	1,51
339	Fritt exp	1,1	lera	1,3	-0,81	-	-	-	-	-	-	-	1,15
349	DC via Mg	1,1	sand	1,3	-1,36	-1,13	-	6,31	-	0,06	-	-	31,69
329	DC via Mg	1,1	sand	1,3	-1,35	-1,11	-	7,05	-	0,06	-	-	32,11
344	DC via Mg	1,1	lera	1,3	-1,36	-1,15	-	10,24	-	0,09	-	-	5,09
338	DC via Mg	1,1	lera	1,3	-1,35	-1,15	-	9,16	-	0,08	-	-	6,60
347	AC	1,1	sand	1,3	-0,80	-	5,10	-	0,95	-	8,66	-	5,34
337	AC	1,1	sand	1,3	-0,81	-	5,13	-	0,83	-	7,53	-	6,79
343	AC	1,1	lera	1,3	-0,81	-	5,10	-	4,31	-	39,20	-	1,17
341	AC	1,1	lera	1,3	-0,81	-	5,13	-	4,37	-	39,69	-	1,19

## 2.2

### Loggning

Vid tidigare försöksnivåer (30 V<sub>AC</sub> och 10 V<sub>AC</sub>) har det konstaterats att bland annat övergångsmotståndet från provkupongerna till marken (moderjord) varierat mycket från en "Månadsmätning" till en annan.

För att verifiera dessa förändringar över tiden har provanläggningen utrustats med möjlighet att registrera I<sub>AC</sub> och I<sub>DC</sub> för totalt 8 st provkuponger. Se även bilaga 7. Ett shuntmotstånd på 1 Ω har under loggningarna lagts in i serie med anslutningskabeln till provkupongerna. Detta ger en ytterst liten påverkan på de elektriska förhållandena för provkupongen. Spänningsfallet över shunten  $d v s$  måttet på strömmen har sedan förstärkts med lokala förstärkare (1000 ggr) för att därefter kunna anslutas till loggningsutrustningen.

Tack vare de rimliga spänningsnivåerna efter förstärkningen har det därför varit möjligt att använda en standard dataloggningsutrustning från Weilekes vilken loggats med en intervall på 60 sek under några månader.

Loggningarna har visat att förändringarna över tiden är mycket långsamma, med tidskonstanter på några veckor upp till flera veckor. Detta åtminstone för de i detta fall provade 5 V<sub>AC</sub> nivån och för de provkuponger som här har registrerats vid ett antal olika tidpunkter över olika årstider.

De årstidsperioder som har snabbast förändringstakt på de olika elektriska parametrarna är övergången vår/sommar och sommar/höst. Detta hänger sannolikt samman med den kraftiga förändringen av fukthalten/grundvattennivån i marken vid dessa perioder.

En annan tänkbar förklaring som är mest sannolik vid de högre växelspänningsnivåerna är en eventuell utveckling av gas i de skadade ytorna. Denna kan då bidra till att isolera, (öka motståndet) till marken och föra in det uppmärksammade fenomenet med en ”skikt-kondensator” över skadan.

### 2.3 Oscilloskopsmätningar

I syfte att finna stålytans verkliga skyddspotential (OFF-potential) då ytan är starkt påverkad av växelström har potentialmätningar utförts med ett minnesoscilloskop. Oscilloskopet är av typ Hioki 9232.

Mätningarna har utförts på samtliga provkuponger. Både växelströmmen och skyddsströmmen har brutits momentant i precis samma tidpunkt. I brytningsögonblicket avläses stålytans potential mot en referenselektrod (Cu/CuSO<sub>4</sub>), som var placerad i respektive provkupongs mätbrunn. Denna potential avsattes mot var på sinuskurvan brytningen skedde, se diagrammen i bilaga 4.1.

För att förenkla uppmätningen av OFF-potentialen med oscilloskop så har det utvecklats och tillverkats ett switchsynkroniseringsdon som triggas av ”nollgenomgången” på matningsspänningen (230 V<sub>AC</sub>, 50 Hz). Denna kan sedan ställas in med en tumhjulsomkopplare att bryta 0 till 9 mS, efter ”nollgenomgången”. Genom detta förfarande förenklas upptagningen av oscilloskopsmätningarna radikalt och det är 50 % chans att det blir på den positiva eller negativa delen av kurvan. Vidare så går det att enkelt repetera ett visst brytögonblick.

### 2.4 Fasvinkelmätning

Flera tyska rapporter beskriver en naturgasledningsskada sett ur växelspänningssynpunkt med en elektrisk modell bestående av en ”skikt-kondensator” med ett parallell- och ett seriemotstånd.

För att bestämma fasförskjutningen så har kurvformen och fasvinkeln för växelströmmen och växelspänningen till respektive provkupong registrerats, se bilaga 4.2.

Som framgår av diagrammen så är det i stort sett endast på de mindre blottlagda areorna som det uppvisas en mindre fasvinkel mellan ström och spänning. Denna är i storleksordningen 0,5 – 2 ms, d v s 9°C – 26°C och motsvarar en kondensator på några tiondels µF över ”batteriet” i Batterimodellen enligt beskrivningen i kapitel 6.

Mätningen utfördes genom att i serie med kabeln till respektive provkupong tillfälligtvis ansluta ett shuntmotstånd på 500 Ω. Att ett så pass stort shuntmotstånd



användes beror på att de likströmmar som går till respektive provkupong är extremt små (några  $\mu\text{A}$ ) och att även spänningsfallet för dessa små likströmmar önskades uppmätta på oscilloskopet samtidigt med växelströmmen. Detta var också ett led i att verifiera "Batterimodellen".

Seriemotståndet  $d$  v s övergångsmotståndet till marken (moderjord) är för de flesta provkuponger över 10-talet  $k\ \Omega$ , och likströmsmotståndet över "batteriet" är ofta ännu större. Detta medför därför att tillskottet av shuntmotståndet på  $500\ \Omega$  ger en mycket liten påverkan under oscilloskopsmätningen för ON-potentialen ( $0,08\ V_{DC}$  i sämsta fallet) och en viss påverkan för växelspännings nivån över provkupongen ( $0,8\ V_{AC}$  i sämsta fallet).

## 2.5

### Motåtgärder

För att minska växelströmskorrosionen på grund av naturgasledningars växelströmsbelastning, kan olika typer av motåtgärder vidtagas.

Den vanligaste motåtgärden är att med olika typer av passiva komponenter jorda den katodiskt skyddade naturgasledningen för att på så sätt "dränera" bort växelströmmen på ett kontrollerat sätt och därmed få ner växelspänningsnivån till en "ofarlig" nivå.

Inledande försök med "dränering" av växelström via i huvudsak kraftdioder till nyanlagda Zn-jordtag har inletts på en naturgasledning norr om Malmö under våren 2002. Även prov med "dränering" via kondensatorer har i begränsad omfattning utförts. Kondensatorer har dock en tydlig nackdel med den starkt begränsade överspänningståligheten som därför kräver olika former av överspänningsskydd, varför dessa försök i dagsläget inte har fortsatt.

Teoretiskt går det även att "lägga på" en växelspanning som är i  $180^\circ$  motfas till den växelspanning som naturgasledningen är påverkad av.

Vid praktiska försök i Fjellie utanför Malmö har detta visat sig ge en växelspanningssänkning på naturgasledningen med relativt enkla medel.

En fasvinkelstyrd transformator producerade en växelspanning i  $180^\circ$  motfas till den befintliga växelspanningen som fanns på naturgasledningen på grund av induktion. Denna motfaspänning anslöts till naturgasledningen via kablar och anodbädd som "lånats" från en av de två likriktarna som förser denna ca 40 km långa naturgasledningssektion med katodiskt skydd. Naturgasledningen här är starkt växelströmspåverkad från en 400 kV kraftledning i närheten. Det kan konstateras att växelspanningsnivån sänks åtminstone i närområdena (några km) kring anslutningspunkten.

## 3

### Analys av provkuponger

#### 3.1

#### Utseende före betning

Samtliga provkuponger hade jordprodukter som satt fast på den blottlagda stålytan. De kuponger som var placerade i sand hade mer fastetsade jordprodukter på ytan, jämfört med dem som låg i lera. I tabell 2 är respektive kupongs utseende sammanfattad.

Tabell 2. Sammanställning över provkupongernas  
(5  $V_{AC}$ ) utseende före betning.

Kupong	DC / AC	Yta	Jordart	Utseende före betning
333	DC & AC	0,5	sand	Tunt jämnt lager korr produkter.
331	DC & AC	0,5	sand	Inga korr produkter. Halva jämn korrosion.
332	DC & AC	0,5	lera	Tjockt lager korr produkter över hela ytan.
334	DC & AC	0,5	lera	Tunt jämnt lager korr produkter.
342	DC & AC	1,1	sand	Tunt lager korr produkter.
336	DC & AC	1,1	sand	Tunt lager korr produktr över hela ytan. Anar gropfrätning.
348	DC & AC	1,1	lera	Tjockt lager korr produkter hela ytan.
340	DC & AC	1,1	lera	Halva kupongen tjockt korr produkter. Halva tunt.
328	DC & AC	3,1	sand	Inga kvarvarande korr produkter. Gropfrätning - smågropar.
326	DC & AC	3,1	sand	Halva ytan på kupongen tunt lager fastetsade produkter, halva ytan "ren".
330	DC & AC	3,1	lera	Mycket tjockt lager korr produkter, skrovlig yta - verkar porös men är hård.
327	DC & AC	3,1	lera	Tjockt ojämnt lager fastetsade korr produkter över hela ytan.
324	DC & AC	4,9	sand	Nästan inga fastetsade produkter. Utseende med små gropar på kupongen.
323	DC & AC	4,9	sand	Tunt lager med fastetsade produkter över hela ytan. Endast vissa fria ytor.
325	DC & AC	4,9	lera	Mycket tjockt lager med fastetsade produkter på halva kupongen, andra halvan tjockt lager.
322	DC & AC	4,9	lera	Tjockt lager med fastetsade produkter över hela ytan. Endast vissa fria ytor.
345	Fritt exp	1,1	sand	Jämn yta större grop i ena kanten. Inga korr produkter.
335	Fritt exp	1,1	sand	Brunröda korr produkter tjockt över hela ytan.
346	Fritt exp	1,1	lera	Jämn avfränt yta. Inga korr produkter.
339	Fritt exp	1,1	lera	Jämnt yta. Några små gropar. Inga korr produkter.
349	DC via Likr	1,1	sand	Inga korr produkter. Mindre gropar på ytan.
329	DC via Likr	1,1	sand	Större grop (25% av ytan) i mitten. I övrigt tunt lager korr produkter.
344	DC via Likr	1,1	lera	Mycket tjockt lager korr produkter över hela ytan. En del svart korr produkter.
338	DC via Likr	1,1	lera	Tjockt lager korr produkter. Hårt ojämnt.
347	AC	1,1	sand	Jämn avfränt yta. Inga korr produkter.
337	AC	1,1	sand	Tunn ytkorrosion. Inga korr produkter.
343	AC	1,1	lera	Tunt lager korr produkter. Jämn yta.
341	AC	1,1	lera	Jämn yta. Inga korr produkter.

### 3.2

#### Utseende efter betning

Efter betning av provkupongerna kontrolleras den exponerade ytan i mikroskop, dels för att bestämma den maximala korrosionshastigheten, dels för att bestämma typen av korrosion. Utseendet på den blottlagda ytan på respektive kupong sammanfattas i tabell 3.

Tabell 3. Sammanställning över provkupongernas  
(5  $V_{AC}$ ) utseende efter betning.

Kupong	DC / AC	Yta	Jordart	Utseende efter betning
333	DC & AC	0,5	sand	Endast nyansskillnad i plåten på stålytan.
331	DC & AC	0,5	sand	Gropfrätning främst på ena halvan. Groparna jämnt spridda över ytan.
332	DC & AC	0,5	lera	Jämn korrosion över ytan.
334	DC & AC	0,5	lera	Jämn korrosion i nedre halvan.
342	DC & AC	1,1	sand	Ytan knappt urskiljbar. Någon större grop mitt i ytan.
336	DC & AC	1,1	sand	Ytan knappt urskiljbar.
348	DC & AC	1,1	lera	Ytan knappt urskiljbar. Några mindre punktangrepp.
340	DC & AC	1,1	lera	Ytan knappt urskiljbar. Mattare på ena halvan.
328	DC & AC	3,1	sand	Ytan knappt urskiljbar.
326	DC & AC	3,1	sand	Ytan knappt urskiljbar.
330	DC & AC	3,1	lera	Ytan knappt urskiljbar.
327	DC & AC	3,1	lera	Ytan knappt urskiljbar.
324	DC & AC	4,9	sand	Mycket svagt blåstrad yta, ett litet angrepp utanför stålyta. Inga gropar.
323	DC & AC	4,9	sand	Mycket svagt blåstrad yta.
325	DC & AC	4,9	lera	Svagt blåstrad yta. Vissa nyansskillnader i ytan (troligen olika djup). Mattare.
322	DC & AC	4,9	lera	Svagt blåstrad yta. Mer blåstrad ena halvan.
345	Fritt exp	1,1	sand	Ytan matt. Små gropar på ena halvan.
335	Fritt exp	1,1	sand	Jämnt blåstrad yta.
346	Fritt exp	1,1	lera	Mycket svagt blåstrad yta.
339	Fritt exp	1,1	lera	Mycket svagt blåstrad yta.
349	DC via Likr	1,1	sand	Ytan knappt urskiljbar. Några gropar nedtill.
329	DC via Likr	1,1	sand	Ytan knappt urskiljbar.
344	DC via Likr	1,1	lera	Ytan knappt urskiljbar.
338	DC via Likr	1,1	lera	Ytan knappt urskiljbar.
347	AC	1,1	sand	Svagt blåstrad yta.
337	AC	1,1	sand	Jämnt blåstrad yta.
343	AC	1,1	lera	Svagt blåstrad yta.
341	AC	1,1	lera	Svagt blåstrad yta.

Kupongernas utseende från foto visas i bilaga 5.

### 3.3 Korrosionshastighet

Korrosionshastigheten beräknades genom att kupongerna betades minst fem gånger och 20 sekunder per gång. Betlösningen bestod av 50 volym-% koncentrerad saltsyra, 50 volym-% destillerat vatten och 3,5 g hexametyltetraamin per liter lösning. Med hjälp av betningskurvan bestämdes den totala massförlusten på respektive kupong. För att betningskurvan ska vara acceptabel ska korrelationskoefficienten för betningskurvan överstiga 0,9 men helst 0,95.

Genom den totala massförlusten beräknades korrosionshastigheten i enheterna ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) och ( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{år}$ ) samt medelavfrätningen i enheten ( $\mu\text{m}/\text{år}$ ). Den maximala korrosionshastigheten mikrodjup ( $\mu\text{m}/\text{år}$ ) bestämdes genom att mäta det maximala

djupet på den exponerade ytan vid mikroskoperingen. Detta var mycket svårbedömt för denna provserie då den exponerade ytan var relativt lite avfränt. Exponeringstiden för provserien har varit 1,30 år (11 352 h). Resultaten är sammanställda i tabell 4 nedan. (– i tabellen betyder att någon unik grop ej upptäckts på ytan).

Tabell 4. Sammanställning av korrosionshastigheter för provserien med 5 V<sub>AC</sub>.

Kupong	DC / AC	Yta	Jordart	Korrosionshastighet				Utseende efter betning
				Medelavfrätning		Mikrodjup		
				(g/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>2</sup> *år)	(um/år)	(um/år)	
333	DC & AC	0,5	sand	109	84	11	-	Nyansskillnad
331	DC & AC	0,5	sand	264	202	26	51	Gropfrätning
332	DC & AC	0,5	lera	155	119	15	-	Jämn korrosion
334	DC & AC	0,5	lera	78	60	8	11	Jämn korrosion
342	DC & AC	1,1	sand	178	137	18	-	Nyansskillnad
336	DC & AC	1,1	sand	127	98	13	23	Nyansskillnad
348	DC & AC	1,1	lera	173	133	17	37	Nyansskillnad
340	DC & AC	1,1	lera	42	32	4	30	Nyansskillnad
328	DC & AC	3,1	sand	29	22	3	17	Nyansskillnad
326	DC & AC	3,1	sand	53	41	5	-	Nyansskillnad
330	DC & AC	3,1	lera	55	42	5	27	Nyansskillnad
327	DC & AC	3,1	lera	45	34	4	-	Nyansskillnad
324	DC & AC	4,9	sand	48	37	5	30	Svagt blåstrad
323	DC & AC	4,9	sand	57	50	6	38	Svagt blåstrad
325	DC & AC	4,9	lera	38	29	4	25	Svagt blåstrad
322	DC & AC	4,9	lera	37	29	4	24	Svagt blåstrad
345	Fritt exp	1,1	sand	60	46	6	46	Gropfrätning
335	Fritt exp	1,1	sand	231	177	23	68	Jämt blåstrad
346	Fritt exp	1,1	lera	131	101	13	-	Svagt blåstrad
339	Fritt exp	1,1	lera	147	113	15	33	Svagt blåstrad
349	DC via Likt	1,1	sand	204	157	20	32	Nyansskillnad
329	DC via Likt	1,1	sand	78	60	8	17	Nyansskillnad
344	DC via Likt	1,1	lera	58	45	6	37	Nyansskillnad
338	DC via Likt	1,1	lera	103	79	10	-	Nyansskillnad
347	AC	1,1	sand	146	112	14	48	Svagt blåstrad
337	AC	1,1	sand	151	116	15	-	Jämt blåstrad
343	AC	1,1	lera	153	118	15	-	Svagt blåstrad
341	AC	1,1	lera	170	131	17	-	Svagt blåstrad

En intressant iakttagelse är att medelavfrätningen är högre för de små provkupongerna jämfört med de stora. Däremot är förhållandet i stort det omvända då det gäller den maximala gropfrätningen (mikrodjup).

## 4

### Utvärdering av momentanmätningar

Vid uppstarten av växelspanningspåverkan har anläggningens provkuponger varit installerade i jorden någon/några dagar och en viss mindre korrosion kan ha påbörjats innan de först skyddas med den katodiska skyddsströmmen och sedan växelspanningsbelastas.

Detta är ju i och för sig precis så som en verklig förläggning av en naturgasledning tillgår, då det katodiska skyddet inte kopplas in förrän efter en tid, när rörförläggningen är avklarad.

Vid utvärderingen framgår ett tydligt samband mellan de momentant uppmätta  $E_{OFF}$ -potentialerna och den beräknade  $E_{OFF}$ -potentialen ( $E_B$ ) enligt "Batterimodellen". Se diagram 3 sidan 6 till 10. Detta tyder på att modellen är i stort överensstämmande med de elektriska förhållandena som råder i en skada.

Av diagrammen för  $E_{OFF}$  och  $E_B$  framgår det vidare att vid några tillfällen under exponeringsperioden var det dåligt katodiskt skydd för en del av provkupongerna bland annat nr 336 (1,1 S), nr 326 (3,1 S) och nr 323 (4,9 S). Detta beror på att  $R_{AC}$  ökar (pga ökat markövergångsmotstånd) till samma storleksordning som "urladdningsmotståndet"  $R_B$  över "batteriet" och att likströmmen då "spänningsdelas" mellan dessa två motstånd och det blir som en följd av detta (ökade  $R_{AC}$ ) mindre likspänningsfall över skadan. Denna skyddas därför sämre och det uppbyggda skyddsskiktet (som isolerar) på vissa delar av den blottlagda ytan bryts åter ner och växelströmmen ökar därmed något.

För dessa provkuponger medför det ju då även en mindre ökning i växelströmmen vid dessa tillfällen när  $E_{OFF}$  är mer positiv.

Växelströmsbelastningen för samtliga provkuponger som har katodiskt skydd och växelspanning över sig minskar radikalt sett över hela provperioden, även om en del har en stigande tendens under kortare delar av provperioden.

Detta framgår tydligast för de provkuponger som placerats i lera. En tolkning av detta är att det trots växelströmsbelastningen, med tiden lyckas bygga upp ett katodiskt skydd av kalk på de flesta av provkupongerna under denna period. Troligen är denna mekanism bäst efter en period med låg fukthalt i marken dvs under försommarperioden då markens övergångsmotstånd har ökat något och växelströmsbelastningen naturligt minskar på grund av detta. Det blir därför då lättare för det katodiska skyddet att bygga upp den skyddande (isolerande) beläggningen på stålytan.

Denna beläggning bryts därefter inte ner så kraftigt eftersom växelströmmen också minskar ytterligare pga tillkomsten av just denna ytbeläggning och även om markens övergångsmotstånd därefter åter minskar igen (fuktigare period, under hösten) så lyckas inte växelströmmen "växa" sig lika stor igen som den var innan denna period.

För provperioden med 10 V<sub>AC</sub> och 30 V<sub>AC</sub> kan man notera motsvarande fenomen, på de flesta av provkupongerna även om det inte är lika tydligt för 30 V<sub>AC</sub> nivån,

vilket ju är den högsta växelspanningsnivån och därmed den kraftigaste nerbrytningseffekten. För de provkuponger ( $1,1 \text{ cm}^2$ ) som endast har haft katodiskt skydd framgår det av diagrammen att de momentant avlästa OFF-potentialerna har varierat mellan ca  $-1,0$  till ca  $-1,3 V_{DC}$ .

Vid jämförande studie av diagrammet för den beräknade OFF-potentialen  $E_B$  så har dessa kurvor en mycket ”mjukare” och naturligare variation vilken ligger på en något negativare nivå ca  $-1,1$  till  $-1,4 V_{DC}$  dvs  $0,1 V_{DC}$  mer negativ.

Det är ju så att de momentant avlästa OFF-potentialerna är behäftade med en större variationsvidd p g a det slumpmässigt valda avläsningsögonblicket.

Tydligt är också att de provkuponger som placerats i lera har en mer negativ OFF-potential än de som placerats i sand (ca  $-0,1 V_{DC}$ ).

En annan notering är att för de provkuponger ( $1,1 \text{ cm}^2$ ) som endast haft växelspanningsbelastning så byggs det aldrig upp någon katodisk skyddsbeläggning på någon del av ytan. Därför förblir växelströmsbelastningen i det närmaste stabil (små ändring på grund av ändrat markövergångsmotstånd) över hela provperioden. Den skillnad på ca 4 till 1 som det är på grund av de olika markförhållandena från början mellan lera och sand upprätthålles i stort under hela provperioden. Hela den blottlagda ytan för dessa provkuponger är ”jämnt” skadad och det ser mer ut som om hela ytan vore blästrad, vilket tyder på att växelströmmen har fördelat sig ”jämnt” över den yta som varit i kontakt med marken. Det vanligaste fallet för de provkuponger som haft katodiskt skydd och växelströmspåverkan är annars gropfrätningar på en begränsad del av den blottlagda ytan. Det verkar som om dessa ofta får en skyddsbeläggning av kalk som byggs upp på vissa begränsade delar av den blottlagda ytan. Det blir också mer markant med dessa djupa punktgröpar, speciellt vid de högre växelspanningsnivåerna.

#### 4.1 Loggning

Den övervägande delen av loggningsdiagrammen som tagits upp över växelströmmarna, visar på mycket små förändringar över tiden. På grund av detta har det inte varit möjligt att dra någon annan slutsats än att det ej sker några hastiga förändringar av de parametrarna som styr växelströmmen, förutsatt att växelspanningsnivån är oförändrad.

Den parameter som har en långsam förändring över tiden är fukthalten i marken och denna påverkar markresistiviteten och därmed växelströmmens storlek. Uppbyggnaden av en katodisk skyddsbeläggning för en växelspanningsbelastad stålyta är även den en långsam process över tiden, som endast på längre sikt bidrar till att minska växelströmmen.

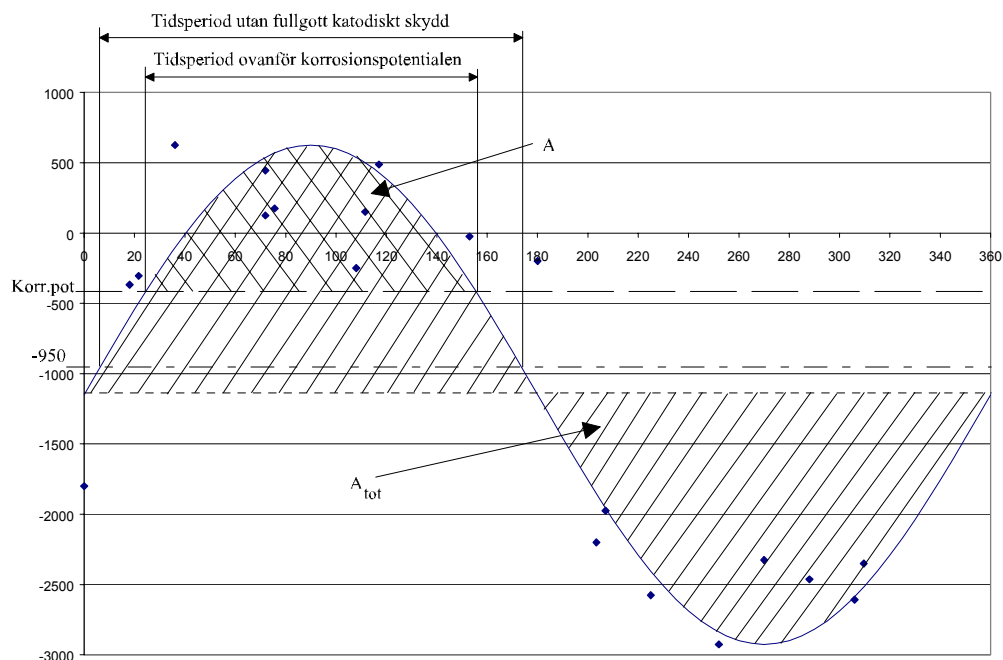
#### 4.2 Referenskuponger

Vid utvärderingen av de ”referensprov” som vi valde att utöka denna provserie med så har de provkuponger som endast haft katodiskt skydd en förhållandevis stor korrosion på denna korta exponeringsperiod. En förklaring till detta är möjligen att det initialt sker en stor avfrätning som sedan avtar med tiden då ytan blir mer katodiskt skyddad. Om provperioden hade varit flera år hade denna effekt troligen inte varit lika tydlig.

Den intressantaste iakttagelsen är för de provkuponger som endast varit exponerade för växelspanning, här uppvisar ytan en mycket jämn avfrätning på hela den blottlagda ytan. Det är närmast att likna vid en blåstring av hela ytan.

## 5 Utvärdering av oscilloskopsmätningarna

För att mäta den verkliga skyddspotentialen på stålytan utnyttjades ett minnesoscilloskop. Växelströmmen och likströmmen bröts momentant vid precis samma tidpunkt. Potentialen avlästes precis i samt 3 ms efter brytningsögonblicket. Denna potential avsattes mot var på växelströmmens sinuskurva brytningen skedde. I figur 1 nedan visas en approximerad sinuskurva, baserad på potentialen precis i brytningsögonblicket, för en utav provkupongerna. Punkterna i figuren utgör potentialen precis i brytningsögonblicket och till dessa har en sinuskurva anpassats. Med tanke på punkternas placering är det inte säkert att det verkligen är en sinuskurva utan snarare en mix mellan fyrkant- och sinuskurva.



Figur 1. Anpassad sinuskurva till uppmätta potentialer precis i brytningsögonblicket för en provkupong.

Den erhållna potentialen i brytningsögonblicket låg i en del fall utanför skalan på kromatogrammen. I dessa fall har värdet extrapolerats fram grafiskt. Extrapoleringen gjordes inte vid den första utvärderingen av provserien på 30 V<sub>AC</sub>. För att göra det möjligt att jämföra alla de tre provserierna på 5, 10 och 30 V<sub>AC</sub> genomfördes även extrapoleringen på 30 V<sub>AC</sub> serien och sinuskurvorna ritades därefter om.

Som kan observeras på de olika oscilloskopsdiagrammen i bilaga 4.1 så är den kvarstående växelspanningens toppvärde ( $U_{p-p}$ ) för  $E_{OFF}$  betydligt högre på de provkuponger som också har en mindre färförskjutning mellan växelströmmen och växelspanningen.

Det är också tydligt att de provkuponger som placerats i lera har ett högre kvarstående växelspänningstoppvärde än de som varit placerade i sand. Den troligaste förklaringen till detta är fenomenet med en parallell kondensator över skadan ("Batteriet") vilken fungerar som en extra reservoar för potentialen orsakad av växelspänningsnivån i brytningsögonblicket.

Att det även är högre för de provkuponger som är i lera än för de i sand är förmodligen för att den påbyggda "lerkakan" fungerar bättre som en kondensatorplatta än vad motsvarande i sand gör. Detta är ju också rent fysiskt ganska lätt att förstå.

I tabell 5 nedan redovisas OFF-potentialen från oscilloskopsmätningarna och korrosionshastigheten för de tre provserierna. Värdena baseras på medelvärde för de två provkupongerna som är placerade i samma typ av jordart.

Tabell 5. Sammanställning över oscilloskopsmätningarna och korrosionshastigheten

Exp yta (cm <sup>2</sup> )	Jord art	30 Vac				
		E <sub>off</sub> (Oscilloscop)			Korrosionshastighet	
		min (V)	medel (V)	max (V)	medelavfrätning (um/år)	mikrodjup (um/år)
0,5	Sand	-7,7	-2,2	3,2	9	57
1,1	Sand	-5,4	-1,8	1,6	39	80
3,1	Sand	-3,2	-1,3	0,7	12	157
4,9	Sand	-3,6	-1,3	1,2	10	65
0,5	Lera	-5,7	-1,2	3,2	105 <sup>1)</sup>	63
1,1	Lera	-5,4	-1,7	2	51	70
3,1	Lera	-4	-1,6	0,9	34	168
4,9	Lera	-3,5	-1,3	0,8	20	149

<sup>1)</sup> Missvisande värde p g a korrosion under polyetenen

Exp yta (cm <sup>2</sup> )	Jord art	10 Vac				
		E <sub>off</sub> (Oscilloscop)			Korrosionshastighet	
		min (V)	medel (V)	max (V)	medelavfrätning (um/år)	mikrodjup (um/år)
0,5	Sand	-3,9	-1,4	1	28 <sup>1)</sup>	29
1,1	Sand	-4	-1,5	0,9	10	24
3,1	Sand	-3,4	-1,3	0,75	6	27
4,9	Sand	-4	-1,5	1	6	50
0,5	Lera	-3,9	-1,5	0,8	18	29
1,1	Lera	-3,8	-1,6	0,5	18	22
3,1	Lera	-3,4	-1,4	0,65	10	46
4,9	Lera	-4,5	-1,65	1,2	7	35

<sup>1)</sup> Missvisande värde p g a korrosion under polyetenen

Exp yta (cm <sup>2</sup> )	Jord art	5 Vac				
		E <sub>off</sub> (Oscilloscop)			Korrosionshastighet	
		min (V)	medel (V)	max (V)	medelavfrätning (um/år)	mikrodjup (um/år)
0,5	Sand	-2,9	-0,9	0,4	18	31*
1,1	Sand	-3,7	-1,4	0,7	11	13*
3,1	Sand	-3,6	-1,4	0,5	15	20*
4,9	Sand	-3,6	-1,5	0,7	11	34
0,5	Lera	-2,9	-1,4	0,1	4	11*
1,1	Lera	-4,0	-1,6	0,0	5	16*
3,1	Lera	-3,0	-1,4	-0,5	5	34
4,9	Lera	-2,7	-1,2	0,0	4	25

\* Där mikrodjup ej var möjligt att bestämma p g a ytans jämna utseende har medelavfrätning använts som mikrodjup



Som syns i tabellen är den maximala potentialen mycket positiv. Minimumvärdet på potentialen är väldigt negativ och i de flesta fall skulle den bedömas som orimligt negativ om det inte vore för de stora växelspanningssvängningarna. En anledning till detta kan också vara att det är för tidigt att avläsa momentanvärdet på potentialen precis i brytningsögonblicket då laddningsvärdet ännu inte fullt ut eliminerats för växelströmsdelen.

Det sker en massförlust av stålet i det område då skyddspotentialen är mer positiv än korrosionspotentialen, vilket motsvarar område A (den rutiga delen) i figur 1. För att få fram hur stor massa som lämnar stålet under denna period har följande gjorts:

- Resistansen i kretsen bedöms vara samma både före och efter brytningen av strömmen. Resistansen,  $R'$ , beräknas enligt  $R' = U_{AC} / I_{AC}$ .
- Potentialens toppvärde,  $\hat{E}$ , i det aktuella området A beräknas med kurvans amplitud och korrosionspotential  $\hat{E} = E_{max} - E_{korr}$ .
- Potentialens effektivvärde beräknas enligt  $E_{eff} = \hat{E} / \sqrt{2}$
- Den ström som lämnar stålytan under den period som motsvarar område A beräknas enligt  $I_{eff} = E_{eff} / (R' * 2)$ .  
Strömmen måste divideras med 2 eftersom strömutläckningen endast sker under den positiva halvperioden.
- Laddningen, Q, beräknas enligt  $Q = \int \hat{I} * \sin(t) dt$ .
- Massförlusten beräknas med Faradays lag,  $m = (M * Q) / (v * F)$ .

Resistansen,  $R'$ , varierar under exponeringstiden. Eftersom vi inte känner  $R'$  i varje punkt, beräknas ett  $R'$  vid varje momentanmätning och antas vara konstant fram till nästa momentana mätning (ca 1 månad). För varje  $R'$  beräknas ett effektivvärde för strömmen enligt ovan. Dessa strömmar multipliceras med den tidsandel av exponeringstiden som de varit aktuella. Summan av dessa strömmar ger den totala strömmen under exponeringstiden.

För att utvärdera ovanstående teori om att beräkna korrosionshastigheten (total massförlust), med hjälp av beräknad strömutläckning från stålytan och Faradays lag, utfördes beräkningarna för 10 V<sub>AC</sub> och 5 V<sub>AC</sub> serien. Beräkningarna är baserade på en approximation till sinuskurvorna från brytningsögonblicket (0ms). Jämförelse med den totala massförlusten är baserad på betningskurvorna och redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Total massförlust för provkupongerna (10 V<sub>AC</sub> och 5 V<sub>AC</sub>) baserad på både Faradays lag och betningskurvorna.

Kupong nr	Total massförlust [g] (10V <sub>AC</sub> )		Kupong nr	Total massförlust [g] (5 V <sub>AC</sub> )	
	Faradays lag	Betning		Faradays lag	Betning
303	0,023	0,019	333	0,006	0,012
305	0,023	0,020	331	0,005	0,029
302	0,035	0,013	332	0,013	0,017
304	0,024	0,011	334	0,010	0,009
299	0,039	0,016	342	0,011	0,020
301	0,015	0,015	336	0,031	0,014
298	0,039	0,026	348	0,025	0,019
300	0,041	0,030	340	0,342	0,005
295	0,085	0,023	328	0,067	0,009
297	0,036	0,027	326	0,037	0,017
294	0,254	0,027	330	0,068	0,017
296	0,240	0,056	327	0,008	0,014
291	0,053	0,026	324	0,030	0,023
293	0,209	0,054	323	0,025	0,028
290	0,010	0,054	325	0,103	0,019
292	0,038	0,044	322	0,486	0,018

**Obs!!! Nr 340, 325 och 322 har väldigt positiva maxvärden vilket orsakar de kraftigt avvikande värdena.**

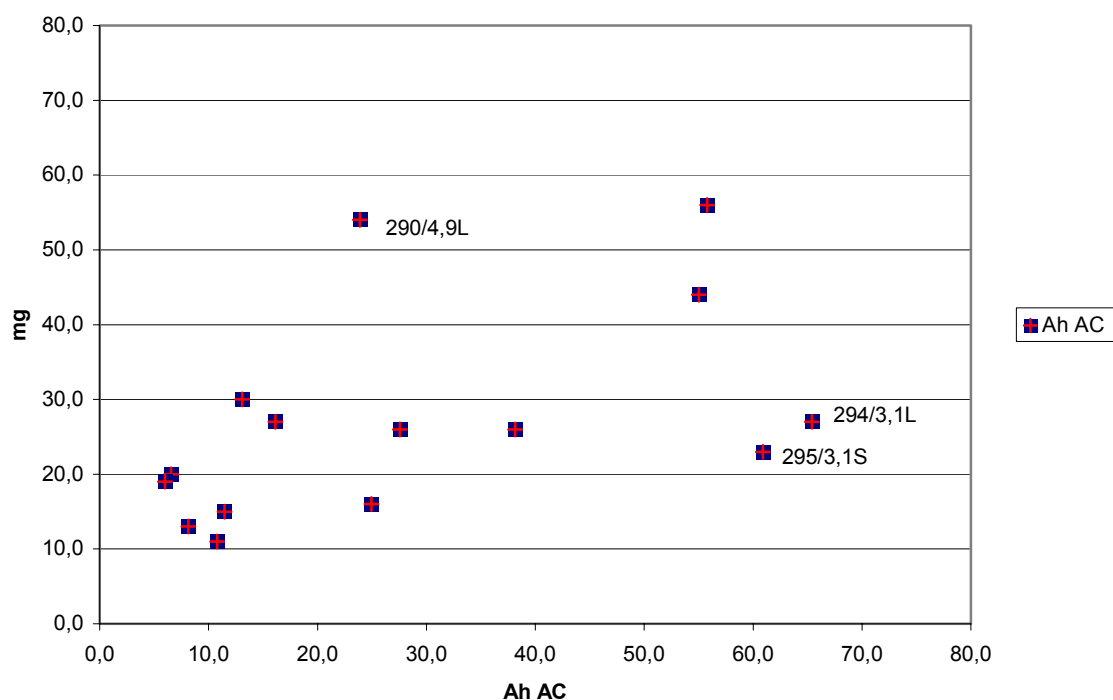
Som syns i tabellen är flera av massförlusterna i samma storleksordning.

## 6 Modeller - Teorier

### 6.1 Massförlust kontra Ah växelström

I samband med diskussionerna om beräkningarna av massförlusten enligt Faradays lag och "batterilikhelsen" av en skada så dök en annan parameter upp som är aktuell för batterier, nämligen Ah. De elektriska parametrarna och massförlusten i mg som var tillgängliga vid detta tillfälle var data från 10 V<sub>AC</sub> provserien. Vid denna beräkningstest för 10 V<sub>AC</sub> provserien gick det att få fram ett tydligt samband mellan hur många Ah växelströmsmässigt som en provkupong har utsatts för och den totala massförlusten. Se även sidan 1 i bilaga 6 och figur 2.

Spridningsdiagram, massförlust enligt Ah AC kontra betning för 10 V<sub>AC</sub> provserien



Figur 2. Spridningsdiagram, massförlust i mg jämfört med Ah-växelström för 10 V<sub>AC</sub> provserien.

Då även 5 V<sub>AC</sub> provseriens provkupper var utvärderade och vägda har det gjorts motsvarande jämförelser, men här är sambandet inte lika tydlig även om mätvärdena ändå rör sig inom samma storleksordning för Ah-växelström och totala massförlusten. Se även sidan 2 i bilaga 6. Genom att det är ganska små värden i absoluttal för den totala massförlusten i denna provserie så blir ju också osäkerheten större.

Enligt Faradays lag ger 1 A<sub>DC</sub> en massförlust på 9,127 kg järn per år. Laboratorieförsök på en stor mängd prov har kommit fram till att för växelström blir det motsvarande ca 1 % vilket då ger 91,27 g per år. Om proven dessutom även har ett katodiskt skydd så blir det endast ca 0,1 % motsvarande 9,127 g per år. Omsett till Ah växelström för en katodiskt skyddad yta blir det då en massförlust på ca 1,04 mg/Ah.

Vid testen av sambanden mellan parametern Ah som är relevant för batterier och massförlusten så gjordes det först en beräkning för de växelströmmar som hade mätts upp vid de momentana "Månadsmätningarna" på 10 V<sub>AC</sub> nivån. Växelströmmarna räknades om till Ah för hela exponeringsperioden.

Dessa parametrar, dels den totala massförlusten i mg och provkupongens växelströmsbelastning beräknat i Ah över hela provperioden jämfördes.

Det kan konstateras att totala massförlusten och beräkningen av Ah är av samma storleksordning för samtliga provkuponger. Motsvarande beräkningar har även gjorts enligt "Faradays lag" se ovan och slutrapport: "Växelströmspåverkan på naturgasledningar" 27 dec 1999. Här var dock några provkuponger (nr 293, 294 och 296) ganska avvikande med en faktor på upp till nio. Sannolikt är det även så att en koefficient för arean på den "korrosionsaktiva delen" av den frilagda ytan, på något sätt skall beaktas vid beräkningarna av massförlusten.

Vid test för de mätdata som är tillgängliga för 30 V<sub>AC</sub> nivån så finns även här en koppling mellan den totala massförlusten och ackumulerad växelströmsbelastning uttryckt i Ah. Se sidan 3 bilaga 6. Dock blir värdet för Ah på de provkuponger som har en större area (3,1 och 4,9 cm<sup>2</sup>) alldeles för stor (en faktor fyra till fem). Troligen är det egentligen den verkligt aktiva delen av ytan d v s den del där det är kraftig korrosion som borde ingå som en parameter i beräkningen.

Det är ju i och för sig ganska naturligt då växelströmmen "läcker ut" i en mycket begränsad del av den frilagda ytan som också har den "rätta kemin" på elektrolyten. Den andra delen av ytan har ju fått någon form av elektriskt isolerande beläggning (kalk) från det katodiska skyddet. Detta kan också studeras på fotona efter betning som tydligt visar att det för de flesta provkupongerna endast är en begränsad del av ytan som är kraftigt angripen, speciellt för de högre växelspänningsnivåerna.

För att få ännu bättre överensstämmelse mellan växelströmsbelastning i Ah och den totala massförlusten bör troligen därför även en koefficient för arean på den faktiskt angripna ytan föras in.

Det är sannolikt även så att vid höga växelspänningsnivåer och i lågresistiva markförhållanden typ lera så orsakar de höga växelströmmarna som det är i de frilagda ytorna här, beroende på utformning och fysisk placering, en gasbildning. Denna lägger sig som ett isolerande skikt mellan delar av den frilagda ytan och marken (jorden).

Beroende på markförhållandenas möjligheter att släppa igenom denna gasbildning eller inte får vi olika fenomen i den skadade ytan som troligen yttrar sig i fenomenet med en "skiktkondensator" över skadan. Denna kondensator fungerar troligen också som en lågimpediv krets för en del av växelströmmen och "dränerar" växelström genom skadan utan att orsaka korrosion.

Vid jämförelserna för 10 V<sub>AC</sub> och 30 V<sub>AC</sub> provserierna råder det också en del osäkerheter kring tillförlitligheten i de elektriska mätvärdena från "Månadsvärdena" vid dessa provserier, speciellt de för 30 V<sub>AC</sub>.

## 6.2

### Batterimodell

Att likna en katodiskt skyddad frilagd stålyta placerad i moderjord med ett dåligt uppladdningsbart batteri är i sig inte så främmande om man ser till de elektriska förhållandena som råder.

Stålytan går ju att polarisera till en likspänningspotential som är mer negativ än den naturliga korrosionspotentialen (ca  $-0,6 V_{DC}$ ) som råder för en stålyta i jord. D v s den beter sig som ett dåligt uppladdningsbart batteri som kan öka sin polspänning vid laddning.

Vidare så har vi att göra med ett urladdningsförlopp (ompolarisering) då det katodiska skyddet kopplas ur. D v s när "laddningsströmmen" till "batteriet"/skadan upphör.

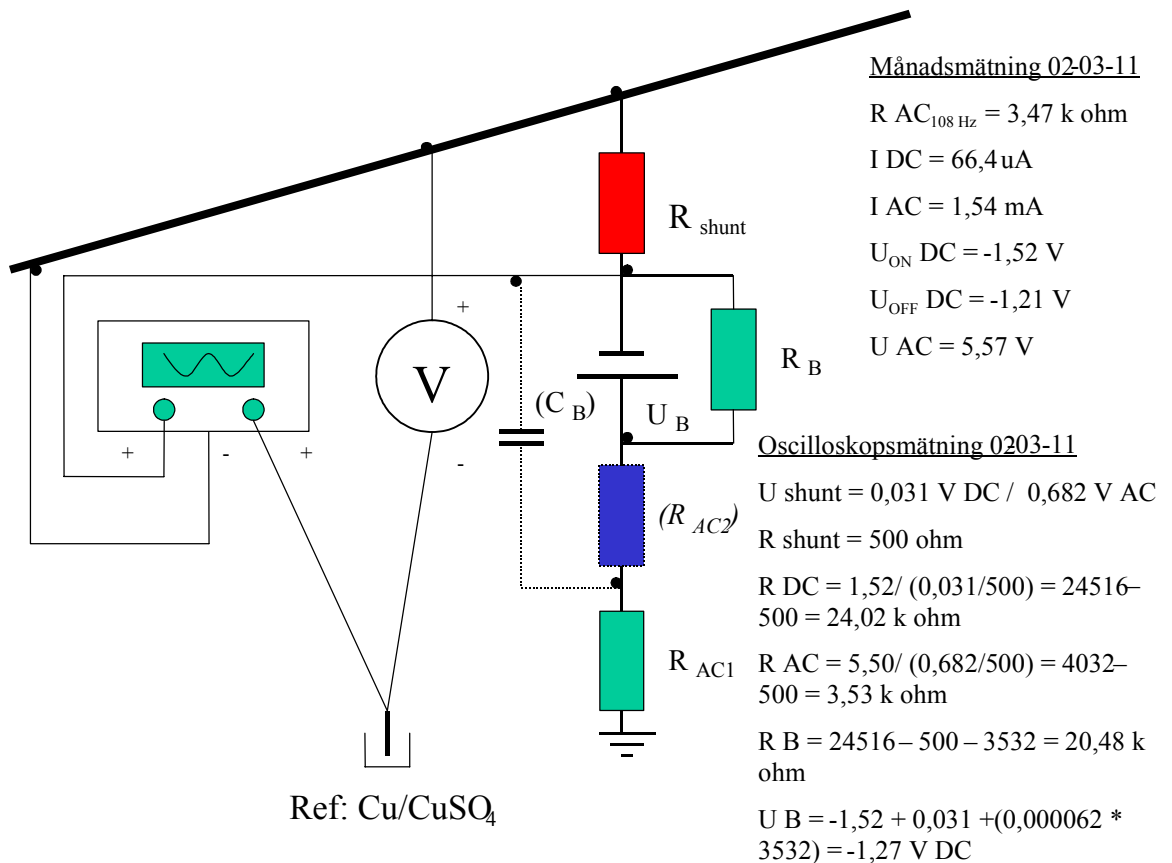
I närområdet (någon mm) från stålets kontakt med jorden, så är det bland annat elektrolyten som påverkar de kemiska och elektriska förloppen. Det är flera olika parametrar i marken som styr denna elektrolyts pH-värde.

En viktig parameter, kanske den viktigaste, som påverkar de kemiska och elektriska förhållandena är markens fukthalt vilken både påverkar elektrolyten och markens resistivitet.

När vi har att göra med en stålyta som är utsatt för växelspanningsbelastning så fungerar "batteriet" som en ren "kortslutning" och detta resulterar i de kraftiga växelströmmarna in och ut genom stålytans kontakt med jorden (elektrolyten). Speciellt om markens övergångsmotstånd är lågt.

Batterimodellen framgår av figur 3 där inkopplingen vid oscilloskopmätningen för att bestämma fasvinkeln mellan växelströmmen och växelspänningen också framgår.

# Modellprov 340 L (1,1 cm<sup>2</sup>)



Figur 3. Batterimodellen.

I figuren för modellen har elektriska parametrar från en "Månadsmätning" lagts in tillsammans med oscilloskopsdata vid samma tillfälle. Då det inte var någon fasvinkel mellan växelström och spänning ingår ingen kondensator  $C_B$  och  $R_{AC}$  är endast ett motstånd för provkupong 340 L.

För att även verifiera modellen fysiskt har en uppkoppling med alla de elektriska komponenterna monterade på en provplatta tillverkats. Denna har därefter testats med de elektriska parametrarna som dokumenterats vid Oscilloskopsmätningarna som gjordes för fasvinkelmätningen.

Av bilaga 4.2 sidan 17 framgår en Oscilloskopsmätning från provuppkoppling i den fysiska modellen för provkupong 330 så som den uppförde sig i jorden 02-04-09. Jämför även med Oscilloskopsmätningen för provkupong 330 före upptagningen bilaga 4.2 sidan 3.

De elektriska komponentdata som gav denna återgivning av Oscilloskopsbilden var  $C_B = 0,1 \mu\text{F}$ ,  $R_{AC2} = 22 \text{ k}\Omega$ ,  $R_B = 180 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{AC1} = 4,7 \text{ k}\Omega$ .

Som framgår är det en god överensstämmelse vilket även framgår av beräkningarna av  $E_B$  i bilaga 3 som tidigare nämnts.

För att undersöka hur stor fasförskjutningen var mellan växelströmmen och växelspänningen för alla provkupongerna, så gjordes en uppmätning av detta innan den aktuella provserien för  $5 V_{AC}$  togs upp ur marken. Se bilaga 4.2.

Genom att mäta fasförskjutningen så kunde liknelsen med en kondensator i modellen verifieras för en del av provkupongerna. Vid denna oscilloskopsmätning framkom att det för sju av sexton provkuponger inte var någon fasförskjutning d v s ingen kondensator. Medan det för de övriga 9 var en ganska marginell fasförskjutning från 0,5 till 2 ms och detta företrädesvis för de mindre kupongerna.

Genom att även DC-spänningsfallet över shuntens dokumenterades så går det att räkna ut likströmsmotståndet i "Batterimodellen" och kombinera samt jämföra med växelströmsmotståndet och markens utbredningsmotstånd som hade mätts upp separat för varje kupong.

Vid beräkning av "batteriets" potential ( $E_B$ ) som  $E_{OFF}$  så erhöles en mycket god överensstämmelse med, genom manuella mätningar, uppmätt  $E_{OFF}$ .

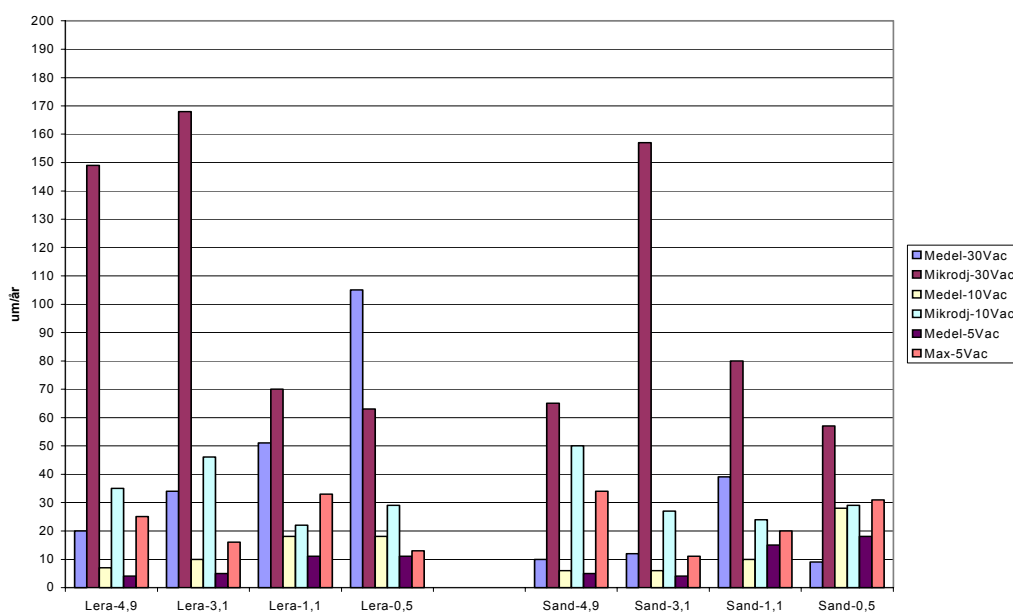
Det var även så att vid några av de momentana "månadsmätningarna" så fick vi  $E_{OFF}$ -potentialer som vid mättillfället uppfattades som onormala för en katodiskt skyddad stållyta. Men dessa har i efterhand beräkningsmässigt enligt "batterimodellen" visats inte få något katodiskt skydd på grund av de elektriska parametrarna för likströmsmotståndet över "batteriet" och markens utbredningsmotstånd vid den aktuella tiden. Exempel på detta är provkupongerna 336 och 323 01-04-11 där  $E_{OFF}$  uppmätts till -0,55 respektive -0,7  $V_{DC}$  och beräkningarna visar på -0,62 respektive -0,66  $V_{DC}$  och då är det även så att en mindre kondensator är inblandad för 336:an vilken påverkar beräkningen av växelströmsmotståndet.

## Jämförelse av resultaten från 5, 10 och 30 V<sub>AC</sub>.

I syfte att finna en, ur korrosionssynpunkt, acceptabel nivå på växelspanningen har en jämförelse av resultaten från provserierna 5, 10 respektive 30 V<sub>AC</sub> gjorts.

### Korrosionshastighet.

Korrosionshastigheten är betydligt högre vid både 30 V<sub>AC</sub> och 10 V<sub>AC</sub> än vid 5 V<sub>AC</sub>, se nedan i figur 4, detta gäller för både medelavfrätningen och mikrodjup. I diagrammet visas medelvärdet för de två provkupongerna i samma typ av jordart.



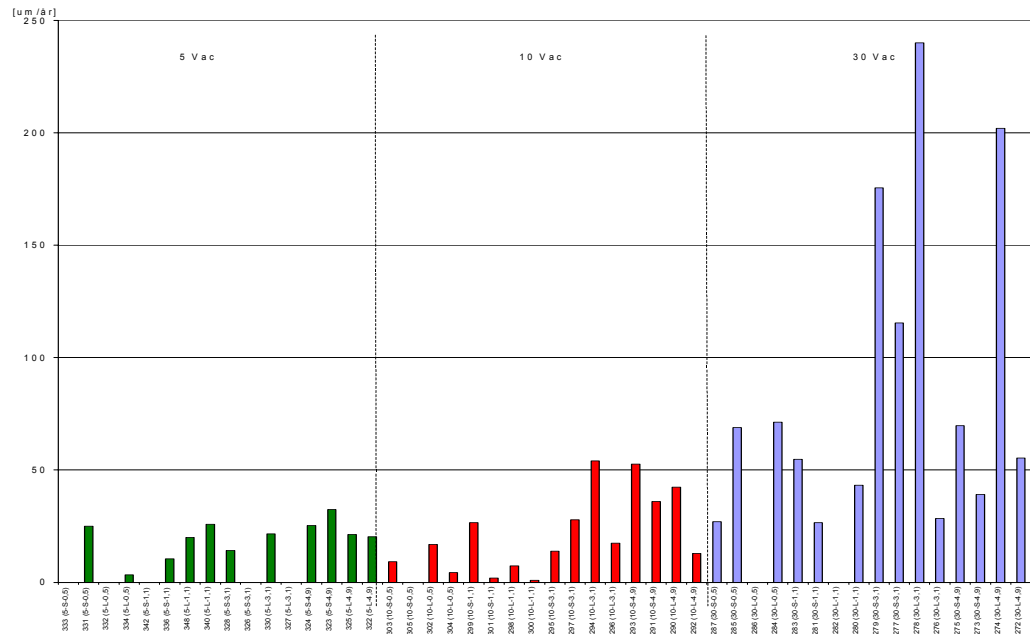
Figur 4. Diagram över korrosionshastigheter för kuponger exponerade för 5, 10 respektive 30 V<sub>AC</sub>.

