

Mätning av lokala bränsle/luftblandningar

Anders Dagneryd

Department of Fire Safety Engineering
Lund University, Sweden

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet

Report 5165, Lund 2006

Mätning av lokala bränsleluftblandningar

Anders Dagneryd

Lund 2006

Mätning av lokala bränsleluftblandningar

Anders Dagneryd

Report 5165

ISSN: 1402-3504

ISRN: LUTVDG/TVBB --5165 --SE

Number of pages: 179

Pictures and illustrations: Anders Dagneryd

Keywords

Fuel air mixtures, Massspectrometer

Sökord

Bränsleluftblandningar, Masspektrometer.

Abstract

Studien som ligger till grund för rapporten har som syfte att utvärdera en metod att med hjälp av en masspektrometer mäta lokala värden för bränsleluftblandningar i realtid. Metoden bygger på att ett litet prov kontinuerligt sugas genom en reaktor med ett överskott på syre och därefter genom en masspektrometer. I reaktorn oxideras allt bränsle till koldioxid och vatten. I masspektrometern mäts därefter relationen mellan kväve och koldioxid. Kvävet representerar luftinblandningen och koldioxiden bränslet i bränsleluftblandningen.

© Copyright: Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund 2005.

Brandteknik
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se>
Telefon: 046-222 73 60
Telefax: 046-222 46 12

Department of Fire Safety Engineering
Lund University
P.O. Box 118
SE-221 00 Lund
Sweden
brand@brand.lth.se
<http://www.brand.lth.se/english>
Telephone: +46 46 222 73 60
Fax: +46 46 222 46 12

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultaten av en teknisk utvärdering av en metod som bygger på att med hjälp av en masspektrometer i realtid mäta relationen mellan bränsle och luft i en lokal punkt. Metoden kan användas i laborationer och för att validera modeller.

Resultaten från försöksserien har också publicerats i artikel i IAFSS 2001-10-16 /1/. Artikeln finns bilagd till rapporten.

Avsikten med det genomförda försöket var att testa och utvärdera en metod för att lokalt kunna mäta bränsleluftblandningen i en volym. Syftet med att mäta bränsleluftblandningar är framför allt att kunna ta fram bättre modeller för att beskriva förbrännig samt att validera befintliga förbränningsmodeller.

Metoden bygger på att ett kontinuerligt flöde av provet passerar en reaktor och en masspektrometer. I reaktorn oxideras bränslet i provet med ett överskott på syre. Med masspektrometern bestäms därefter relationen mellan koldioxid, som representerar inblandningen av bränsle i provet, samt kvävgas som representerar luftinblandningen i provet.

Resultatet redovisas sedan som en ämnesekvivalent bränsleluftblandning då olika bränslen har olika andel kol i sin ämnesstruktur.

I rapporten redovisas den teoretiska modellen, försöksuppställning, korreleringen mellan utsignal från masspektrometern och en ämnesspecifik bränsleluftblandning samt validerande körningar.

Resultaten visar tydligt att modellen är användbar men att fortsatt utveckling är nödvändig för att kunna säkerställa resultatets validitet.

Kontaminering av masspektrometern och begränsningar i reaktorns funktion samt begränsningar i informationshanteringen måste åtgärdas om uppställningen skall kunna användas på ett rationellt sätt och där kvaliteten på utdata från systemet är säkerställd.

Masspektrometerns huvud kontamineras av oljor och andra föroreningar under det att den används. Detta påverkar sannolikt utsignalen från masspektrometern olika beroende på vilken del av masspektrat som analyseras, vilket kan förklara försämringen av utdata i slutet av försöksserien. Antagandet stöds av att vätgastoppen påverkar en stor del av masspektrat vid kontaminering, vilket bland annat påverkar masspektrats nollnivå.

Använd reaktor uppvisade problem med sot. Sot avsattes i systemet i stället för att oxideras ut till koldioxid, vilket gav en underskattning av bränsleluftblandningens bränsleinblandning.

Aktuell metod ger ett för långsam informationsinhämtning vilket gör det svårt att praktiskt använda metoden. Problemet är komponentrelaterat och lätt att åtgärda.

Försöket visar att man med en vidare utveckling kan utveckla ett system som är användarvänligt och med vilket man kan mäta bränsleluftblandningar med hög precision med korta tidskonstanter för långa förlopp.

Förord

Detta examensarbete utfördes som ett kombinerat examensarbete på Brandingenjörsprogrammet och Väg och vatten vid Lunds Tekniska Högskola vid Lunds Universitet. Examensarbetet utfördes till största delen i Brandtekniks laboratorium. Examensarbetet kom att bli ett arbete som innehöll många tekniska problem där det behövdes hjälp från ett antal personer. Arbetet hade inte varit möjligt att utföra utan dessa personers kunnande och vilja att hjälpa till. Jag vill tacka alla de som hjälpt mig med arbetet men önskar också särskilt nämna följande:

Göran Holmstedt, huvudhandledare, var den som kom med uppslaget till examensarbetet och hans enastående kunskaper på området och fantastiska teknikkunnande gjorde projektet möjligt.

Berit Andersson, handledare, bidrog med mycket hjälp och stöd i laboratoriet och med rapporten.

Sven-Ingvar Granemark, institutionstekniker för hjälp och stöd i laboratoriet.

Sabina Andersson, för hjälp och stöd.

Ove Dagneryd, för hjälp och stöd vid skrivandet av rapporten.

Innehållsförteckning

1	Inledning	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Syfte	3
1.3	Mål	3
2	Teori	3
2.1	Beräkningen	4
2.1.1	Propan	4
2.1.2	Propen	6
3	Masspektrum	8
4	Beskrivning av försöket	10
4.1	Tidskonstanter	10
4.1.1	Fördröjning.....	10
4.1.2	Kvallitetspåverkan	11
4.2	Tidskonstanter för olika ingående komponenter	11
4.2.1	Reaktor	11
4.2.2	Vakuumcellen	11
4.2.3	Masspektrometer	11
4.2.4	Datainsamling	12
4.2.5	Datorbearbetning.....	12
5	Försöksuppställning	12
5.1	Generering av gasmix	13
5.1.1	Blandningskammare.....	14
5.1.2	Brännare	14
5.2	Reaktor	16
5.2.1	Ugn med styrenhet	16
5.2.2	Reaktorbehållare och katalysatormassa.	18
5.3	Massflödesmätare.....	21
5.4	Masspektrometer	22
5.5	Vakuumsystem	24
5.5.1	Vakuumpump	24
5.5.2	Orifice	25
5.6	Digital styrning och informationsinhämtning	27
5.6.1	ADAM-4520	28
5.6.2	ADAM-4021	28
5.6.3	ADAM-4017	29
5.7	Programmering av modulerna	29
6	Beskrivning av systemets funktion	29
7	Genomförande av försök.....	29
8	Resultat.....	30
8.1	Propan	31
8.2	Propen	33
8.3	Sot	35
9	Diskussion och förslag till förbättringar	36
9.1	Användningsområden	36
9.2	Användandet av systemet.....	36
9.3	Förbättringar av systemet	37

9.3.1	Datainsamling	37
9.3.2	Vakuumsystem	37
9.3.3	Masspektrometer	37
9.3.4	Reaktorn	37
9.3.5	Sampling	37
10	Referenser	37
Appendix A, Kalibrering av flödesmätare		1
1.	Uppställning	1
2.	Utförande	1
3.	Beräkning	1
4.	Massflöde per skadel för massflödesmätare.	7
4.1.	Koldioxid	7
4.2.	Kvävgas.....	8
Appendix B, Reaktor.....		1
1.	Bakgrund.....