Korrosionshastigheten, baserad på medelavfrätningen, är ofta högre i lera än i sand för 30 V<sub>AC</sub> och 10 V<sub>AC</sub>, medan det för 5 V<sub>AC</sub> är högre i sand än i lera. Däremot kan man inte se någon skillnad på mikrodjupet som korrosionshastighet i de olika jordarterna. Skillnaderna i korrosionshastighet för de tre växelspanningsnivåerna är olika i olika jordarter. I lera är korrosionshastigheten ca  $\frac{1}{3}$  vid 10 V<sub>AC</sub> jämfört med 30 V<sub>AC</sub>, medan korrosionshastigheten i sand är ca  $\frac{1}{2}$  vid 10 V<sub>AC</sub> jämfört med 30 V<sub>AC</sub>.

För 5 V<sub>AC</sub> är korrosionshastigheten ofta större för mindre skador (0,5 och 1,1 cm<sup>2</sup>) än för större.



Enligt undersökningar i Europa orsakar påverkan av växelspanning gropfrätningar på stålytan. Ett sätt att mäta effekten av växelspanningsnivån borde därför vara att beräkna skillnaden mellan *mikrodjupet* och medelavfrätningen som korrosionshastighet vid de olika växelspanningsnivåerna. Resultatet av detta redovisas i figur 5. För de provkuponger som det inte är redovisat någon stapel för är skillnaden noll (ingen djup grop funnen) eller negativ p g a korrosion under polyetenen d v s avfränt massa beräknad på för liten area.



Figur 5. Diagram över skillnaden mellan mikrodjup och medelkorrosionshastighet för respektive växelspanningsnivå.

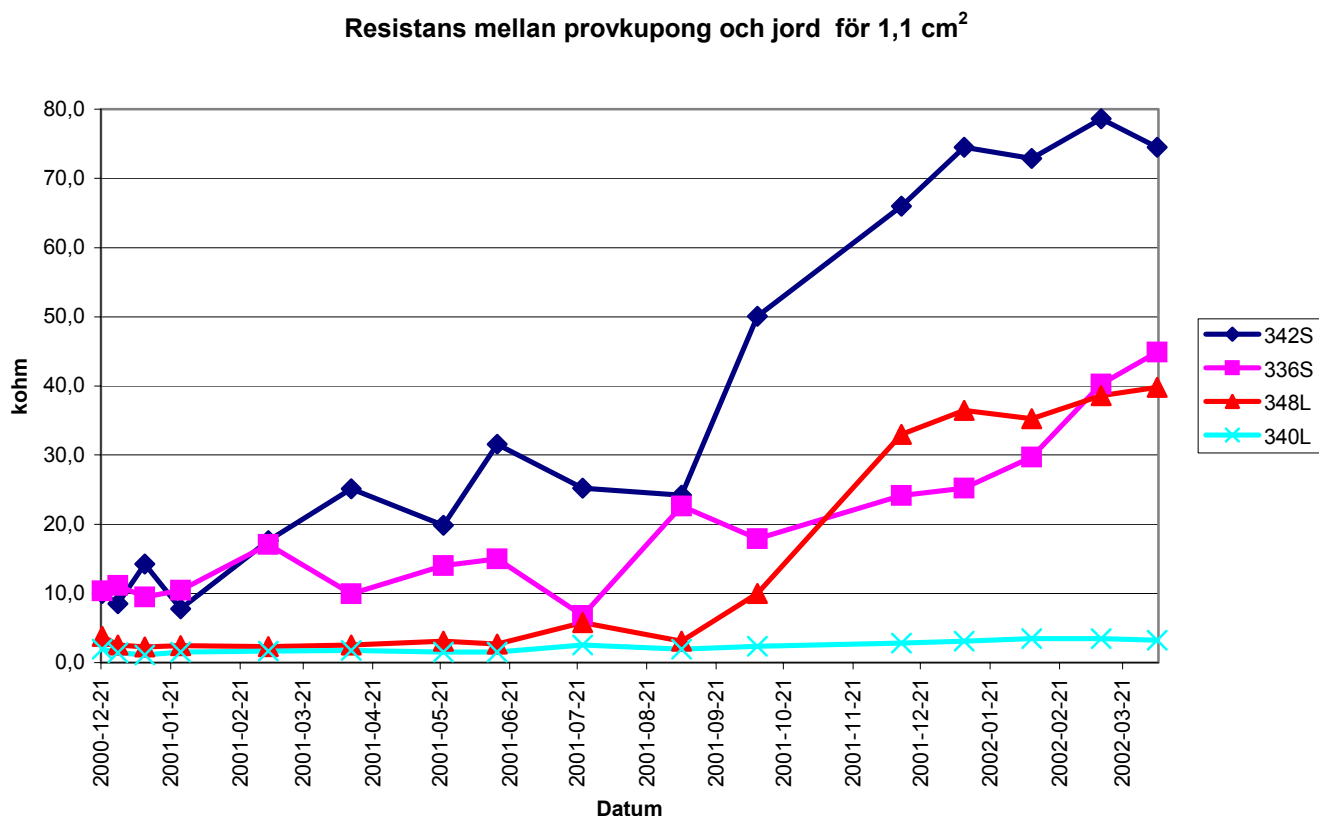
Som syns i diagrammet är skillnaden mellan mikrodjup och medelkorrosionshastigheten betydligt lägre för 10 V<sub>AC</sub> provserien än för 30 V<sub>AC</sub> provserien. Detta indikerar att påverkan vid 30 V<sub>AC</sub> är större än för 10 V<sub>AC</sub>. Det kan också observeras mellan 10 V<sub>AC</sub> och 5 V<sub>AC</sub> provserierna, även om skillnaden inte är lika tydlig här. Det är även så att man på flera provkuponger vid 5 V<sub>AC</sub> inte kan se någon skillnad mellan mikrodjup och medelkorrosionshastigheten (jämnt avfränt).

*Samband mellan korrosionshastighet och kvoten  $J_{AC}/J_{DC}$ .*

Det har inte gått att finna något samband mellan kvoten  $J_{AC}/J_{DC}$  och korrosionshastigheten, vare sig för 5, 10 eller 30 V<sub>AC</sub> serien.

### Övergångsmotstånd mellan provkuponng och jord.

Vid uppföljning av 10 V<sub>AC</sub> provserien visade det sig att resistansen mellan kupong och jord ökar med tiden. Detta kan även konstateras för 5 V<sub>AC</sub> provserien. För 30 V<sub>AC</sub> serien syns inte denna förändring lika tydligt. Anledningen till denna skillnad är sannolikt det under kapitel 4 beskrivna fenomenet med uppbyggnaden av katodiskt skyddsskikt (kalkbeläggning) vid sänkt grundvatten nivå och en inte allt för stor växelström som senare kan bryta ner det igen.



Figur 6. Resistans mellan provkuponng och jord under hela exponeringstiden för provserien 5 V<sub>AC</sub>. Här för storleken 1,1 cm<sup>2</sup>, övriga se bilaga 3.

### Oscilloskopsmätningar.

#### - Tidsandel

Tidsandelen som skyddspotentialen ligger ovanför korrosionspotentialen respektive gränsen för fullgott katodiskt skydd (-950 mV) verkar inte vara beroende av växelspanningsnivån. Men som det framgår ur tabell 7 är tidsandelen något lägre för 10 V<sub>AC</sub> serien än för 30 V<sub>AC</sub> serien. Men någon signifikant sänkning för även 5 V<sub>AC</sub> provserien kan inte fastställas.

Tabell 7. Tidsandelen då skyddspotentialen ligger ovanför korrosionspotentialen eller  $> -950$  mV.

Villkor	Tidsandel [%]		
	5 V <sub>AC</sub>	10 V <sub>AC</sub>	30 V <sub>AC</sub>
E > Korr.pot.	27 - 48	29 - 43	34 - 42
E > - 950 mV	33 - 49	39 - 47	39 - 52

- Samband mellan amplitud – kupong storlek – jordart

Vid utvärdering av 30 V<sub>AC</sub> provserien konstaterades att amplituden på OFF-potentialkurvan är högre för små kuponger och för kuponger i sand. Detta samband går inte att finna för 10 V<sub>AC</sub> provserien. Det är troligtvis både växelspanningsnivån, övergångsresistansen och en ekvivalent kondensator som påverkar den erhållna amplituden. För 5 V<sub>AC</sub> provserien kan det konstateras att amplituden för kurvorna på OFF-potentialen är något högre för provkuponger i lera än i sand. Det tycks också vara så att de största provkupongerna på 4,9 cm<sup>2</sup> har de lägsta amplituderna.

## 8 Framkomna frågeställningar

En av de frågeställningar som naturligt uppkommer efter att dessa tre växelspanningsnivåer testats är hur den förhöjda korrosionshastigheten förändrar sig då växelspanningsnivån förändrar sig över tiden (t ex dygnet). Detta är ju det naturliga förloppet då naturgasledningar utsätts för induktion eller potentialsättningar från kraftledningar eller järnvägsdrift. Ofta kan det ju vara en faktor två till fem mellan växelspanningens nivå dagtid och nattetid och också en säsongsvariation mellan de olika årstiderna sommar/vinter.

Kommer det då att bli någon uppbyggnad av det katodiska skyddet när växelspanningsnivån är låg och då markens övergångsmotstånd är högre?

Vilket är det acceptabla medelvärdet på växelspanningsnivån V<sub>AC</sub> över en längre tidsperiod? Detta är motivet till att det nu görs en ny provserie med växlande exponeringsperioder med 5 V<sub>AC</sub> och 30 V<sub>AC</sub>.

Motivet till att göra ett nytt prov vid konstant 30 V<sub>AC</sub> är att med förbättrad mätteknik få större säkerhet i en del av de elektriska parametrarna. Det är speciella förhållanden som gäller för växelströmskorrosion vid dessa höga nivåer och eventuellt kan det också ge bidrag till vidareutveckling av den elektriska modellen.

Den misstanke som finns om eventuell gasutveckling i skadan vid höga växelspanningsnivåer och i kombination med lågresistiva jordarter typ lera, är ytterligare en frågeställning. Vilken är den påverkan som detta kan ha på växelströmmarna i skadan och de därmed ändrade korrosionshastigheterna?

De motåtgärder med ”diodjordning” som påbörjats skall kompletteras och utvärderas under perioden fram till att nästa provserie skall tas upp ur marken.

## 9

### Slutsatser

Följande slutsatser kan dras från resultaten i det genomförda arbetet.

Samtliga provkuponger har i mer eller mindre grad angripits av korrosion av växelströmspåverkan, trots att de varit fullständigt katodiskt skyddade under hela exponeringstiden. Det är dock låga korrosionshastigheter vid 5 V<sub>AC</sub> jämfört med övriga provserier. Exponeringstiderna för provserierna är relativt korta, vilket medför att korrosion som uppstår i början medan sedan stannar av får ett kraftigt utslag i våra jämförelser. För att få mer korrekta resultat borde exponeringstiderna vara längre kanske upp mot 10 år, vilket inte är genomförbart.

Provkupongernas korrosionshastighet i provserien med 5 V<sub>AC</sub> varierar mellan 3 och 26 µm/år (beräknat ur massförlusten) och mellan 5 och 51 µm/år i mikrodjup (beräknat på hastigheten i djupaste lokala angrepp på stålytan).

Enligt europeisk standard (DIN 30 676) bör korrosionshastigheten på katodiskt skyddade naturgasledningar inte överskrida 10 µm/år. Detta klaras nästan av för samtliga storlekar vid 5 V<sub>AC</sub> om man tar medelvärdet för de två provkupongerna med samma storlek och placerade i samma jordart. Det är endast de mindre storlekarna (0,5 och 1,1 cm<sup>2</sup>) i sand som går över den gränsen.

På provkuponger som endast utsatts för växelströmspåverkan är det en jämnt avfränt yta som mest påminner om en blåstrad yta.

Sammanställning av medelvärden från "Månadsmätningarna" och korrosionshastighet

Bilaga 1

Prov Nr	DC / AC	Exp Yta (cm <sup>2</sup> )	Jord-art	Exp tid (år)	E <sub>ON</sub> (V)	E <sub>OFF</sub> (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	J <sub>DC</sub> (A/m <sup>2</sup> )	J <sub>AC</sub> (A/m <sup>2</sup> )	J <sub>AC</sub> /J <sub>DC</sub>	R (kohm)	Medelavfrätning (um/år)		Mikrodjup (um/år)
														Medelavfrätning	Mikrodjup	
333	DC & AC	0,5	sand	1,3	-1,34	-1,08	5,11	2,95	0,13	0,06	2,52	71,71	63,57	11	-	
331	DC & AC	0,5	sand	1,3	-1,33	-1,08	5,13	2,43	0,06	0,05	1,14	23,79	90,42	26	51	
332	DC & AC	0,5	lera	1,3	-1,34	-1,09	5,11	13,90	0,56	0,28	11,30	32,47	24,96	15	-	
334	DC & AC	0,5	lera	1,3	-1,33	-1,13	5,13	2,37	0,10	0,05	2,02	43,62	40,75	8	11	
342	DC & AC	1,1	sand	1,3	-1,34	-1,11	5,11	5,59	0,21	0,05	1,89	37,53	37,55	18	-	
336	DC & AC	1,1	sand	1,3	-1,33	-1,01	5,13	15,17	0,32	0,14	2,93	28,91	19,32	13	23	
348	DC & AC	1,1	lera	1,3	-1,34	-1,12	5,11	20,85	1,01	0,19	9,19	44,17	13,99	17	37	
340	DC & AC	1,1	lera	1,3	-1,33	-1,16	5,13	61,63	2,53	0,56	23,01	45,79	2,21	4	30	
328	DC & AC	3,1	sand	1,3	-1,34	-1,14	5,12	17,18	0,56	0,06	1,80	36,77	8,98	3	17	
326	DC & AC	3,1	sand	1,3	-1,33	-1,07	5,13	27,71	0,69	0,09	2,21	28,42	8,33	5	-	
330	DC & AC	3,1	lera	1,3	-1,34	-1,12	5,11	32,37	1,31	0,10	4,23	35,94	4,45	5	27	
327	DC & AC	3,1	lera	1,3	-1,33	-1,11	5,13	10,78	0,37	0,03	1,18	33,23	10,48	4	-	
324	DC & AC	4,9	sand	1,3	-1,34	-1,14	5,11	30,03	0,88	0,06	1,80	33,47	5,67	5	30	
323	DC & AC	4,9	sand	1,3	-1,33	-1,03	5,13	44,89	0,91	0,09	1,85	23,95	6,15	6	38	
325	DC & AC	4,9	lera	1,3	-1,34	-1,14	5,11	109,34	4,08	0,22	8,33	35,81	1,40	4	25	
322	DC & AC	4,9	lera	1,3	-1,33	-1,16	5,13	105,24	4,29	0,21	8,76	48,63	1,25	4	24	
345	Fritt exp	1,1	sand	1,3	-0,82	-	-	-	-	-	-	-	6,95	6	46	
335	Fritt exp	1,1	sand	1,3	-0,80	-	-	-	-	-	-	-	7,51	23	68	
346	Fritt exp	1,1	lera	1,3	-0,81	-	-	-	-	-	-	-	1,51	13	-	
339	Fritt exp	1,1	lera	1,3	-0,81	-	-	-	-	-	-	-	1,15	15	33	
349	DC via Mg	1,1	sand	1,3	-1,36	-1,13	-	6,31	-	0,06	-	-	31,69	20	32	
329	DC via Mg	1,1	sand	1,3	-1,35	-1,11	-	7,05	-	0,06	-	-	32,11	8	17	
344	DC via Mg	1,1	lera	1,3	-1,36	-1,15	-	10,24	-	0,09	-	-	5,09	6	37	
338	DC via Mg	1,1	lera	1,3	-1,35	-1,15	-	9,16	-	0,08	-	-	6,60	10	-	
347	AC	1,1	sand	1,3	-0,80	-	5,10	-	0,95	-	8,66	-	5,34	14	48	
337	AC	1,1	sand	1,3	-0,81	-	5,13	-	0,83	-	7,53	-	6,79	15	-	
343	AC	1,1	lera	1,3	-0,81	-	5,10	-	4,31	-	39,20	-	1,17	15	-	
341	AC	1,1	lera	1,3	-0,81	-	5,13	-	4,37	-	39,69	-	1,19	17	-	

Maxwell 5 V <sub>Ac</sub> provserien				Mätning	Has/Rll/Jnc			
Prov	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	2000-12-18	Driftsatt DC 2000-12-18		
Nr					Korr pot (mV)	R (kohm)	Anm	
							Vikt (g)	
							R soilbox (ohm) (Konst 0,099)	
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-767	7,78	35,0289	987
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-781	12,07	35,2186	49,5
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-810	2,43	34,7916	41,9
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-783	2,73	35,0667	
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-769	4,67	35,0563	73,7
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-784	6,71	35,1143	253,8
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-782	1,98	35,1358	36,5
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-788	1,31	34,9857	50,7
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-782	4,44	35,2448	299
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-778	2,40	35,1033	224,2
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-784	0,63	35,3545	40,2
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-789	0,65	34,8985	
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-792	4,25	35,2594	866
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-776	1,95	34,9963	49,1
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-776	0,57	35,2879	96,2
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-792	0,60	35,1779	33,1
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-794	7,56	35,1528	661
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-770	5,47	35,0725	868
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-787	2,00	35,1207	112,9
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-787	1,43	35,0812	
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-784	5,27	35,1016	780
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-772	5,14	35,2392	439
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-785	1,46	35,1483	38,9
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-791	0,96	35,1884	40,4
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-777	4,28	35,1677	702
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-767	4,96	35,0421	61,7
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-781	1,23	35,0794	65,7
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-787	1,21	35,0785	51,8

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2000-12-21										2000-12-21		
Prov	DC / AC	Yta	Jordart	Plac-nr	U <sub>pc</sub> On	U <sub>pc</sub> Off	I <sub>bc</sub>	I <sub>ac</sub>	R	Ber I <sub>ac</sub>	Ber RDC/RAC	Ber Iac/m2	Ber Iac/IDC	Ber UB
Nr		(cm <sup>2</sup> )			(V)	(V)	(uA)	(mA)	(kohm)	5,76(V AC)/R (mA)	(Uon/Idc)/Rac	(Iac/yta)	(Iac/Idc)	JAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,35	-1,12	15,4	0,493	11,30	0,510	7,77	9,86	32,01	-1,17
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,35	-1,1	8	0,21	24,30	0,237	6,94	4,20	26,25	-1,13
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,35	-1,11	38	1,198	3,91	1,473	9,10	23,96	31,53	-1,17
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,35	-1,08	2,1	0,138	12,82	0,449	50,14	2,76	65,71	-1,26
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,35	-1,11	19,5	0,55	10,00	0,576	6,93	5,00	28,21	-1,15
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,35	-1,08	18,6	0,515	10,38	0,555	6,99	4,68	27,69	-1,14
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,35	-1,15	25,2	1,628	3,79	1,520	14,16	14,80	64,60	-1,26
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,35	-1,19	22,8	2,636	1,96	2,939	30,21	23,96	115,61	-1,30
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,35	-1,08	22	0,535	9,94	0,579	6,18	1,73	24,32	-1,12
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,35	-1,09	36,5	0,99	5,33	1,081	6,94	3,19	27,12	-1,14
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,35	-1,14	66,4	3,006	1,31	4,397	15,54	9,70	45,27	-1,23
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,35	-1,17	14,7	1,074	7,97	0,723	11,52	3,46	73,06	-1,27
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,35	-1,09	29,7	0,712	7,34	0,785	6,20	1,45	23,97	-1,11
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,35	-1,14	50,2	1,208	4,25	1,355	6,33	2,47	24,06	-1,11
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,35	-1,17	111	6,49	0,86	6,698	14,16	13,24	58,47	-1,25
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,35	-1,18	46,8	6,59	0,96	6,000	30,05	13,45	140,81	-1,31
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,79	-	-	-	5,03	-	-	-	-	-
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,78	-	-	-	6,04	-	-	-	-	-
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,79	-	-	-	2,08	-	-	-	-	-
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,80	-	-	-	1,42	-	-	-	-	-
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,37	-1,11	20,7	-	9,40	-	7,05	-	-	-1,18
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,37	-1,09	18,1	-	11,52	-	6,57	-	-	-1,16
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,37	-1,22	30,2	-	2,34	-	19,40	-	-	-1,30
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,37	-1,21	39	-	1,76	-	19,96	-	-	-1,30
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,79	-	-	1,131	4,45	1,294	-	10,28	-	-
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,79	-	-	0,966	5,38	1,071	-	8,78	-	-
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,79	-	-	3,24	1,26	4,571	-	29,45	-	-
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,79	-	-	4,57	1,25	4,608	-	41,55	-	-

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2000-12-28										2000-12-28		
Prov	DC / AC	Yta	Jordart	Plac-nr	U <sub>bc</sub> On	U <sub>bc</sub> Off	I <sub>bc</sub>	I <sub>ac</sub>	R	Ber I <sub>ac</sub>	Ber RDC/RAC	Ber Iac/m <sup>2</sup>	Ber Iac/DC	Ber UB
Nr		(cm <sup>2</sup> )			(V)	(V)	(uA)	(mA)	(kohm)	5,7(V AC)/R (mA)	(Uon/Idc)/Rac	(Iac/yta)	(Iac/Idc)	UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,23	-1,04	10	0,55	9,44	0,604	13,05	11,00	55,00	-1,13
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,23	-1,07	1,8	0,08	54,2	0,105	12,56	1,60	44,44	-1,10
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,23	-1,12	12,7	0,91	5,92	0,963	16,39	18,20	71,65	-1,15
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,23	-1,15	3,9	0,05	39,1	0,146	8,03	1,00	12,82	-0,78
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,23	-1,10	13,4	0,63	8,53	0,668	10,78	5,73	47,01	-1,11
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,23	-1,11	8,7	0,48	11,14	0,512	12,64	4,36	55,17	-1,12
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,23	-1,09	44	2,05	2,54	2,244	11,02	18,64	46,59	-1,11
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,23	-1,06	66	3,89	1,43	3,986	12,98	35,36	58,94	-1,13
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,23	-1,10	12,5	0,57	9,37	0,608	10,52	1,84	45,60	-1,11
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,23	-1,10	21,5	1,09	5,09	1,120	11,19	3,52	50,70	-1,11
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,23	-1,13	113,7	5,02	1,08	5,278	10,03	16,19	44,15	-1,10
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,23	-1,10	11,6	0,58	6,58	0,866	16,05	1,87	50,00	-1,11
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,23	-1,10	18,3	0,81	6,7	0,851	10,05	1,65	44,26	-1,10
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,23	-1,07	31,8	1,32	4,23	1,348	9,11	2,69	41,51	-1,09
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,23	-1,09	127,4	6,00	0,92	6,196	10,51	12,24	47,10	-1,11
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,23	-1,16	141	6,28	0,89	6,404	9,76	12,82	44,54	-1,10
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,80	-1,00	-1,00	-1,00	4,56	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,78	-1,00	-1,00	-1,00	7,65	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,80	-1,00	-1,00	-1,00	2,44	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,80	-1,00	-1,00	-1,00	1,62	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,24	-1,02	20,2	-1,00	4,92	-1,00	12,52	-1,00	-1,00	-1,14
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,23	-1,10	8,8	-1,00	9,14	-1,00	15,26	-1,00	-1,00	-1,15
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,24	-1,14	9,8	-1,00	2,57	-1,00	49,39	-1,00	-1,00	-1,22
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,23	-1,18	12,4	-1,00	1,64	-1,00	60,34	-1,00	-1,00	-1,21
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,82	-1,00	-1,00	1,01	5,47	1,042	-1,00	9,18	-1,00	-1,00
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,80	-1,00	-1,00	0,89	6,15	0,927	-1,00	8,09	-1,00	-1,00
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,82	-1,00	-1,00	4,37	1,29	4,419	-1,00	39,73	-1,00	-1,00
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,80	-1,00	-1,00	4,13	1,35	4,222	-1,00	37,55	-1,00	-1,00



Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-01-09										2001-01-09			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>dc</sub> On (V)	U <sub>dc</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>dc</sub> (µA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 5,25(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (U <sub>on</sub> /I <sub>dc</sub> )/Rac	Ber I ac/m <sup>2</sup> (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/I <sub>dc</sub> )	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,255	-1,14	5,25	4,5	0,21	21,39	0,245	13,04	4,20	46,67	-1,14
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,247	-1,16	5,25	1,8	0,0643	68	0,077	10,19	1,29	35,72	-1,10
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,255	-1,15	5,25	17,4	1,09	4,57	1,149	15,78	21,80	62,64	-1,17
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,247	-1,12	5,25	3,2	0,08	20,6	0,255	18,92	1,60	25,00	-1,04
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,255	-1,12	5,25	9,4	0,34	14,23	0,369	9,38	3,09	36,17	-1,11
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,247	-1,14	5,25	10,2	0,52	9,48	0,554	12,90	4,73	50,98	-1,14
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,255	-1,16	5,25	23,3	2,16	2,26	2,323	23,83	19,64	92,70	-1,20
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,247	-1,15	5,25	99,4	4,54	1,11	4,730	11,30	41,27	45,67	-1,13
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,255	-1,12	5,25	15,5	0,62	8,04	0,653	10,07	2,00	40,00	-1,12
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,247	-1,1	5,25	21,3	0,92	5,52	0,951	10,61	2,97	43,19	-1,13
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,255	-1,16	5,25	47,7	2,56	1,89	2,778	13,92	8,26	53,67	-1,16
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,247	-1,1	5,25	9	0,36	9,7	0,541	14,28	1,16	40,00	-1,12
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,255	-1,12	5,25	22,8	0,88	5,71	0,919	9,64	1,80	38,60	-1,12
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,247	-1,1	5,25	31,2	1,13	4,48	1,172	8,92	2,31	36,22	-1,10
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,255	-1,16	5,25	133,3	5,82	0,87	6,034	10,82	11,88	43,66	-1,13
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,247	-1,18	5,25	124,9	5,82	0,88	5,966	11,35	11,88	46,60	-1,13
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,79	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	6,55	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,78	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	9,07	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,802	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	2,05	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,801	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,41	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,275	-1,15	-1,15	13,2	-1,1	9,71	-1,1	9,95	-1,1	-1,1	-1,15
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,266	-1,13	-1,13	9,4	-1,1	10,74	-1,1	12,54	-1,1	-1,1	-1,17
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,275	-1,19	-1,19	8,3	-1,1	3,29	-1,1	46,69	-1,1	-1,1	-1,25
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,266	-1,2	-1,2	10,7	-1,1	1,77	-1,1	66,85	-1,1	-1,1	-1,25
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,806	-1,1	5,24	-1,1	0,88	5,78	0,908	-1,1	8,00	-1,1	-1,1
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,8	-1,1	5,24	-1,1	0,6	8,31	0,632	-1,1	5,45	-1,1	-1,1
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,806	-1,1	5,23	-1,1	3,93	1,3	4,038	-1,1	35,73	-1,1	-1,1
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,8	-1,1	5,25	-1,1	3,84	1,33	3,947	-1,1	34,91	-1,1	-1,1

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-01-25										2001-01-25			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>dc</sub> On (V)	U <sub>dc</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>dc</sub> (µA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 5.0(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (Uom/Idc)/Rac	Ber Iac/m2 (Iac/yta)	Ber Iac/ DC (Iac/Idc)	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,25	-1,1	4,98	3,4	0,16	27,17	0,184	13,53	3,20	47,06	-1,14
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,25	-1,06	5,02	1,2	0,04	97,6	0,051	10,67	0,80	33,33	-1,10
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,25	-1,14	4,98	16	1,02	4,65	1,075	16,80	20,40	63,75	-1,17
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,25	-1,13	5,02	3,1	0,16	20,46	0,244	19,71	3,20	51,61	-1,15
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,25	-1,11	4,98	14,1	0,6	7,79	0,642	11,38	5,45	42,55	-1,13
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,25	-1,12	5,02	8,8	0,45	10,47	0,478	13,57	4,09	51,14	-1,15
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,25	-1,08	4,98	35,7	1,9	2,47	2,024	14,18	17,27	53,22	-1,16
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,25	-1,12	5,02	58,2	3,23	1,51	3,311	14,22	29,36	55,50	-1,16
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,25	-1,11	4,98	17,2	0,7	6,85	0,730	10,61	2,26	40,70	-1,13
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,25	-1,09	5,02	18,3	0,74	6,49	0,770	10,52	2,39	40,44	-1,13
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,25	-1,12	4,98	32,3	1,91	2,29	2,183	16,90	6,16	59,13	-1,17
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,25	-1,06	5,02	6,1	0,18	12,57	0,398	16,30	0,58	29,51	-1,08
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,25	-1,12	4,98	31,6	1,34	3,61	1,385	10,96	2,73	42,41	-1,13
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,25	-1,09	5,02	29	1,06	4,58	1,092	9,41	2,16	36,55	-1,11
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,25	-1,07	4,98	106,3	5,78	0,84	5,952	14,00	11,80	54,37	-1,16
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,25	-1,16	5,02	90,4	5,54	0,89	5,618	15,54	11,31	61,28	-1,17
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,795	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	9,72	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,762	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	10,7	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,787	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	2,24	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,794	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	1,57	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,296	-1,15	-1,15	8,8	-1,15	15,52	-1,15	9,49	-1,15	-1,15	-1,16
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,28	-1,11	-1,11	8,2	-1,11	13,29	-1,11	11,75	-1,11	-1,11	-1,17
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,296	-1,2	-1,2	3,9	-1,2	4,32	-1,2	76,92	-1,2	-1,2	-1,28
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,28	-1,2	-1,2	11,5	-1,2	1,95	-1,2	57,08	-1,2	-1,2	-1,26
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,792	-1,11	4,97	-1,11	0,69	6,83	0,732	-1,11	6,27	-1,11	-1,11
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,8	-1,11	5,02	-1,11	0,51	9,25	0,541	-1,11	4,64	-1,11	-1,11
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,792	-1,11	4,97	-1,11	3,67	1,33	3,759	-1,11	33,36	-1,11	-1,11
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,8	-1,11	5,02	-1,11	3,53	1,4	3,571	-1,11	32,09	-1,11	-1,11

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-03-05										2001-03-05			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 4,98(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (Uon/I <sub>dc</sub> )/Rac	Ber I ac/m2 (lac/yta)	Ber I ac/I DC (lac/ldc)	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,35	-1,12	4,88	2,7	0,06	54,6	0,091	9,16	1,20	22,22	-1,13
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,35	-1,07	4,99	0,6	0,01	203,3	0,024	11,07	0,20	16,67	-1,05
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,35	-1,18	4,85	34,3	1,61	2,87	1,735	13,71	32,20	46,94	-1,25
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,35	-1,25	4,98	7,3	0,29	13,82	0,360	13,38	5,80	39,73	-1,22
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,35	-1,13	4,88	7,8	0,24	17,62	0,283	9,82	2,18	30,77	-1,19
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,35	-1,18	4,99	10,5	0,35	17,05	0,292	7,54	3,18	33,33	-1,20
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,35	-1,17	4,85	53,8	2,03	2,33	2,137	10,77	18,45	37,73	-1,22
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,35	-1,19	4,99	77,4	2,87	1,66	3,000	10,51	26,09	37,08	-1,22
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,35	-1,17	4,88	19,9	0,58	7,54	0,660	9,00	1,87	29,15	-1,18
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,35	-1,13	4,99	25	0,72	6,58	0,757	8,21	2,32	28,80	-1,18
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,35	-1,17	4,85	35,6	1,29	3,29	1,514	11,53	4,16	36,24	-1,22
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,35	-1,13	4,99	11,9	0,31	10,82	0,460	10,48	1,00	26,05	-1,16
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,35	-1,15	4,88	30,6	0,82	4,37	1,140	10,10	1,67	26,80	-1,17
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,35	-1,13	4,99	36,6	0,99	5,54	0,899	6,66	2,02	27,05	-1,17
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,35	-1,15	4,85	197	6,8	0,659	7,557	10,40	13,88	34,52	-1,21
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,35	-1,2	4,99	99,4	4,57	1	4,980	13,58	9,33	45,98	-1,24
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,84	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16	-1,16
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,82	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,84	-1,18	-1,18	-1,18	-1,18	-1,18	-1,18	-1,18	-1,18	-1,18	-1,18
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,83	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,37	-1,16	4,86	4,2	-1,16	31,4	-1,16	10,39	-1,16	-1,16	-1,24
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,37	-1,15	4,99	9,5	-1,15	17,77	-1,15	8,12	-1,15	-1,15	-1,20
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,37	-1,18	4,85	4	-1,18	9,82	-1,18	34,88	-1,18	-1,18	-1,33
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,37	-1,29	4,99	11,5	-1,29	6,05	-1,29	19,69	-1,29	-1,29	-1,30
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,83	-1,15	4,86	-1,15	0,87	5,38	0,926	-1,15	7,91	-1,15	-1,15
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,84	-1,18	4,97	-1,18	0,51	10,55	0,472	-1,18	4,64	-1,18	-1,15
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,83	-1,19	4,86	-1,19	3,49	1,337	3,725	-1,19	31,73	-1,19	-1,15
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,84	-1,24	4,99	-1,24	3,4	1,391	3,580	-1,24	30,91	-1,24	-1,15

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-04-11										2001-04-11			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 4,87(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (Uom/Idc)/Rac	Ber I ac/m2 (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/Idc)	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,27	-1,05	5	1,8	0,07	49,5	0,098	14,25	1,40	38,89	-1,14
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,25	-1,05	5	1,5	0,04	97,4	0,050	8,56	0,80	26,67	-1,06
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,27	-1,15	5	28	1,64	2,83	1,721	16,03	32,80	58,57	-1,18
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,27	-1,18	5	5,2	0,28	14,8	0,329	16,50	5,60	53,85	-1,18
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,27	-1,07	5	3,9	0,14	25,12	0,194	12,96	1,27	35,90	-1,13
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,27	-0,55	5	56,9	0,46	9,95	0,489	2,24	4,18	8,08	-0,65
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,27	-1,15	5	34,1	1,83	2,53	1,925	14,72	16,64	53,67	-1,18
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,27	-1,1	5	60,6	2,75	1,77	2,751	11,84	25,00	45,38	-1,16
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,27	-1,12	5	15,4	0,57	7,96	0,612	10,36	1,84	37,01	-1,13
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,27	-1,1	5	20	0,68	7	0,696	9,07	2,19	34,00	-1,12
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,27	-1,1	5	21,2	0,85	4,13	1,179	14,51	2,74	40,09	-1,15
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,27	-1,15	5	9,3	0,39	5,43	0,897	25,15	1,26	41,94	-1,15
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,27	-1,15	5	27,2	1,04	4,49	1,085	10,40	2,12	38,24	-1,14
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,27	-0,7	5	113,9	1,03	4,67	1,043	2,39	2,10	9,04	-0,72
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,27	-1,15	5	183,2	7,09	0,66	7,379	10,50	14,47	38,70	-1,14
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,27	-1,15	5	80,8	4,64	1,04	4,683	15,11	9,47	57,43	-1,18
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,85	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	8,57	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,85	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	11,92	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,85	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	1,74	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,85	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	1,53	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15	-1,15
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,35	-1,1	-1,1	3,4	-1,1	32,2	-1,1	12,33	-1,1	-1,1	-1,24
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,35	-1,12	-1,12	10,2	-1,12	16,25	-1,12	8,14	-1,12	-1,12	-1,18
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,35	-1,2	-1,2	12,6	-1,2	4,05	-1,2	26,46	-1,2	-1,2	-1,30
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,35	-1,15	-1,15	3,3	-1,15	5,45	-1,15	75,06	-1,15	-1,15	-1,33
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,82	-1,15	5	-1,15	0,94	5,01	0,972	-1,15	8,55	-1,15	-1,15
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,8	-1,15	5	-1,15	0,51	9,22	0,528	-1,15	4,64	-1,15	-1,15
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,83	-1,15	5	-1,15	3,8	1,23	3,959	-1,15	34,55	-1,15	-1,15
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,8	-1,15	5	-1,15	3,71	1,3	3,746	-1,15	33,73	-1,15	-1,15

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-05-22										2001-05-22			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 4,99(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (Uom/Idc)/Rac	Ber I ac/m2 (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/Idc)	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,15	-1	4,95	0,8	0,04	73,3	0,068	19,61	0,80	50,00	-1,05
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,12	-0,7	4,95	1	0,02	131,7	0,038	8,50	0,40	20,00	-0,87
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,15	-1	4,95	17,6	0,56	7,68	0,650	8,51	11,20	31,82	-0,99
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,13	-1,05	4,95	2,9	0,17	17,73	0,281	21,98	3,40	58,62	-1,05
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,15	-1,05	4,95	5,3	0,2	19,84	0,252	10,94	1,82	37,74	-1,02
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,13	-0,55	4,95	8,1	0,33	14,03	0,356	9,94	3,00	40,74	-1,01
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,15	-1,12	4,95	31,1	1,48	3,11	1,605	11,89	13,45	47,59	-1,05
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,15	-1,14	4,95	70,4	3,24	1,52	3,283	10,75	29,45	46,02	-1,04
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,15	-1,1	4,95	17,8	0,67	6,98	0,715	9,26	2,16	37,64	-1,02
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,15	-0,6	4,95	25,3	0,83	5,78	0,863	7,86	2,68	32,81	-1,00
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,15	-1,06	4,95	28,3	1,05	3,22	1,550	12,62	3,39	37,10	-1,02
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,15	-1,06	4,95	23,1	0,75	4,92	1,014	10,12	2,42	32,47	-1,00
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,15	-1,1	4,95	27,8	0,97	4,91	1,016	8,43	1,98	34,89	-1,01
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,15	-0,68	4,95	29,9	0,98	4,95	1,008	7,77	2,00	32,78	-1,00
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,15	-1,07	4,95	174,5	6,8	0,7	7,129	9,41	13,88	38,97	-1,02
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,15	-1,05	4,95	70,6	3,83	1,28	3,898	12,73	7,82	54,25	-1,06
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,82	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	7,46	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,85	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	8,3	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,84	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,41	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,82	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,32	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,37	-1,1	-1,1	2,8	-1,1	30,9	-1,1	15,83	-1,1	-1,1	-1,28
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,38	-1,1	-1,1	9,6	-1,1	25,5	-1,1	5,64	-1,1	-1,1	-1,14
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,38	-1,14	-1,1	16,8	-1,1	2,79	-1,1	29,44	-1,1	-1,1	-1,33
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,38	-1,15	-1,1	2,5	-1,1	17,28	-1,1	31,94	-1,1	-1,1	-1,34
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,8	-1,1	4,93	-1,1	1,25	3,85	1,296	-1,1	11,36	-1,1	-1,1
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,84	-1,1	4,95	-1,1	1,03	7,56	0,660	-1,1	9,36	-1,1	-1,1
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,82	-1,1	4,93	-1,1	4,87	0,98	5,092	-1,1	44,27	-1,1	-1,1
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,84	-1,1	4,95	-1,1	4,81	1,09	4,578	-1,1	43,73	-1,1	-1,1

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-06-15										2001-06-15			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> (mA)	Ber RDC/RAC (Uon/I <sub>DC</sub> )/Rac	Ber I ac/m <sup>2</sup> (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/I <sub>DC</sub> )	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,26	-1,06	4,79	0,2	0,05	48,1	0,100	130,98	1,00	250,00	-1,24
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,28	-1,2	4,81	1,4	0,03	97,7	0,049	9,36	0,60	21,43	-1,06
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,26	-1,15	4,79	12,3	0,25	9,13	0,528	11,22	5,00	20,33	-1,02
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,28	-1,18	4,81	0,9	0,08	33,7	0,143	42,20	1,60	88,89	-1,23
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,26	-1,1	4,79	3,2	0,11	31,6	0,153	12,46	1,00	34,38	-1,12
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,28	-1,14	4,81	6,7	0,29	15	0,321	12,74	2,64	43,28	-1,17
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,26	-1,09	4,79	35	1,66	2,69	1,792	13,38	15,09	47,43	-1,16
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,28	-1,18	4,81	57,2	3,09	1,52	3,171	14,72	28,09	54,02	-1,19
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,26	-1,12	4,79	12,4	0,42	10,58	0,456	9,60	1,35	33,87	-1,12
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,28	-1,11	4,81	18,5	0,61	7,52	0,641	9,20	1,97	32,97	-1,13
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,26	-1,22	4,79	21,3	0,89	3,09	1,560	19,14	2,87	41,78	-1,15
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,28	-1,1	4,81	7,4	0,35	4,63	1,041	37,36	1,13	47,30	-1,18
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,26	-1,09	4,79	21,3	0,72	6,35	0,759	9,32	1,47	33,80	-1,12
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,28	-1,12	4,81	25,3	0,81	5,69	0,847	8,89	1,65	32,02	-1,13
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,26	-1,15	4,79	139	6,18	0,75	6,427	12,09	12,61	44,46	-1,15
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,28	-1,16	4,81	82,6	4,57	1,03	4,680	15,05	9,33	55,33	-1,19
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,81	-1,23	-1,23	2	-1,19	37,9	-1,19	17,68	-1,19	-1,29	-1,29
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,84	-1,13	-1,13	5,1	-1,13	33,5	-1,13	8,02	-1,13	-1,20	-1,20
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,79	-1,23	-1,23	20,1	-1,23	2,43	-1,23	27,43	-1,23	-1,29	-1,29
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,83	-1,19	-1,19	2,5	-1,19	30,8	-1,19	17,79	-1,19	-1,29	-1,29
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,34	-1,23	-1,23	2	-1,23	37,9	-1,23	17,68	-1,23	-1,29	-1,29
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,37	-1,13	-1,13	5,1	-1,13	33,5	-1,13	8,02	-1,13	-1,20	-1,20
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,34	-1,23	-1,23	20,1	-1,23	2,43	-1,23	27,43	-1,23	-1,29	-1,29
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,37	-1,19	-1,19	2,5	-1,19	30,8	-1,19	17,79	-1,19	-1,29	-1,29
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,8	-1,13	-1,13	5,1	-1,13	33,5	-1,13	8,02	-1,13	-1,20	-1,20
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,84	-1,13	-1,13	5,1	-1,13	33,5	-1,13	8,02	-1,13	-1,20	-1,20
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,8	-1,13	-1,13	5,1	-1,13	33,5	-1,13	8,02	-1,13	-1,20	-1,20
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,84	-1,13	-1,13	5,1	-1,13	33,5	-1,13	8,02	-1,13	-1,20	-1,20

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provverierien										Mätning 2001-07-23				2001-07-23			
Prov	DC / AC	Yta	Jordart	Plac-nr	U <sub>bc</sub> On	U <sub>bc</sub> Off	U <sub>AC</sub>	I <sub>bc</sub>	I <sub>AC</sub>	R	Ber I <sub>AC</sub>	Ber RDC/RAC	Ber I ac/m2	Ber I ac/IDC	Ber UB		
Nr		(cm <sup>2</sup> )			(V)	(V)	(V)	(uA)	(mA)	(kohm)	,04(V AC)/R	(Uon/Idc)/Rac	(Iac/yta)	(Iac/Idc)	JAC/IAC*IDC		
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,12	-0,97	4,16	1	0,05	53,8	0,075	20,82	1,00	50,00	-1,04		
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,05	-1	4,06	2,6	0,12	27,8	0,145	14,53	2,40	46,15	-0,96		
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,12	-0,9	4,16	5,5	0,13	10,97	0,368	18,56	2,60	23,64	-0,94		
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,05	-1,05	4,06	1,5	0,14	18,25	0,221	38,36	2,80	93,33	-1,01		
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,12	-1	4,16	1,8	0,12	25,2	0,160	24,69	1,09	66,67	-1,06		
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,05	-0,65	4,06	55,2	0,56	6,8	0,594	2,80	5,09	10,14	-0,65		
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,12	-1,07	4,16	4	0,47	5,8	0,697	48,28	4,27	117,50	-1,08		
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,05	-1,02	4,06	19,9	1,49	2,56	1,578	20,61	13,55	74,87	-1,00		
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,12	-1,05	4,16	5,8	0,49	7,93	0,509	24,35	1,58	84,48	-1,07		
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,05	-0,65	4,06	112,2	1,15	3,49	1,158	2,68	3,71	10,25	-0,65		
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,12	-1	4,16	33,4	1,71	1,83	2,208	18,32	5,52	51,20	-1,04		
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,05	-1	4,06	9,1	0,44	4,85	0,833	23,79	1,42	48,35	-0,97		
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,12	-1,05	4,16	9,4	0,73	5,39	0,750	22,11	1,49	77,66	-1,07		
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,05	-0,7	4,06	128,8	1,58	2,57	1,572	3,17	3,22	12,27	-0,72		
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,12	-1	4,16	20,4	0,82	0,85	4,753	64,59	1,67	40,20	-1,02		
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,05	-1,02	4,06	27	2,27	1,67	2,419	23,29	4,63	84,07	-1,00		
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,8	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	6,19	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000		
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,7	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	10,2	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000		
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,83	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	1,38	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000		
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,83	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	1,18	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000		
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,35	-1,03	-1,000	2,4	-1,000	40	-1,000	14,06	-1,000	-1,000	-1,25		
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,35	-1,1	-1,000	5,1	-1,000	37,3	-1,000	7,10	-1,000	-1,000	-1,16		
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,35	-1,04	-1,000	11,0	-1,000	8,32	-1,000	14,75	-1,000	-1,000	-1,26		
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,35	-1,05	-1,000	6,7	-1,000	8,57	-1,000	23,51	-1,000	-1,000	-1,29		
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,8	-1,000	4,13	-1,000	0,71	5,57	0,725	-1,000	6,45	-1,000	-1,000		
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,8	-1,000	4,07	-1,000	0,64	6,69	0,604	-1,000	5,82	-1,000	-1,000		
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,8	-1,000	4,13	-1,000	4,77	0,86	4,698	-1,000	43,36	-1,000	-1,000		
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,8	-1,000	4,08	-1,000	4,28	0,96	4,208	-1,000	38,91	-1,000	-1,000		

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-09-05-11										2001-09-05			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 4,4(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (U <sub>on</sub> /I <sub>dc</sub> )/Rac	Ber I ac/m <sup>2</sup> (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/I <sub>dc</sub> )	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,35	-1	4,4	0,3	0,08	29,8	0,148	151,01	1,60	266,67	-1,33
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,37	-1,19	4,5	1,8	0,02	104,9	0,042	7,26	0,40	11,11	-0,97
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,3	-0,95	4,4	16,6	0,24	14,8	0,297	5,29	4,80	14,46	-1,00
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,37	-1,16	4,5	1,4	0,04	42,7	0,103	22,92	0,80	28,57	-1,21
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,33	-1,05	4,4	1,8	0,11	24,2	0,182	30,53	1,00	61,11	-1,26
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,37	-1,12	4,5	8,3	0,18	22,6	0,195	7,30	1,64	21,69	-1,16
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,32	-1	4,4	21,9	0,42	3,12	1,410	19,32	3,82	19,18	-1,09
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,37	-1,21	4,5	74,2	2,25	1,93	2,280	9,57	20,45	30,32	-1,22
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,33	-1,15	4,5	11	0,74	5,6	0,786	21,59	2,39	67,27	-1,26
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,37	-1,1	4,5	25	0,47	8,97	0,491	6,11	1,52	18,80	-1,13
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,33	-1	4,4	43,5	0,81	3,04	1,447	10,06	2,61	18,62	-1,09
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,37	-1,08	4,5	12,7	0,25	7,21	0,610	14,96	0,81	19,69	-1,14
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,32	-1,1	4,4	20,8	0,88	4,75	0,926	13,36	1,80	42,31	-1,22
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,37	-1,1	4,5	30,2	0,53	7,98	0,551	5,68	1,08	17,55	-1,11
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,33	-1,1	4,4	126,3	2,86	0,77	5,714	13,68	5,84	22,64	-1,14
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,37	-1,15	4,5	109	2,95	1,23	3,577	10,22	6,02	27,06	-1,20
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,82	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	5,24	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,8	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	7,7	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,8	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,29	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,82	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,21	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,33	-1,05	-1,1	5,1	-1,1	22,41	-1,1	11,64	-1,1	-1,1	-1,22
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,29	-1,21	-1,1	4,2	-1,1	40,8	-1,1	7,53	-1,1	-1,1	-1,12
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,32	-1,1	-1,1	9,6	-1,1	0,83	-1,1	165,66	-1,1	-1,1	-1,31
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,29	-1,15	-1,1	8,4	-1,1	1,73	-1,1	88,77	-1,1	-1,1	-1,28
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,8	-1,1	4,4	-1,1	0,64	6,46	0,681	-1,1	5,82	-1,1	-1,1
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,83	-1,1	4,5	-1,1	0,62	6,81	0,646	-1,1	5,64	-1,1	-1,1
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,82	-1,1	4,4	-1,1	4,67	0,92	4,783	-1,1	42,45	-1,1	-1,1
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,83	-1,1	4,5	-1,1	4,32	1,03	4,272	-1,1	39,27	-1,1	-1,1



Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2001-10-09										2001-10-09			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 5.6(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (Uon/Idc)/Rac	Ber I ac/m2 (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/Idc)	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,32	-0,91	5,59	0,5	0,08	33	0,170	80,00	1,60	160,00	-1,29
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,34	-0,97	5,58	3	0,05	73,2	0,077	6,10	1,00	16,67	-1,01
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,32	-1,19	5,59	8,3	0,15	24,5	0,229	6,49	3,00	18,07	-1,01
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,34	-1,08	5,58	1,3	0,04	37,9	0,148	27,20	0,80	30,77	-1,16
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,32	-1,02	5,59	1,7	0,06	50,1	0,112	15,50	0,55	35,29	-1,16
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,34	-1,11	5,58	8,7	0,27	17,9	0,313	8,60	2,45	31,03	-1,16
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,32	-1,13	5,59	7	0,15	9,98	0,561	18,89	1,36	21,43	-1,06
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,34	-1,18	5,58	53,6	2,27	2,38	2,353	10,50	20,64	42,35	-1,21
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,32	-1,16	5,59	17,4	0,56	9,3	0,602	8,16	1,81	32,18	-1,15
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,34	-1,1	5,58	24,8	0,76	7,01	0,799	7,71	2,45	30,65	-1,16
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,32	-1,19	5,59	23,3	0,64	3,45	1,623	16,42	2,06	27,47	-1,12
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,34	-1,04	5,58	15,2	0,35	6,19	0,905	14,24	1,13	23,03	-1,10
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,32	-1,14	5,59	38,6	1,13	4,74	1,181	7,21	2,31	29,27	-1,13
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,34	-1,08	5,58	27,1	0,77	6,9	0,812	7,17	1,57	28,41	-1,14
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,32	-1,14	5,59	62,5	1,66	2,22	2,523	9,51	3,39	26,56	-1,11
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,34	-1,09	5,58	105,8	3,7	1,34	4,179	9,45	7,55	34,97	-1,18
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,83	-1,11	-1,13	-1,13	-1,13	7,18	-1,13	-1,13	-1,13	-1,13	-1,13
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,8	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	8,5	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,82	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	1,13	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,81	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	0,87	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,37	-1,13	-1,13	3,7	-1,13	36,3	-1,13	10,20	-1,13	-1,13	-1,24
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,39	-1,11	-1,11	4	-1,11	41,8	-1,11	8,31	-1,11	-1,11	-1,22
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,37	-1,17	-1,17	5,1	-1,17	3,39	-1,17	79,24	-1,17	-1,17	-1,35
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,39	-1,02	-1,02	8,5	-1,02	2,02	-1,02	80,96	-1,02	-1,02	-1,37
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,82	-1,11	5,58	-1,11	0,81	6,55	0,855	-1,11	7,36	-1,11	-1,11
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,81	-1,11	5,58	-1,11	1,29	4,2	1,333	-1,11	11,73	-1,11	-1,11
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,82	-1,11	5,58	-1,11	5,88	0,93	6,022	-1,11	53,45	-1,11	-1,11
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,81	-1,11	5,58	-1,11	5,81	0,94	5,957	-1,11	52,82	-1,11	-1,11

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien				Mätning 2001-12-12				2001-12-12							
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 5,6(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (Uon/Idc)/Rac	Ber I ac/m2 (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/Idc)	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,44	-1,14	5,49	1,4	0,04	101	0,06	10,18	0,80	28,57	-1,25
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,42	-1,12	5,54	3,3	0,05	76,6	0,07	5,62	1,00	15,15	-1,05
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,44	-1,12	5,5	3,7	0,06	50,2	0,11	7,75	1,20	16,22	-1,10
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,43	-1,08	5,54	0,9	0,03	74,6	0,08	21,30	0,60	33,33	-1,26
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,44	-1,01	5,49	1,7	0,05	66	0,08	12,83	0,45	29,41	-1,25
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,42	-1,09	5,54	9,9	0,2	24,16	0,23	5,94	1,82	20,20	-1,15
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,44	-1,06	5,5	4,2	0,09	33	0,17	10,39	0,82	21,43	-1,18
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,43	-1,2	5,54	65,7	1,88	2,81	1,99	7,75	17,09	28,61	-1,24
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,44	-1,18	5,49	17,2	0,47	10,7	0,52	7,82	1,52	27,33	-1,24
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,42	-1,11	5,54	23,8	0,55	9,31	0,60	6,41	1,77	23,11	-1,18
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,44	-1,11	5,5	10,9	0,28	7,34	0,76	18,00	0,90	25,69	-1,23
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,43	-1,11	5,54	7,5	0,16	14,94	0,37	12,76	0,52	21,33	-1,17
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,44	-1,16	5,49	32	0,84	6,25	0,90	7,20	1,71	26,25	-1,23
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,42	-1,13	5,54	37,6	0,6	8,75	0,64	4,32	1,22	15,96	-1,07
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,44	-1,18	5,5	68	1,86	2,5	2,24	8,47	3,80	27,35	-1,24
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,43	-1,17	5,54	158,1	4,45	1,21	4,63	7,48	9,08	28,15	-1,23
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,82	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	6,3	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,8	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	8,39	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,8	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,29	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,8	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0,92	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,42	-1,09	-1,1	3,4	-1,1	40,8	-1,1	10,24	-1,1	-1,1	-1,28
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,38	-1,1	-1,1	3,1	-1,1	61,5	-1,1	7,24	-1,1	-1,1	-1,19
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,42	-1,1	-1,1	4,3	-1,1	6,8	-1,1	48,56	-1,1	-1,1	-1,39
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,38	-1,22	-1,1	5,3	-1,1	3,68	-1,1	70,75	-1,1	-1,1	-1,36
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,8	-1,1	5,49	-1,1	1,26	4,23	1,32	-1,1	11,45	-1,1	-1,1
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,81	-1,1	5,53	-1,1	1,02	5,27	1,06	-1,1	9,27	-1,1	-1,1
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,8	-1,1	5,5	-1,1	4,68	1,15	4,87	-1,1	42,55	-1,1	-1,1
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,81	-1,1	5,52	-1,1	4,8	1,11	5,05	-1,1	43,64	-1,1	-1,1

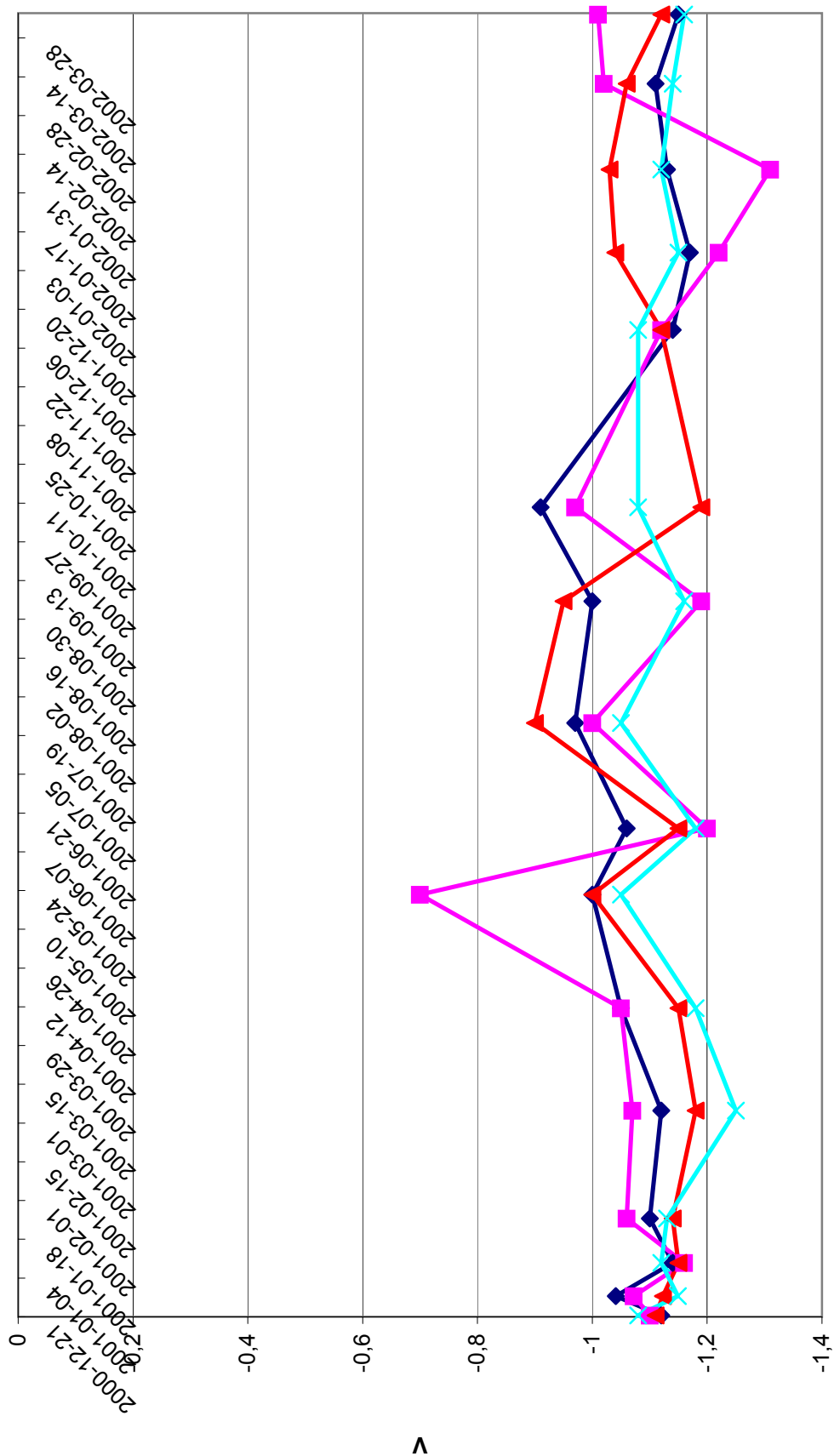
Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2002-01-09 (Tölvåder med fjäle)										2002-01-09			
Prov Nr	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 5.6(V AC)/R (mA)	Ber RDC/RAC (U <sub>on</sub> /I <sub>dc</sub> )/Rac	Ber I ac/m2 (Iac/yta)	Ber I ac/I DC (Iac/I <sub>dc</sub> )	Ber UB UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,53	-1,17	5,5	1,3	0,04	122	0,05	9,65	0,80	30,77	-1,35
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,51	-1,22	5,57	2,7	0,06	96,1	0,06	5,82	1,20	22,22	-1,26
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,53	-1,04	5,5	3	0,05	65,1	0,09	7,83	1,00	16,67	-1,20
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,51	-1,15	5,57	1,1	0,03	87,3	0,06	15,72	0,60	27,27	-1,31
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,53	-1,22	5,5	1,5	0,04	74,5	0,08	13,69	0,36	26,67	-1,32
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,51	-1,14	5,57	10,8	0,2	25,2	0,22	5,55	1,82	18,52	-1,21
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,53	-1,09	5,5	3,5	0,07	36,5	0,15	11,98	0,64	20,00	-1,26
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,51	-1,2	5,57	64,7	1,7	3,11	1,80	7,50	15,45	26,28	-1,30
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,53	-1,23	5,5	20,8	0,47	10,83	0,52	6,79	1,52	22,60	-1,29
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,51	-1,15	5,57	23,8	0,48	10,59	0,53	5,99	1,55	20,17	-1,23
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,53	-1,13	5,5	10,1	0,23	9,06	0,62	16,72	0,74	22,77	-1,29
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,51	-1,17	5,57	7,2	0,16	18,96	0,30	11,06	0,52	22,22	-1,26
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,53	-1,2	5,5	35	0,69	7,49	0,75	5,84	1,41	19,71	-1,25
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,51	-1,15	5,57	30,2	0,57	9,37	0,60	5,34	1,16	18,87	-1,21
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,53	-1,22	5,5	66,7	1,66	2,86	1,96	8,02	3,39	24,89	-1,31
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,51	-1,23	5,57	149,8	3,85	1,41	3,97	7,15	7,86	25,70	-1,29
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,84	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	7,28	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,81	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	5,26	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,83	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	1,44	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,82	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	1	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,42	-1,11	-1,11	3,1	-1,11	43,2	-1,11	10,60	-1,11	-1,11	-1,29
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,4	-1,07	-1,11	5,1	-1,11	39,2	-1,11	7,00	-1,11	-1,11	-1,20
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,41	-1,12	-1,11	6,9	-1,11	6,3	-1,11	32,44	-1,11	-1,11	-1,37
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,4	-1,09	-1,11	5,9	-1,11	4,38	-1,11	54,18	-1,11	-1,11	-1,37
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,82	-1,11	5,5	-1,11	1,07	4,95	1,13	-1,11	9,73	-1,11	-1,11
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,82	-1,11	5,57	-1,11	1,04	5,17	1,08	-1,11	9,45	-1,11	-1,11
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,82	-1,11	5,5	-1,11	4,22	1,27	4,41	-1,11	38,36	-1,11	-1,11
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,82	-1,11	5,57	-1,11	4,47	1,22	4,59	-1,11	40,64	-1,11	-1,11

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provverierien		Mätning 2002-02-08												2002-02-08	
Prov	DC / AC	Yta	Jordart	Plac-nr	U <sub>bc</sub> On	U <sub>bc</sub> Off	U <sub>AC</sub>	I <sub>bc</sub>	I <sub>AC</sub>	R	Ber I <sub>AC</sub>	Ber RDC/RAC	Ber I <sub>ac</sub> /m2	Ber I <sub>ac</sub> /I DC	Ber UB
Nr		(cm <sup>2</sup> )			(V)	(V)	(V)	(uA)	(mA)	(kohm)	,6 (V AC)/R	(Uon/I <sub>dc</sub> )/R <sub>ac</sub>	(I <sub>ac</sub> /y <sub>ta</sub> )	(I <sub>ac</sub> /I <sub>dc</sub> )	UAC/IAC*IDC
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,49	-1,13	5,57	1,3	0,03	124	0,05	9,24	0,60	23,08	-1,25
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,47	-1,31	5,54	2,8	0,04	88,7	0,06	5,92	0,80	14,29	-1,08
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,49	-1,03	5,57	3,3	0,05	60,7	0,09	7,44	1,00	15,15	-1,12
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,47	-1,12	5,54	1,2	0,03	74,3	0,08	16,49	0,60	25,00	-1,25
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,49	-1,19	5,57	1,5	0,05	72,9	0,08	13,63	0,45	33,33	-1,32
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,47	-1,11	5,54	9,1	0,16	29,7	0,19	5,44	1,45	17,58	-1,15
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,49	-1,38	5,57	4	0,09	35,3	0,16	10,55	0,82	22,50	-1,24
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,47	-1,23	5,54	57,9	1,54	3,47	1,61	7,32	14,00	26,60	-1,26
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,49	-1,22	5,57	20	0,47	11,4	0,49	6,54	1,52	23,50	-1,25
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,47	-1,13	5,54	19,1	0,41	12,44	0,45	6,19	1,32	21,47	-1,21
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,49	-1,13	5,57	9,6	0,25	8,3	0,67	18,70	0,81	26,04	-1,28
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,47	-1,16	5,54	11,3	0,2	16,22	0,35	8,02	0,65	17,70	-1,16
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,49	-1,34	5,57	42	0,87	6,08	0,92	5,83	1,78	20,71	-1,22
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,47	-1,15	5,54	37,3	0,72	7,32	0,77	5,38	1,47	19,30	-1,18
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,49	-1,2	5,57	71,3	1,82	2,41	2,32	8,67	3,71	25,53	-1,27
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,47	-1,2	5,54	149,8	3,95	1,39	4,03	7,06	8,06	26,37	-1,26
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,82	-	-	-	-	10,5	-	-	-	-	-
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,81	-	-	-	-	5,76	-	-	-	-	-
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,8	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,81	-	-	-	-	0,96	-	-	-	-	-
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,41	-1,29	-	3	-	48,8	-	9,63	-	-	-1,26
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,37	-1,04	-	5	-	42,7	-	6,42	-	-	-1,16
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,4	-1,11	-	6,2	-	7,96	-	28,37	-	-	-1,35
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,37	-1,1	-	9,6	-	5,25	-	27,18	-	-	-1,32
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,8	-	5,56	-	1,08	4,93	1,14	-	9,82	-	-
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,8	-	5,52	-	1,23	4,36	1,28	-	11,18	-	-
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,8	-	5,56	-	4,23	1,26	4,44	-	38,45	-	-
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,8	-	5,52	-	4,61	1,17	4,79	-	41,91	-	-

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2002-03-11										Mycket fuktigt i marken, ej fjäle (+7grC)				2002-03-11	
Prov	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> (mA)	er RDC/R <sub>β</sub> (sortlös)	Ber I <sub>AC</sub> /m <sup>2</sup> (A/m2)	Ber I <sub>AC</sub> /I <sub>DC</sub> (sortlös)	Ber UB (V)		
Nr					(V)	(V)	(V)	(uA)	(mA)	(kohm)	(mA)	(sortlös)	(A/m2)	(sortlös)	(V)		
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,53	-1,11	5,53	1,4	0,03	124	0,05	8,81	0,60	21,43	Un+(UAC)		
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,52	-1,02	5,57	2,9	0,04	94	0,06	5,58	0,80	13,79	-1,27		
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,53	-1,06	5,53	2,8	0,04	74,9	0,07	7,30	0,80	14,29	-1,12		
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,52	-1,14	5,57	0,9	0,03	80,1	0,07	21,08	0,60	33,33	-1,14		
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,53	-1,33	5,53	1,5	0,04	78,6	0,07	12,98	0,36	26,67	-1,35		
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,52	-1,07	5,57	7	0,11	40,3	0,14	5,39	1,00	15,71	-1,32		
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,53	-1,07	5,53	3,5	0,07	38,6	0,15	11,32	0,64	20,00	-1,17		
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,52	-1,21	5,57	66,4	1,54	3,47	1,61	6,60	14,00	23,19	-1,25		
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,53	-1,19	5,53	19,7	0,43	12,45	0,45	6,24	1,39	21,83	-1,28		
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,52	-1,12	5,57	14,9	0,3	15,42	0,36	6,62	0,97	20,13	-1,24		
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,53	-1,11	5,53	11,4	0,25	9,2	0,61	14,59	0,81	21,93	-1,28		
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,52	-1,12	5,57	8,2	0,17	18,69	0,30	9,92	0,55	20,73	-1,25		
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,53	-1,17	5,53	40	0,74	7,17	0,78	5,33	1,51	18,50	-1,28		
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,52	-1,13	5,57	32,9	0,55	9,52	0,59	4,85	1,12	16,72	-1,23		
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,53	-1,19	5,53	78	1,82	2,35	2,38	8,35	3,71	23,33	-1,19		
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,52	-1,2	5,57	150,1	3,48	1,55	3,61	6,53	7,10	23,18	-1,29		
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,81	-	-	-	-	7,57	-	-	-	-	-1,28		
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,81	-	-	-	-	6,48	-	-	-	-	-1,28		
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,8	-	-	-	-	1,51	-	-	-	-	-1,19		
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,8	-	-	-	-	0,99	-	-	-	-	-1,35		
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,41	-1,09	-	2,5	-	50,8	-	11,10	-	-	-1,38		
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,41	-1,02	-	4	-	55	-	6,41	-	-	-1,28		
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,41	-1,12	-	6,8	-	9,26	-	22,39	-	-	-1,19		
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,41	-1,07	-	4	-	6,75	-	52,22	-	-	-1,35		
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,795	-	5,53	-	0,84	6,29	0,89	-	7,64	-	-1,38		
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,8	-	5,56	-	1,03	5,28	1,06	-	9,36	-	-1,28		
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,795	-	5,56	-	4,03	1,35	4,15	-	36,64	-	-1,28		
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,8	-	5,56	-	4,49	1,22	4,59	-	40,82	-	-1,28		

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Mätning 2002-04-05										2002-04-05			
Prov	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	U <sub>DC</sub> On (V)	U <sub>DC</sub> Off (V)	U <sub>AC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (uA)	I <sub>AC</sub> (mA)	R (kohm)	Ber I <sub>AC</sub> 5,43 (V/AC)	Ber RDC/RAC (sortlös) (Uon/Idc)/Ra (Iac/yta)	Ber Iac/m <sup>2</sup> (A/m2)	Ber Iac/I DC (sortlös) (Iac/Idc)	Ber UB (V)
Nr					/IAC*IDC)										
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	-1,52	-1,15	5,43	1,2	0,03	134,7	0,04	9,40	0,60	25,00	-1,30
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	-1,52	-1,01	5,43	2,4	0,04	111,2	0,05	5,70	0,80	16,67	-1,19
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	-1,52	-1,12	5,43	2,9	0,04	56,6	0,10	9,26	0,80	13,79	-1,13
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	-1,52	-1,16	5,43	1	0,03	63,8	0,09	23,82	0,60	30,00	-1,34
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	-1,52	-1,23	5,43	1,4	0,04	74,5	0,07	14,57	0,36	28,57	-1,33
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	-1,52	-1,06	5,43	5,2	0,09	44,9	0,12	6,51	0,82	17,31	-1,21
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	-1,52	-1,07	5,43	3,3	0,07	39,8	0,14	11,57	0,64	21,21	-1,26
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	-1,52	-1,2	5,43	71,6	1,59	3,22	1,69	6,59	14,45	22,21	-1,28
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	-1,52	-1,17	5,43	30,2	0,63	8,18	0,66	6,15	2,03	20,86	-1,26
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	-1,52	-1,42	5,43	13,4	0,27	16,68	0,33	6,80	0,87	20,15	-1,25
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	-1,52	-1,15	5,43	9,2	0,22	8,71	0,62	18,97	0,71	23,91	-1,29
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	-1,52	-1,28	5,43	8,2	0,15	17,98	0,30	10,31	0,48	18,29	-1,22
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	-1,52	-1,15	5,43	53,3	0,97	5,44	1,00	5,24	1,98	18,20	-1,22
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	-1,52	-1,07	5,43	46,3	0,69	7,58	0,72	4,33	1,41	14,90	-1,16
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	-1,52	-1,18	5,43	84,6	1,88	2,16	2,51	8,32	3,84	22,22	-1,28
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	-1,52	-1,18	5,43	97,8	2,19	2,24	2,42	6,94	4,47	22,39	-1,28
345	Fritt exp	1,1	sand	Syl-5	-0,81	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	11,19	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
335	Fritt exp	1,1	sand	Öst-5	-0,8	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	6,48	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
346	Fritt exp	1,1	lera	Syl-5	-0,79	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	1,43	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
339	Fritt exp	1,1	lera	Öst-5	-0,79	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	1,09	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11
349	DC via Mg	1,1	sand	Syl-6	-1,39	-1,2	-1,2	2,4	-1,11	52,8	-1,11	10,97	-1,11	-1,11	-1,26
329	DC via Mg	1,1	sand	Öst-6	-1,39	-1,19	-1,19	3,4	-1,11	57,8	-1,11	7,07	-1,11	-1,11	-1,19
344	DC via Mg	1,1	lera	Syl-6	-1,39	-1,12	-1,12	8,3	-1,11	7,04	-1,11	23,79	-1,11	-1,11	-1,33
338	DC via Mg	1,1	lera	Öst-6	-1,39	-1,11	-1,11	4,7	-1,11	6,55	-1,11	45,15	-1,11	-1,11	-1,36
347	AC	1,1	sand	Syl-8	-0,78	-1,11	5,44	-1,11	0,95	5,51	0,99	-1,11	8,64	-1,11	-1,11
337	AC	1,1	sand	Öst-8	-0,8	-1,11	5,41	-1,11	0,75	7	0,78	-1,11	6,82	-1,11	-1,11
343	AC	1,1	lera	Syl-8	-0,78	-1,11	5,44	-1,11	4,2	1,27	4,28	-1,11	38,18	-1,11	-1,11
341	AC	1,1	lera	Öst-8	-0,8	-1,11	5,41	-1,11	4,53	1,19	4,56	-1,11	41,18	-1,11	-1,11

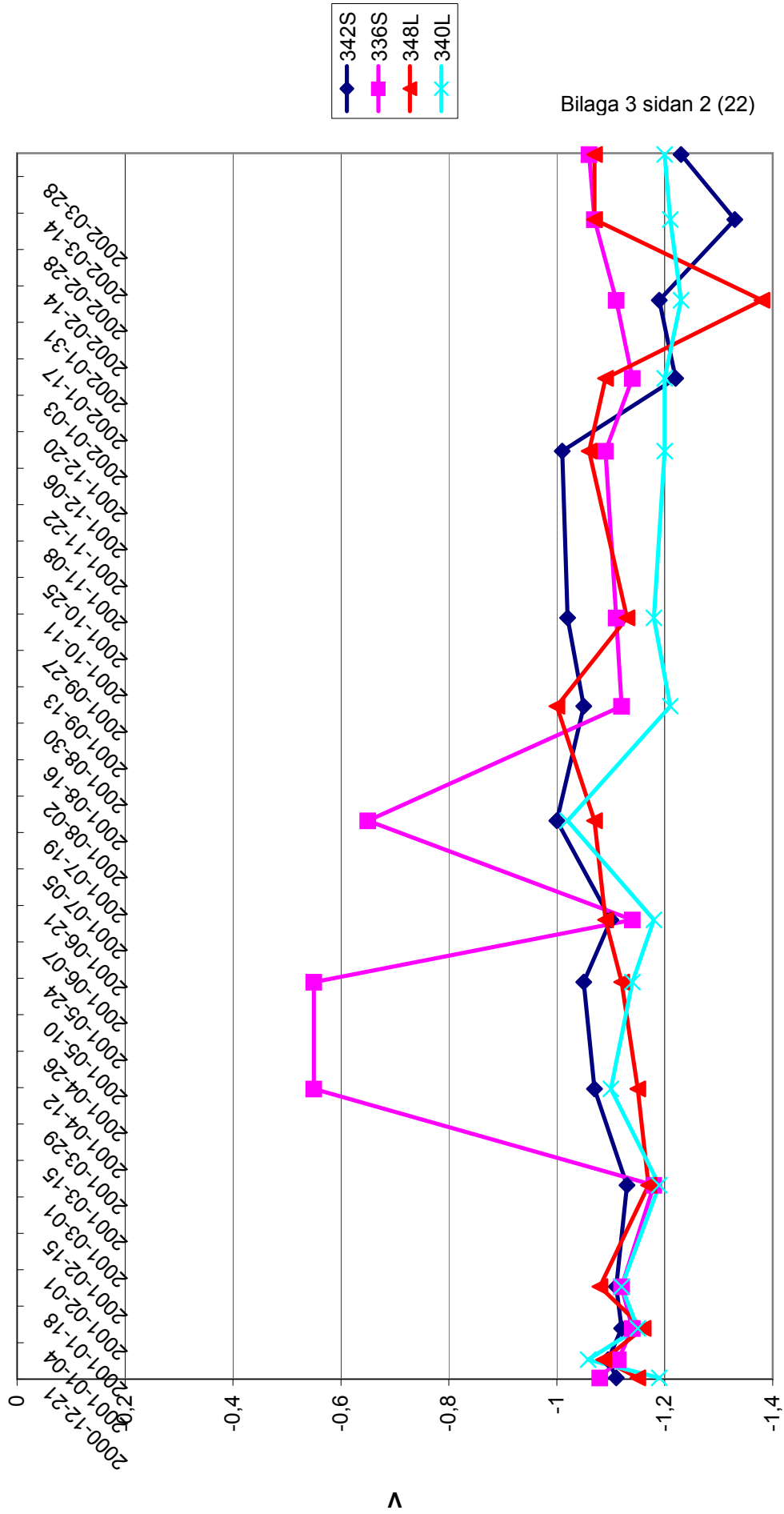
E OFF för 0,5 cm<sup>2</sup>



Datum

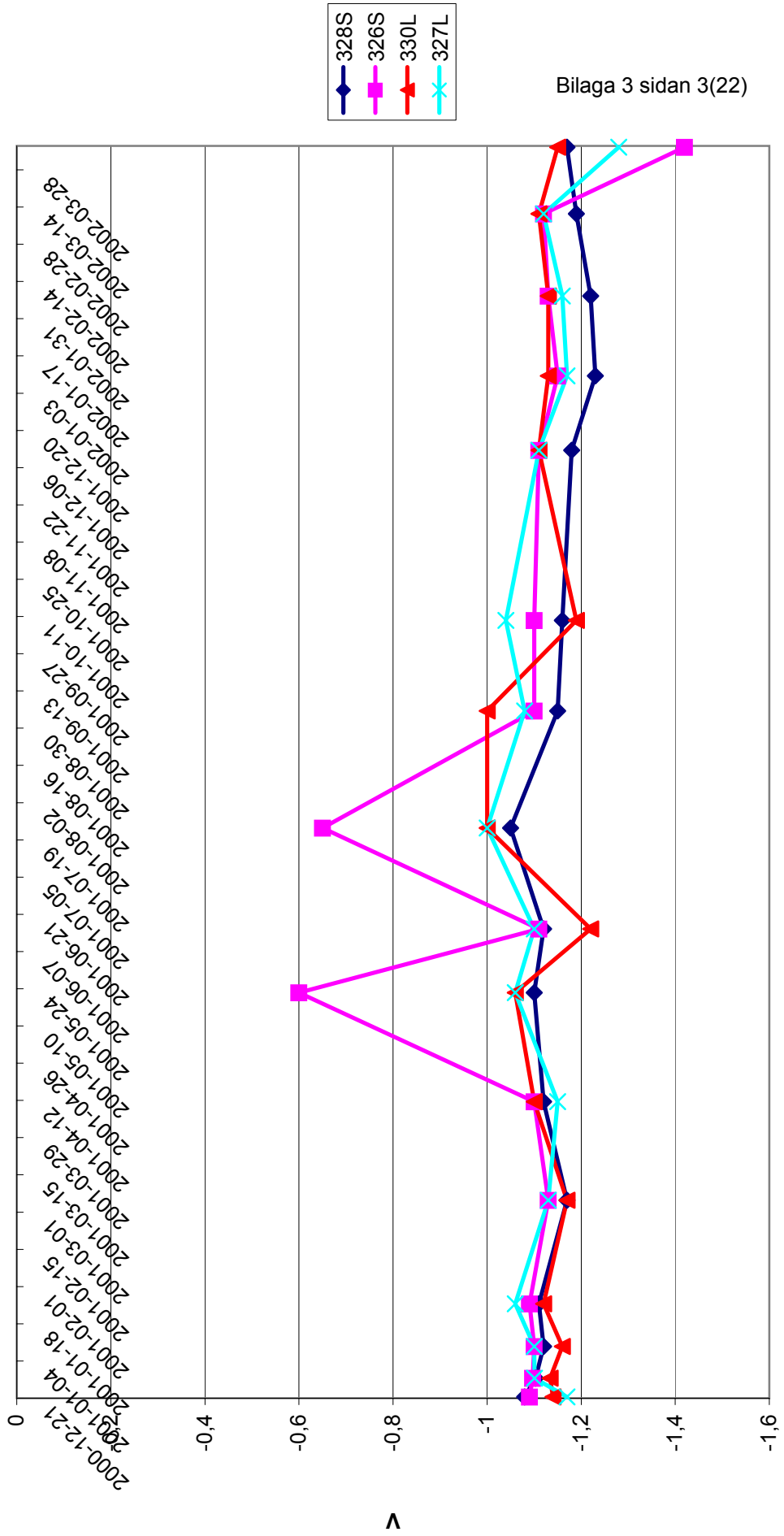
v

E OFF för 1,1 cm<sup>2</sup>



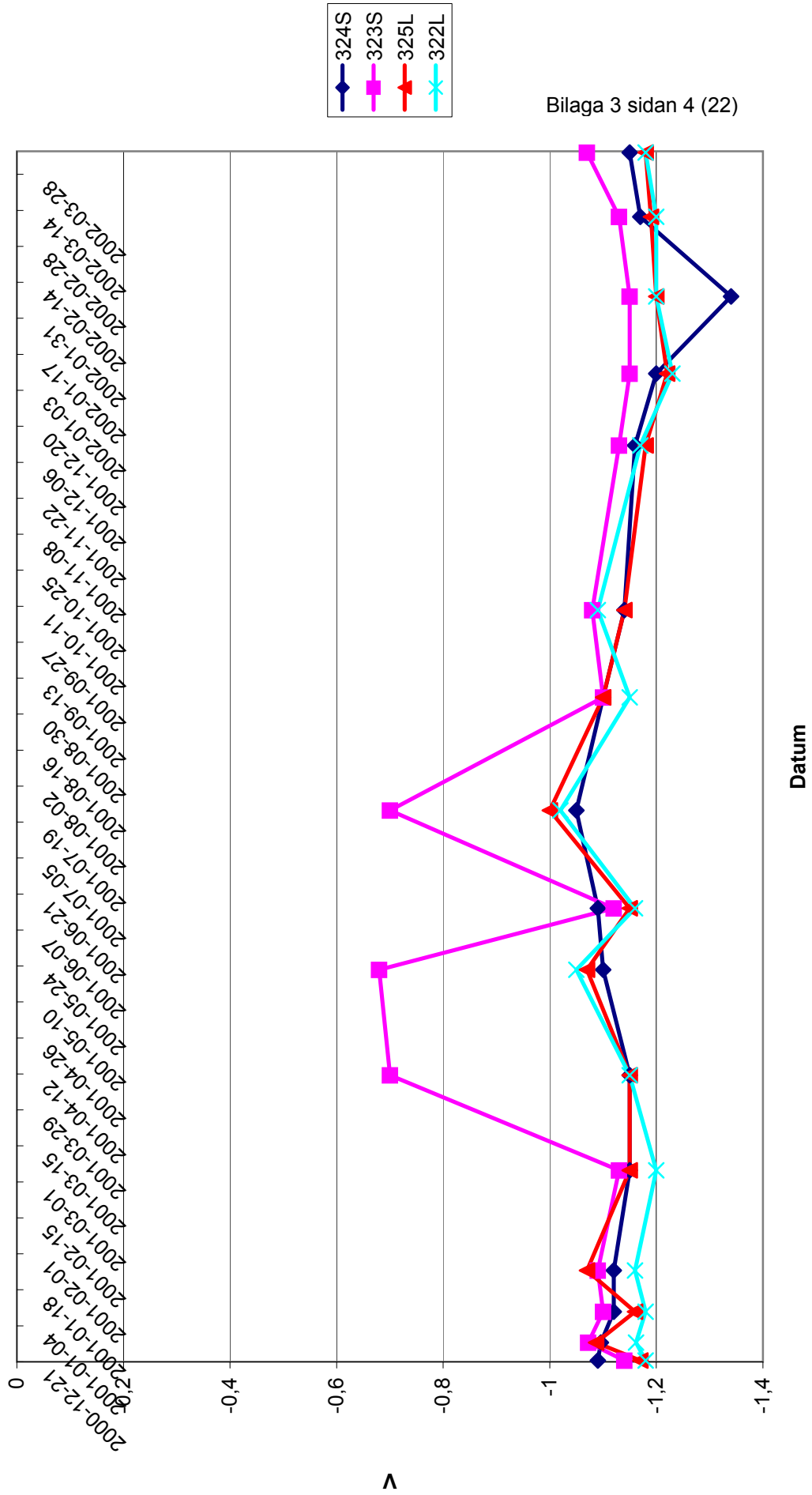


E OFF för 3,1 cm<sup>2</sup>

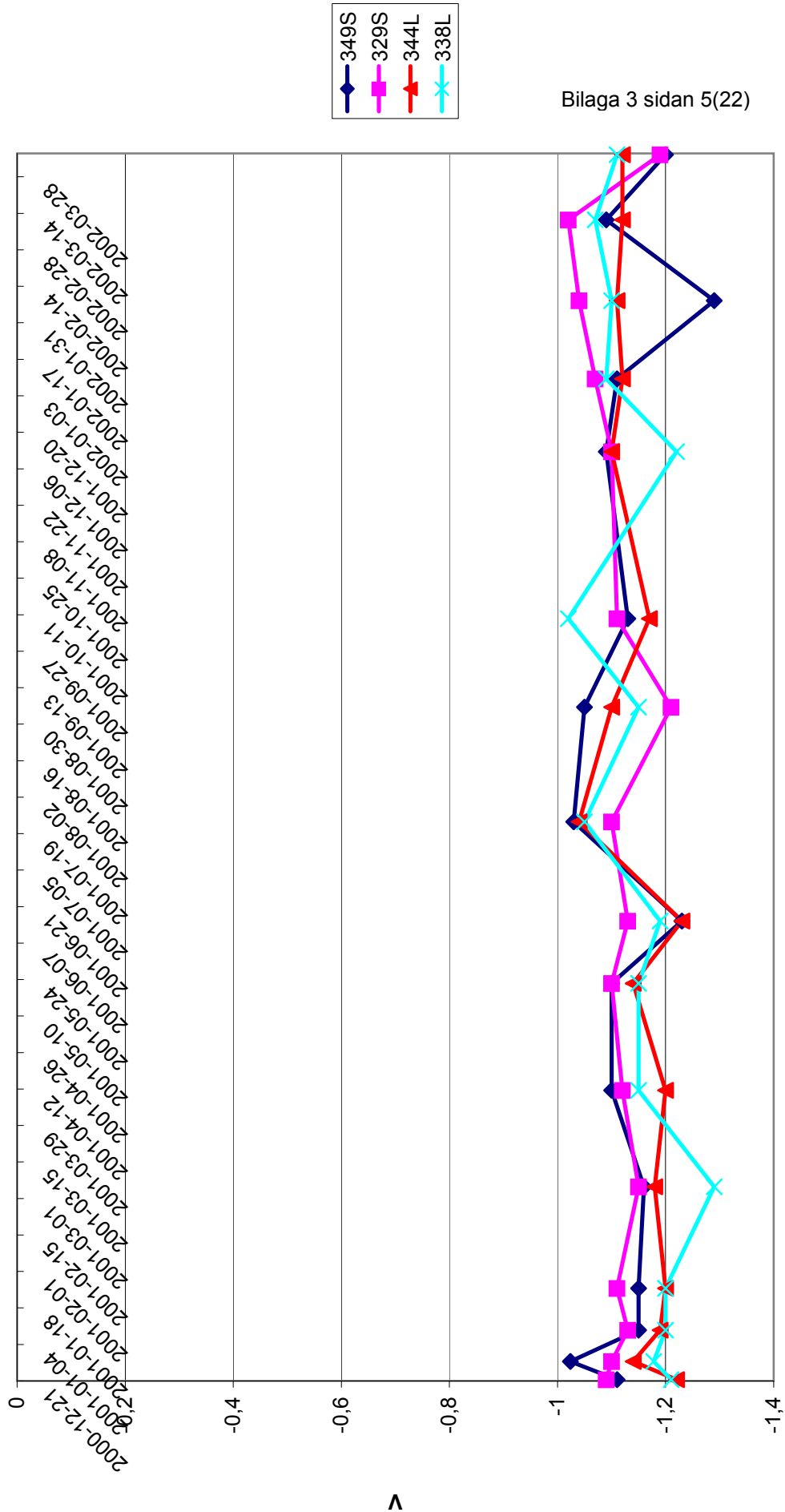


Datum

E OFF för 4,9 cm<sup>2</sup>



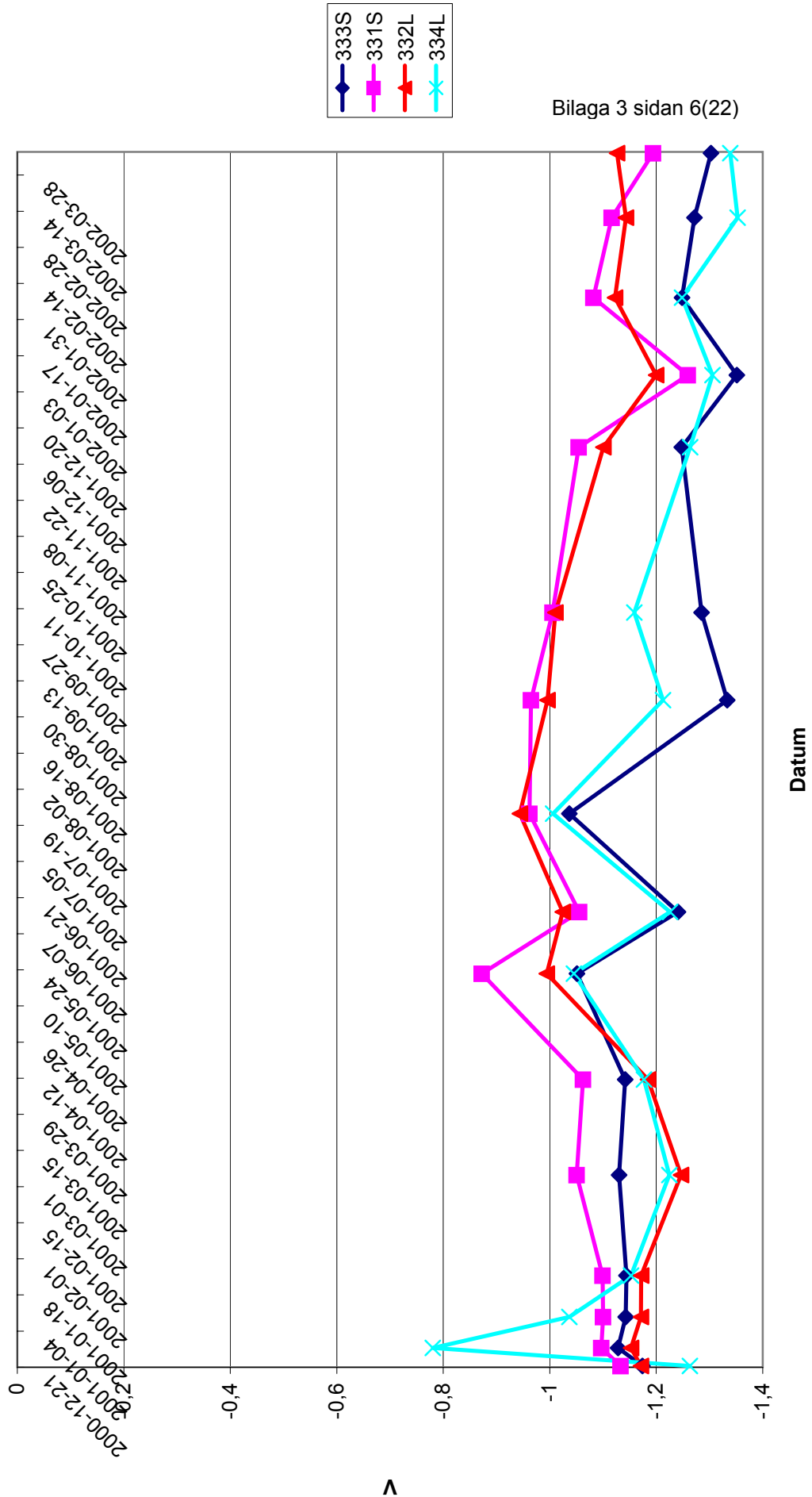
E OFF för 1,1 cm<sup>2</sup> <endast katodiskt skyddade>



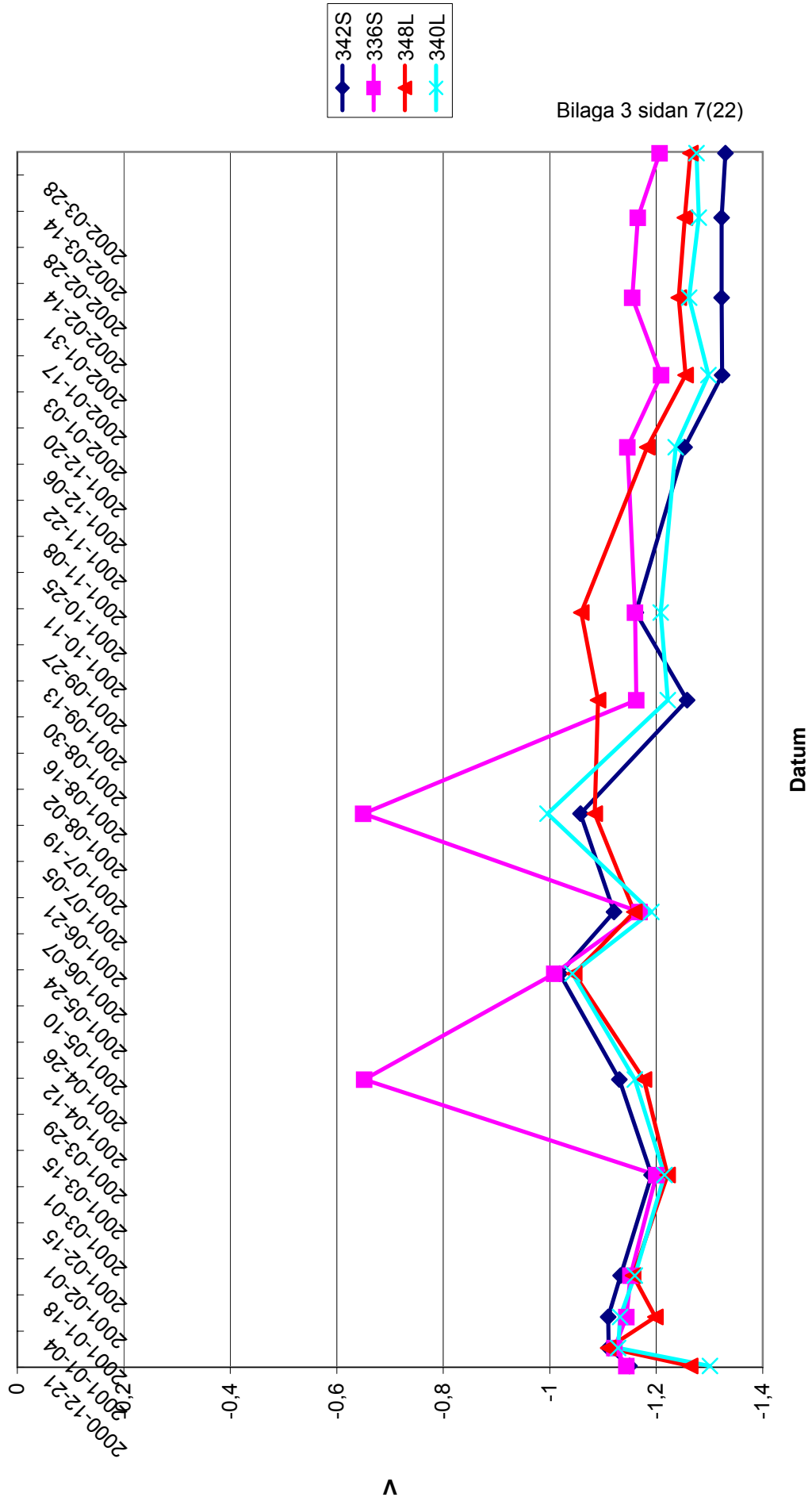
Datum

Λ

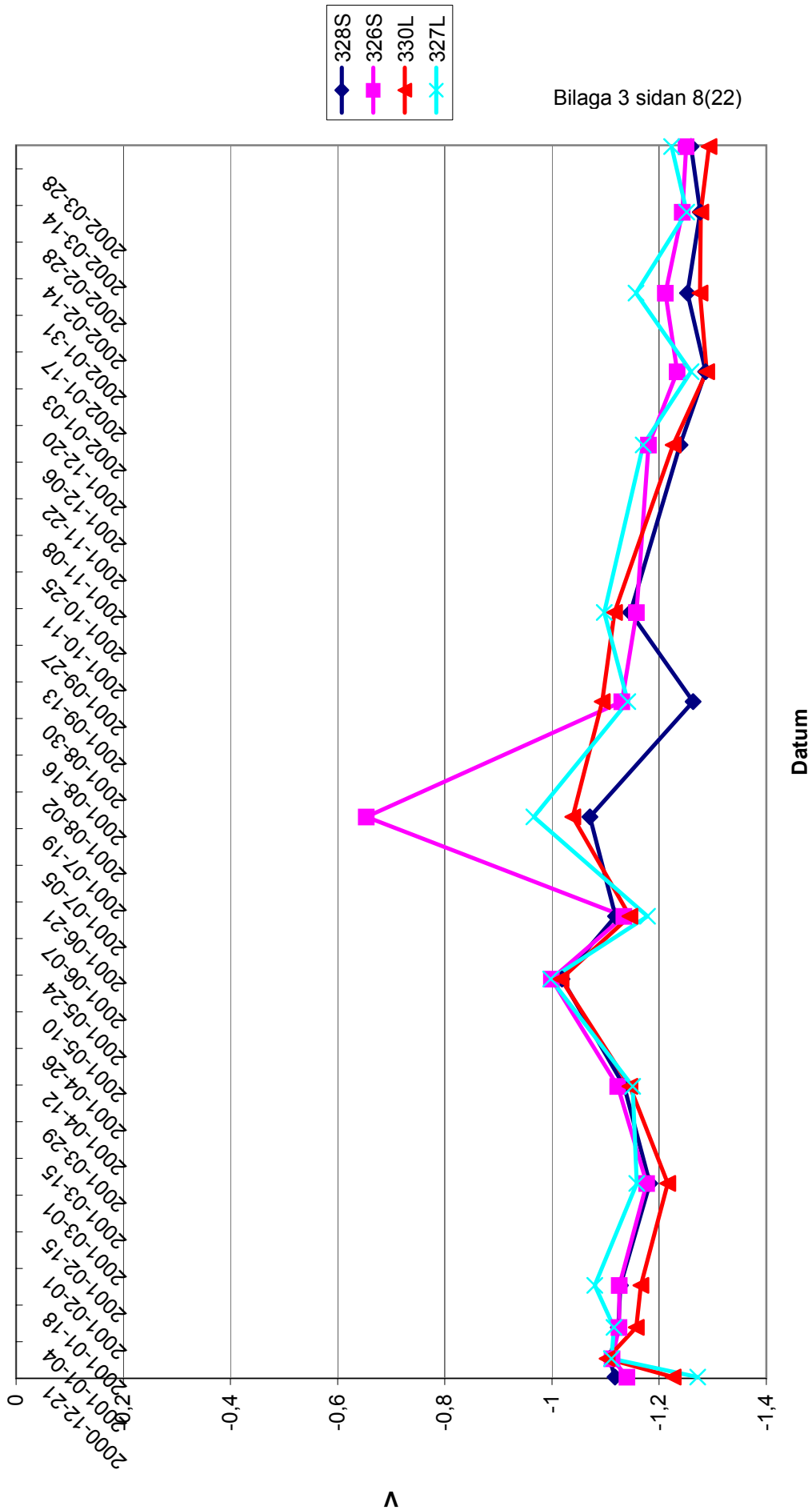
# $E_B$ (Beräknad OFF) för 0,5 cm<sup>2</sup>



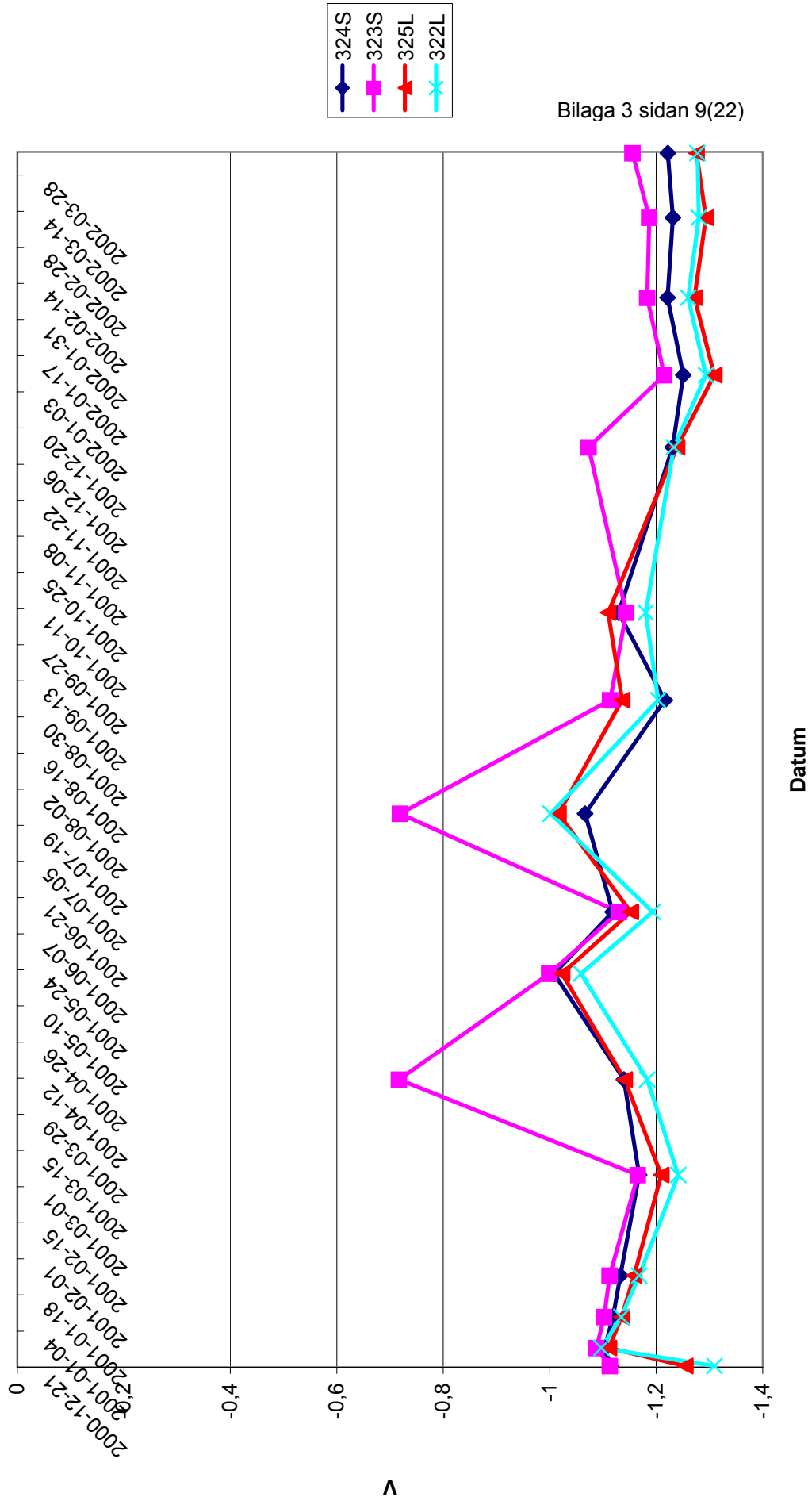
# $E_B$ (Beräknad OFF) för 1,1 cm<sup>2</sup>



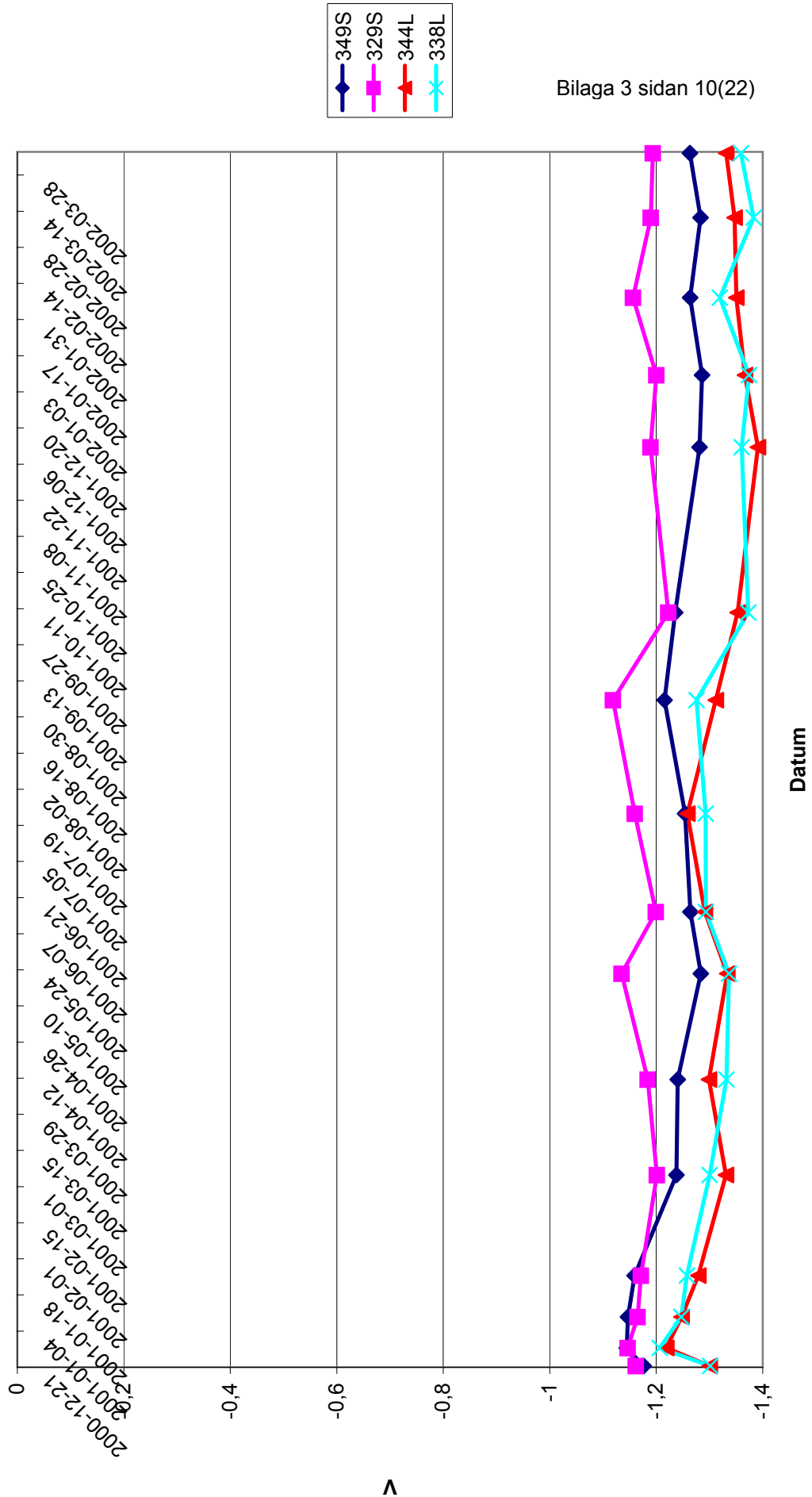
$E_B$  (Beräknad OFF) för 3,1 cm<sup>2</sup>



# $E_B$ (Beräknad OFF) för 4,9 cm<sup>2</sup>

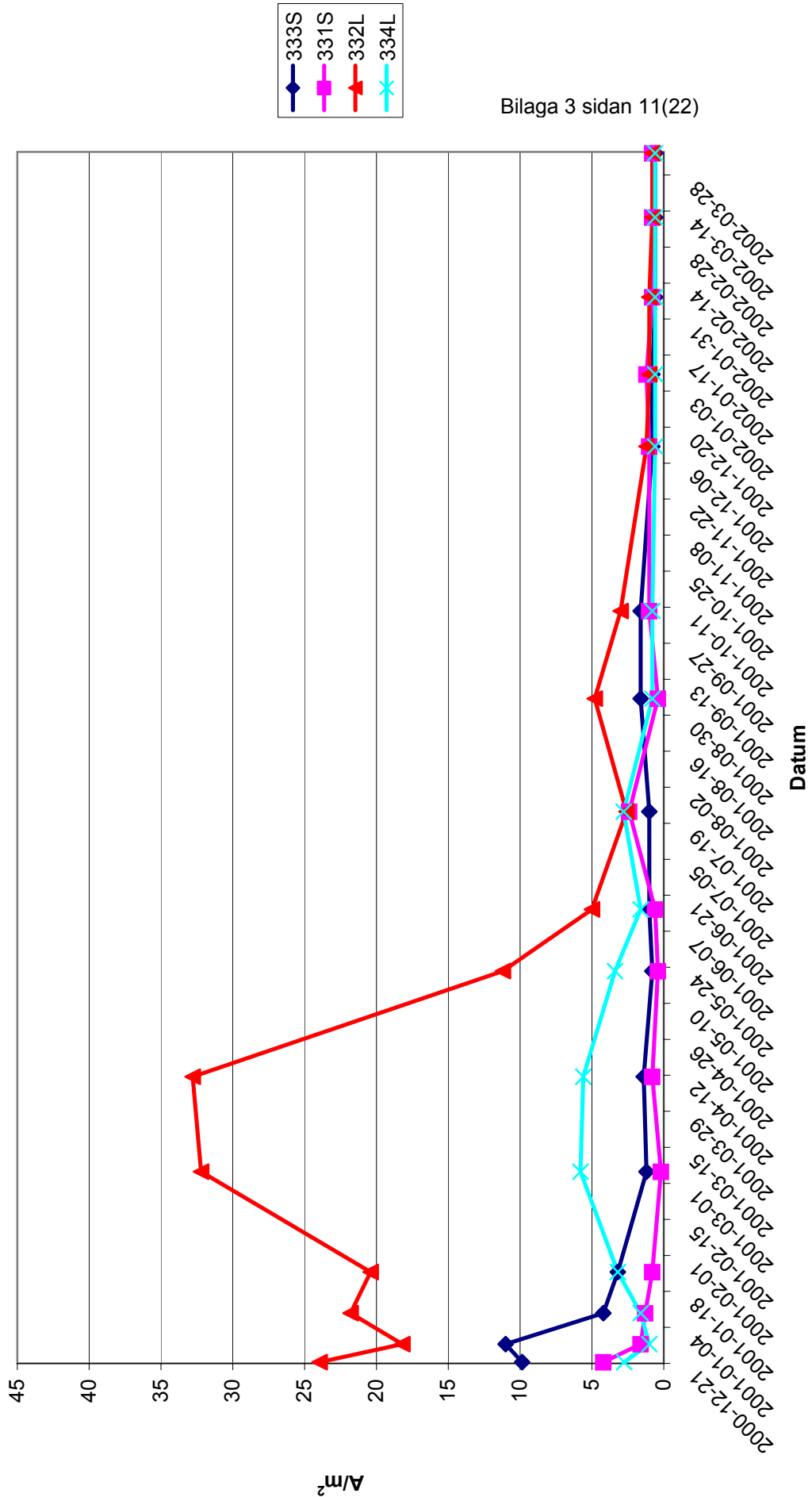


$E_B$  (Beräknad OFF) för 1,1 cm<sup>2</sup> <endast katodiskt skyddade>

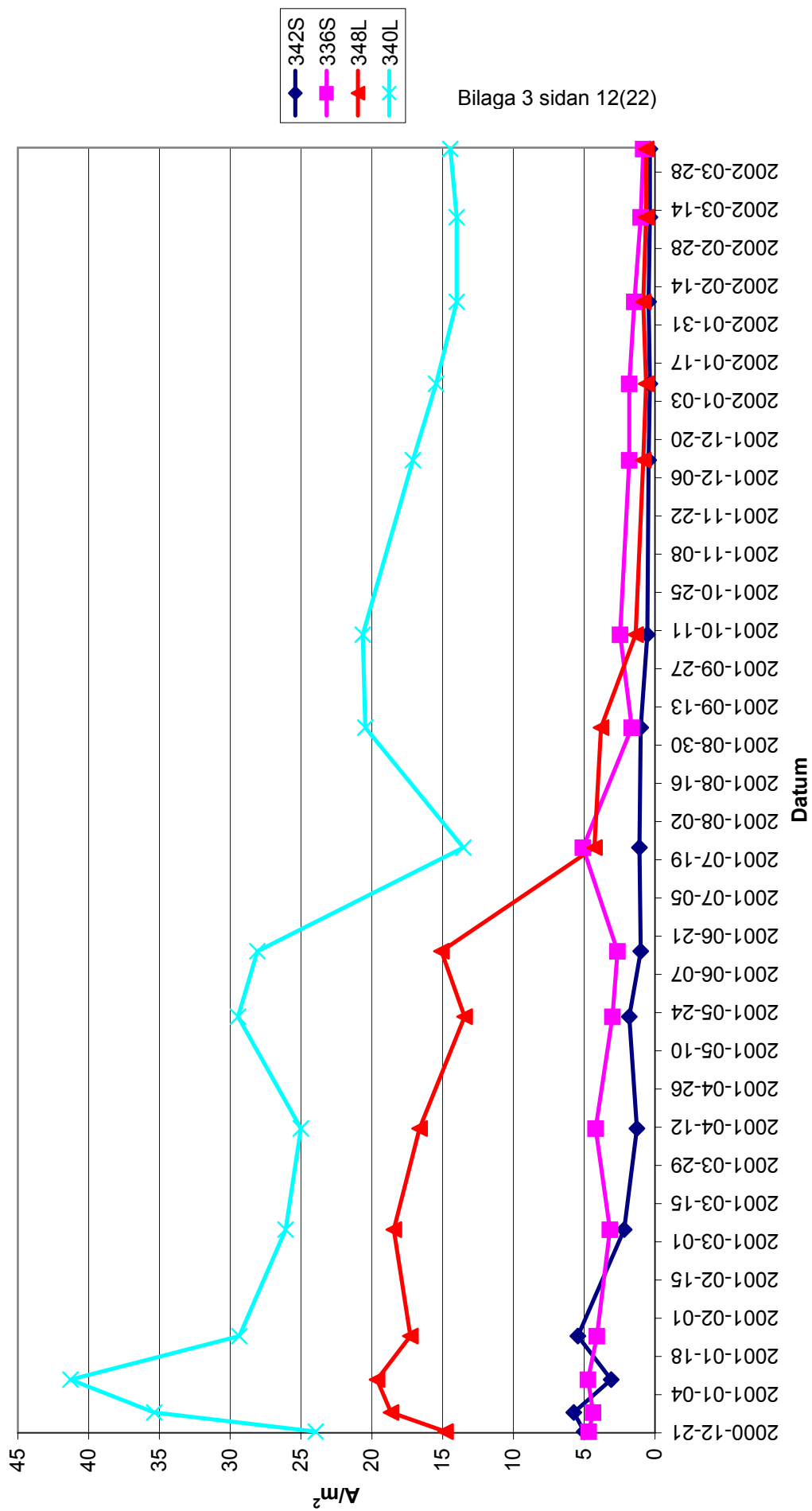




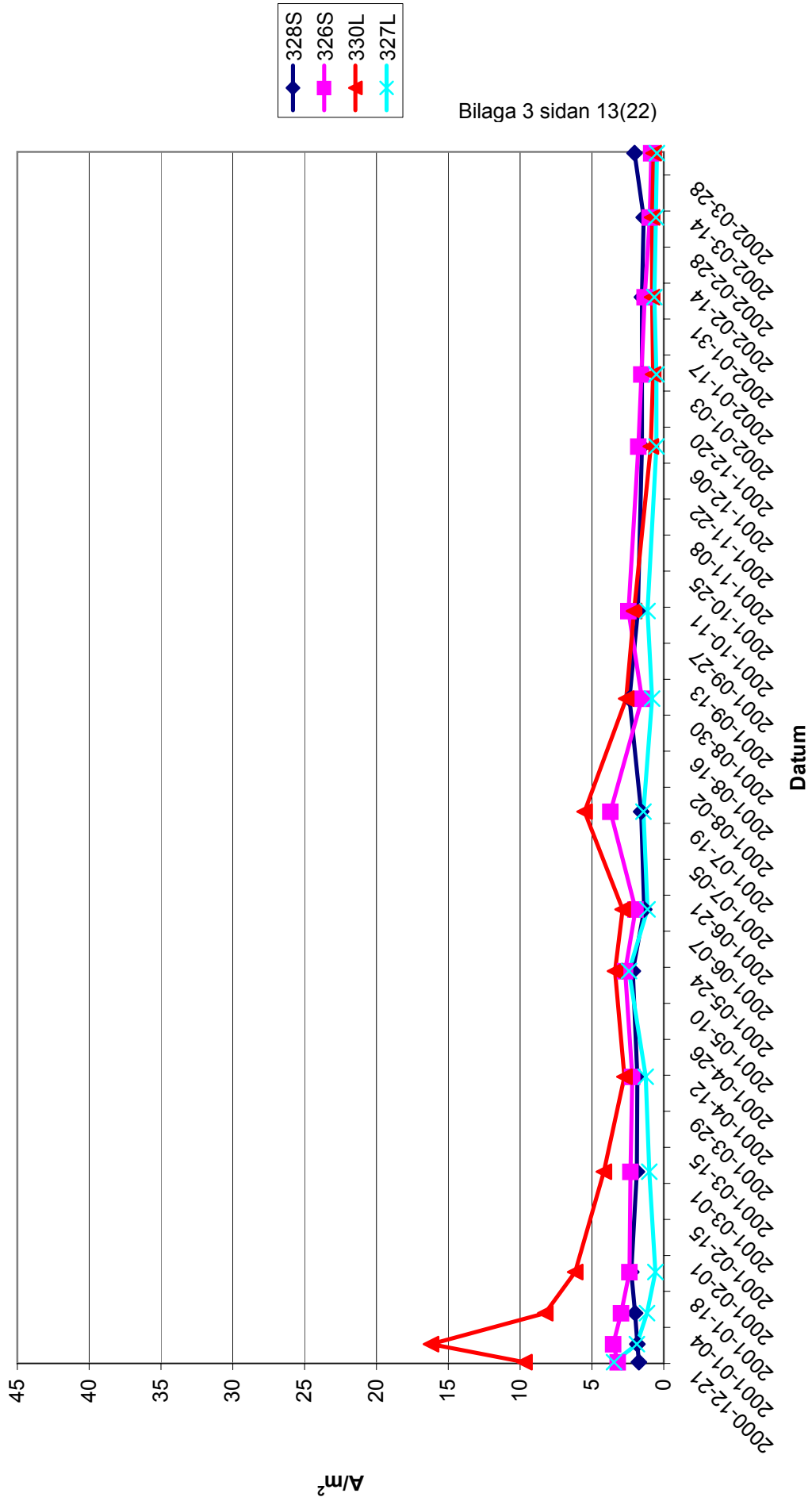
$I_{AC}$  för 0,5 cm<sup>2</sup>



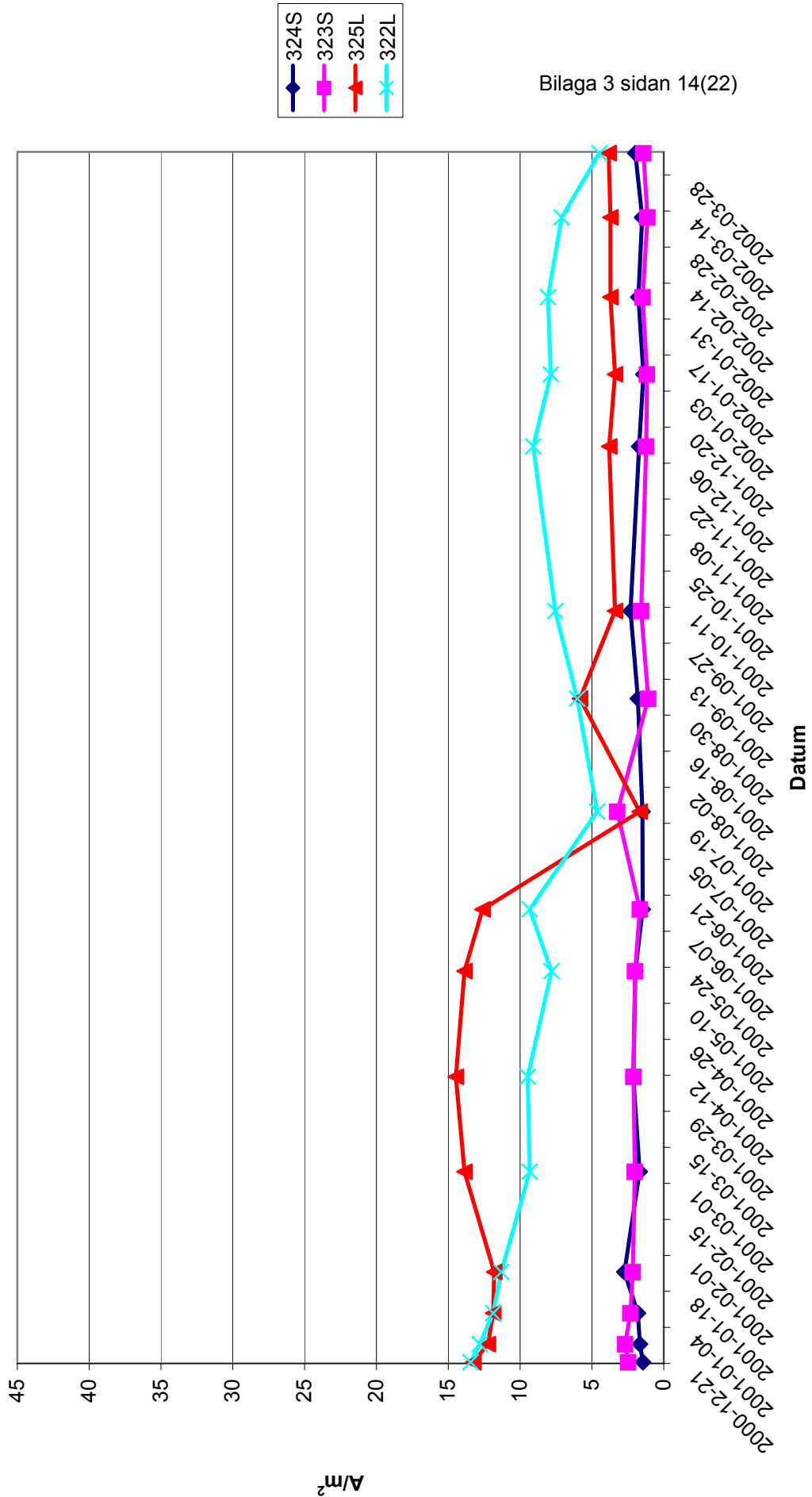
$I_{AC}$  för 1,1 cm<sup>2</sup>



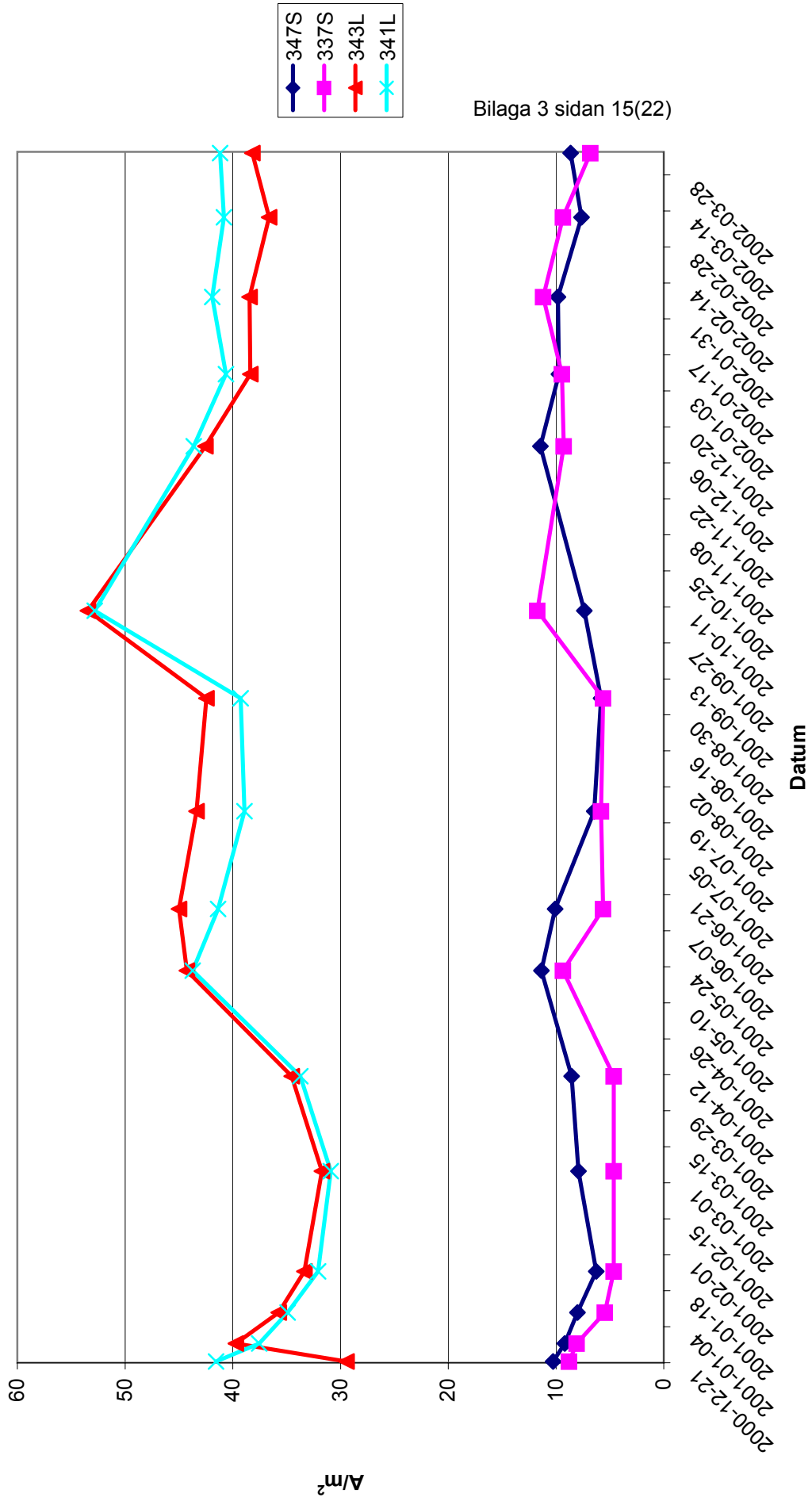
$I_{AC}$  för 3,1 cm<sup>2</sup>



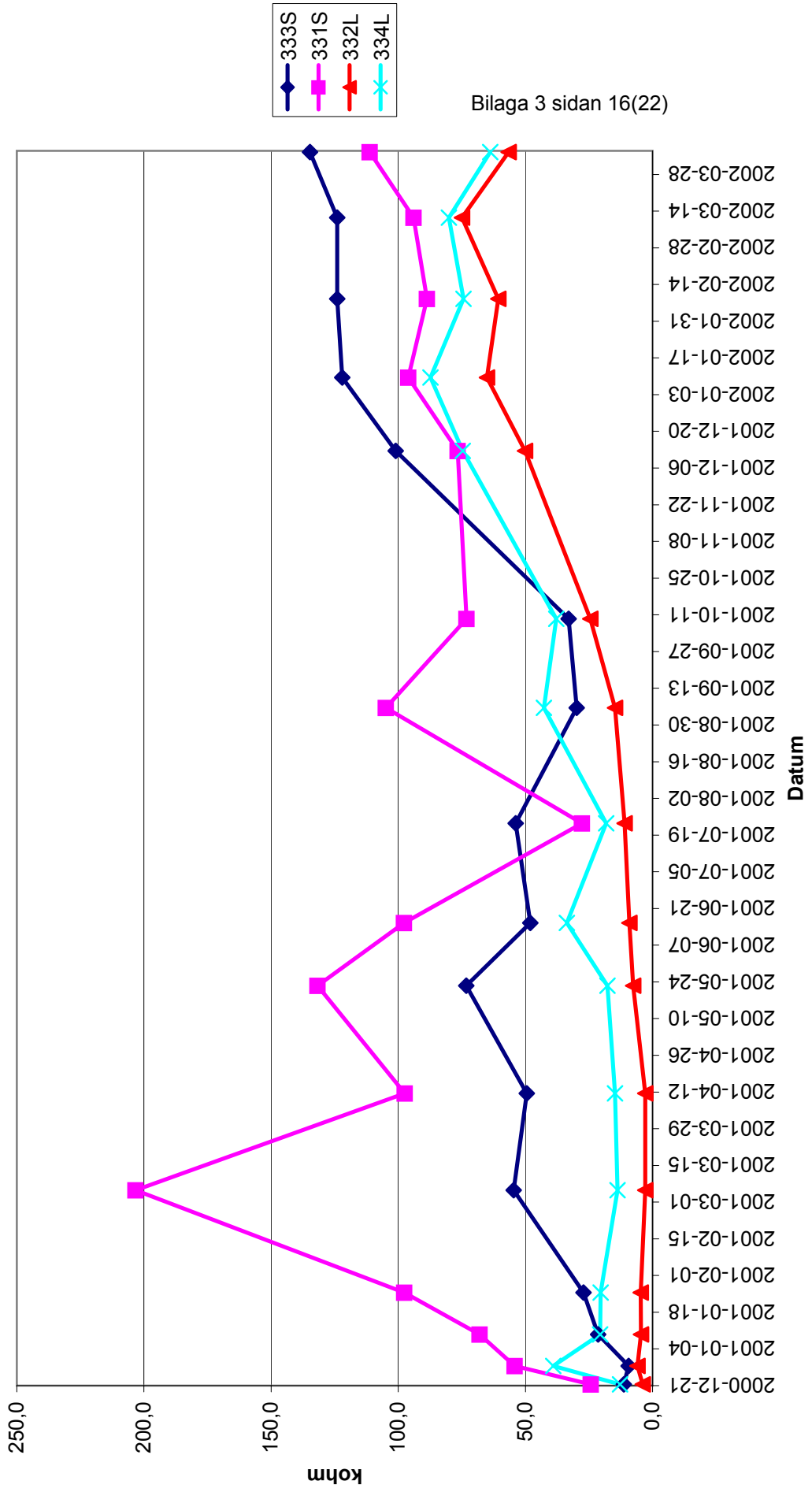
$I_{AC}$  för 4,9 cm<sup>2</sup>



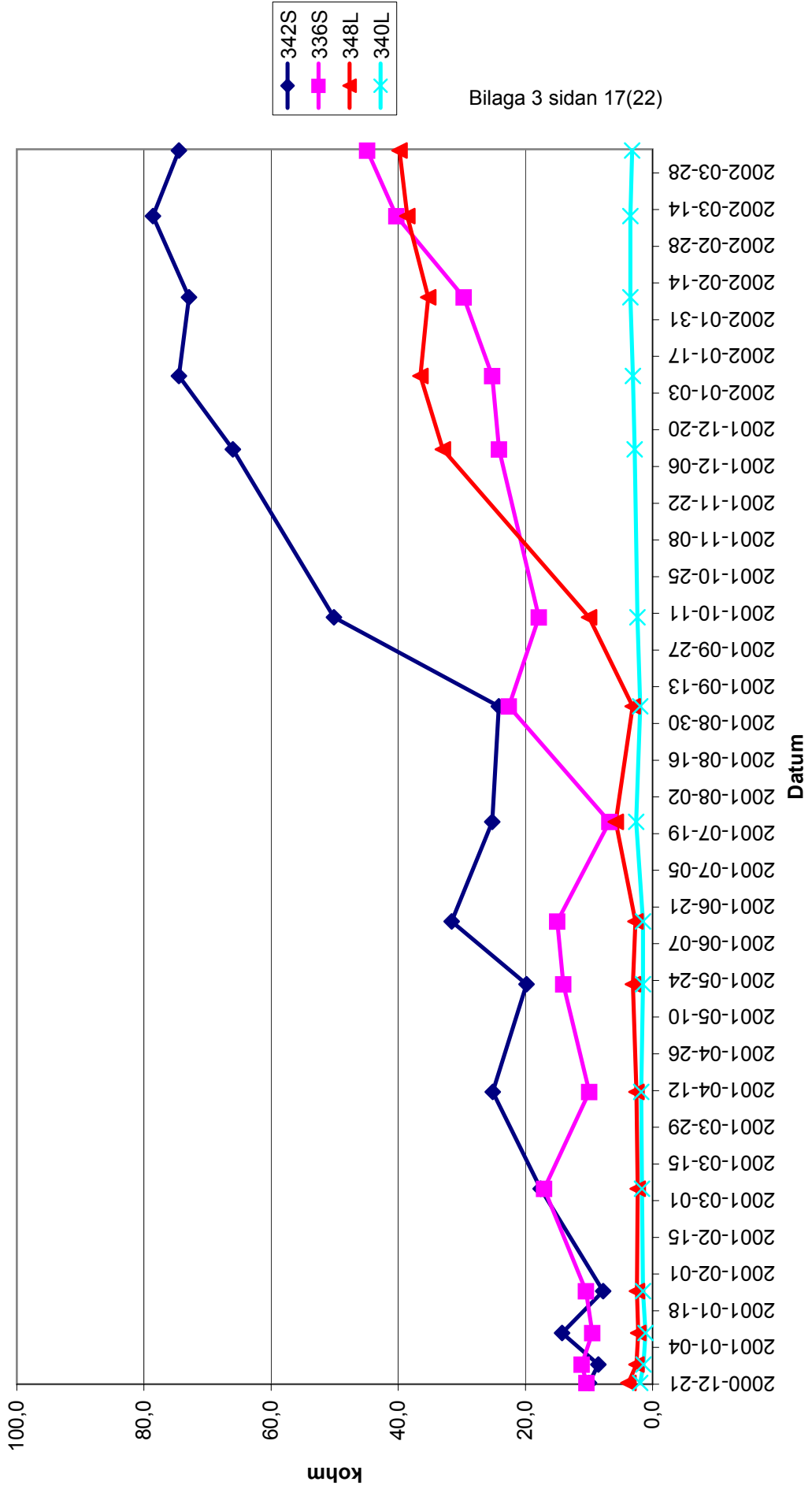
$I_{AC}$  för 1,1 cm<sup>2</sup> <endast AC-belastade>



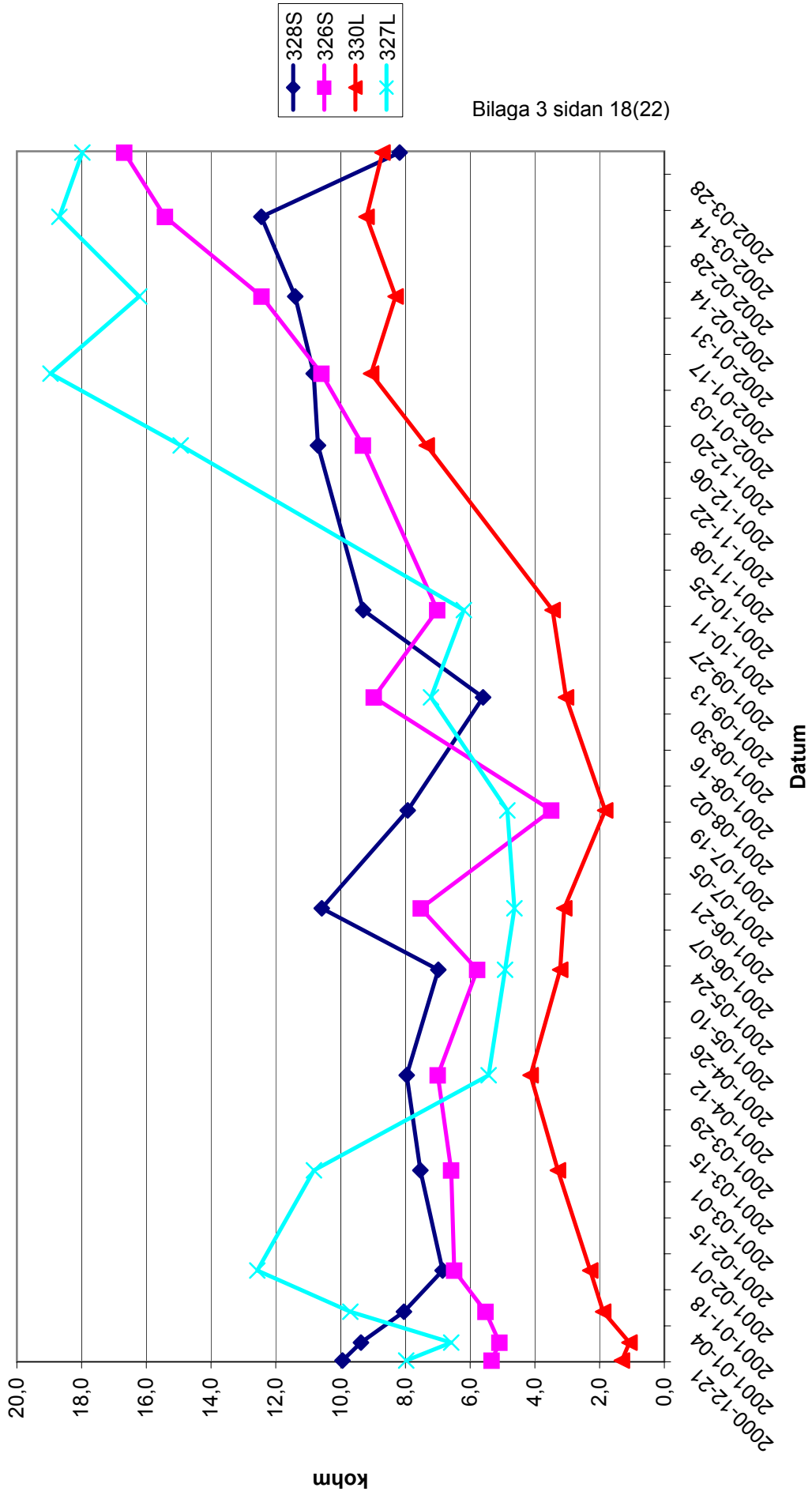
# Resistans mellan kupong och jord för 0,5 cm<sup>2</sup>



Resistans mellan kupong och jord för 1,1 cm<sup>2</sup>

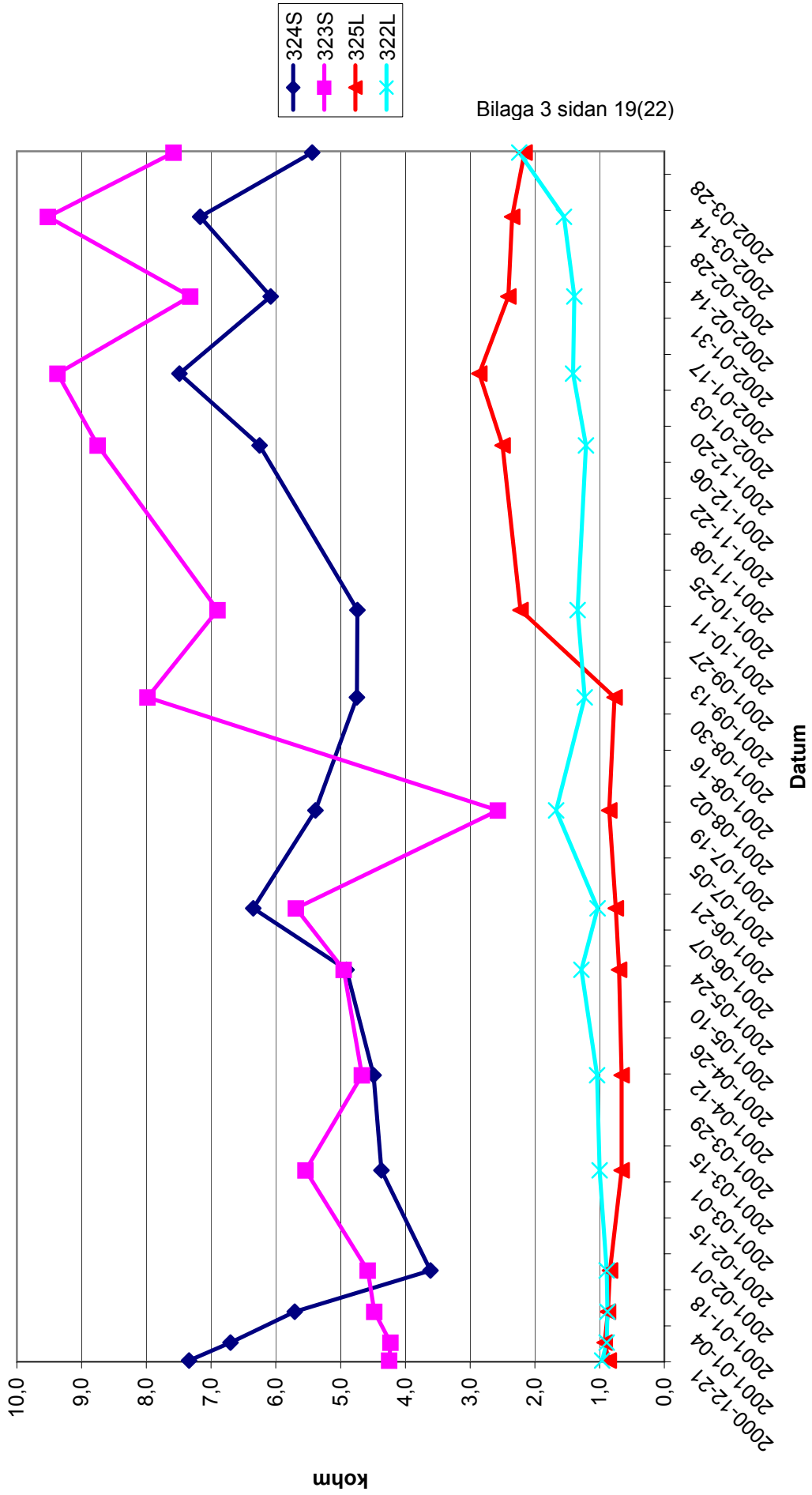


Resistans mellan kupong och jord för 3,1 cm<sup>2</sup>

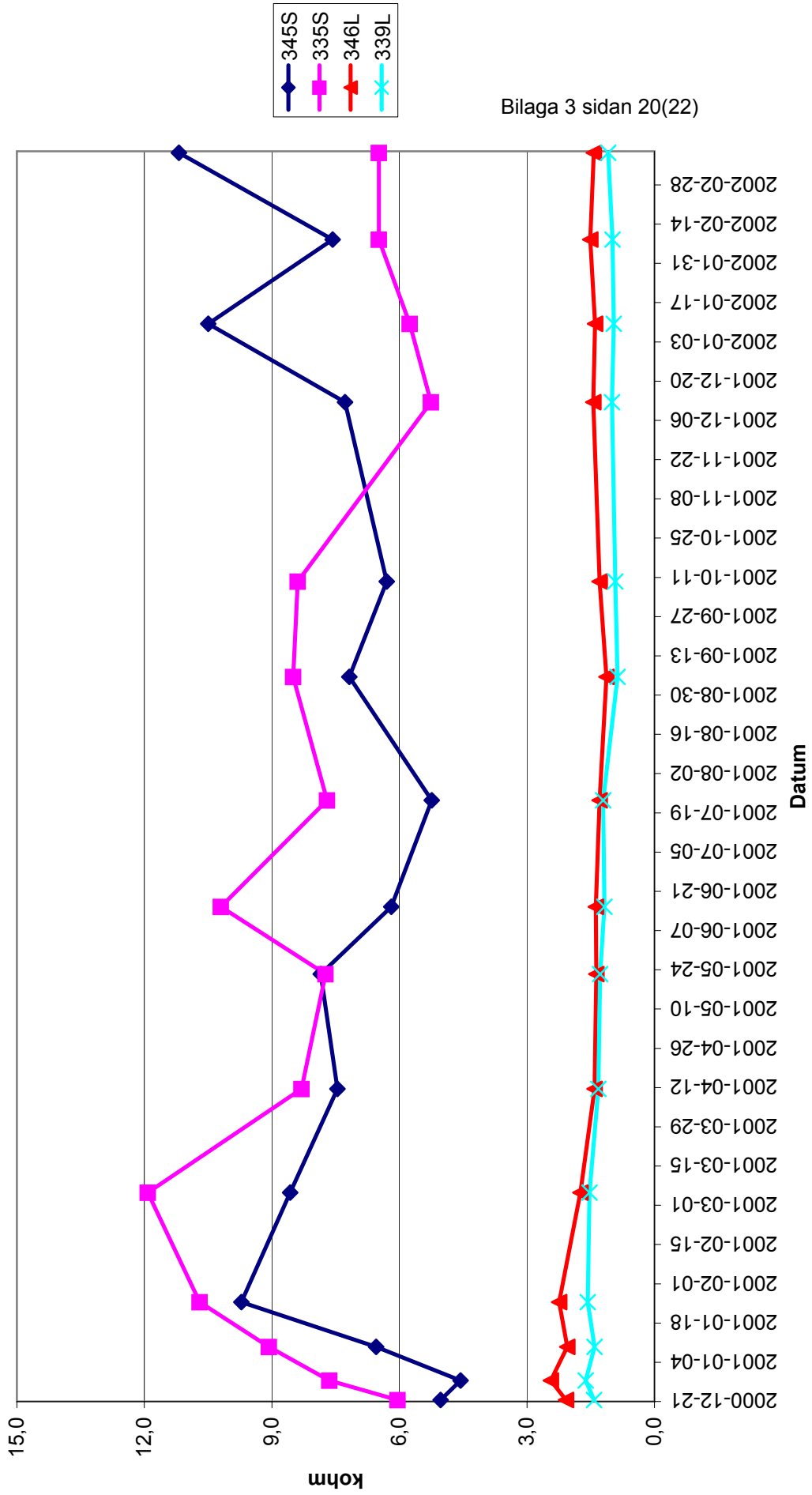




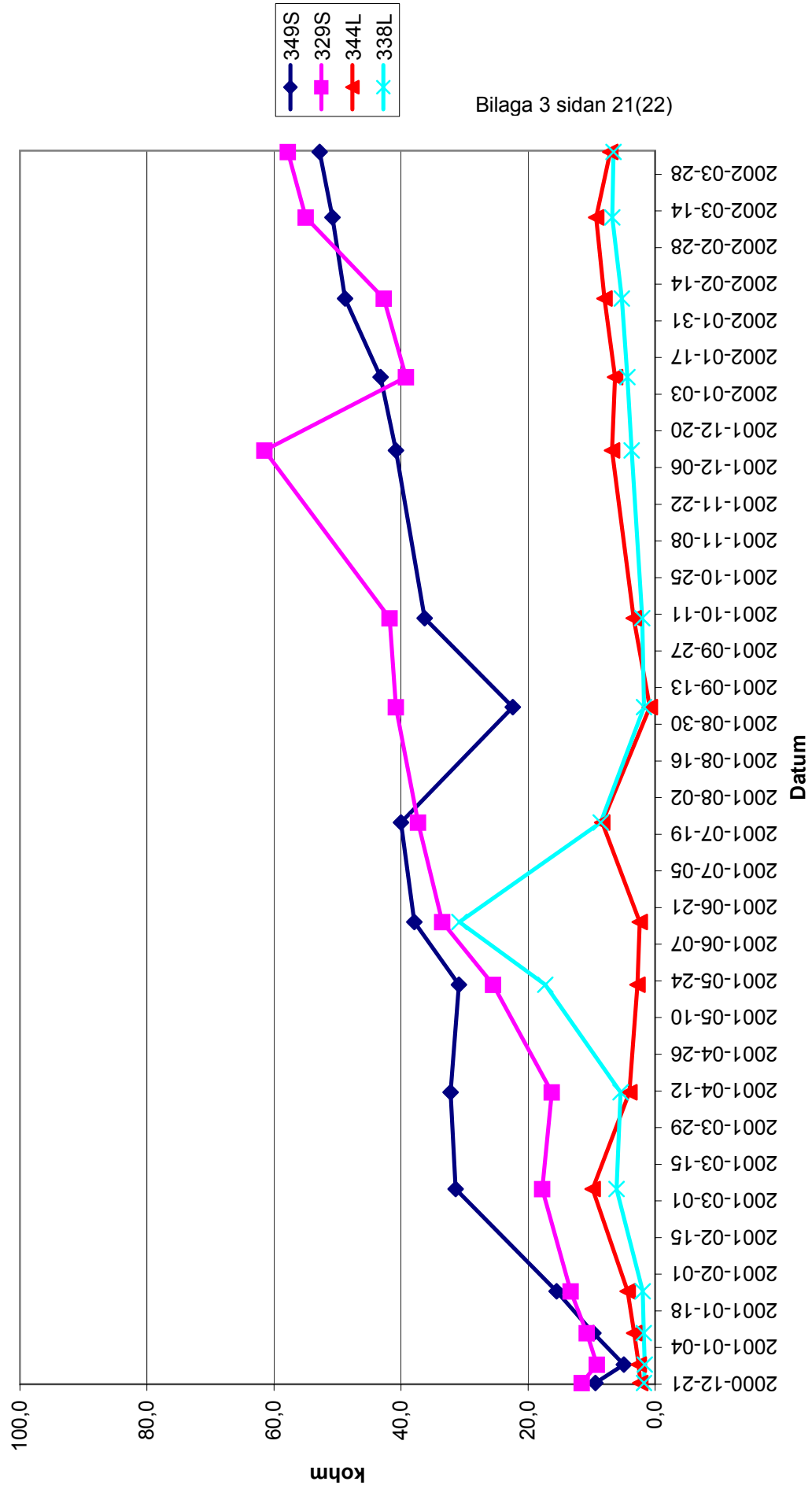
Resistans mellan kupong och jord för 4,9 cm<sup>2</sup>



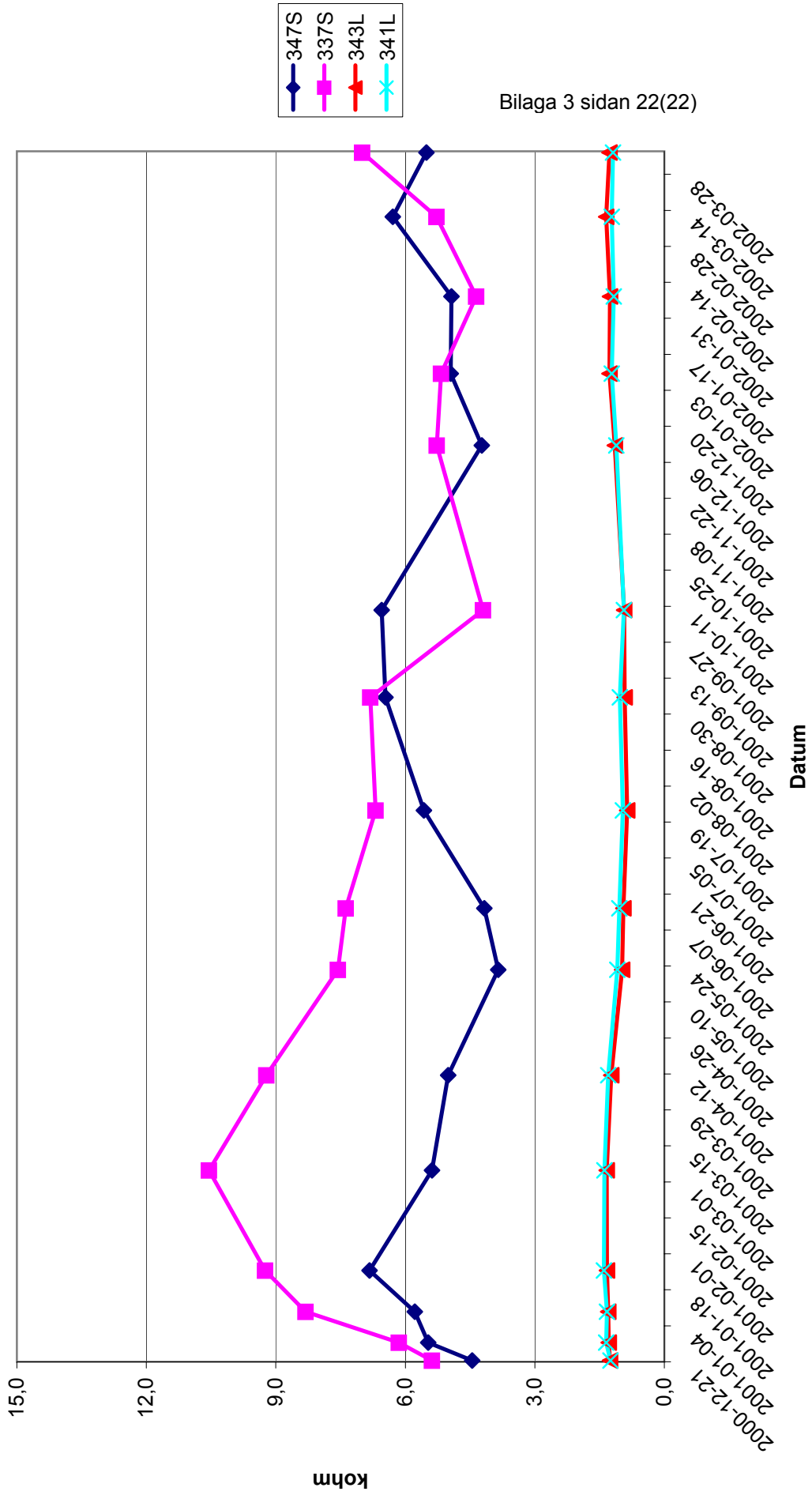
Resistans mellan kupong och jord för 1,1 cm<sup>2</sup> <fritt exponerade>



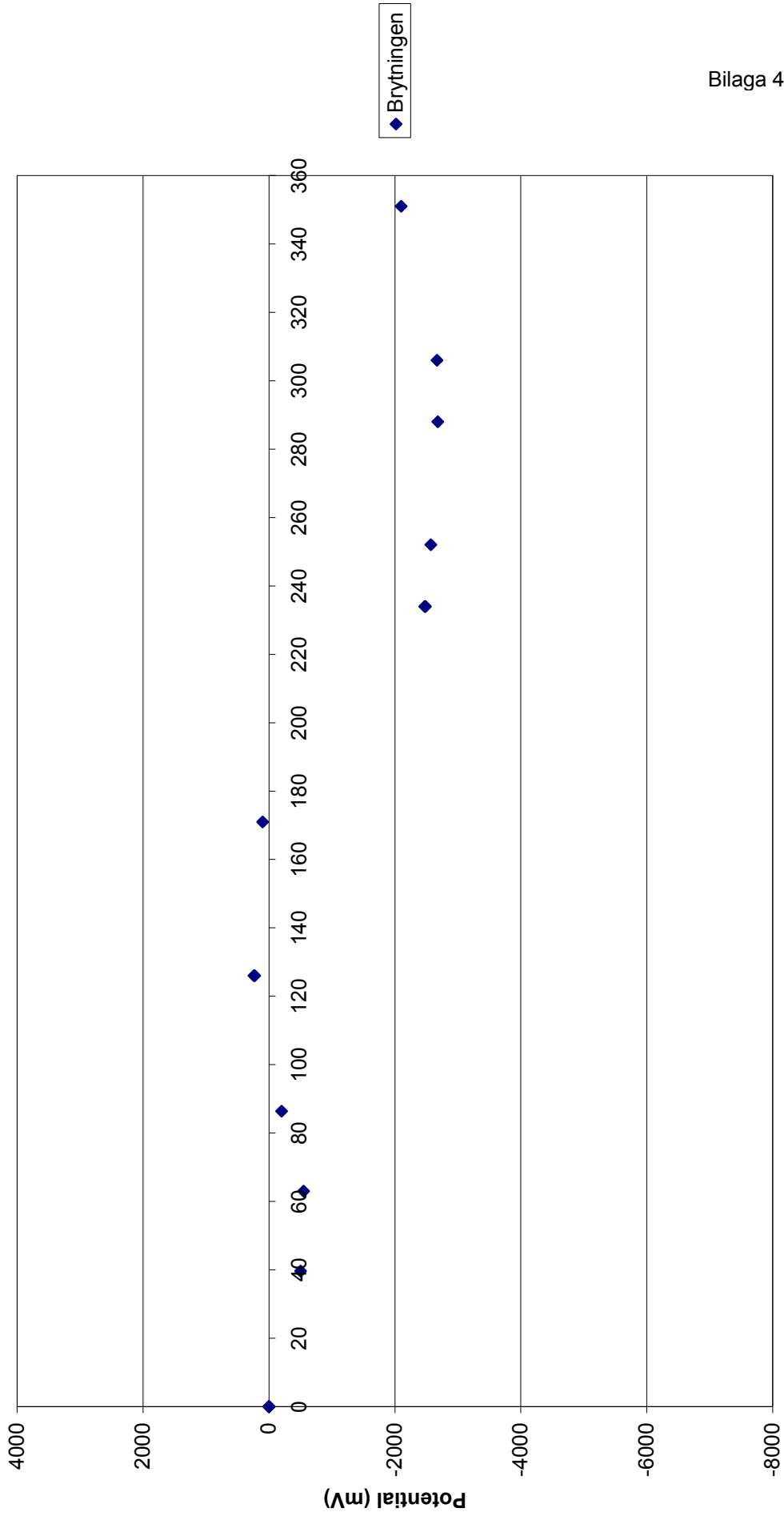
Resistans mellan kupong och jord för 1,1 cm<sup>2</sup> <endast katodiskt skydd>



Resistans mellan kupong och jord för 1,1 cm<sup>2</sup> <endast AC belastade>



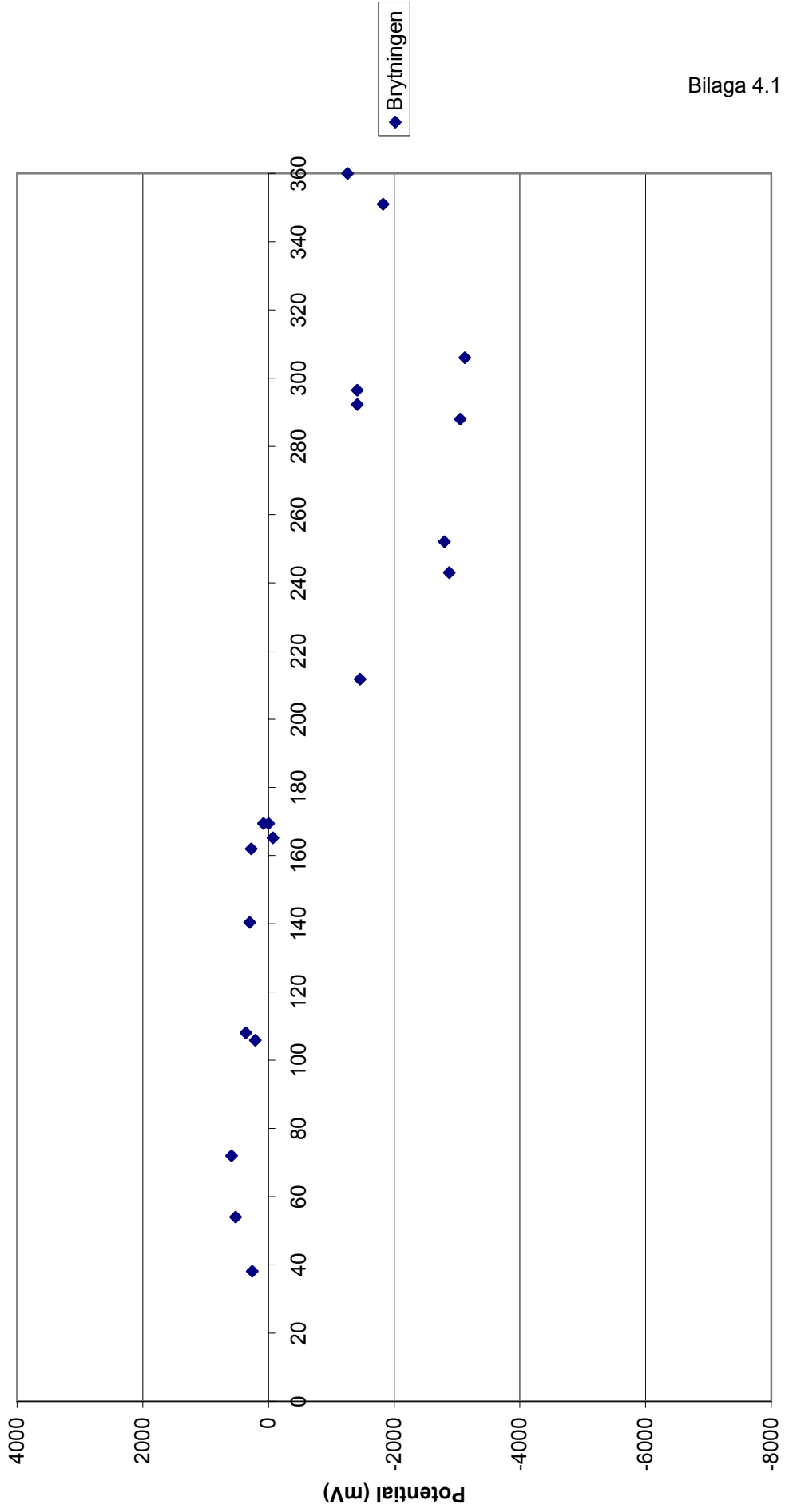
**Kupong 333 (0,5 cm<sup>2</sup>; sand; 5 Vac)**



Bilaga 4.1

**Grader**

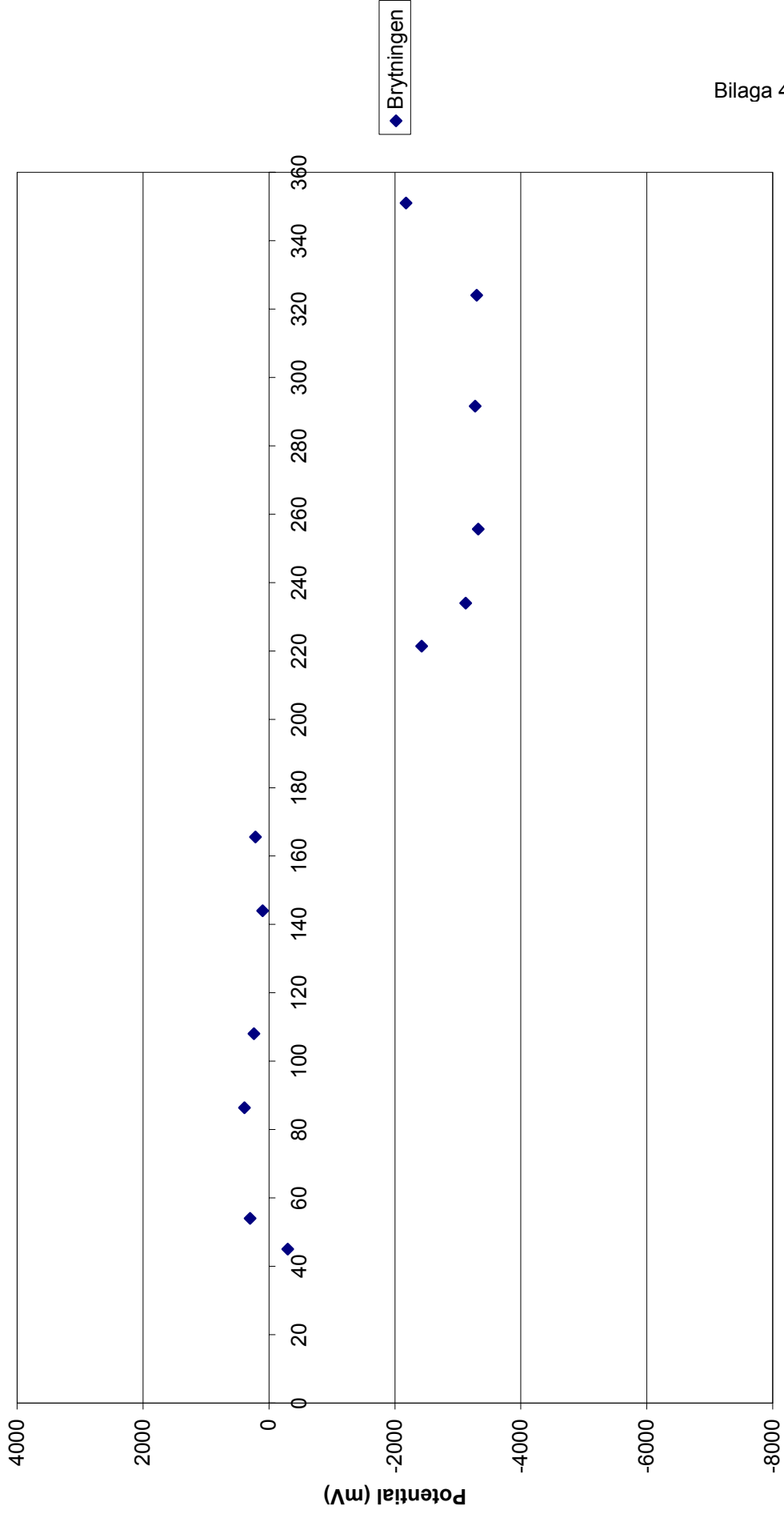
**Kupong 331 (0,5 cm<sup>2</sup>; Sand; 5Vac)**



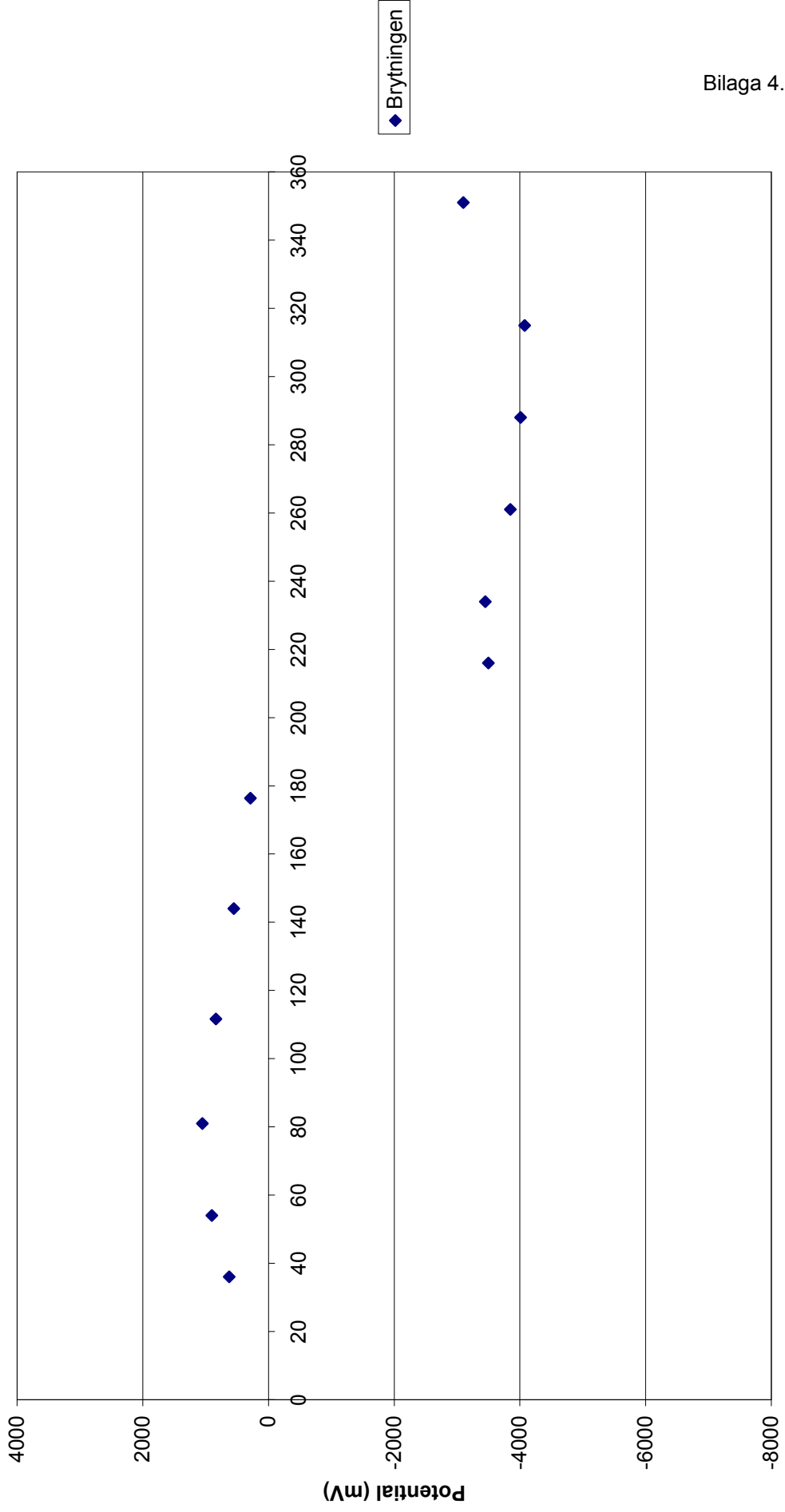
Bilaga 4.1

**Grader**

**Kupong 332 (0,5 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)**



**Kupong 334 (0,5 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)**

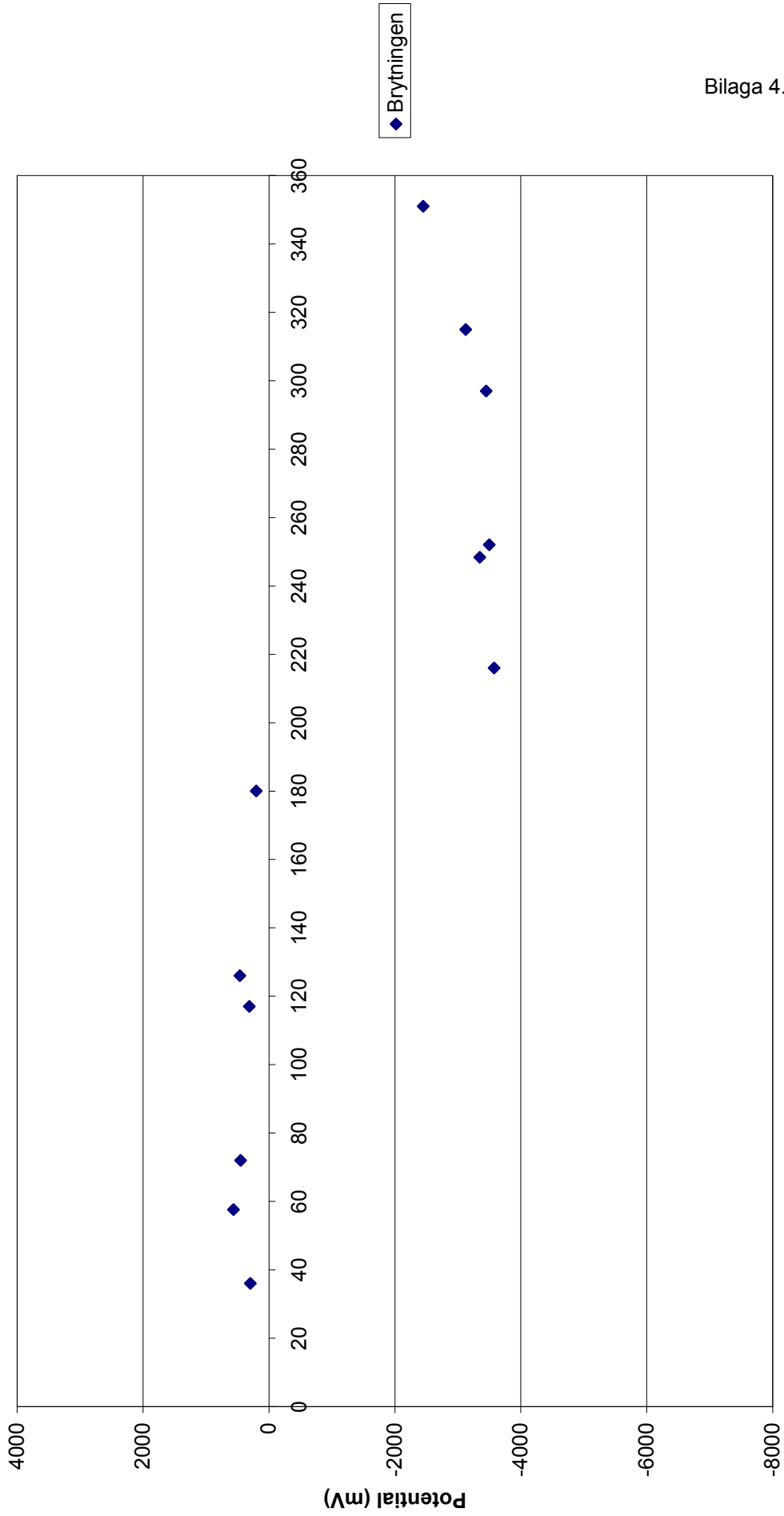


Bilaga 4.1

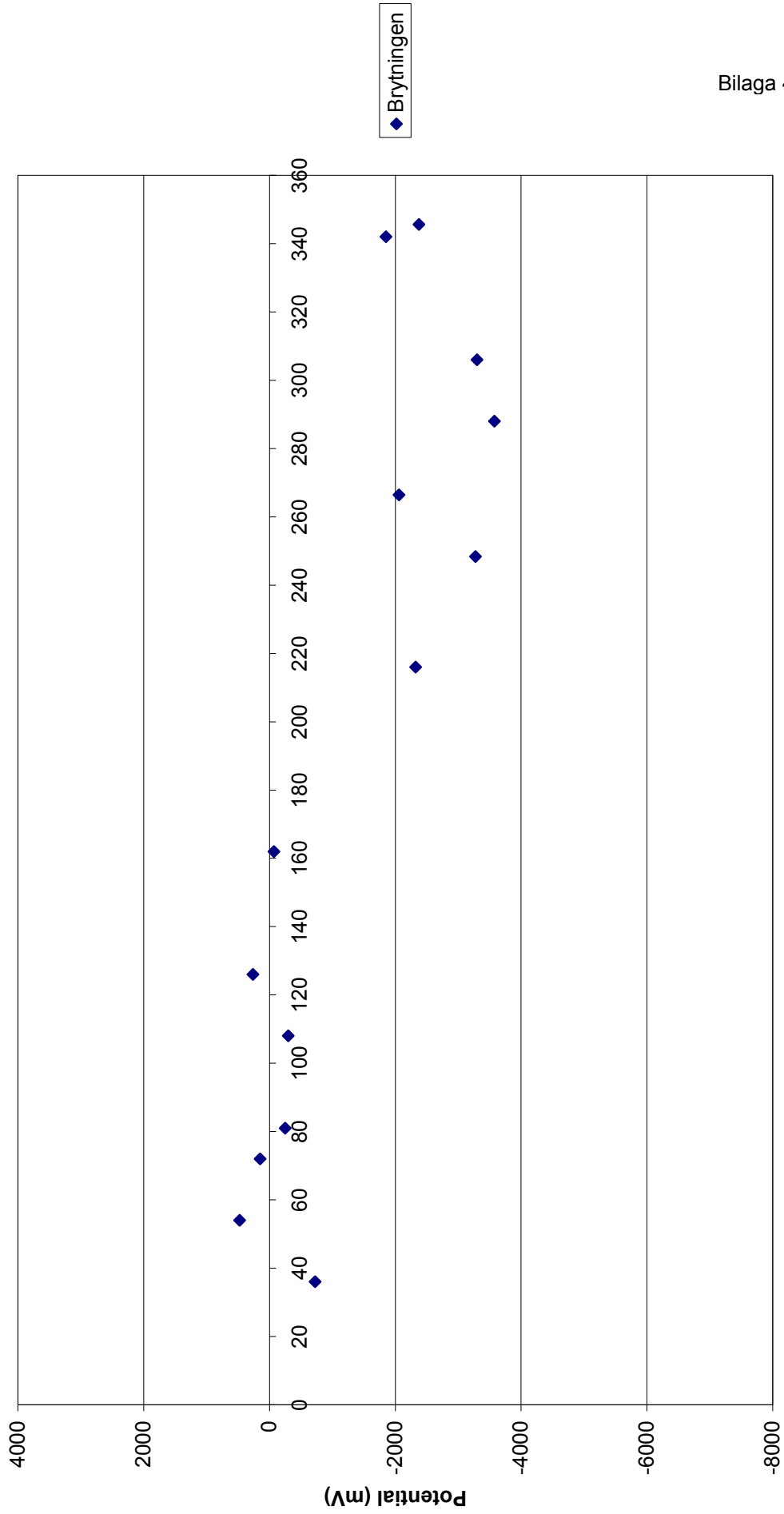
**Grader**



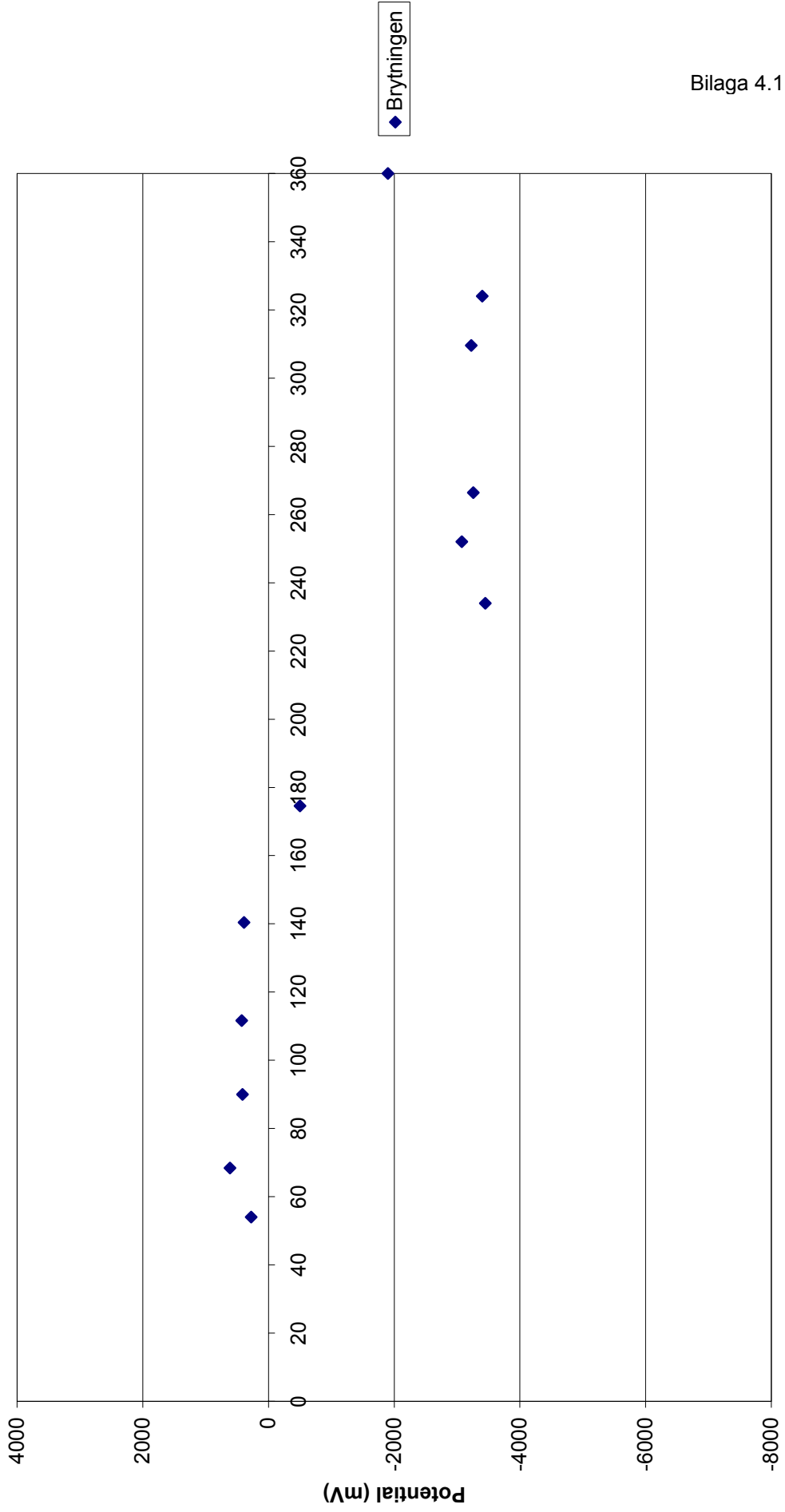
**Kupong 342 (1,1 cm<sup>2</sup>; sand; 5 Vac)**



**Kupong 336 (1,1 cm<sup>2</sup>; sand; 5 Vac)**



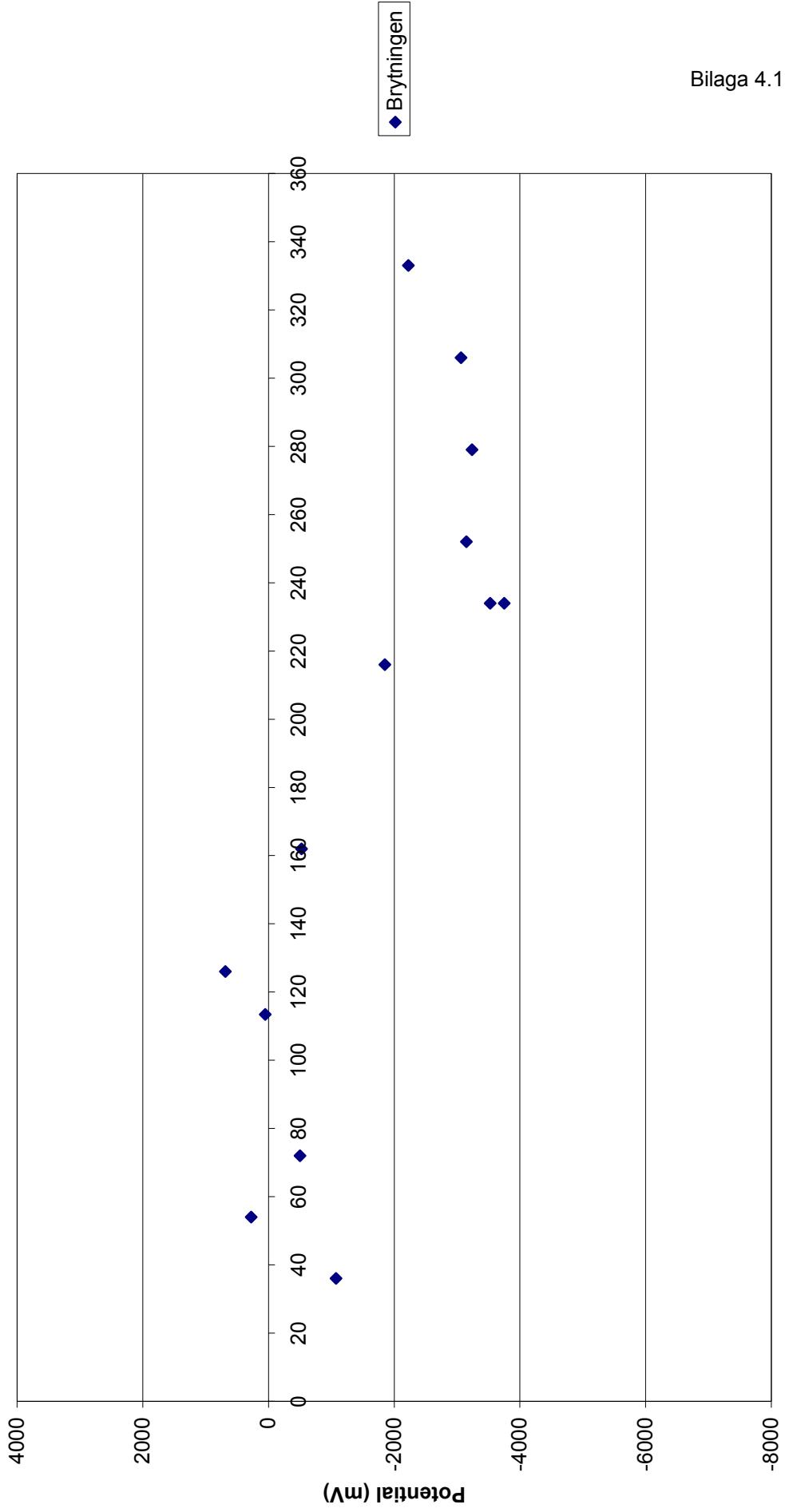
Kupong 348 (1,1 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)



Bilaga 4.1

Grader

**Kupong 340 (1,1 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)**

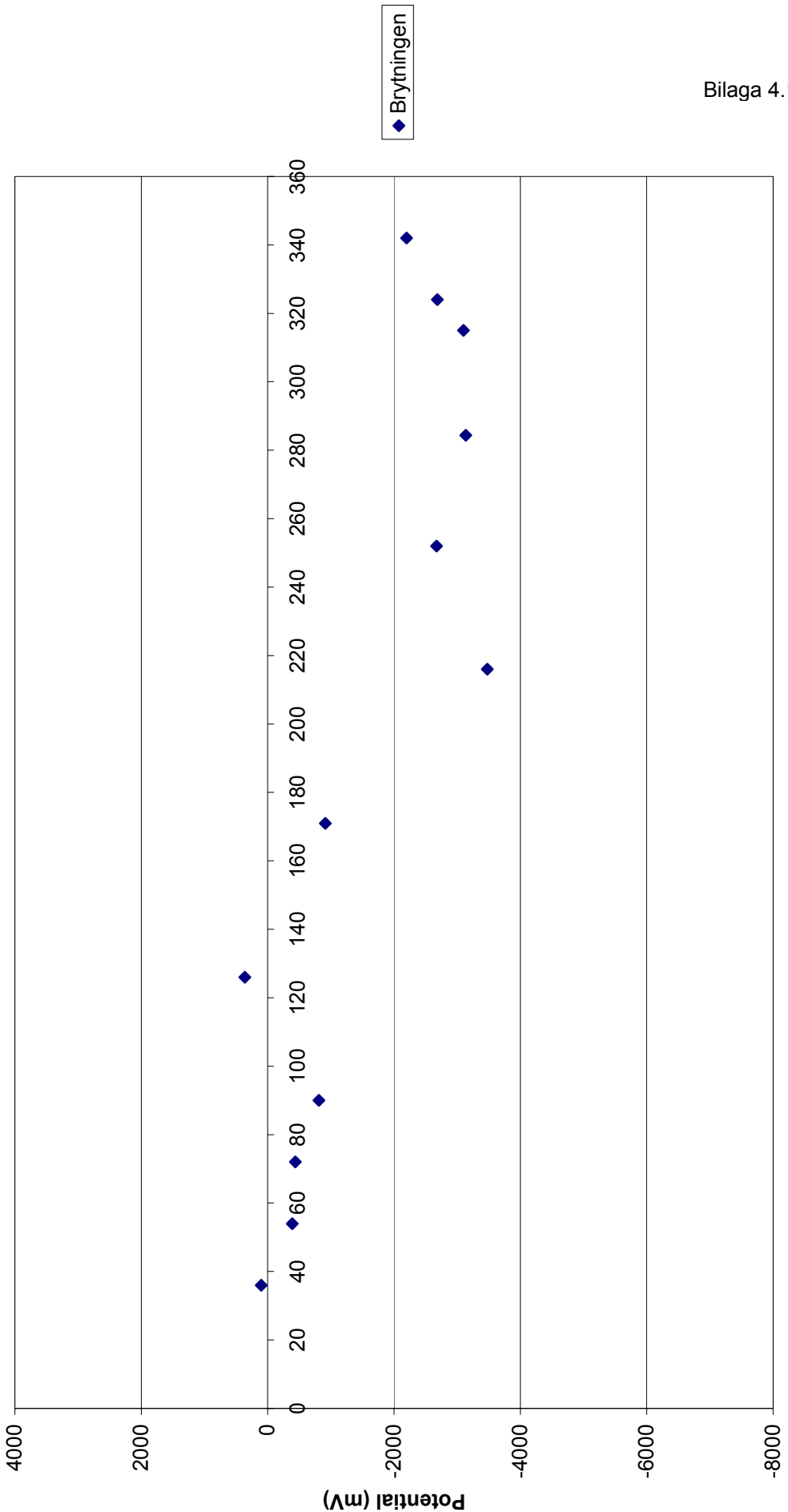


Bilaga 4.1

**Grader**

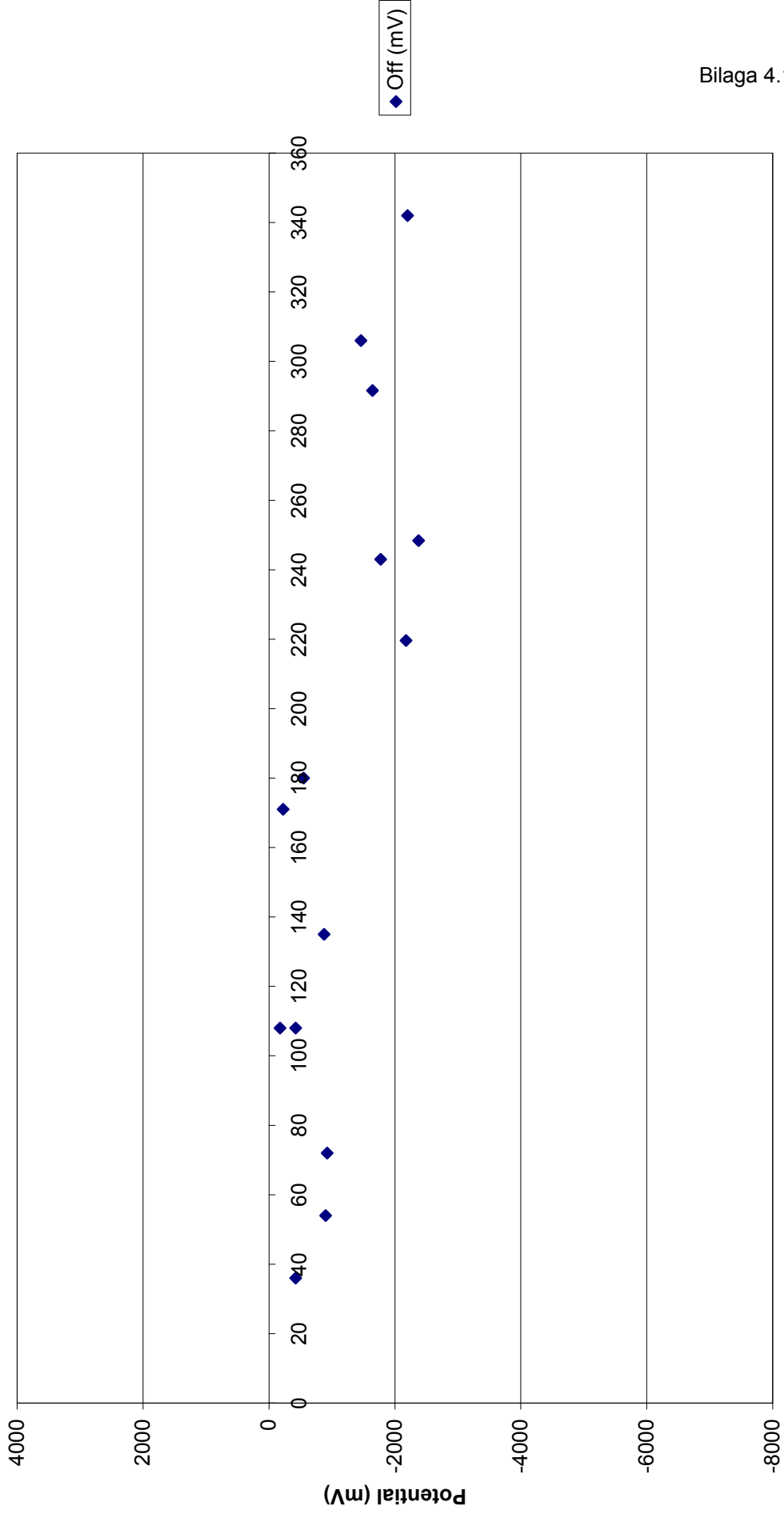
Sid 8(16)

**Kupong 328 (3,1 cm<sup>2</sup>; sand; 5 Vac)**

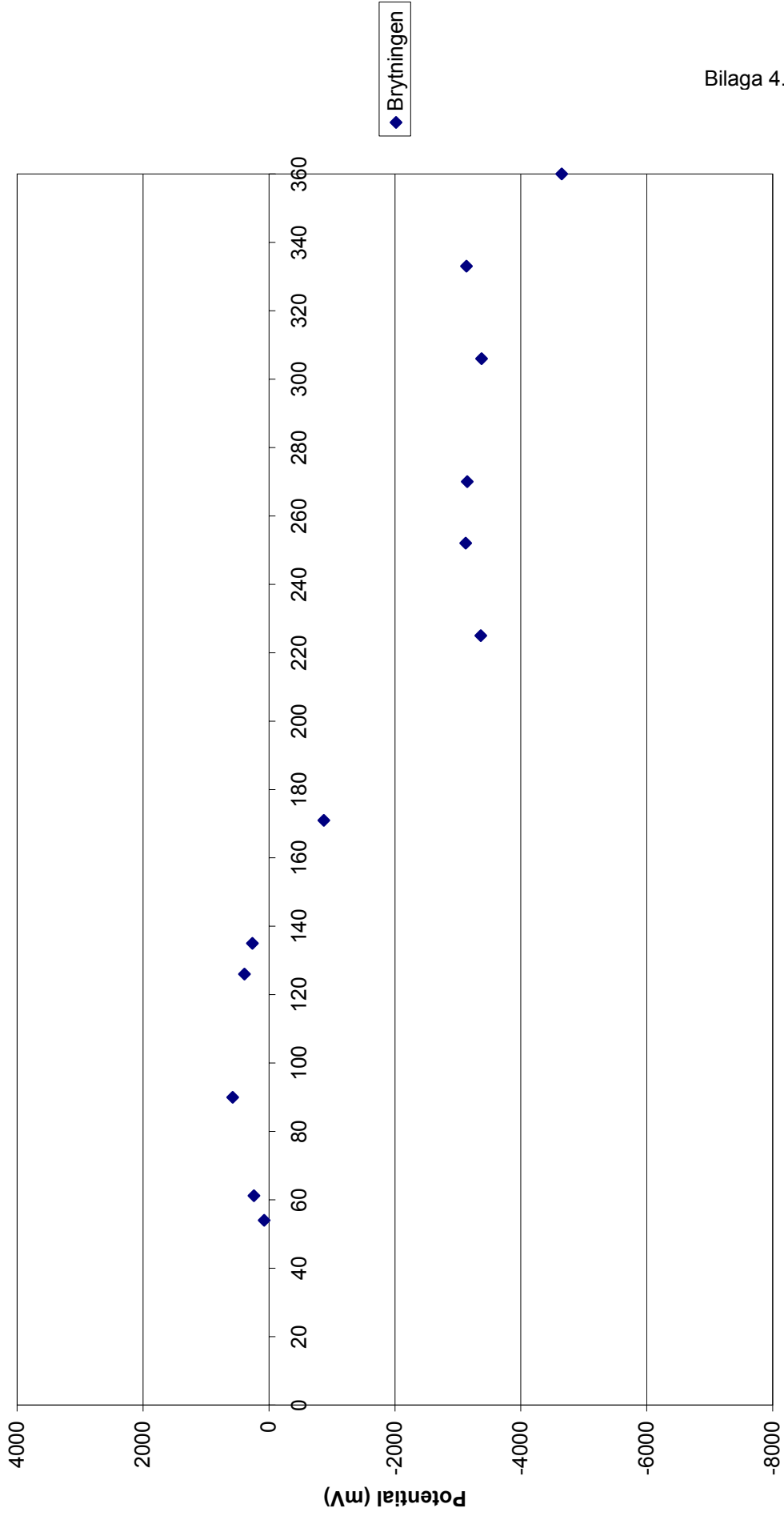


Bilaga 4.1

**Kupong 326 (3,1 cm<sup>2</sup>; sand; 5 Vac)**



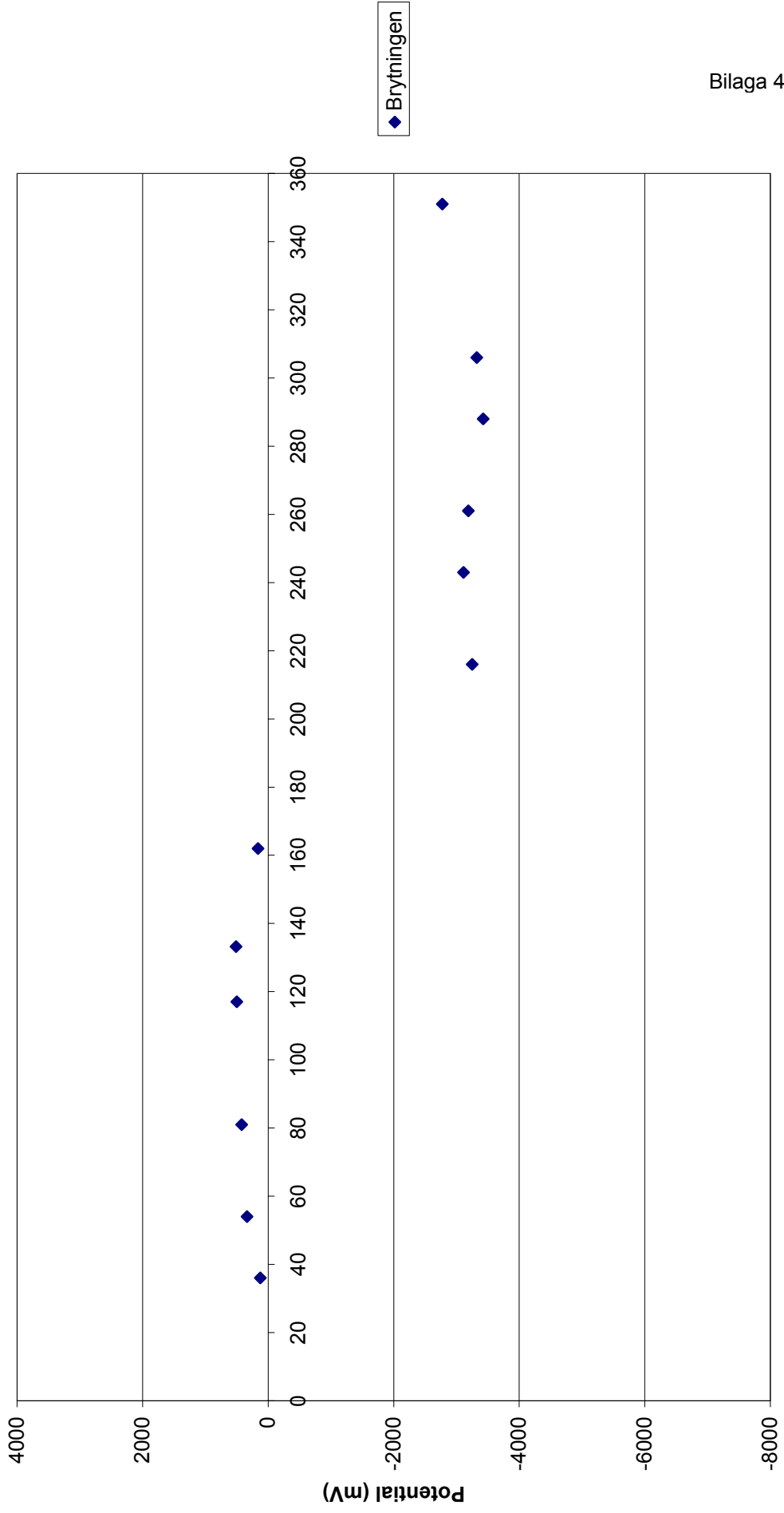
**Kupong 330 (3,1 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)**



Bilaga 4.1

**Grader**

**Kupong 327 (3,1 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)**

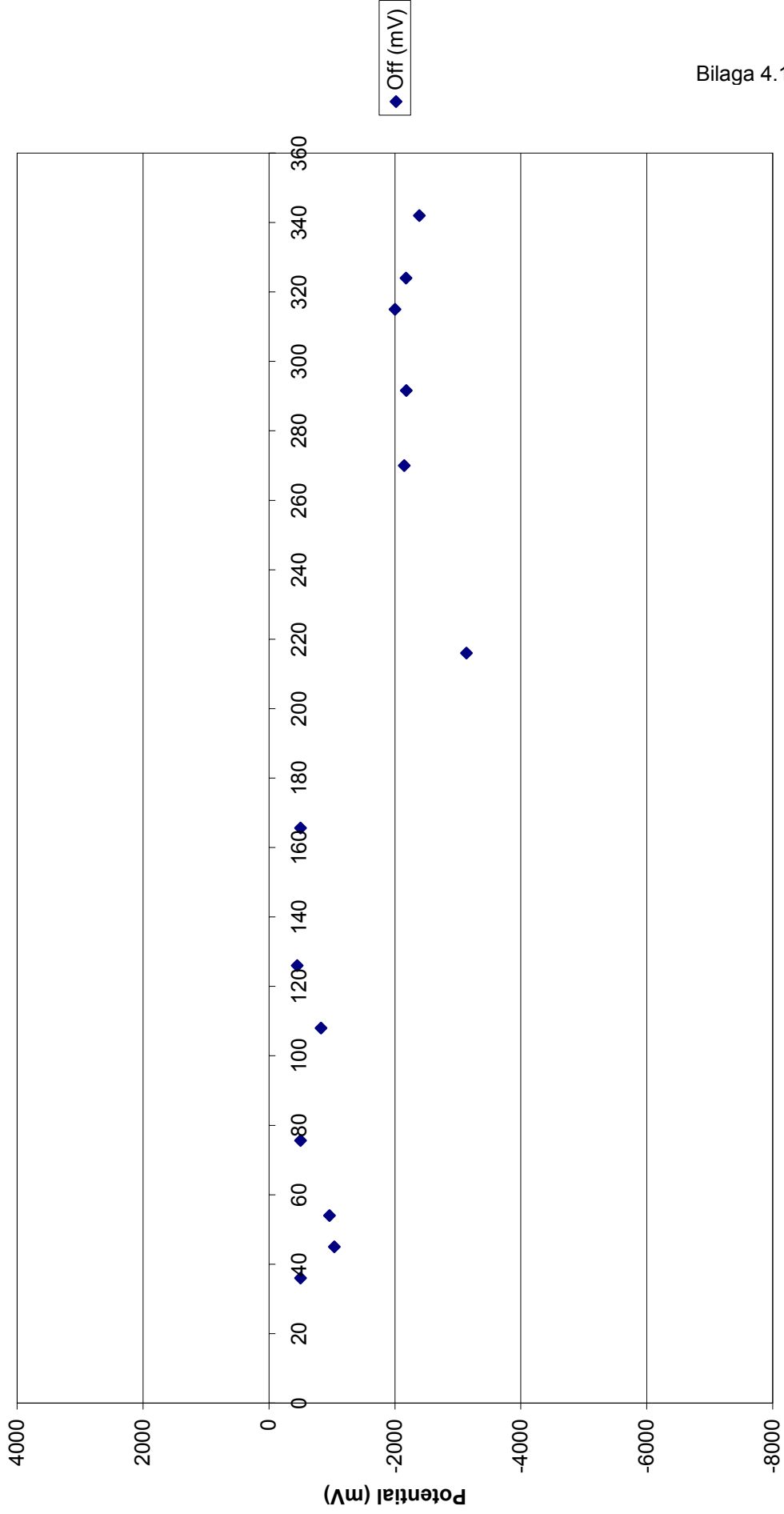


Bilaga 4.1

**Grader**



**Kupong 324 (4,9 cm<sup>2</sup>; sand; 5 Vac)**

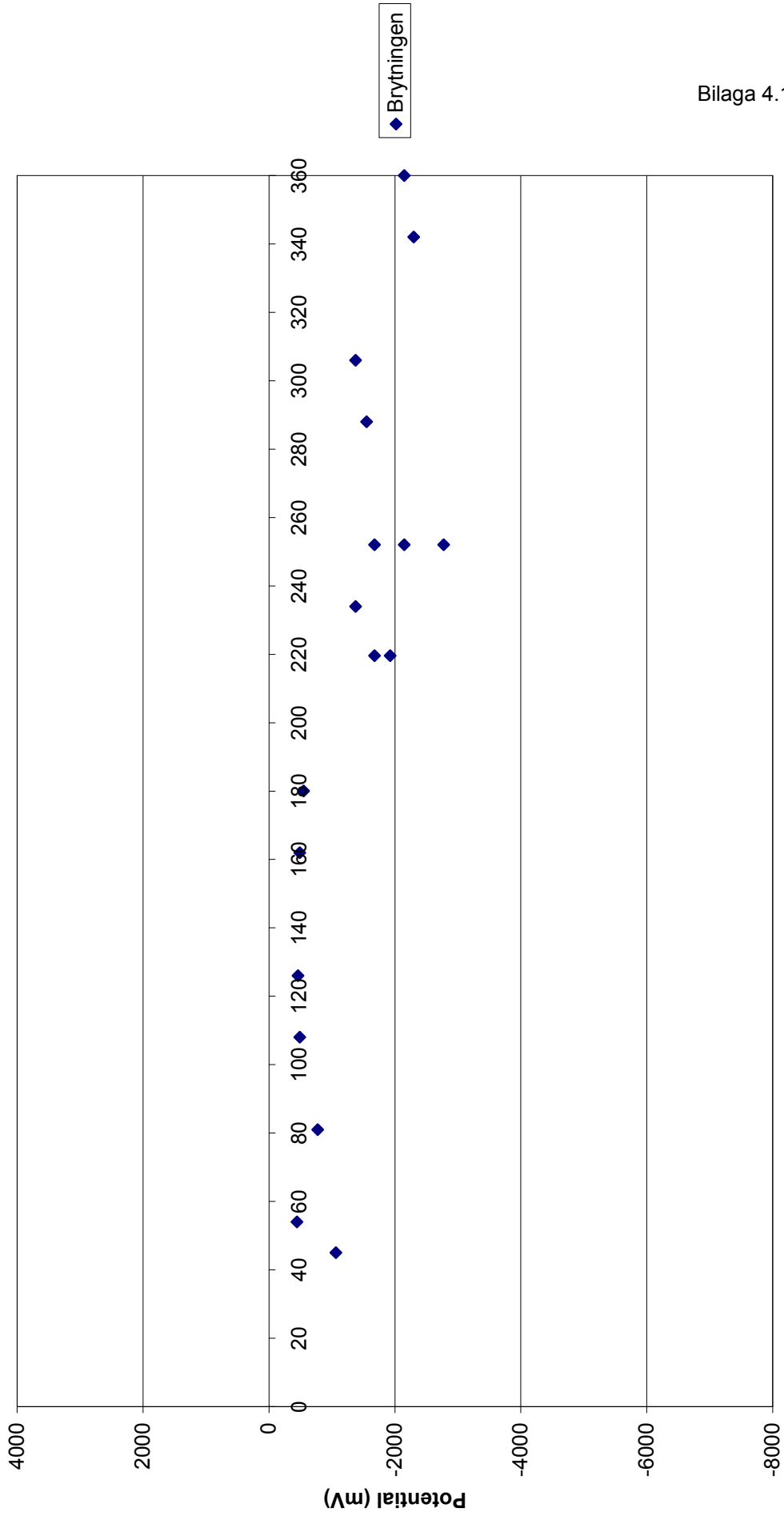


Bilaga 4.1

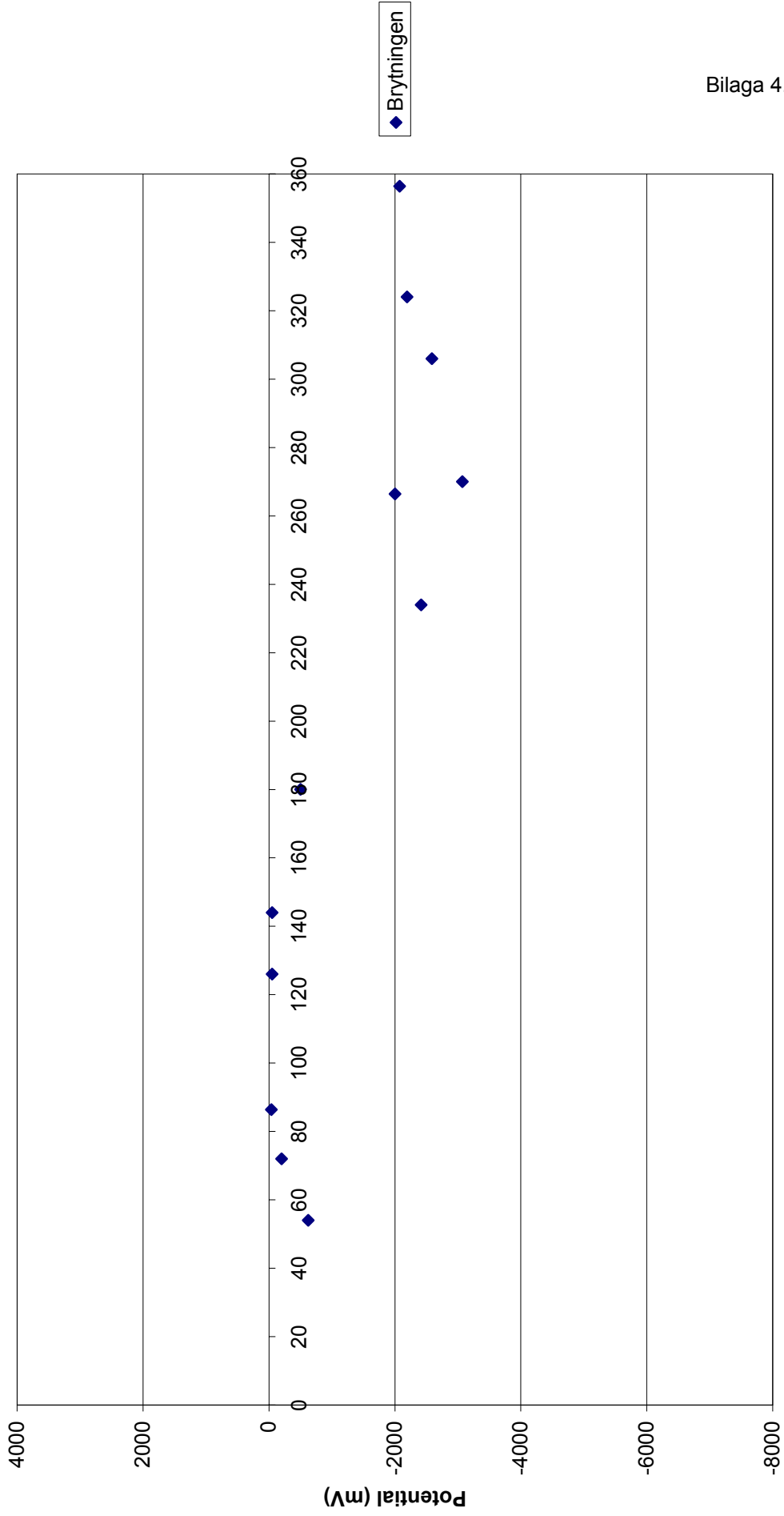
**Grader**

Sid 13(16)

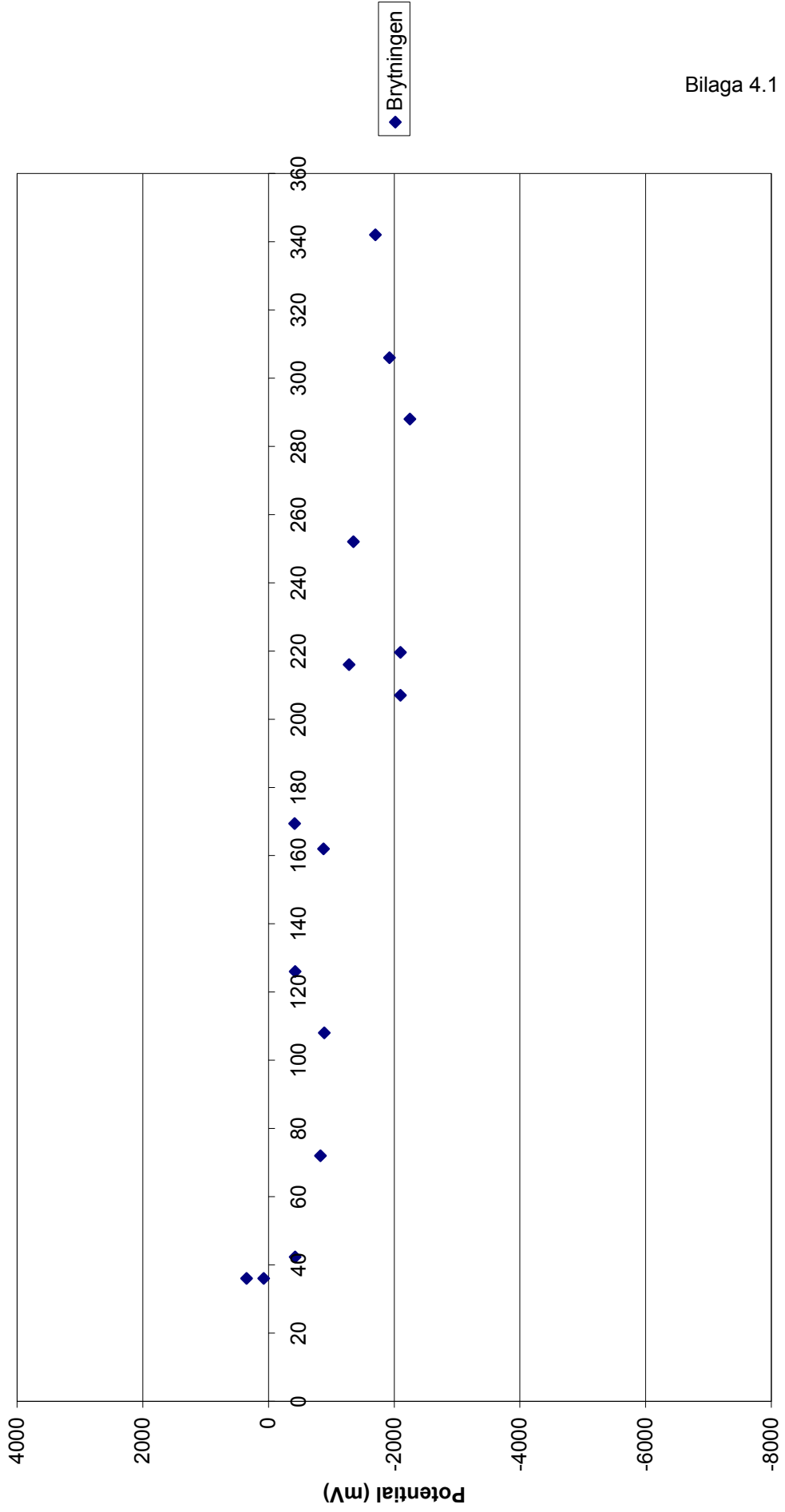
**Kupong 323 (4,9 cm<sup>2</sup>; sand; 5 Vac)**



**Kupong 325 (4,9 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)**



**Kupong 322 (4,9 cm<sup>2</sup>; lera; 5 Vac)**



Bilaga 4.1

**Grader**

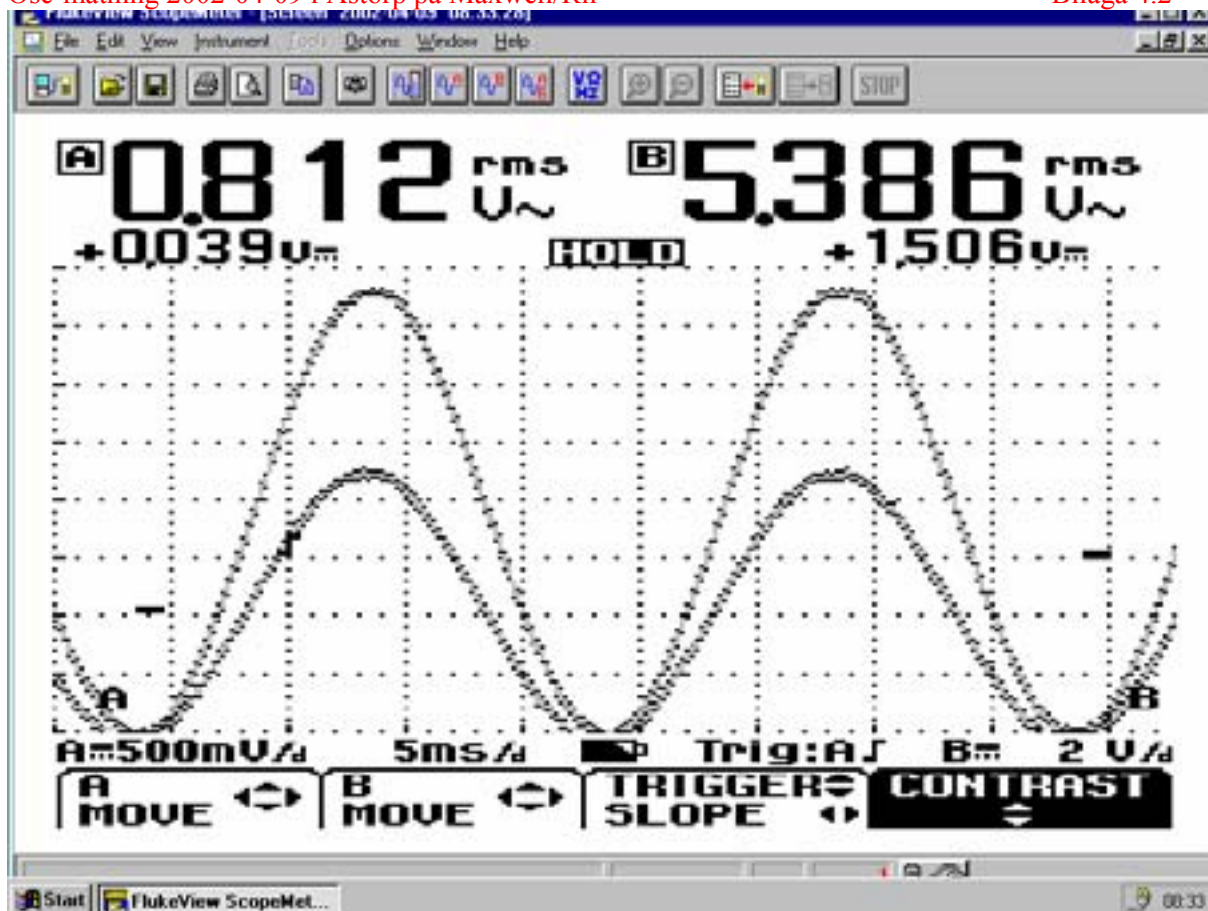
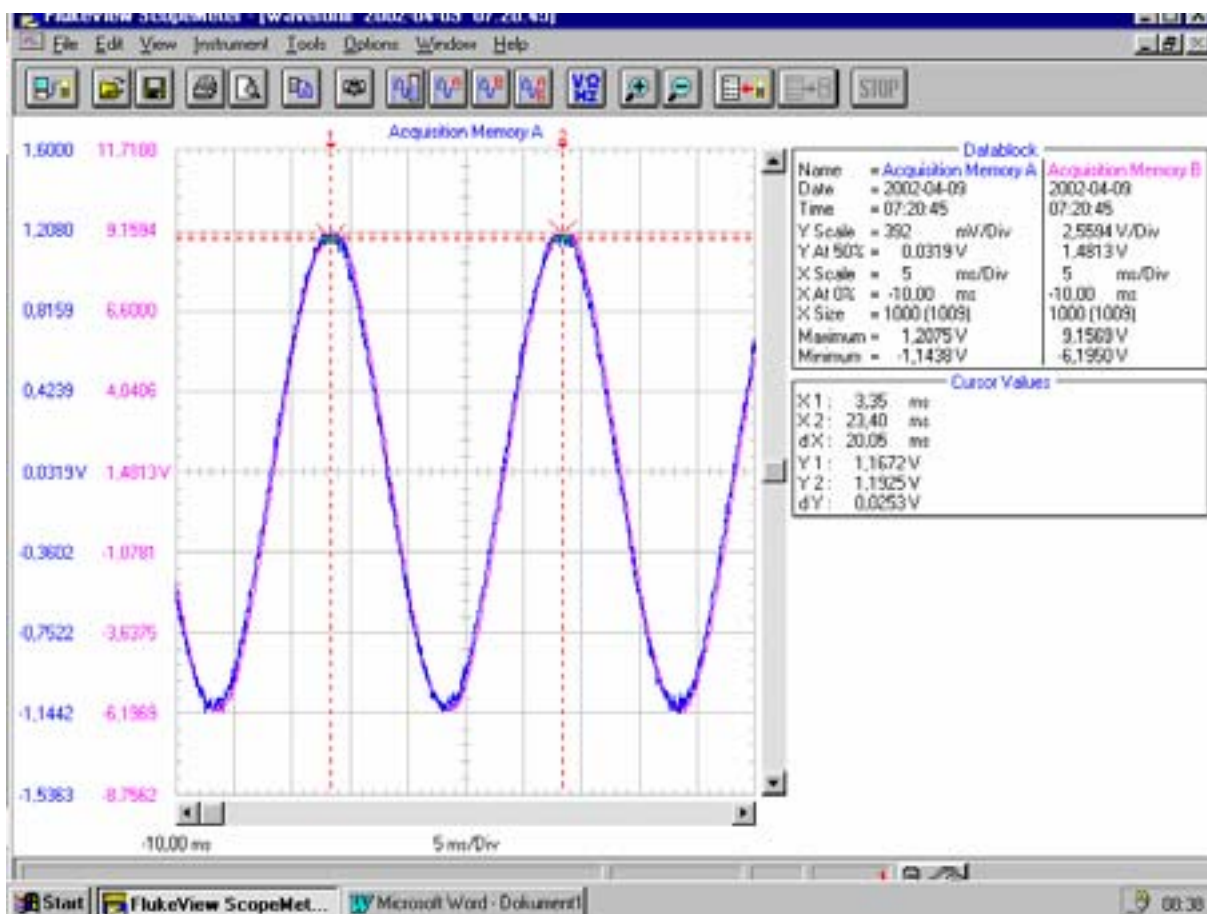


Bild 1. Syl-lera 4,9 cm<sup>2</sup>, nr 325

Bild2. Syl-lera 4,9 cm<sup>2</sup>, nr 325



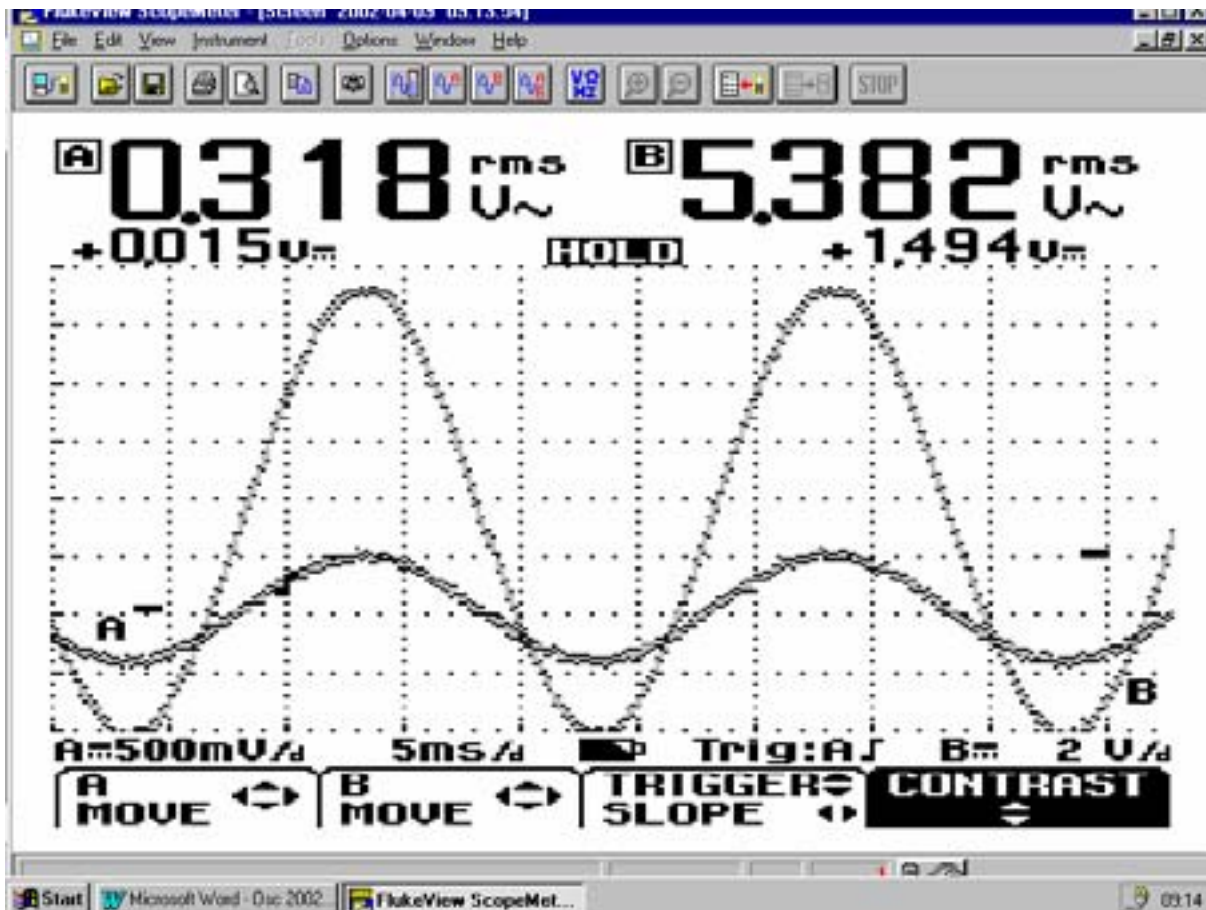
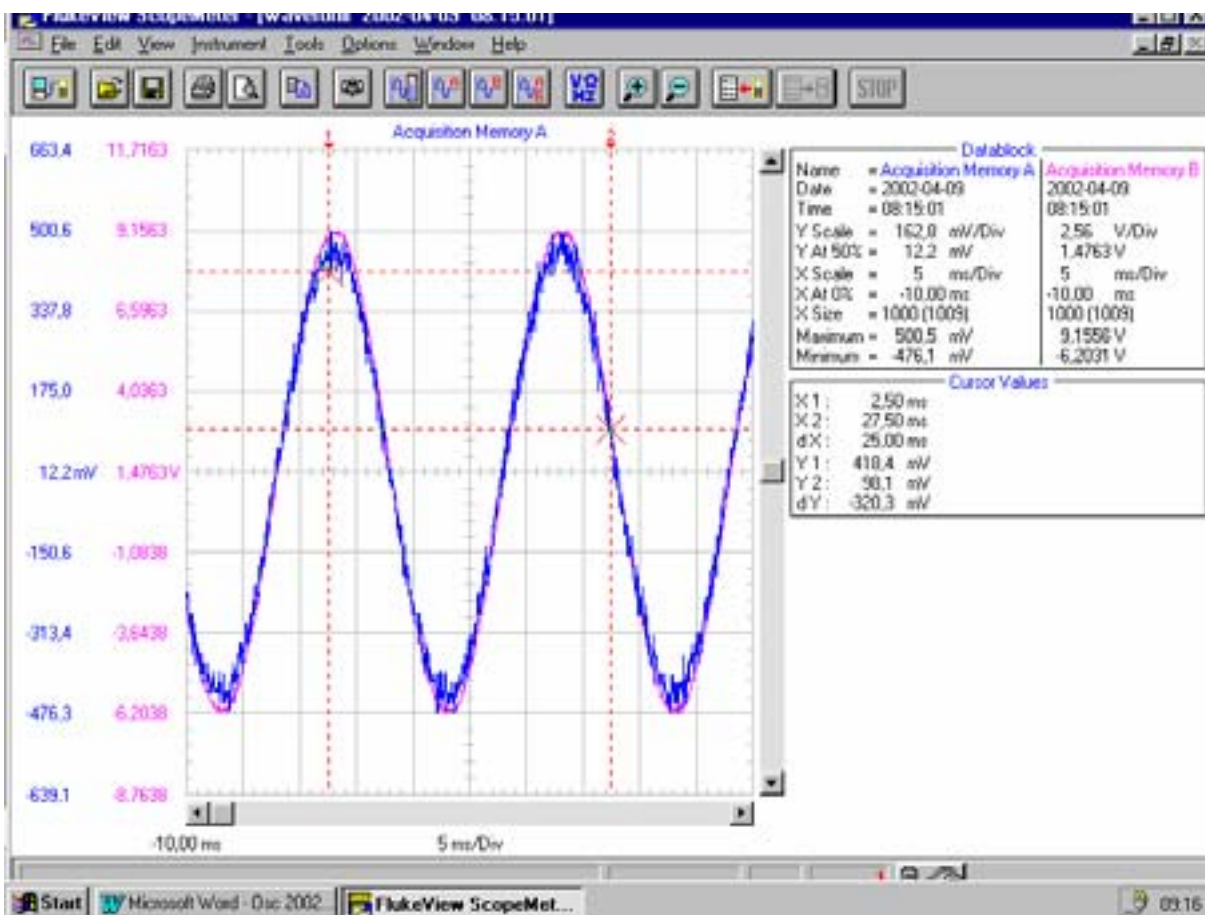


Bild 3. Syl-sand 3,1 cm2, nr 328

Bild 4. syl-sand 3,1 cm2, nr 328



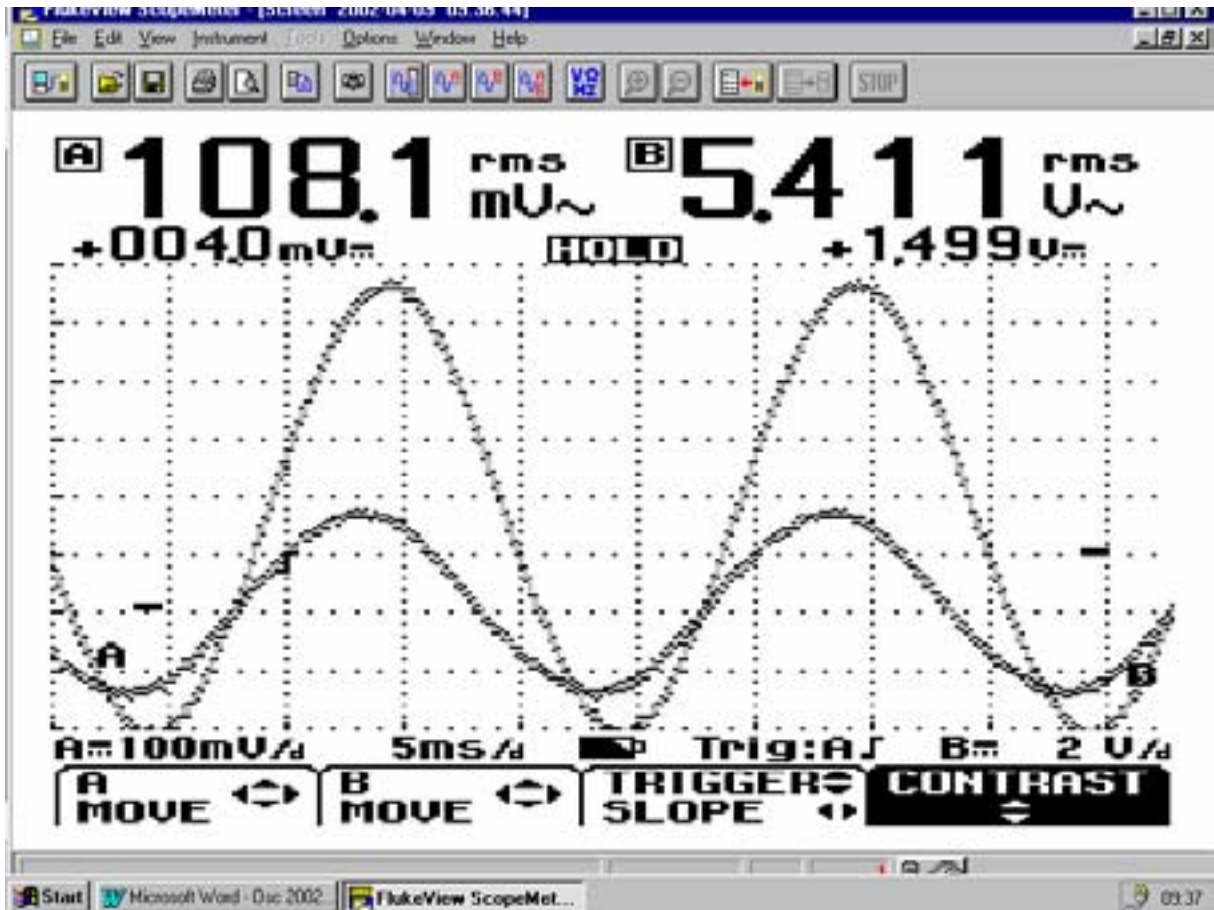
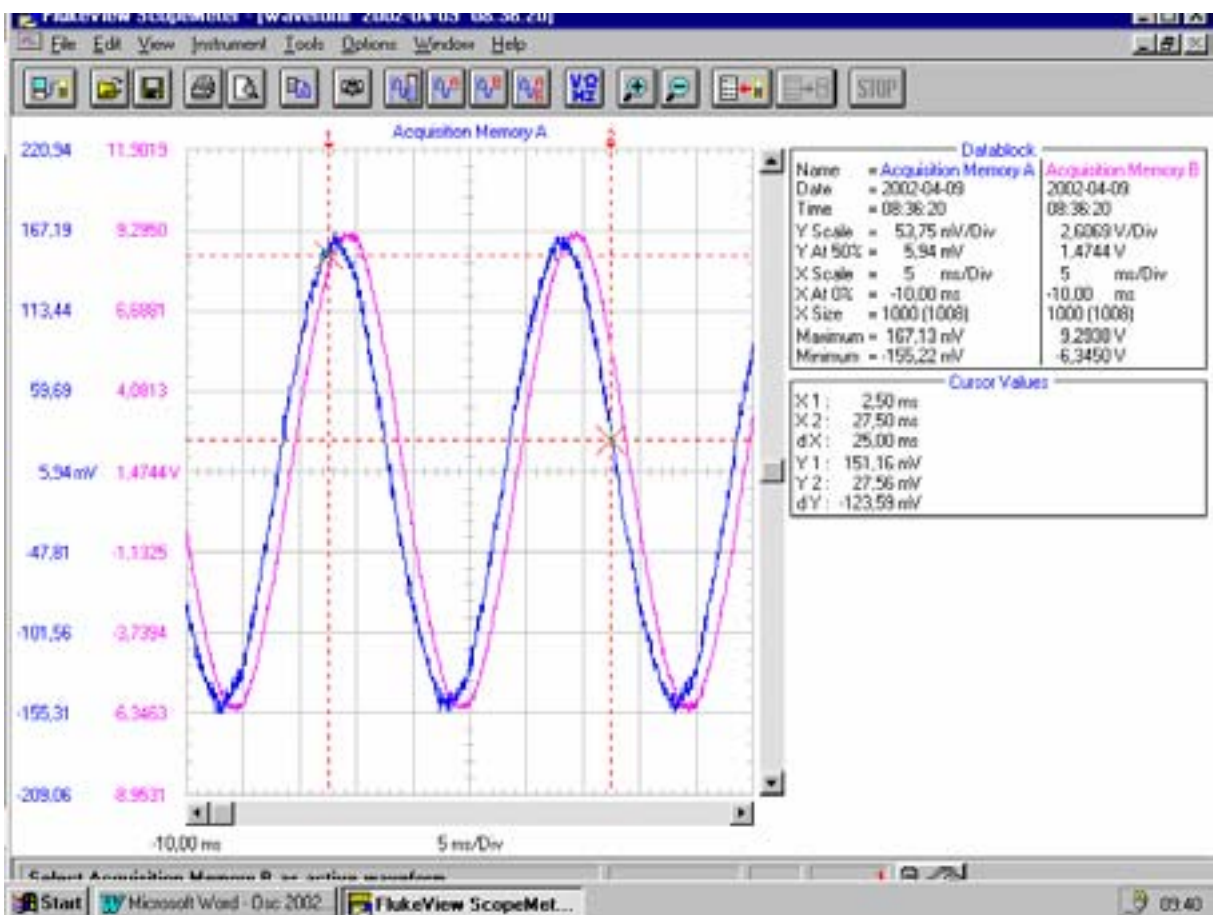


Bild 5. syl-lera 3,1 cm2, nr 330

Bild 6. Syl-lera 3,1 cm2, nr 330



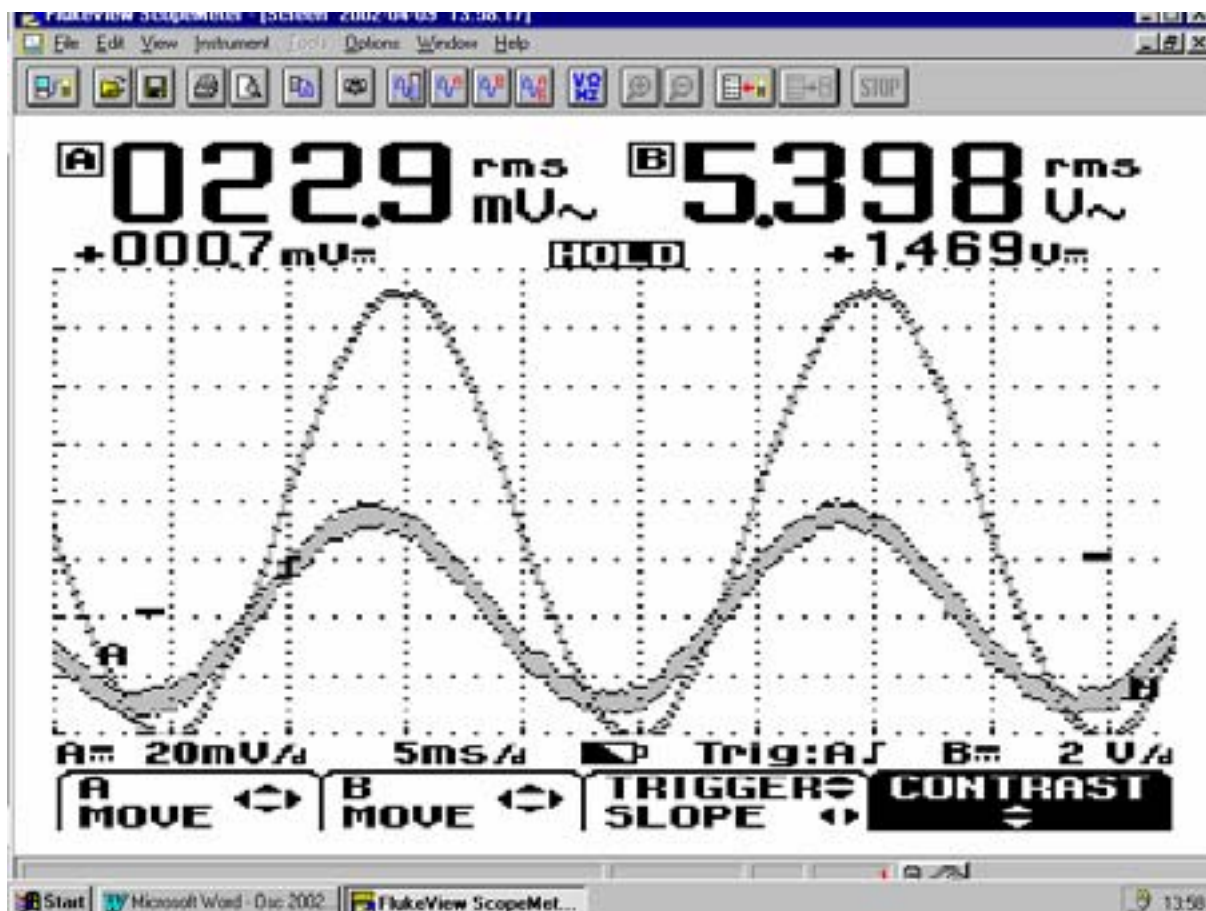
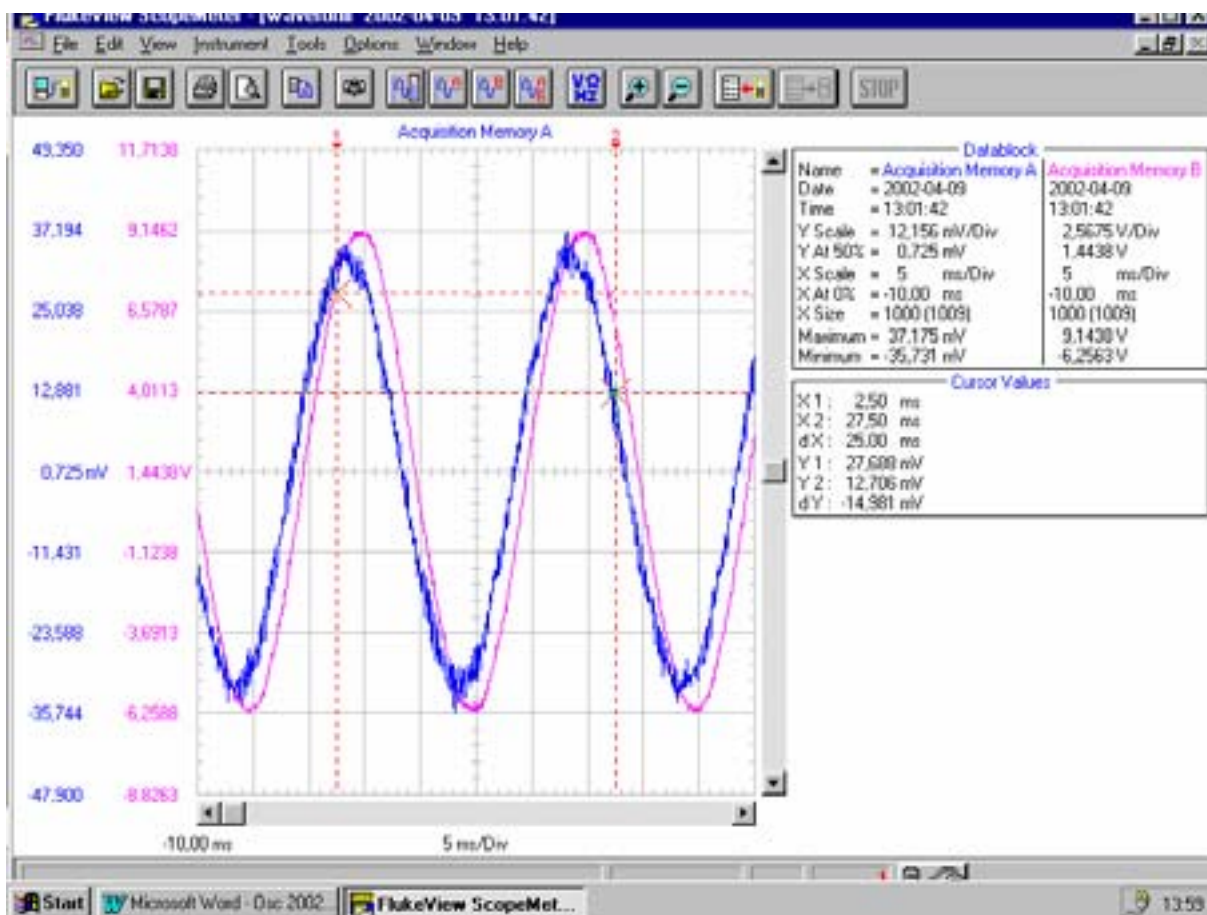


Bild 7. Syl-sand 1,1 cm2, nr 342

Bild 8. Syl-sand 1,1 cm2, nr 342





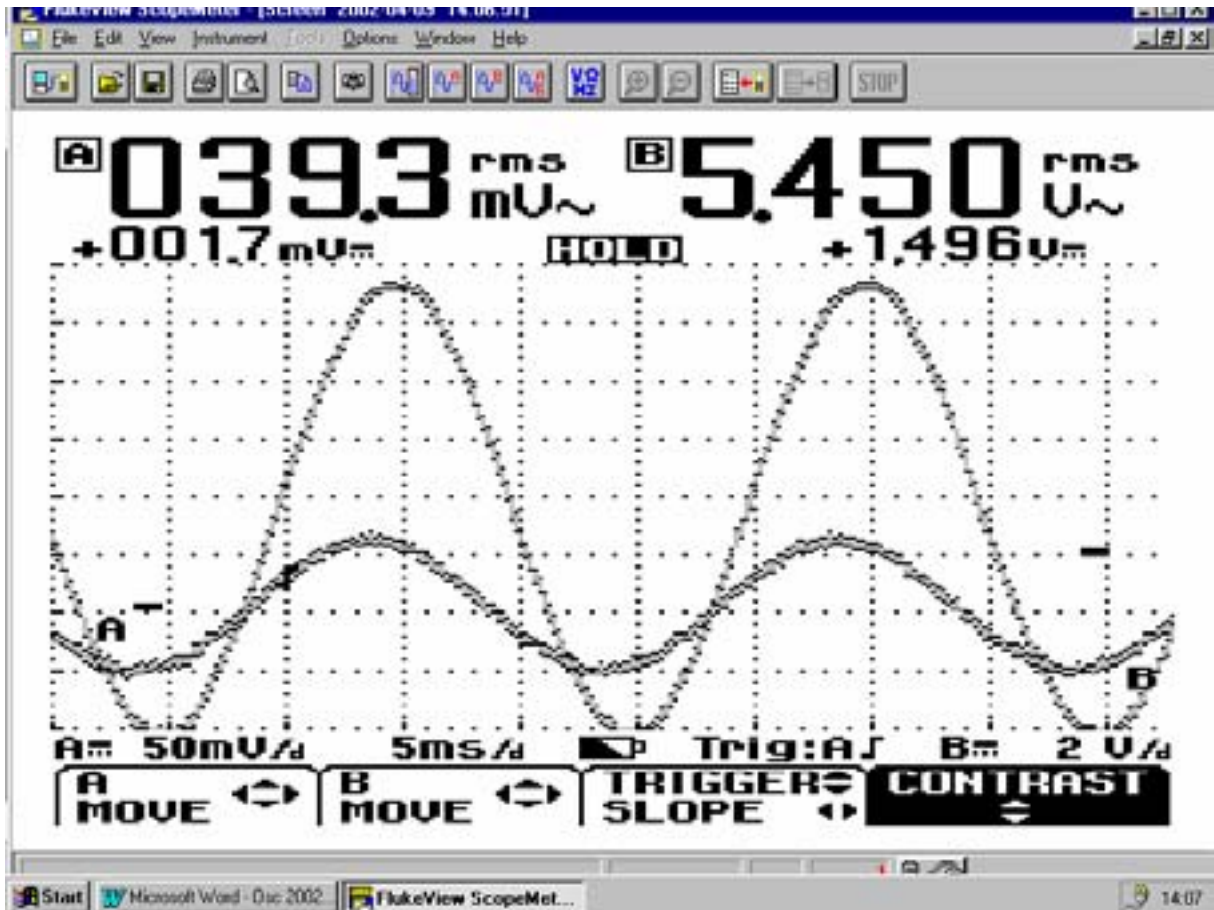
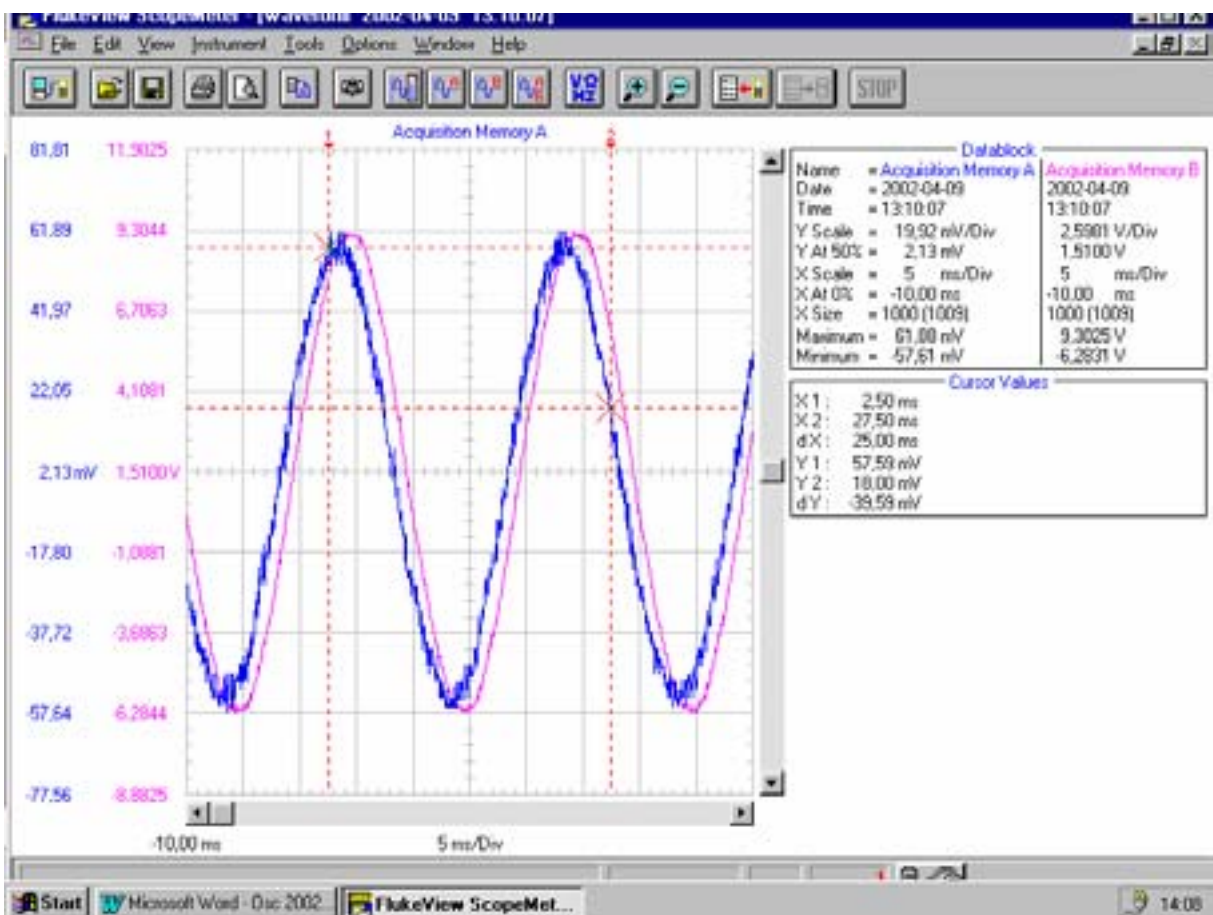
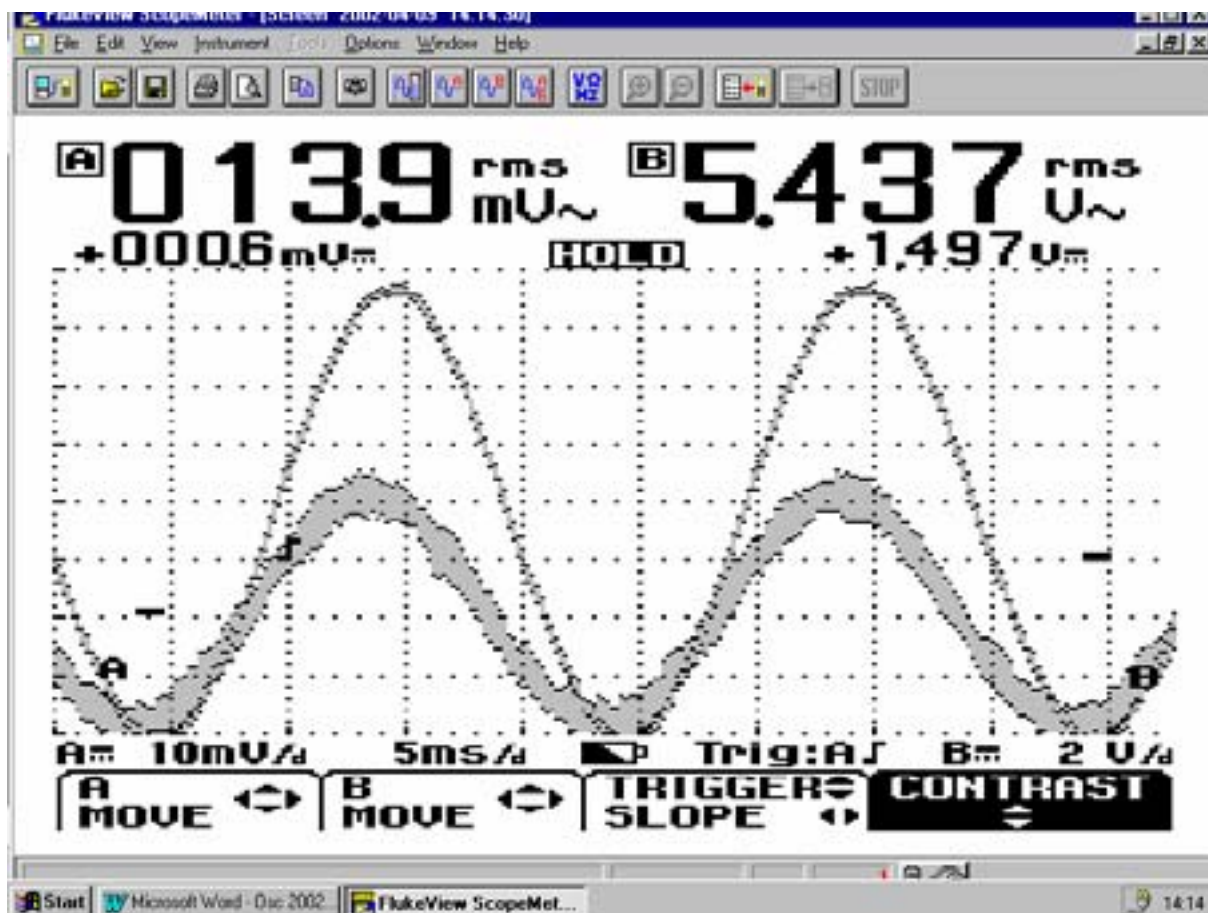
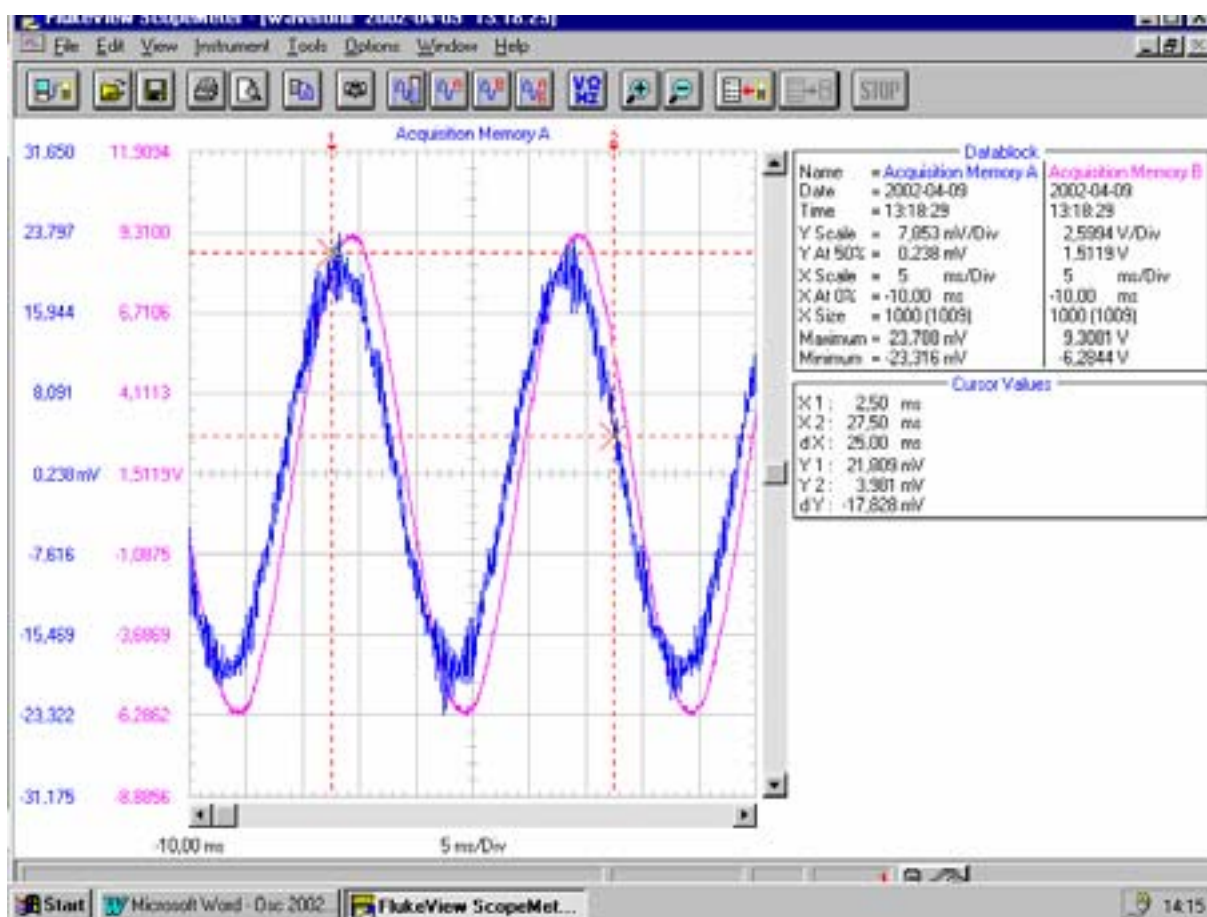


Bild 9. Syl-lera 1,1 cm2, nr 348

Bild 10. Syl-lera 1,1 cm2, nr 348



Bild 11. Syl-sand 0,5 cm<sup>2</sup>, nr 333Bild 12. Syl-sand 0,5 cm<sup>2</sup>, nr 333

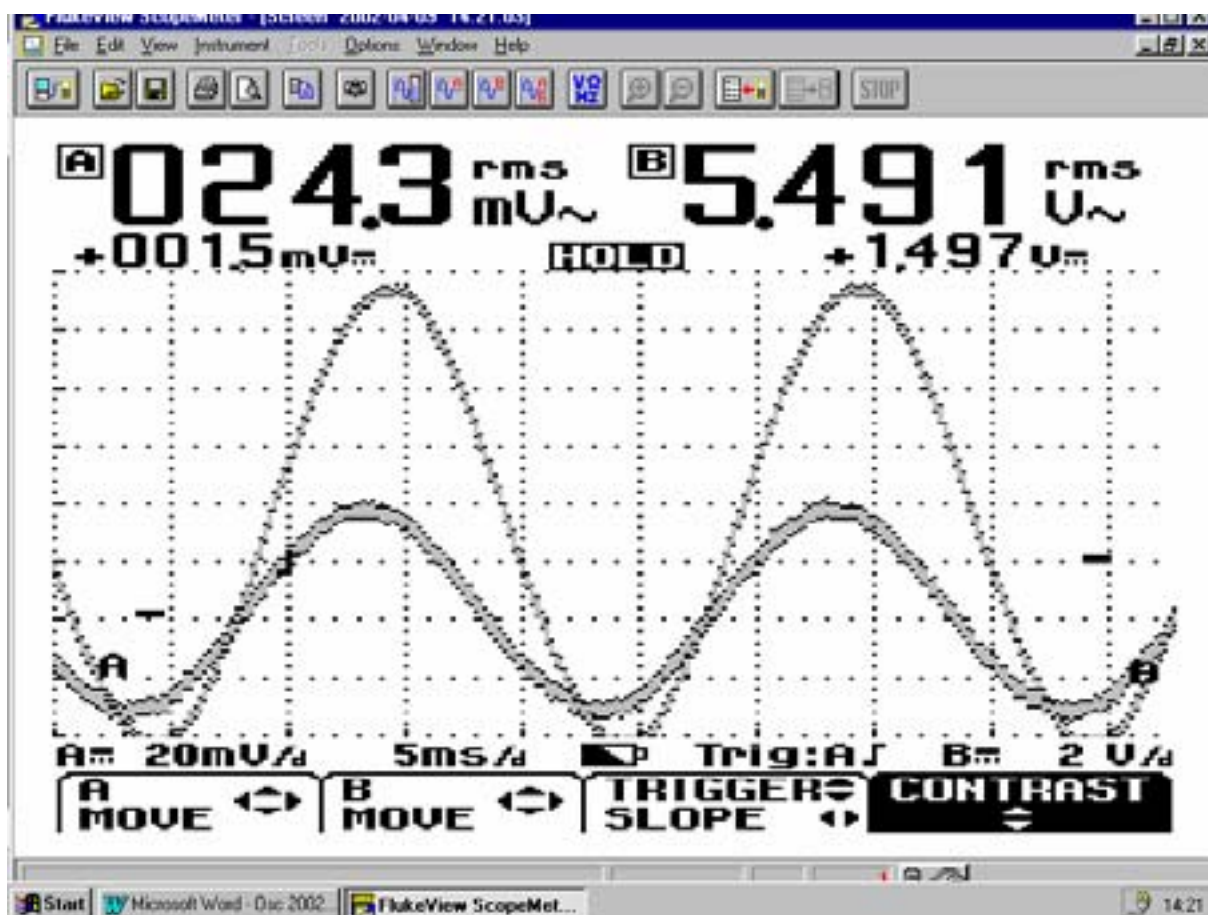
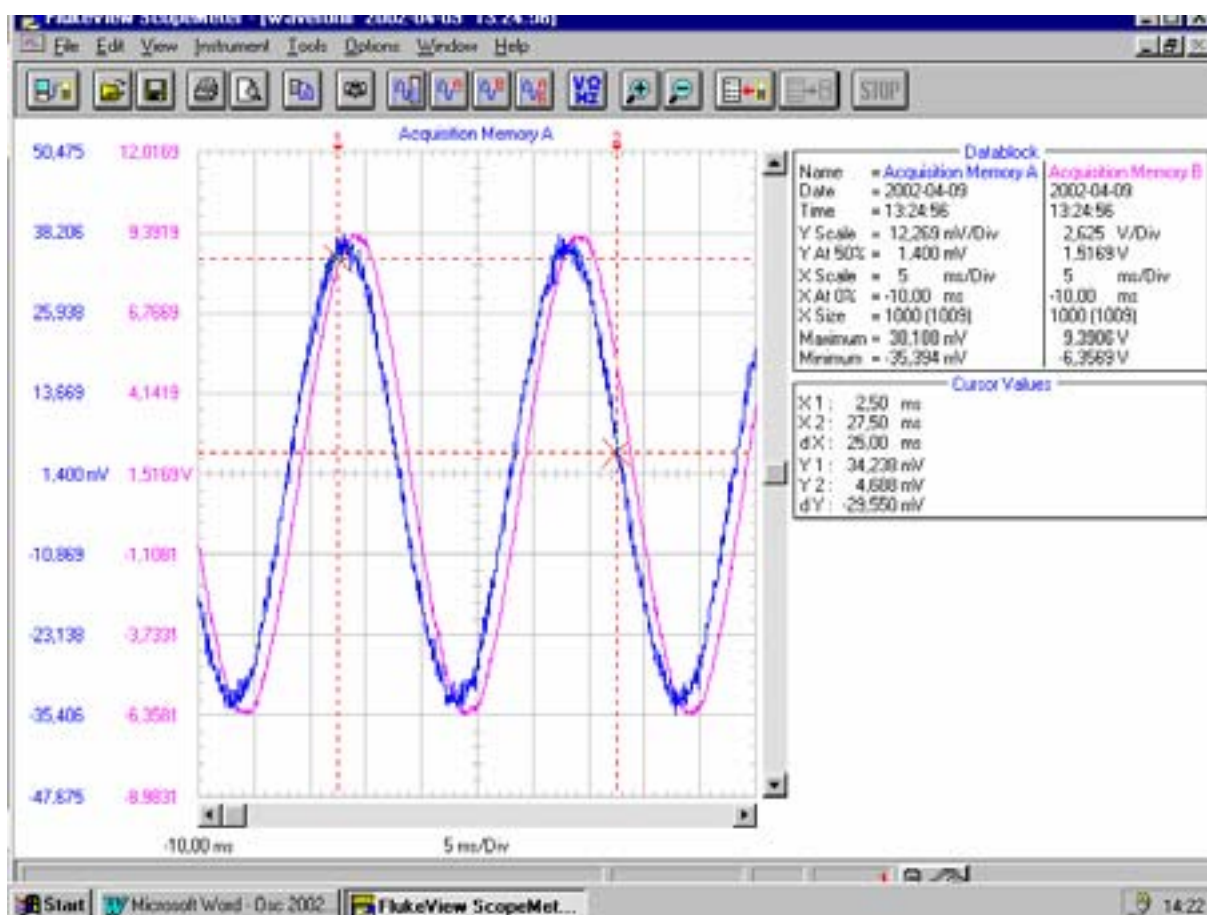


Bild 13. Syl-lera 0,5 cm2, nr 332

Bild 14. Syl-lera 0,5 cm2, nr 332



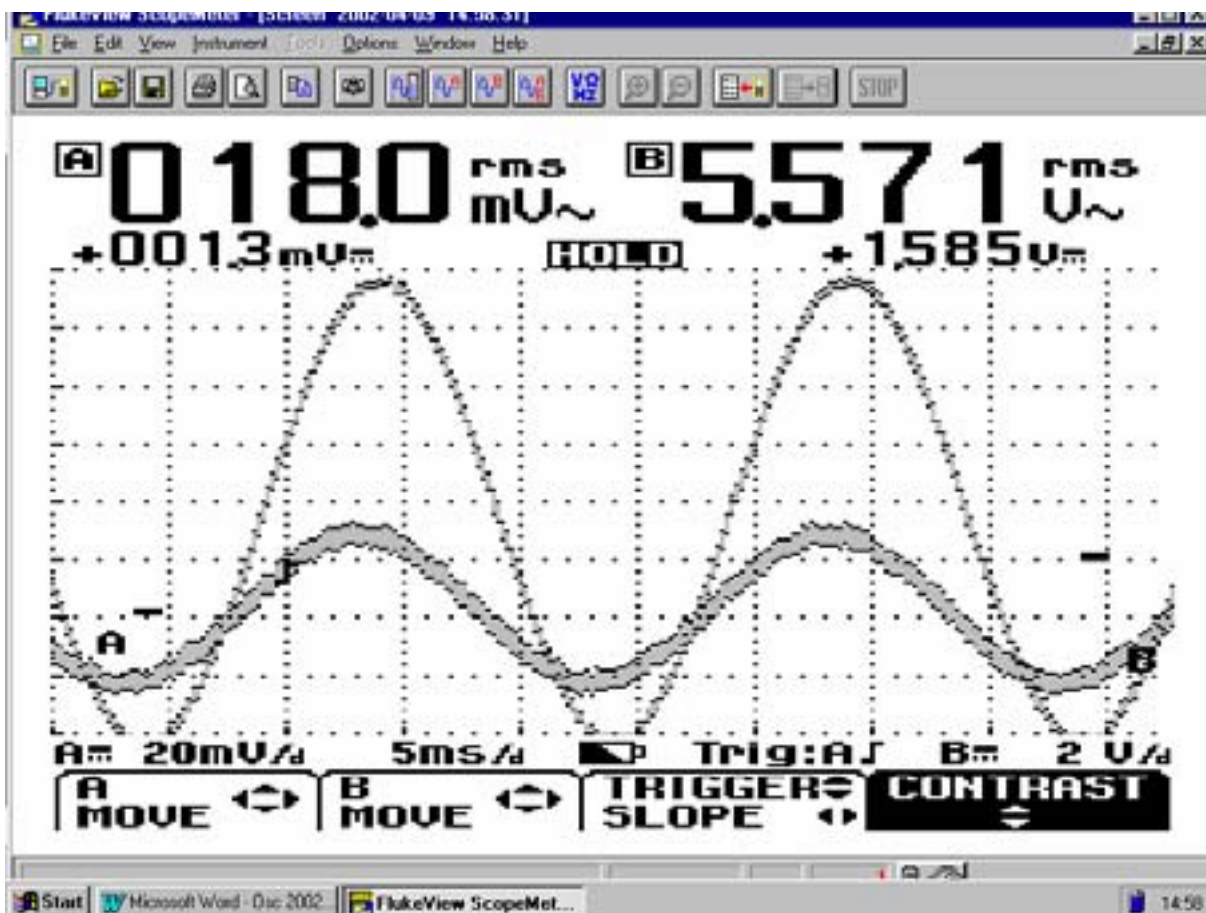
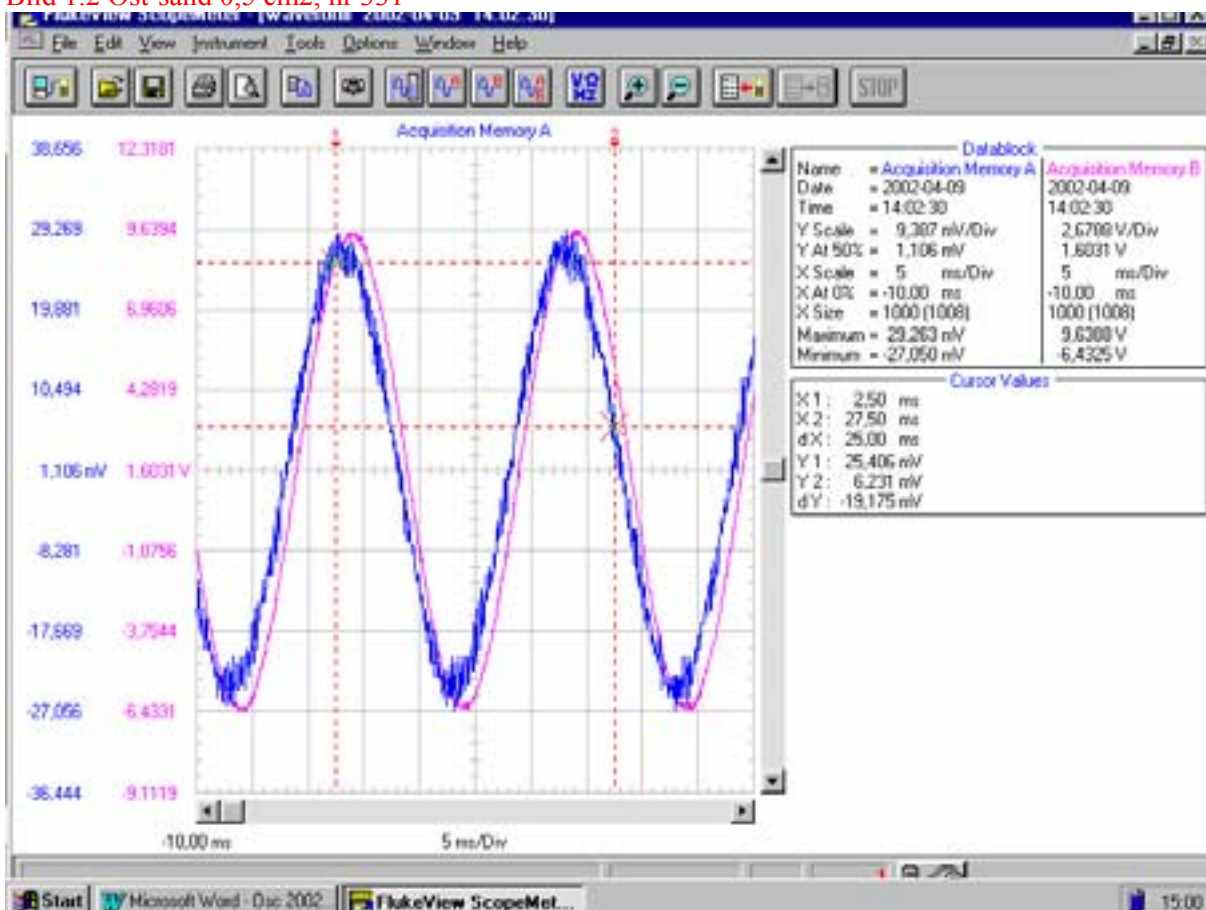


Bild 1.1 Öst-sand 0,5 cm<sup>2</sup>, nr 331

Bild 1.2 Öst-sand 0,5 cm<sup>2</sup>, nr 331



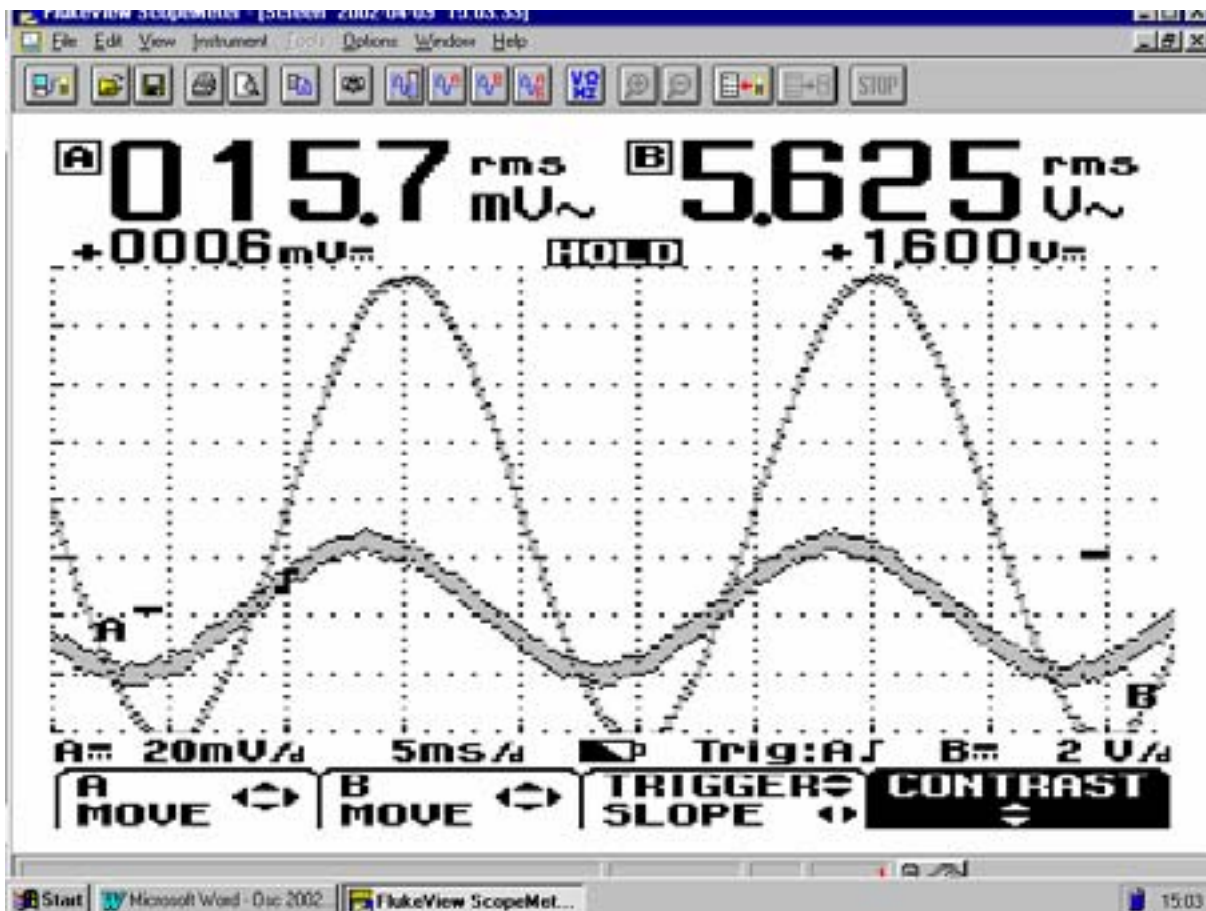
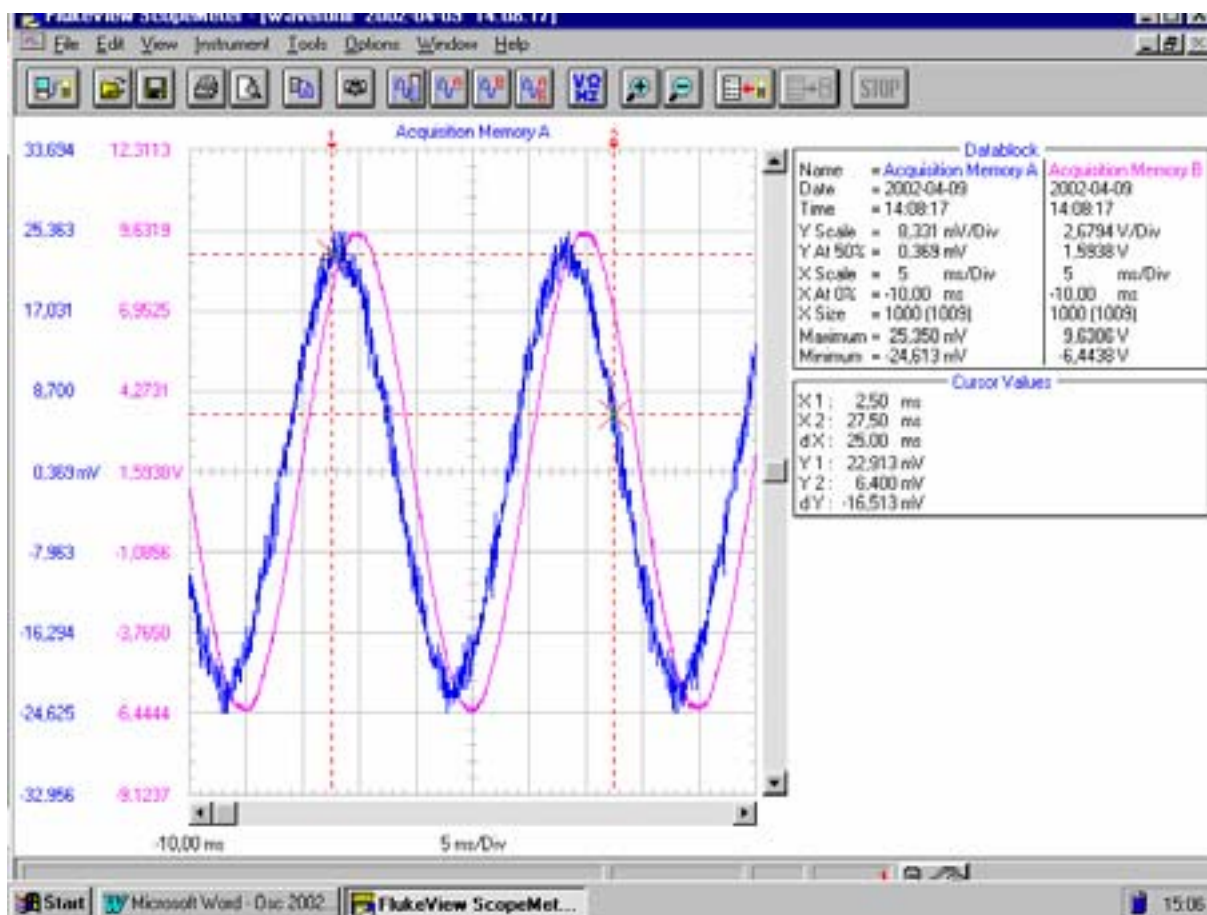
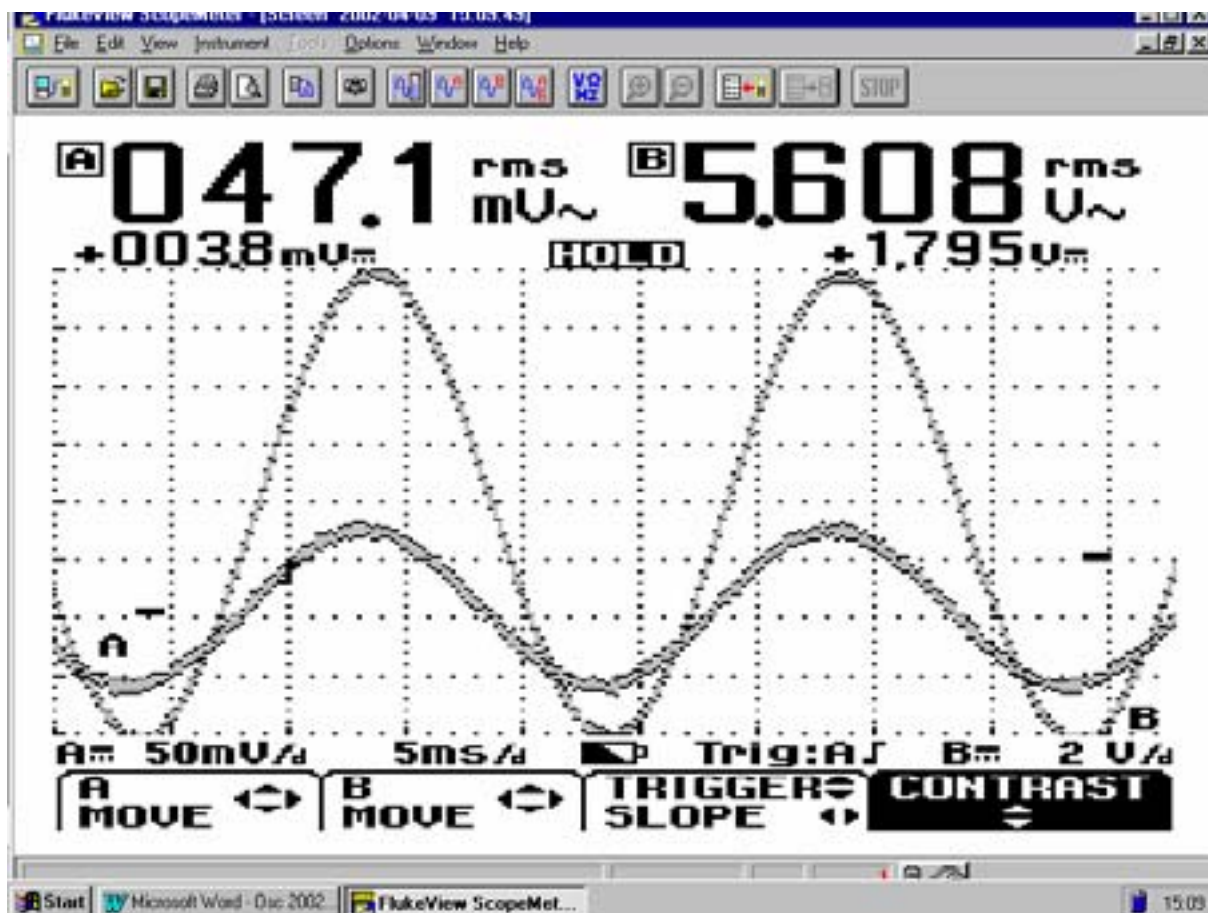
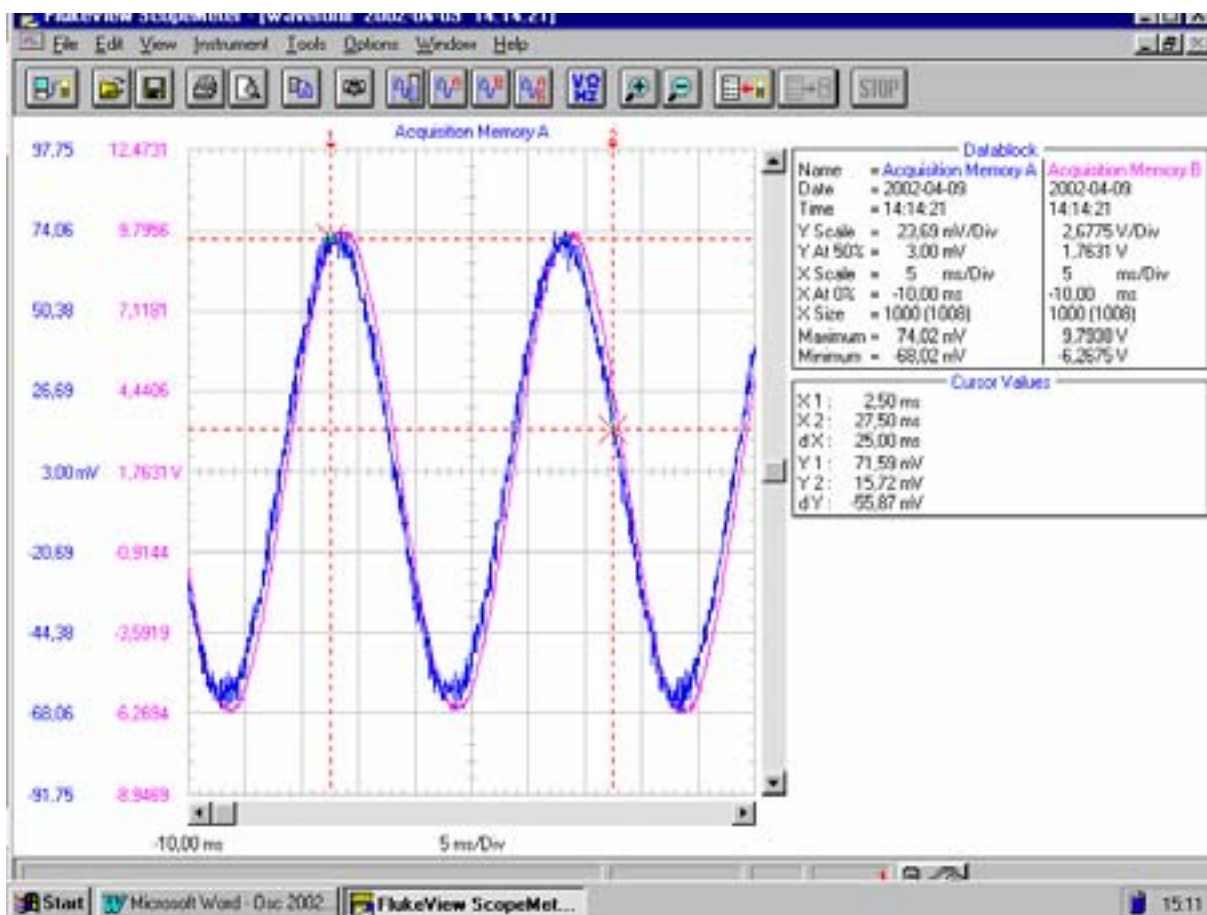
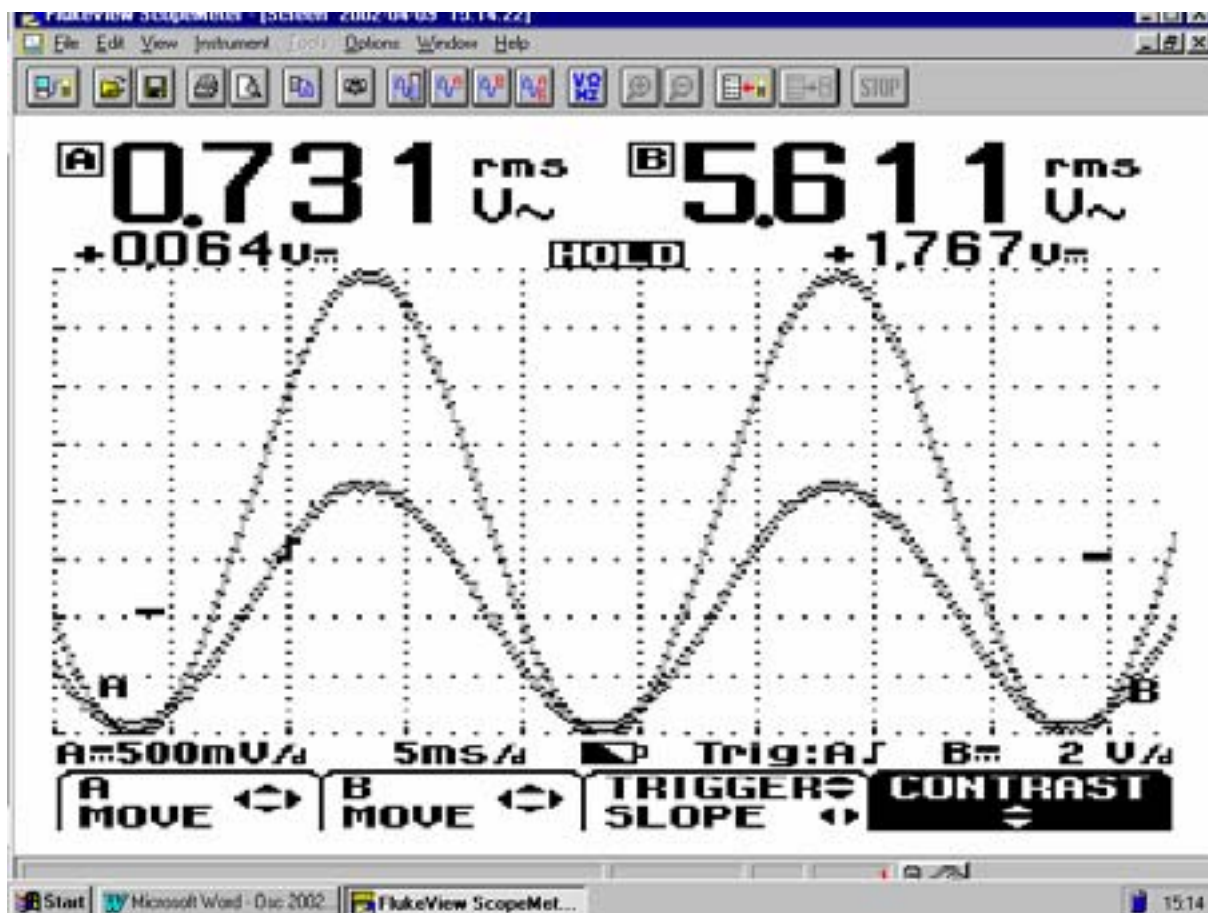
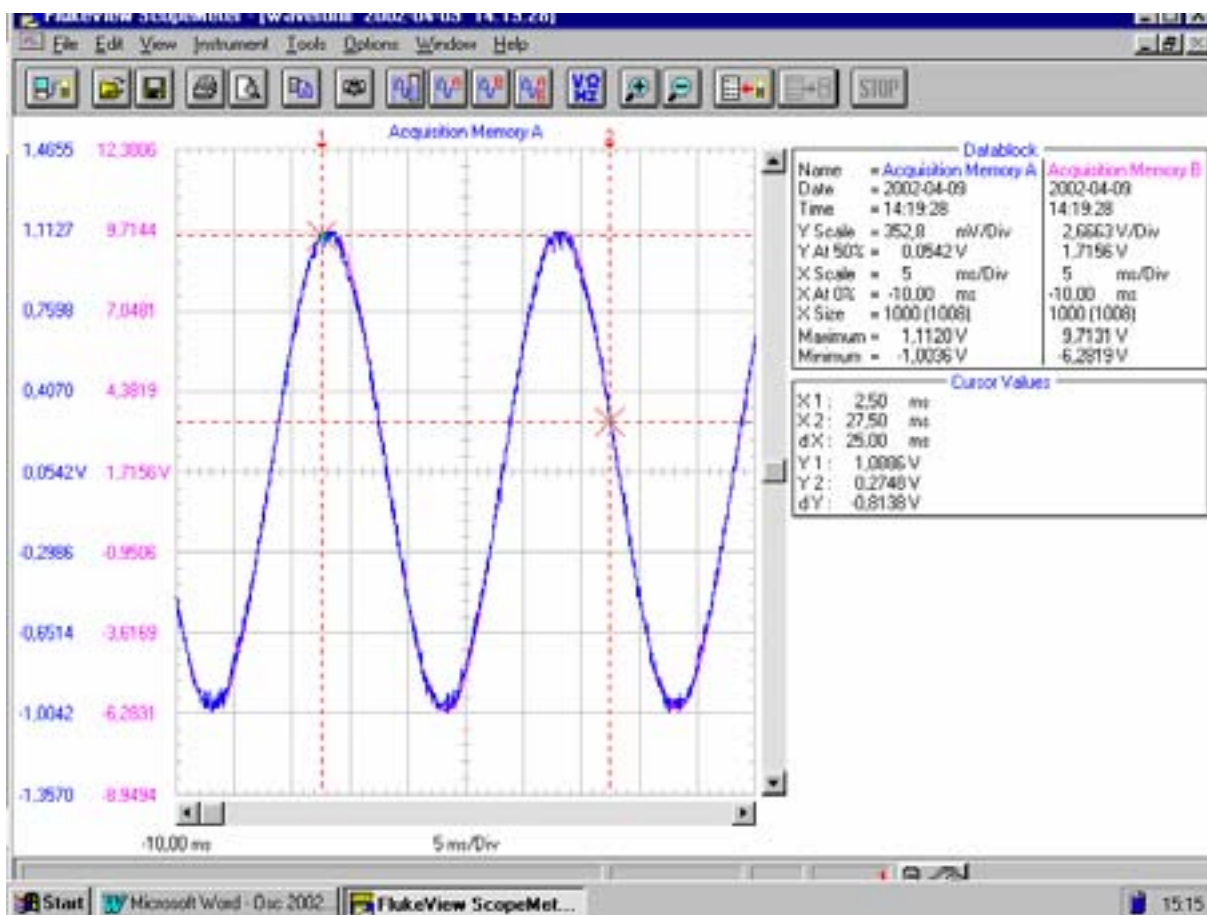


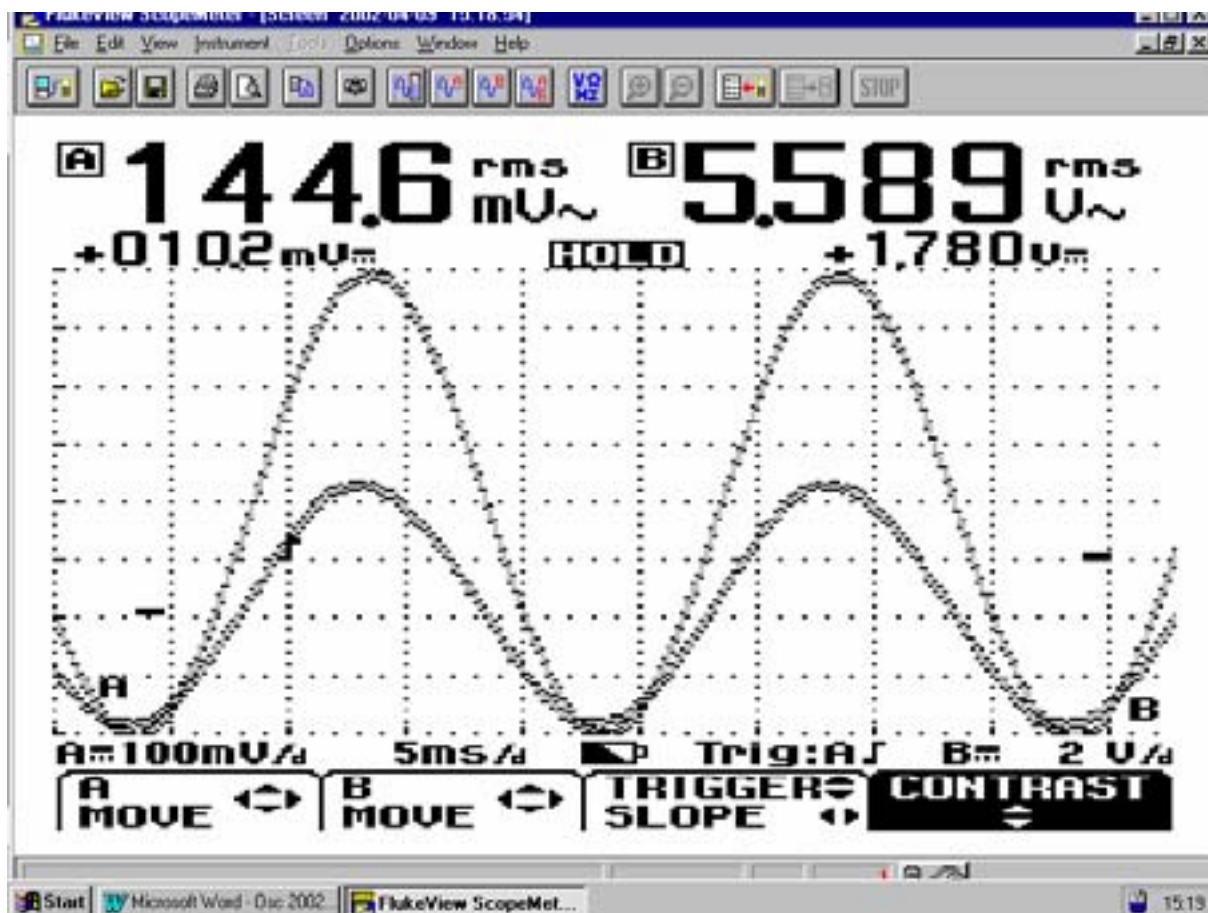
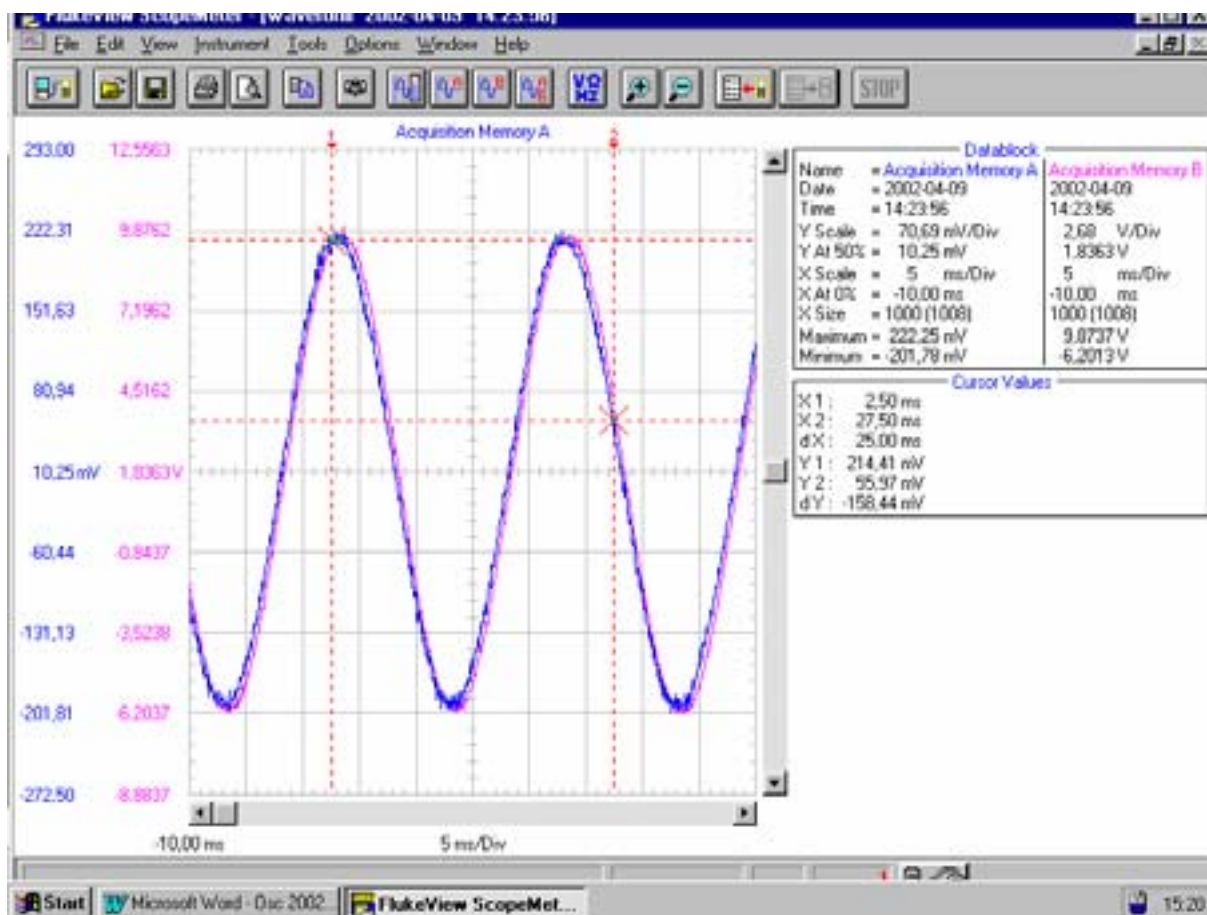
Bild 1.3 Öst-lera 0,5 cm<sup>2</sup>, nr 334

Bild 1.4 Öst- lera 0,5 cm<sup>2</sup>, nr 334



Bild 1.5 Öst-sand 1,1 cm<sup>2</sup>, nr 336Bild 1.6 Öst-sand 1,1 cm<sup>2</sup>, nr 336

Bild 1. 7 Öst-lera 1,1 cm<sup>2</sup>, nr 340Bild 1.8 Öst-lera 1,1 cm<sup>2</sup>, nr 340

Bild 1.9 Öst-sand 3,1 cm<sup>2</sup>, nr 326Bild 1.10 Öst-sand 3,1 cm<sup>2</sup>, nr 326



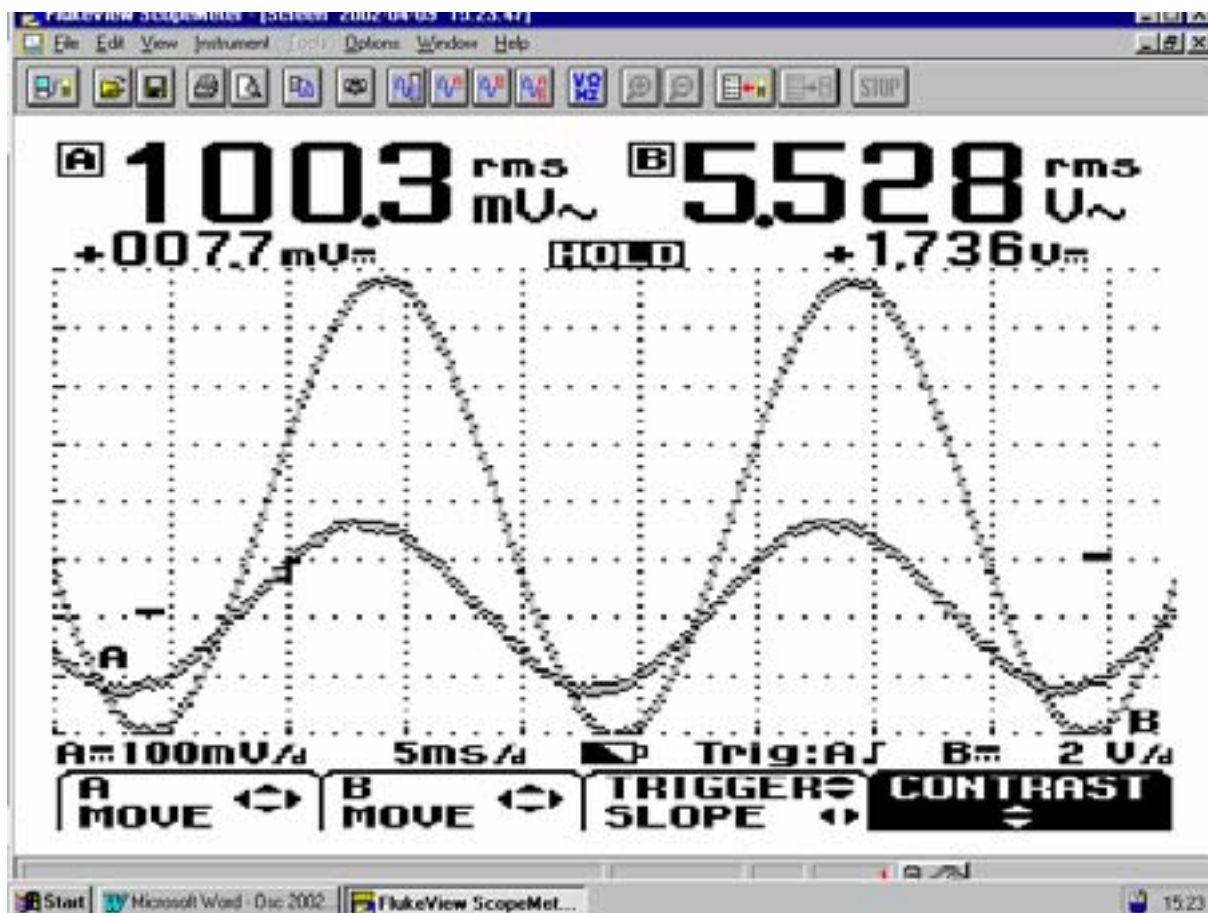
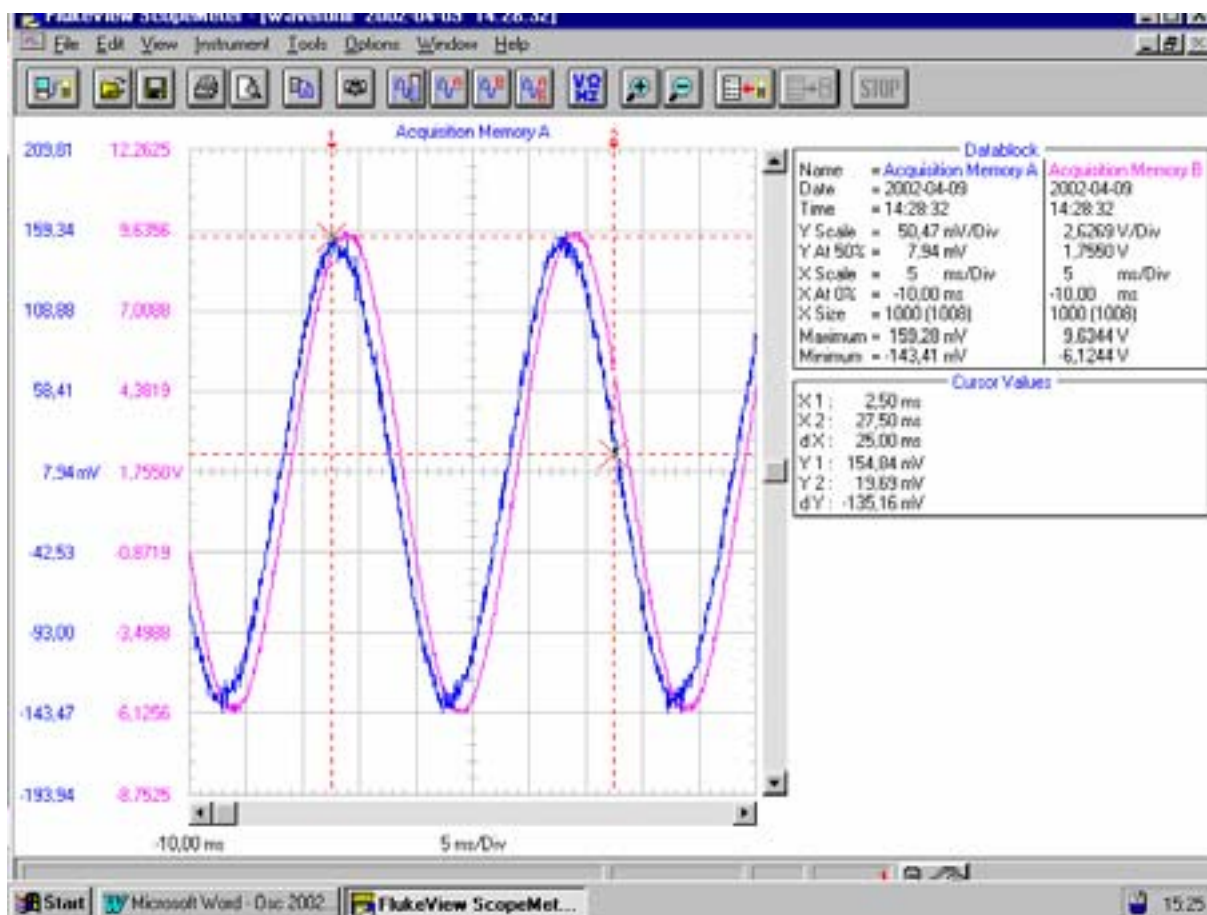
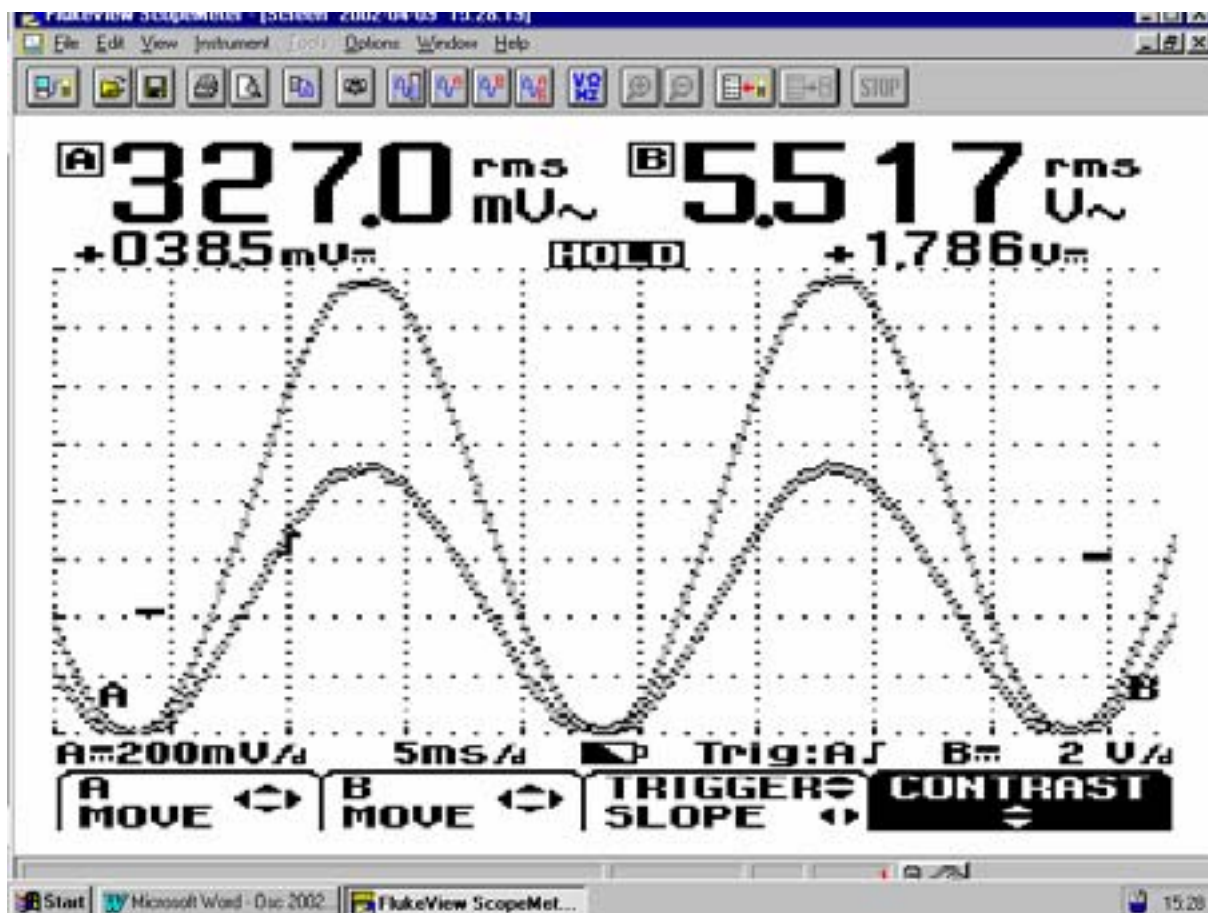
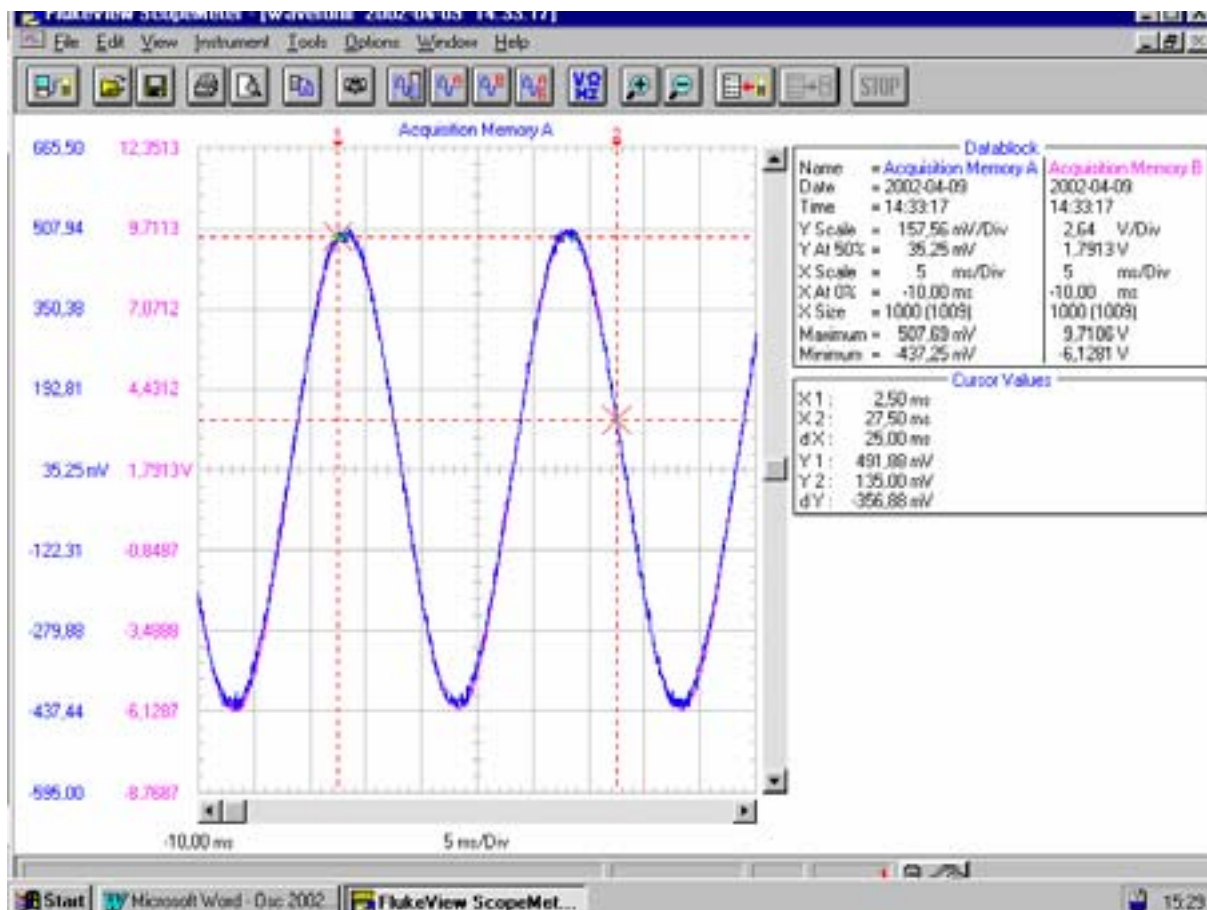


Bild 1.11 Öst-lera 3,1 cm2, nr 327

Bild 1.12 Öst-lera 3,1 cm2, nr 327



Bild 1.13 Öst-sand 4,9 cm<sup>2</sup>, nr 323Bild 1.16 Öst-sand 4,9 cm<sup>2</sup>, nr 323

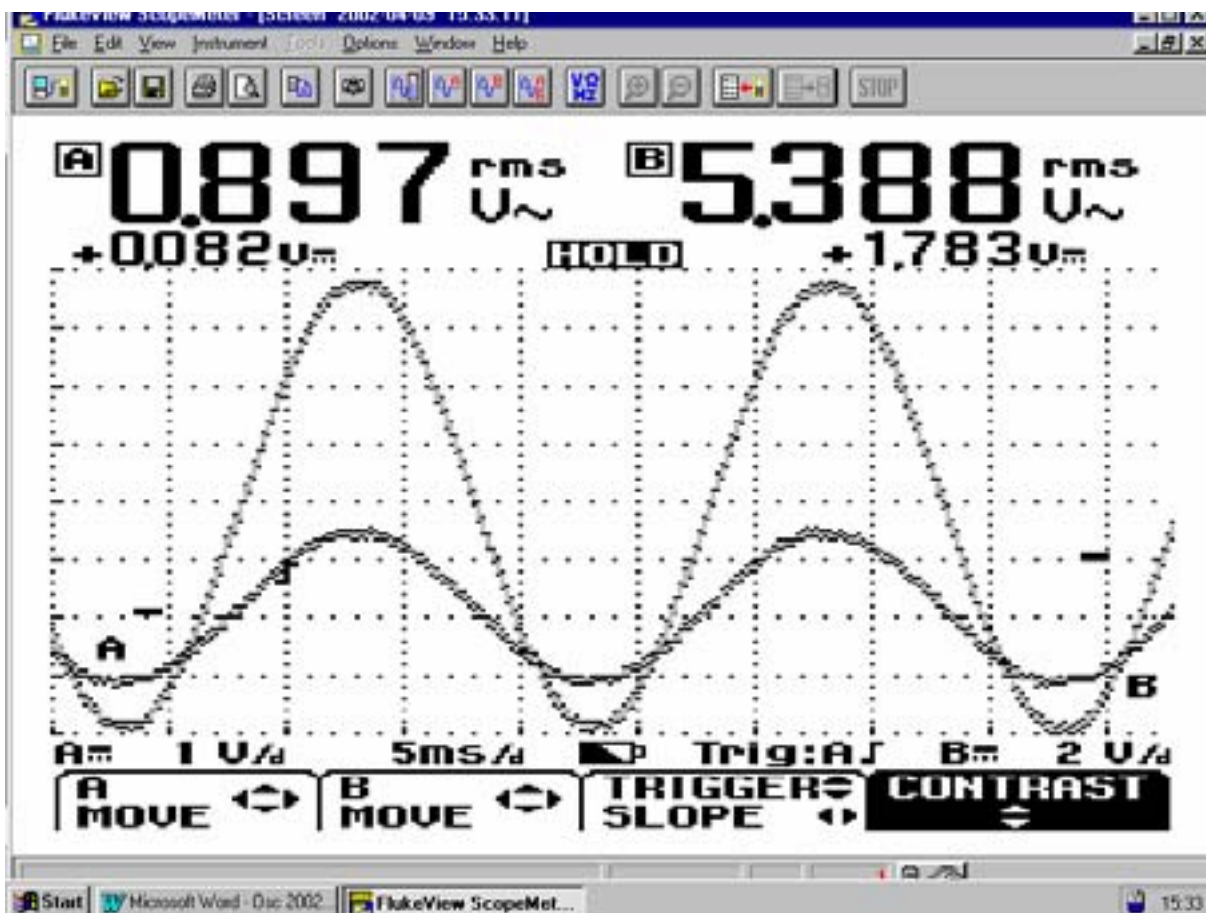
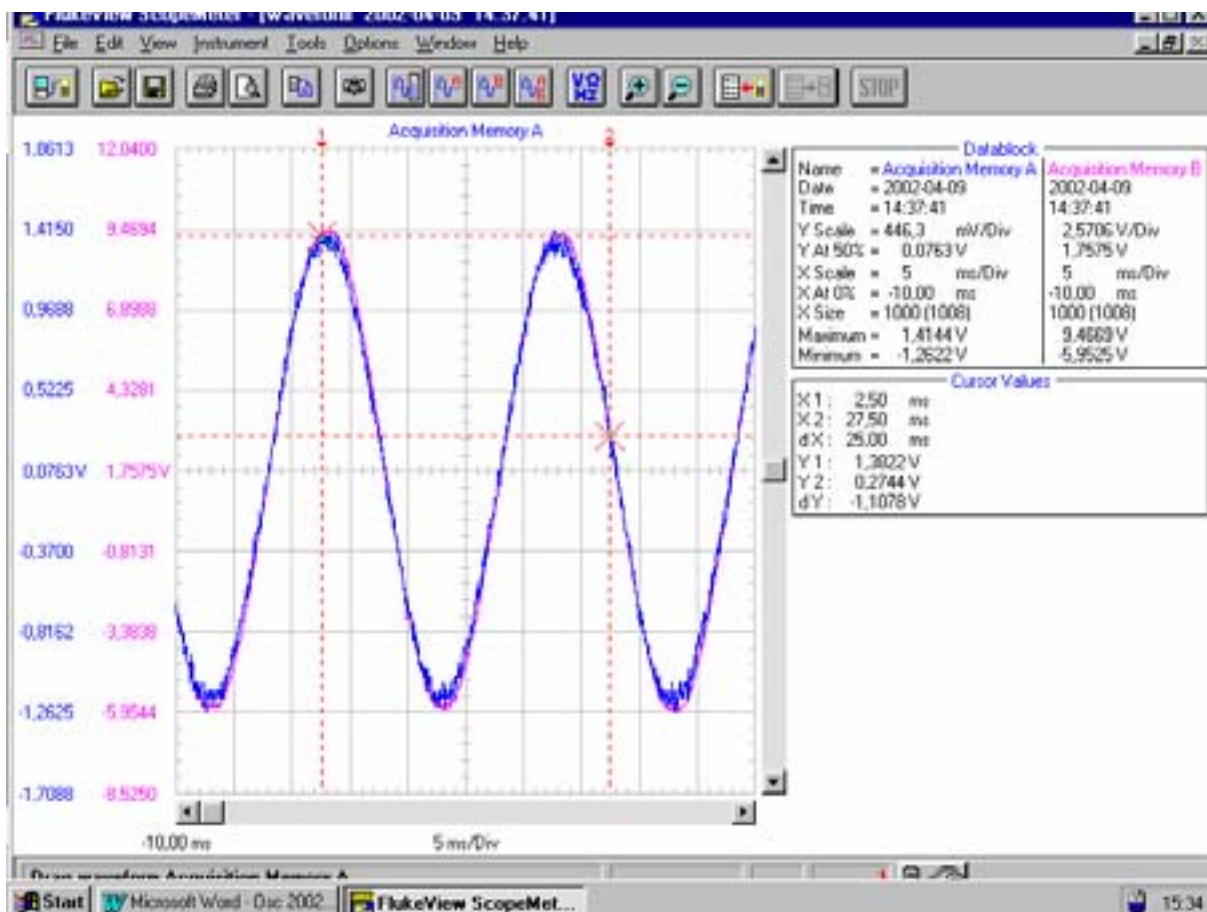


Bild 1.17 Öst-lera 4,9 cm2, nr 322

Bild 1.18 Öst-lera 4,9 cm2, nr 322



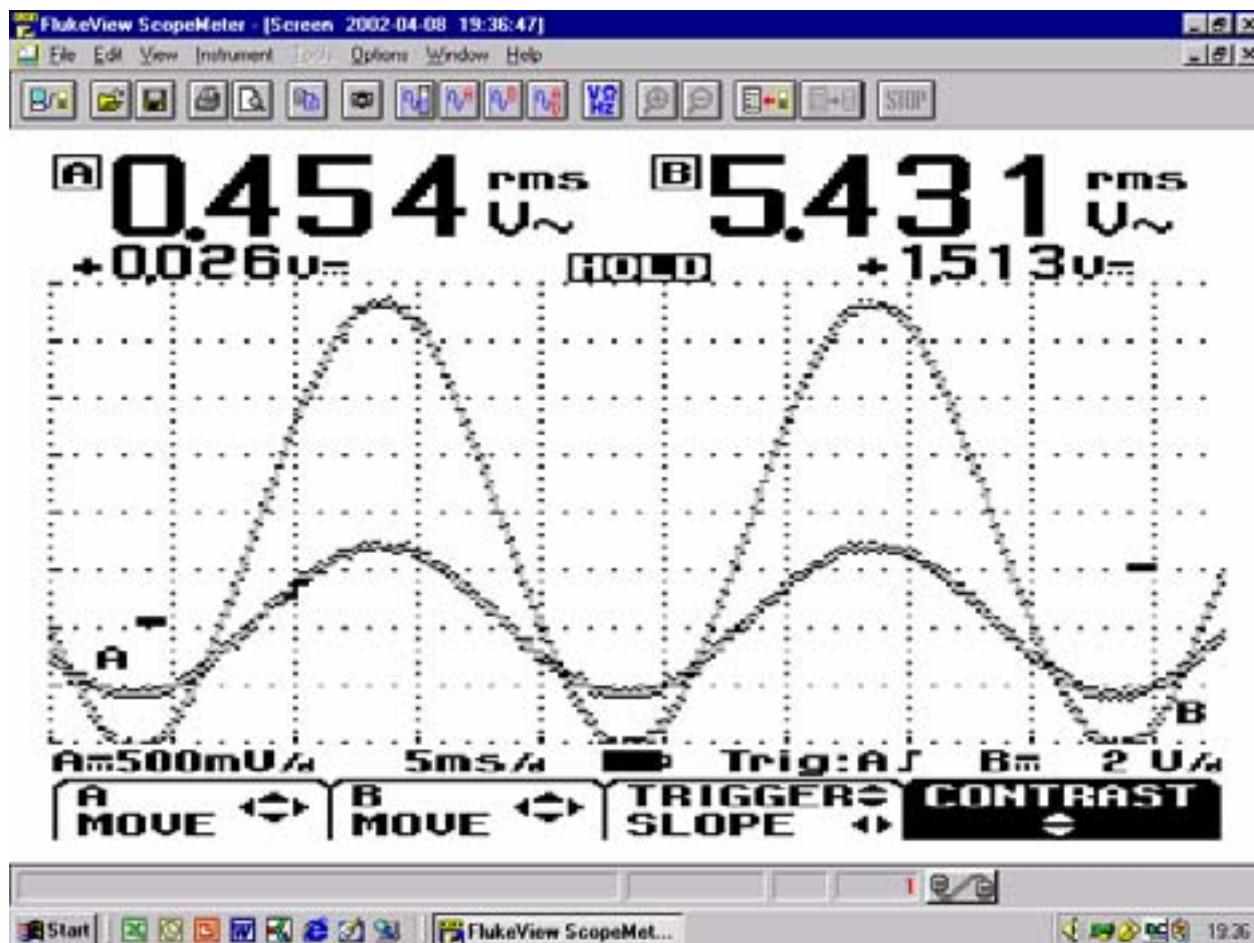
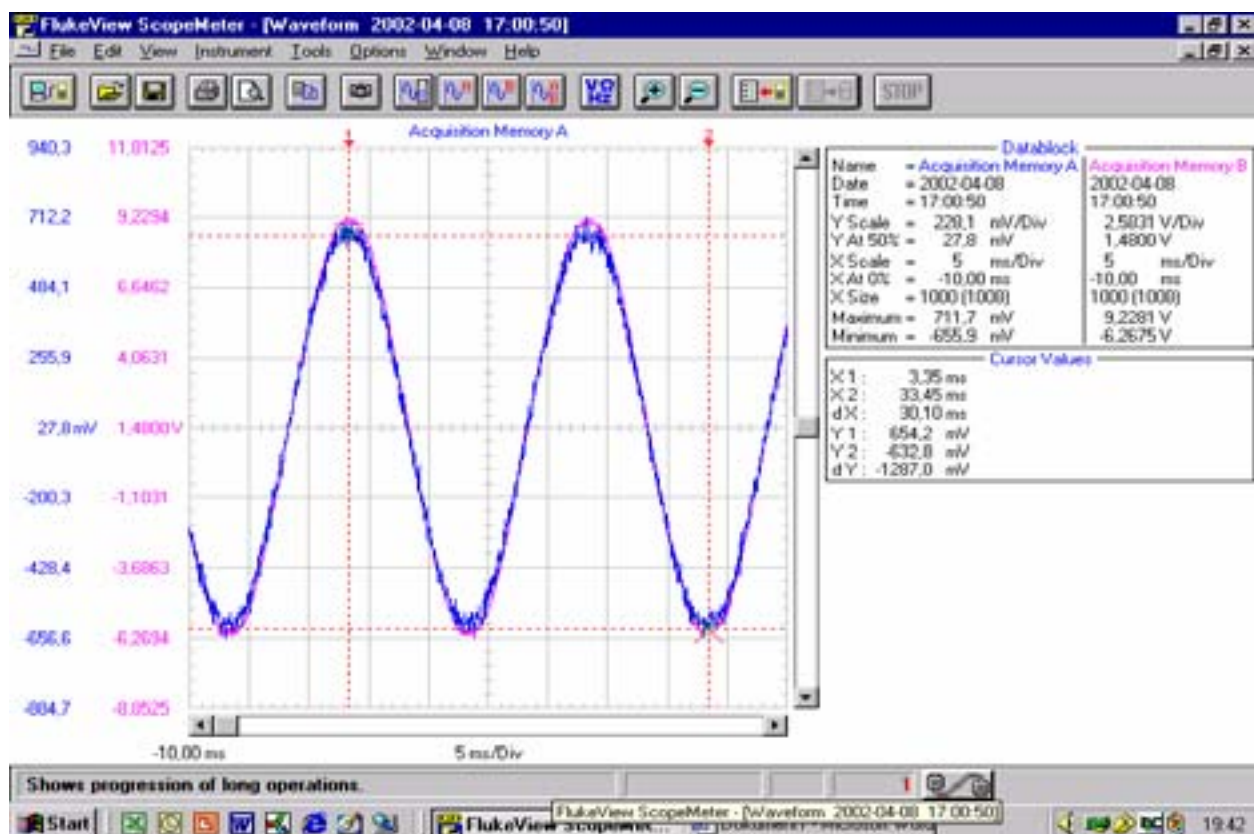


Bild 1. syl –sand 4,9 cm2, nr 324

Bild 2. Syl-sand 4,9 cm2, nr 324



Oscilloskopsbild från modellsimulering i fysiskmodell 2002-08-19.

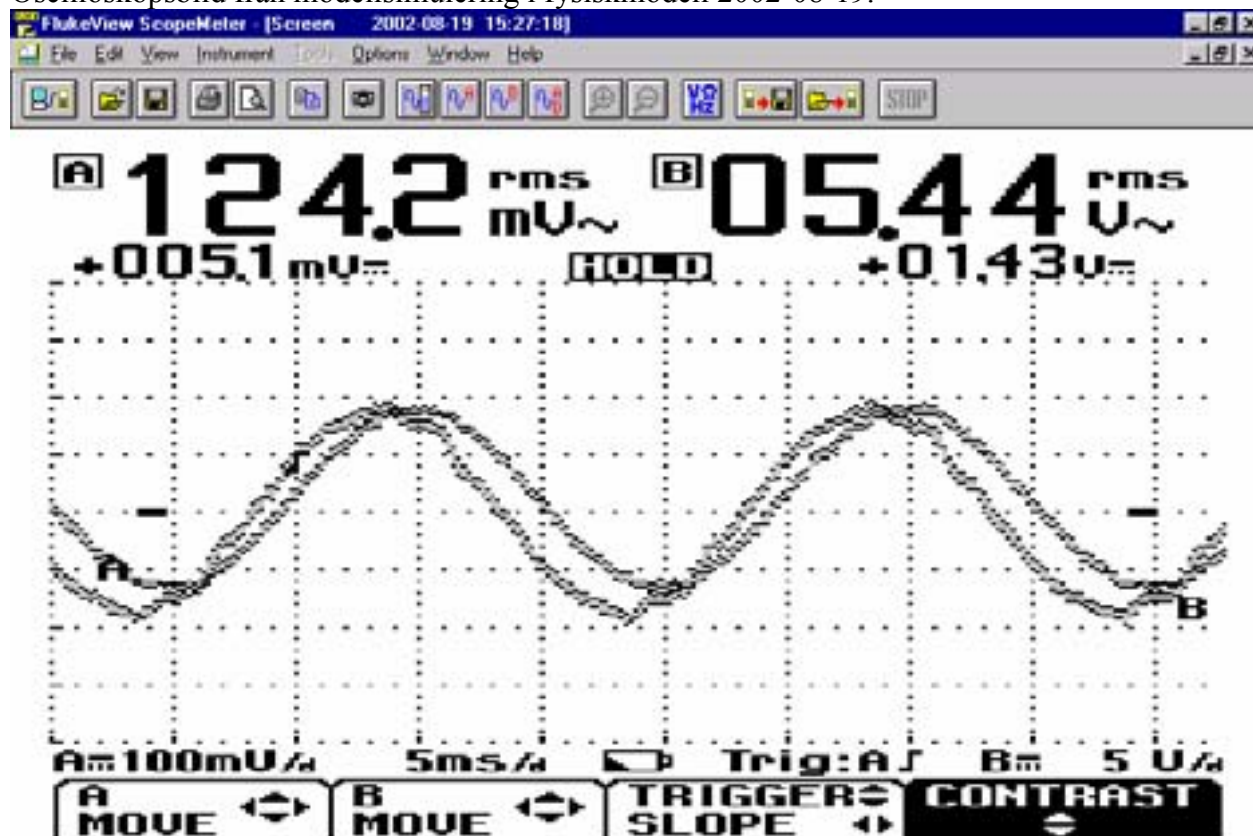


Bild 1. Modell simulering nr 330.  $C_B = 0,1 \mu\text{F}$ ,  $R_{AC2} = 22 \text{ k}\Omega$ ,  $R_B = 180 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{AC1} = 4,7 \text{ k}\Omega$ .

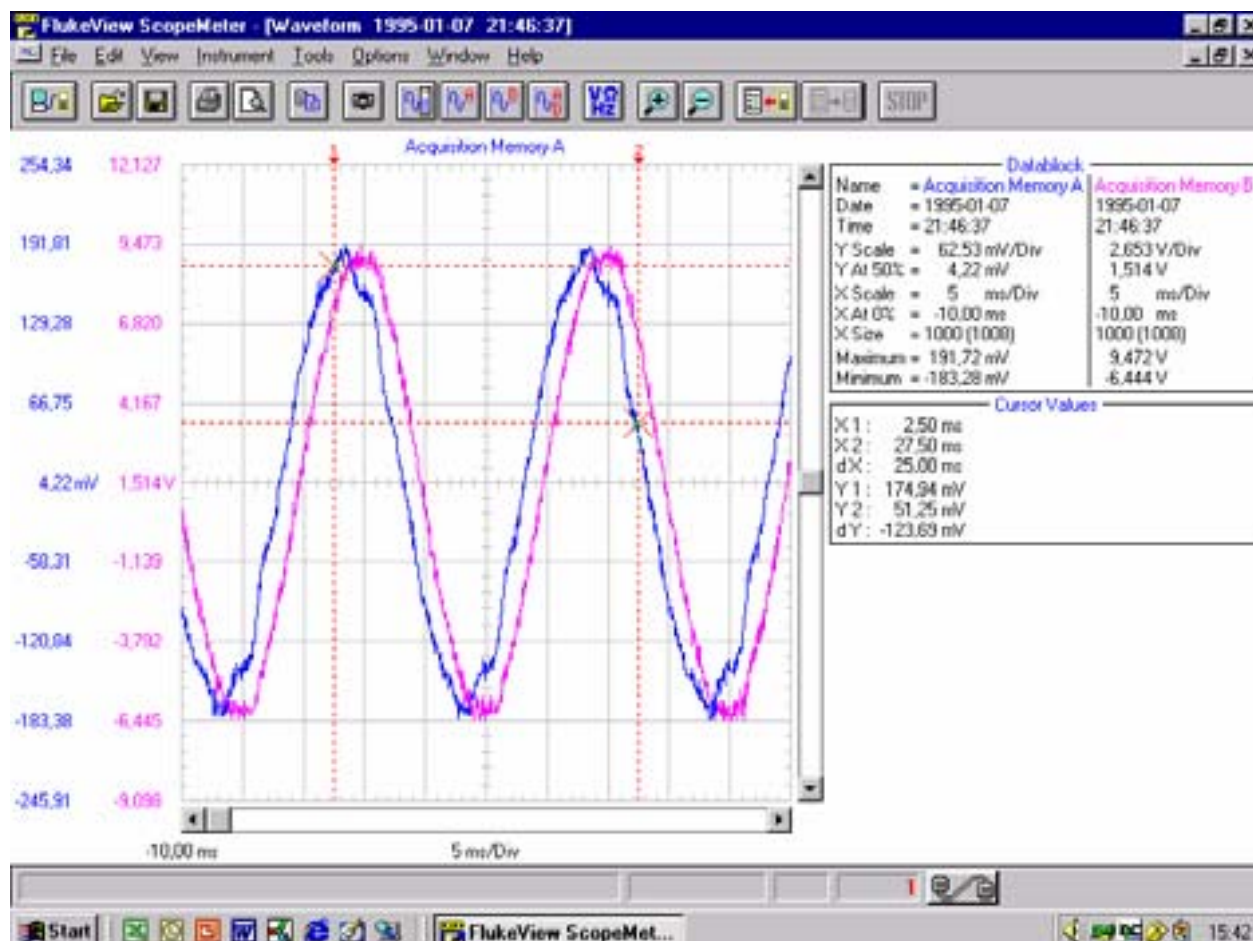


Bild 2. Modellsimulering nr 330.

## Förklaring till bilaga 5:

### Storlek på den blottlagda ytan - Jordart

Exponeringstid [år]

Utseende vid upptagning

Färg på korrosionsprodukterna

Utseende efter betning

Korrosionshastighet medel / max [ $\mu\text{m}/\text{år}$ ]

Off-potentialen mätt med oscilloscop medel [V]

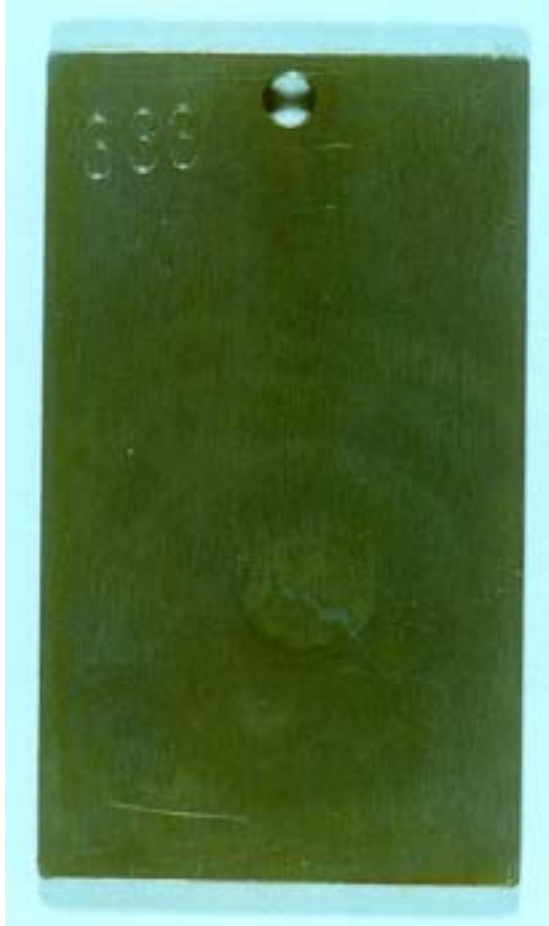
Off-potentialen mätt med oscilloscop max / min [V]

Off-potentialens spänning pik till pik ( $U_{p-p}$ ) [V]

Medelavfrätning [ $\text{g}/\text{m}^2$ ]

# 0,5 cm<sup>2</sup> Sand (5 V)

333



1,3 år  
 Jämmt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Endast nyansskillnad i plåten  
 10,7 / -  $\mu\text{m}/\text{år}$   
 -0,92 V  
 0,24 / -2,68 V  
 2 V  
 109 g /m<sup>2</sup>

331



1,3 år  
 Inga korrosionsprodukter  
 -  
 Gropfrätning spritt över ytan  
 26,0 / 51  $\mu\text{m}/\text{år}$   
 -0,87 V  
 0,59 / -3,12 V  
 3 V  
 264 g /m<sup>2</sup>

# 0,5 cm<sup>2</sup> lera (5V)

332



1,3 år  
Tjockt lager korrosionsprodukter

-  
Jämn korrosion  
15 / -  $\mu\text{m}/\text{år}$   
-1,39 V  
0,39 / -3,32 V  
4 V  
155 g /m<sup>2</sup>

334



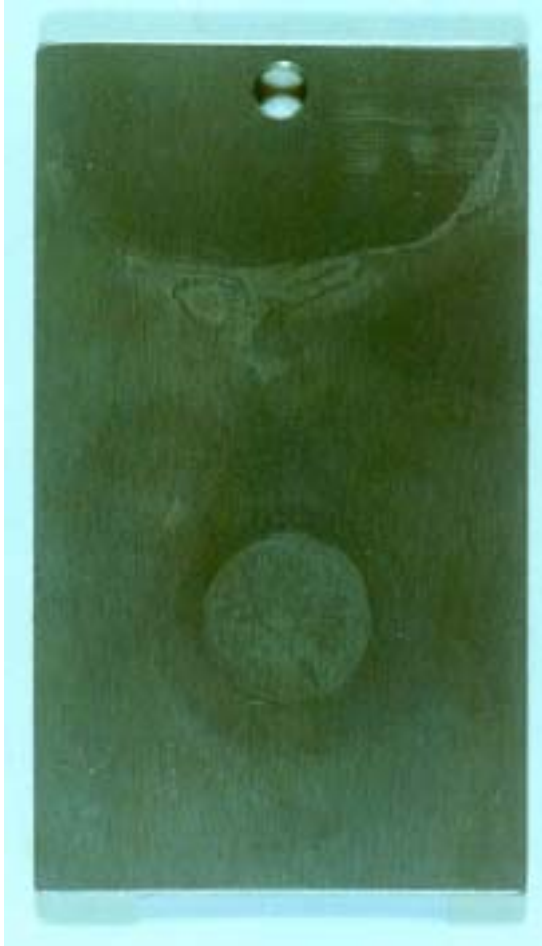
1,3 år  
Tunt lager korrosionsprodukter

-  
Jämn korrosion i nedre halvan  
7,7 / 11  $\mu\text{m}/\text{år}$   
-1,48 V  
1,05 / -4,07 V  
5 V  
78 g /m<sup>2</sup>



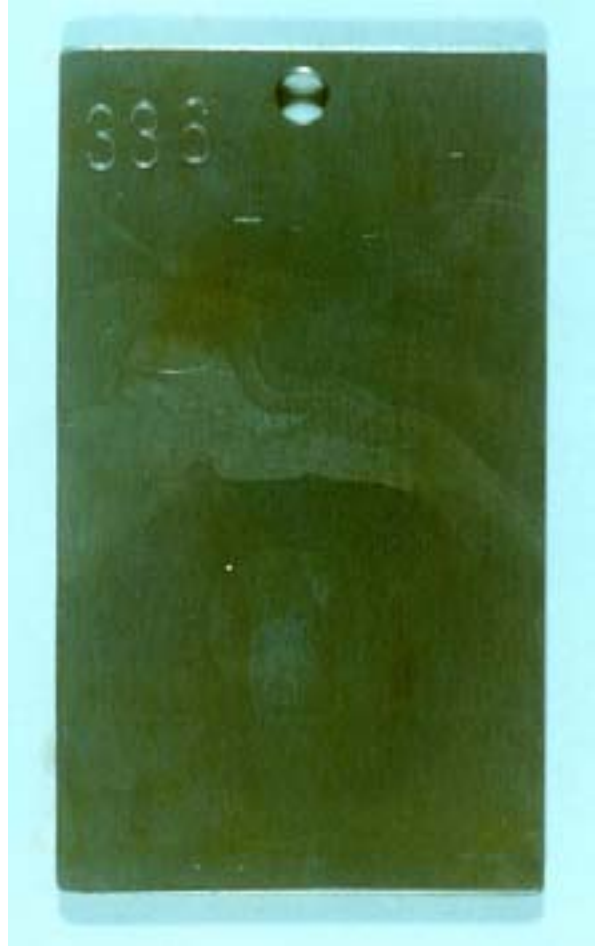
# 1,1 cm<sup>2</sup> sand (5V)

342



1,3 år  
Tunt lager korrosionsprodukter  
-  
Ytan knappt urskiljbar  
17 /-  $\mu\text{m}/\text{år}$   
-1,43 V  
0,56 / -3,57 V  
4 V  
178 g /m<sup>2</sup>

336



1,3 år  
Tunt lager korrosionsprodukter  
-  
Ytan knappt urskiljbar  
12,5 / 23  $\mu\text{m}/\text{år}$   
-1,37 V  
0,47 / -3,57 V  
4 V  
127 g /m<sup>2</sup>

# 1,1 cm<sup>2</sup> lera (5V)

348



1,3 år  
 Tjockt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Ytan knappt urskiljbar  
 17 / 37 μm/år  
 -1,39 V  
 0,61 / -3,45 V  
 4 V  
 173 g /m<sup>2</sup>

340



1,3 år  
 Halva av tjockt / tunt lager korr. produkter  
 -  
 Ytan knappt urskiljbar  
 4 / 30 μm/år  
 -1,68 V  
 0,69 / -3,75 V  
 3,5 V  
 42 g /m<sup>2</sup>

# 3,1 cm<sup>2</sup> sand (5 V)

328



1,3 år  
 Inga korrosionsprodukter  
 -  
 Ytan knappt urskiljbar  
 2,83 / 17 μm/år  
 -1,61 V  
 0,36 / -3,47 V  
 3 V  
 29 g /m<sup>2</sup>

326



1,3 år  
 Tunt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Ytan knappt urskiljbar  
 5,26 / - μm/år  
 -1,15 V  
 -0,17 / -2,37 V  
 1,5 V  
 53 g /m<sup>2</sup>

# 3,1 cm<sup>2</sup> lera (5V)

330



1,3 år  
 Mycket tjockt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Ytan knappt urskiljbar  
 5,4 / 27 μm/år  
 -1,68 V  
 0,57 / -4,65 V  
 4 V  
 55 g /m<sup>2</sup>

327



1,3 år  
 Tjockt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Ytan knappt urskiljbar  
 4,38 /- μm/år  
 -1,42 V  
 -0,51 / -3,42 V  
 4 V  
 45 g /m<sup>2</sup>

# 4,9 cm<sup>2</sup> sand (5 V)

324



1,3 år  
 Inga korrosionsprodukter  
 -  
 Svagt blästrad yta  
 4,69 / 30 µm/år  
 -1,45 V  
 -0,45 / -3,14 V  
 1,5 V  
 48 g /m<sup>2</sup>

323



1,3 år  
 Tunt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Svagt blästrad yta  
 5,63 / 38 µm/år  
 -1,37 V  
 -0,45 / -2,77 V  
 1,5 V  
 57 g /m<sup>2</sup>

# 4,9 cm<sup>2</sup> lera (5V)

325



1,3 år  
Mycket tjockt lager korrosionsprodukter

-  
Svagt blåstrad yta

3,75 / 25 µm/år

-1,32 V

-0,37 / -3,07 V

2,5 V

38 g/m<sup>2</sup>

322



1,3 år  
Tjockt lager korrosionsprodukter

-  
Svagt blåstrad yta

3,66 / 24 µm /år

-1,08 V

0,35 / -2,25 V

1,5 V

37 g/m<sup>2</sup>

# 1,1 cm<sup>2</sup> sand Fritt exponerade

345



1,3 år  
Inga korrosionsprodukter  
-  
Ytan matt  
5,93 / 46 µm/år  
-  
-  
-  
60 g /m<sup>2</sup>

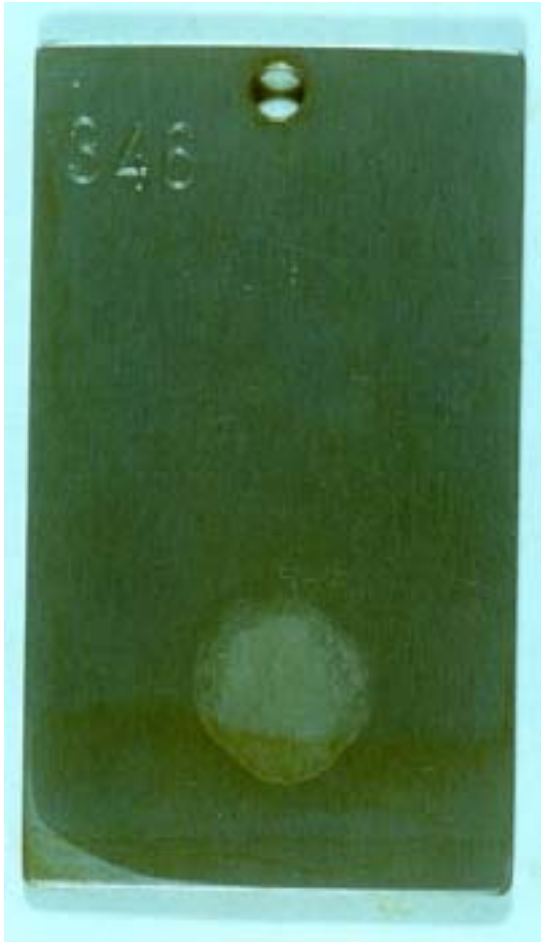
335



1,3 år  
Tjockt lager korrosionsprodukter  
Brunröda  
Blästrad yta  
22,73 / 68 µm/år  
-  
-  
-  
231 g /m<sup>2</sup>

# 1,1 cm<sup>2</sup> lera Fritt exponerade

346



1,3 år  
Inga korrosionsprodukter  
-  
Svagt blåstrad yta  
12,92 /-  $\mu\text{m}/\text{år}$   
-  
-  
-  
131 g /m<sup>2</sup>

339



1,3 år  
Inga korrosionsprodukter  
-  
Svagt blåstrad yta  
14,5 / 33  $\mu\text{m}/\text{år}$   
-  
-  
-  
147 g /m<sup>2</sup>



# 1,1 cm<sup>2</sup> sand endast DC

349



1,3 år  
Inga korrosionsprodukter  
-  
Ytan knappt urskiljbar  
20,09 / 32 µm/år  
-  
-  
-  
294 g /m<sup>2</sup>

329



1,3 år  
Tunt lager korrosionsprodukter  
-  
Ytan knappt urskiljbar  
7,7 / 17 µm/år  
-  
-  
-  
78 g /m<sup>2</sup>

# 1,1 cm<sup>2</sup> lera endast DC

344



1,3 år  
 Tjockt lager korrosionsprodukter  
 svart  
 Ytan knappt urskiljbar  
 5,73 / 37 µm/år  
 -  
 -  
 -  
 58 g/m<sup>2</sup>

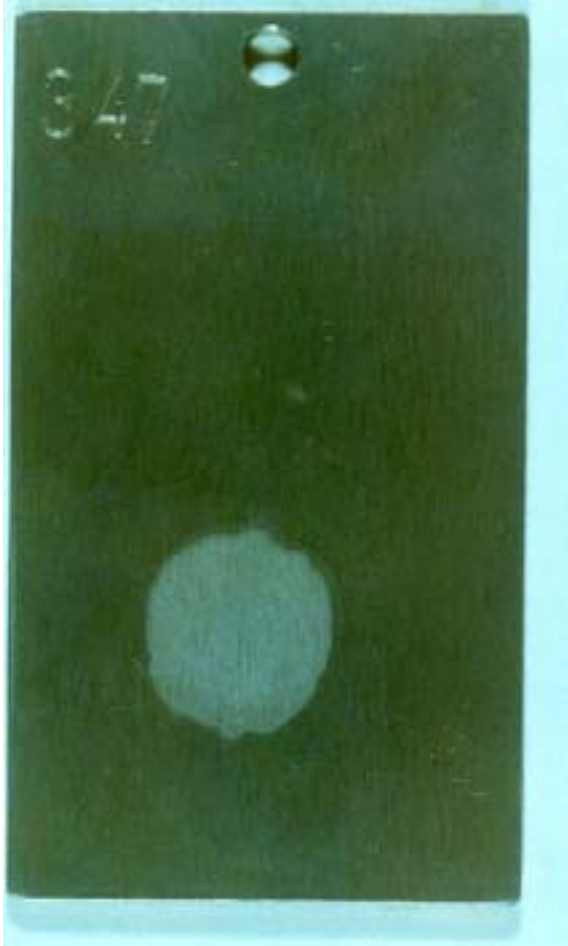
338



1,3 år  
 Tjockt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Ytan knappt urskiljbar  
 10,16 / - µm/år  
 -  
 -  
 -  
 103 g/m<sup>2</sup>

# 1,1 cm<sup>2</sup> sand endast AC

347



1,3 år  
 Inga korrosionsprodukter  
 -  
 Svagt blästrad yta  
 14,39 / 48 μm/år  
 -  
 -  
 -  
 146 g/m<sup>2</sup>

337



1,3 år  
 Inga korrosionsprodukter  
 -  
 Jämnt blästrad yta  
 14,86 / - μm/år  
 -  
 -  
 -  
 151 g/m<sup>2</sup>

# 1,1 cm<sup>2</sup> lera endast AC

343



1,3 år  
 Tunt lager korrosionsprodukter  
 -  
 Svagt blåstrad yta  
 15,11 / - μm/år  
 -  
 -  
 -  
 153 g /m<sup>2</sup>

341



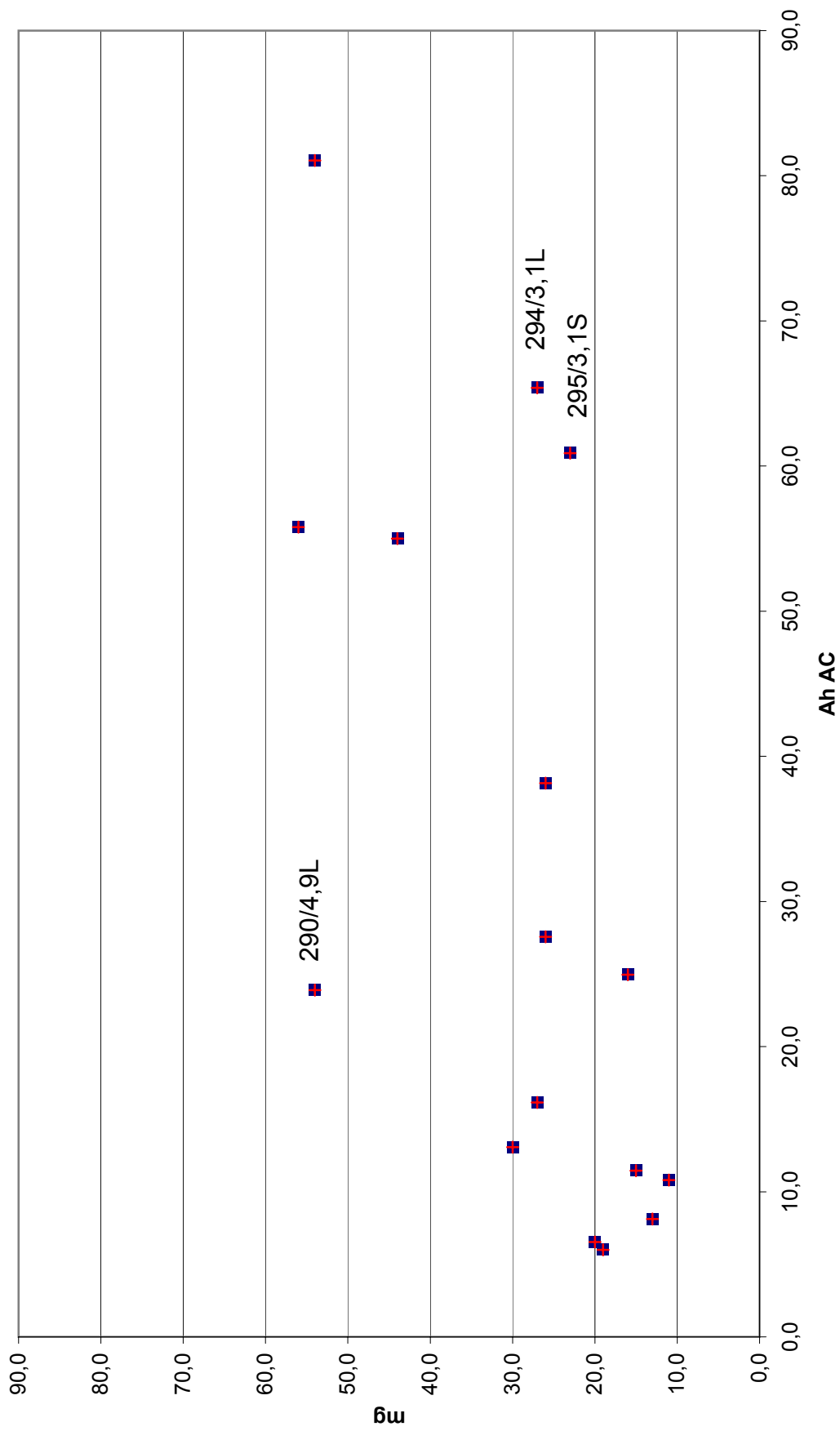
1,3 år  
 Inga korrosionsprodukter  
 -  
 Svagt blåstrad yta  
 16,78 / - μm/år  
 -  
 -  
 -  
 170 g /m<sup>2</sup>

MAXWELL 10 V <sub>AC</sub> provserien		RIL Beräkningar 2002-04					Massförl		Punkt		UB		Uoff		IDC		R		Osc V <sub>p-p</sub>	
Kupong	Yta	Placering	Jordart	Prov	Sum I AC (Ah)	Betning mg	Bild	Med värde V	Med värde uA	Med värde kohm	Med värde V	Med värde V	Med värde V	Med värde uA	Med värde kohm	Med värde V	Med värde V	Med värde V	Med värde V	
	(cm <sup>2</sup> )			(Nr)	(15400h)	Tabell 9.														
						Rap. 27 dec 1999														
292	4,9	Syväster-1	Lera	292/ 4,9L	55,0	44,0		-1,02	79,8	10,58	-0,99								5	
290	4,9	Östen-1	Lera	290/ 4,9L	23,9	54,0	x	-0,95	55,7	89,99	-0,93								6	
293	4,9	Syväster-8	Sand	293/ 4,9S	81,1	54,0		-1,19	137,1	2,62	-1,10								5	
291	4,9	Östen-8	Sand	291/ 4,9S	38,1	26,0	x	-1,14	61,7	7,33	-1,06								4,5	
296	3,1	Syväster-3	Lera	296/ 3,1L	55,8	56,0	x	-1,18	86,3	3,70	-1,07								4,5	
294	3,1	Östen-3	Lera	294/ 3,1L	65,4	27,0	x	-1,07	151,0	3,09	-1,07								3,5	
297	3,1	Syväster-6	Sand	297 3,1S	16,1	27,0		-1,21	18,7	18,50	-1,12								5	
295	3,1	Östen-6	Sand	295/ 3,1S	60,9	23,0	x	-1,18	85,3	4,92	-1,08								3,5	
300	1,1	Syväster-4	Lera	300/ 1,1L	13,1	30,0	x	-1,22	18,5	44,65	-1,17								4,5	
298	1,1	Östen-4	Lera	298/ 1,1L	27,6	26,0	x	-1,02	50,7	12,18	-1,03								3	
301	1,1	Syväster-5	Sand	301/ 1,1S	11,5	15,0		-1,03	15,5	65,13	-1,04								6	
299	1,1	Östen-5	Sand	299/ 1,1S	24,9	16,0		-1,13	22,5	29,24	-1,10								3,5	
304	0,5	Syväster-2	Lera	304/ 0,5L	10,8	11,0		-1,08	23,9	35,09	-1,04								4,5	
302	0,5	Östen-2	Lera	302/ 0,5L	8,1	13,0	x	-1,15	10,1	34,13	-1,11								4,5	
305	0,5	Syväster-7	Sand	305/ 0,5S	6,5	20,0	x	-1,12	8,5	40,81	-1,04								4,5	
303	0,5	Östen-7	Sand	303/ 0,5S	6,0	19,0		-1,11	8,8	67,77	-1,10								5	

Maxwell 5 V <sub>AC</sub> provserien		Beräkningar/samband RII 2002-04												
Prov	DC / AC	Yta (cm <sup>2</sup> )	Jordart	Plac-nr	Sum I AC (Ah)	Betning (mg)	Punkt Bild	UB Med värde V	Uoff Med värde V	I DC Med värde uA	R Med värde kohm	Osc V <sub>pp</sub> V	Uoff_UB V	Fasför mS
333	DC & AC	0,5	sand	Syl-1	1,4	12		-1,20	-1,08	2,95	63,57	2		1
331	DC & AC	0,5	sand	Öst-1	0,7	29	x	-1,07	-1,08	2,43	90,42	3	Över -1.0 V	1
332	DC & AC	0,5	lera	Syl-1	6,4	17	x	-1,11	-1,09	13,90	24,96	4		1
334	DC & AC	0,5	lera	Öst-1	1,2	8,9		-1,17	-1,13	2,37	40,75	5		2
342	DC & AC	1,1	sand	Syl-2	2,4	19,6	x	-1,19	-1,11	5,59	37,55	4		1
336	DC & AC	1,1	sand	Öst-2	3,7	14		-1,09	-1,01	15,17	19,32	4	Över -1.0 V	0,5
348	DC & AC	1,1	lera	Syl-2	11,5	19		-1,17	-1,12	20,85	13,99	4		1
340	DC & AC	1,1	lera	Öst-2	28,8	4,7		-1,19	-1,16	61,63	2,21	3,5		0
328	DC & AC	3,1	sand	Syl-3	6,4	8,9		-1,17	-1,14	17,18	8,98	3		0
326	DC & AC	3,1	sand	Öst-3	7,8	16,6	x	-1,12	-1,07	27,71	8,33	1,5	Över -1.0 V	0
330	DC & AC	3,1	lera	Syl-3	14,9	17		-1,17	-1,12	32,37	4,45	4		1
327	DC & AC	3,1	lera	Öst-3	4,2	13,8		-1,15	-1,11	10,78	10,48	4		1
324	DC & AC	4,9	sand	Syl-4	10,1	23,3		-1,15	-1,14	30,03	5,67	1,5		0
323	DC & AC	4,9	sand	Öst-4	10,3	28	x	-1,08	-1,03	44,89	6,15	1,5	Över -1.0 V	0
325	DC & AC	4,9	lera	Syl-4	46,5	18,7		-1,18	-1,14	109,34	1,40	2,5		0
322	DC & AC	4,9	lera	Öst-4	48,9	18,2	x	-1,19	-1,16	105,24	1,25	1,5		0

MAXWELL 30 V <sub>AC</sub> provserien		Beräkningar /samband RII 2002-04										
Händelse:												
Datum:		Förmodligen påverkar även en faktor som beror på den aktiva Arean då spänningen är så hög som 30 V AC										
Kupong	Yta	Placering	Jordart	Prov Nr	Sum I AC (Ah) (8700h)/12264h	Betning (mg)	Ber UB (V) Med värde	Uoff (V) Med värde	I DC (uA) Med värde	R 108 Hz (k ohm) Med värde	Sum I AC (Ah) Ber på R (8700h)/12264h	Osc V <sub>p-p</sub> (V)
274	5	Sylväster-4	Lera	274	481,6	90	-1,15	-1,09	247,8	1,22	220,2	3,6
272	5	Östen-1	Lera	272	544,2	92	-1,24	-1,09	241,1	1,53	176,8	5
275	5	Sylväster-8	Sand	275	378,9	73	-1,02	-1,10	472,2	1,17	230,9	4,4
273	5	Östen-5	Sand	273	59,5	38	-1,01	-1,07	68,9	7,20	37,5	4,7
278	3	Sylväster-3	Lera	278	497,4	107	-0,96	-1,08	457,8	1,44	264,3	
276	3	Östen-2	Lera	276	490,6	82	-1,08	-1,09	323,3	0,66	580,0	4,7
279	3	Sylväster-7	Sand	279	184,9	64	-1,18	-1,09	87,2	3,31	115,0	3
277	3	Östen-6	Sand	277	50,7	12	-1,06	-1,10	37,8	7,50	50,7	4,7
282	1	Sylväster-2	Lera	282	61,3	59	-0,90	-1,10	43,8	6,09	62,4	
280	1	Östen-3	Lera	280	147,2	42	-1,06	-1,09	102,2	3,26	116,5	7,5
283	1	Sylväster-6	Sand	283	152,6	81	-1,17	-1,08	82,2	2,26	168,1	6,2
281	1	Östen-7	Sand	281	31,2	15	-1,11	-1,08	17,6	20,75	18,3	8
<b>Korrosion under polyetenen på nr 286</b>												
286	0,5	Sylväster-1	Lera	286	8,0	80	-0,90	0,82	6,3	51,12	7,4	
284	0,5	Östen-4	Lera	284	21,9	4	-1,12	1,33	12,2	28,65	13,3	8,7
287	0,5	Sylväster-5	Sand	287	5,6	3	-0,91	0,57	6,6	56,68	6,7	4,5
285	0,5	Östen-8	Sand	285	14,9	7	-1,20	2,34	4,4	25,86	14,7	6,2

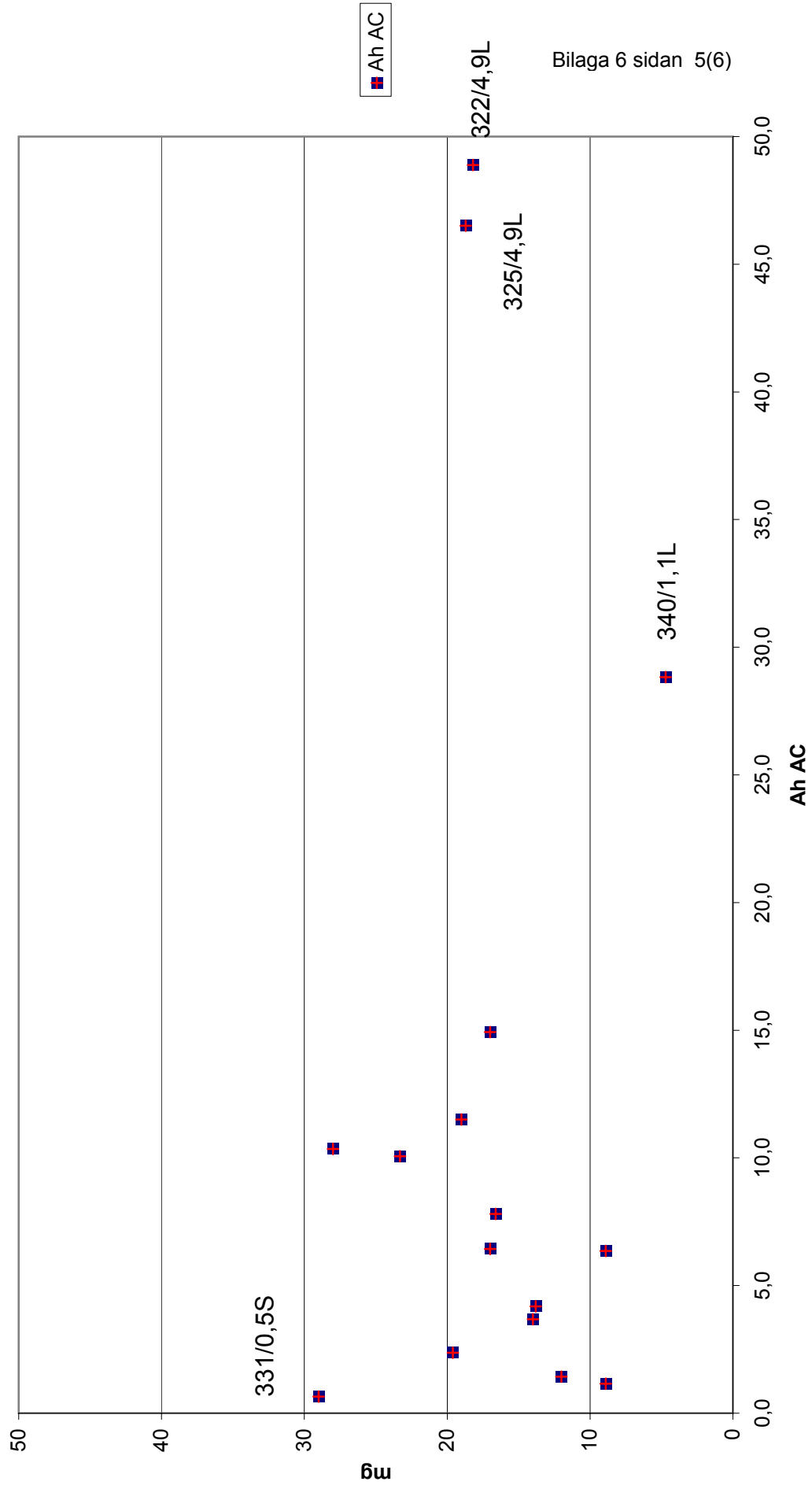
### Spridningsdiagram, massförlust enligt Ah AC kontra betning för 10 V<sub>AC</sub> provserien



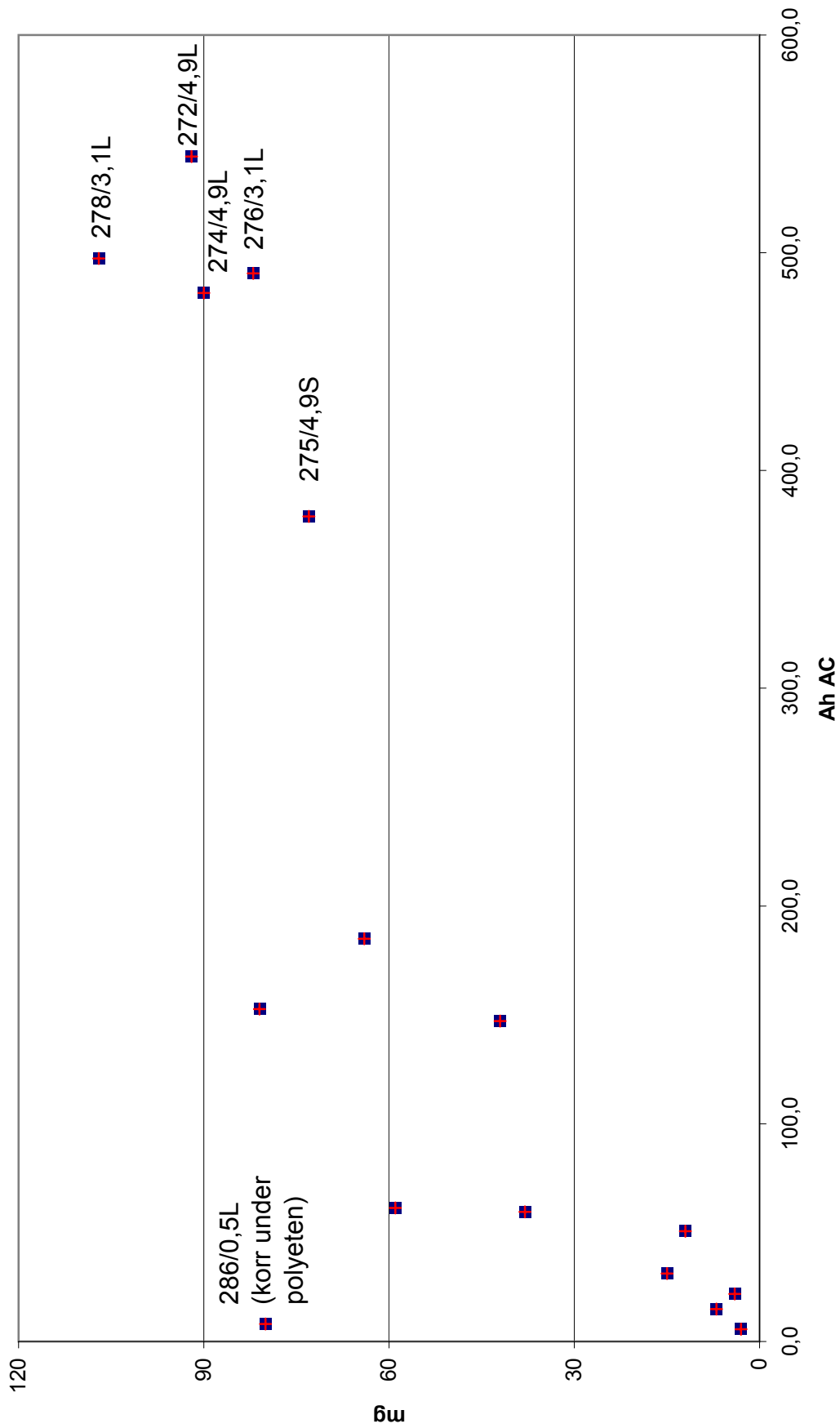
Ah AC



Diagram, Weight loss and Ampere hour (Ah AC) for 5 V<sub>AC</sub> test series

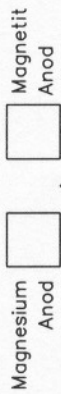


Spridningsdiagram, massförlust enligt Ah AC kontra betning för 30 V<sub>AC</sub> provserien



MODELL MAXWELL

2,5-3m djup i lera (17,0 Ω m)



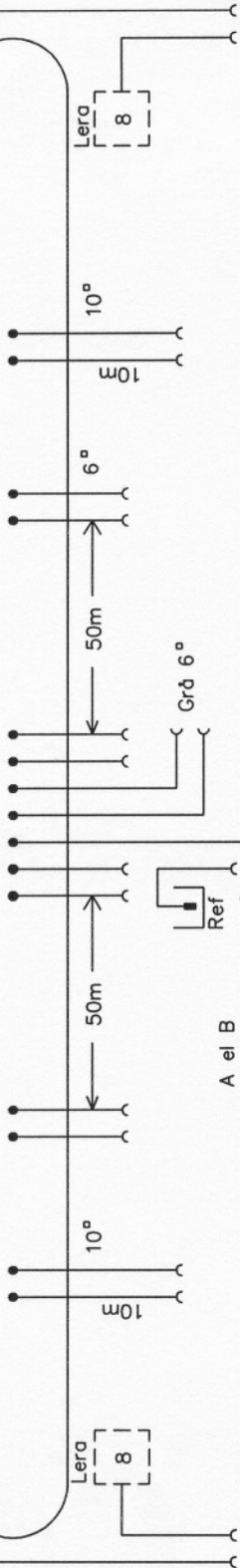
Sylväster



Lera (18,4 Ω m)

130m DN100

Lera (17,9 Ω m)



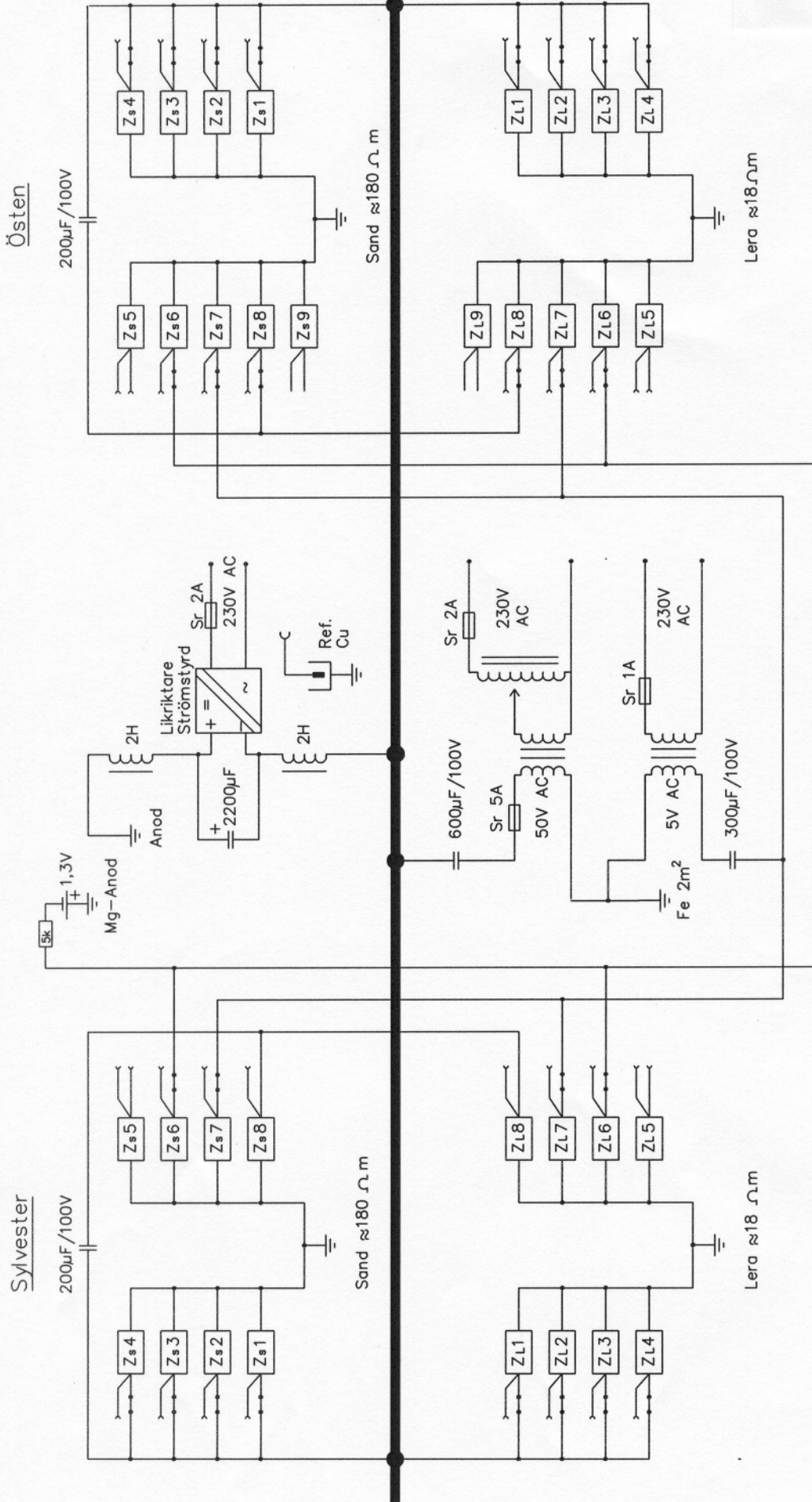
4st prov i lera + 4st i sand  
Placerade vardera sida om gasledning  
Till varje prov EKK 2\*2,5° ca 10-15m

Ac-jord  
2\* 1m<sup>2</sup> Fe  
Placerad vid Likriktare  
9m Från Gasrör.



Bilaga 7 - 1(4)

ASTORP		ASTORP		REG		TS 31817	
ASTORP		ASTORP		ASTORP		TS 31817	
NATURGAS PILOTANLÄGGNING I ASTORP		ElektroSandberg AB		ASTORP		TS 31817	
AVD	DATUM	KONSTRUERAD AV	RITAD	SKALA	BLAD	FÖLJ.BL	2
TSM	941109		Tda	1	1	1	2
NOT	ÄNDRING						
a	Reviderad	010301	RII				
			DATUM	GODK.			



© ElectroSandberg AB  
 We reserve all rights in this document and in the  
 information contained therein. Reproduction use or  
 disclosure to third parties without express authority  
 is strictly forbidden.

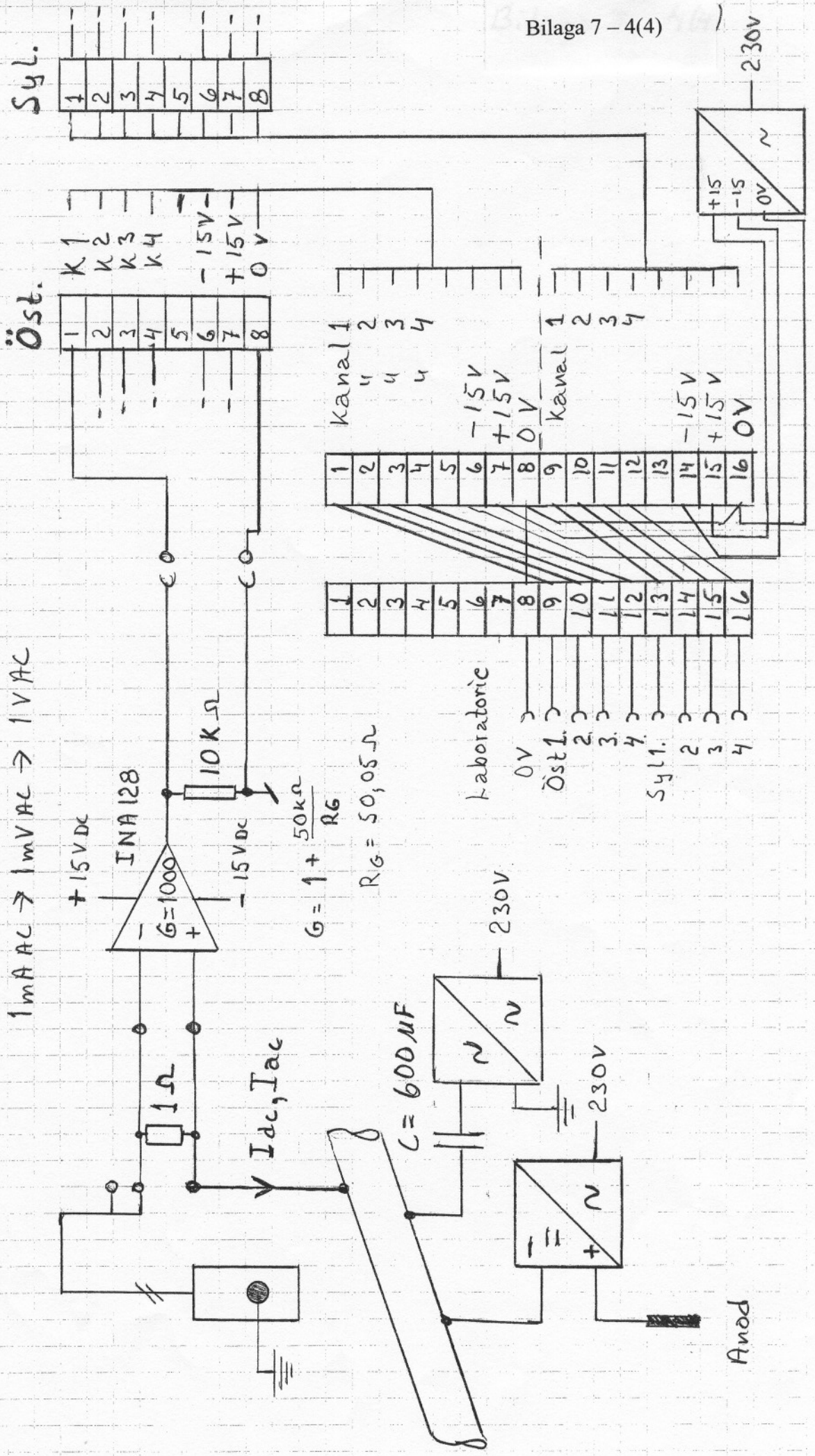
NOT	ÄNDRING	DATUM	GODK.	ASTORP Maxwell ekvivalent elschema				ASTORP ELSCHEMA		REG	TS 31817		
				AVD				KONSTRUERAD AV		SKALA	BLAD	FÖLJEBL	3
				TS2 010301				RII		BtI	2		



2000-12-10/R11

Skiss: Provkuponger, AC-strömmätning

1 mA AC → 1 mV AC → 1 V AC





**SE-205 09 MALMÖ ● TEL 040-24 43 10 ● FAX 040-24 43 14**  
**www.sgc.se ● info@sgc.se**

---

---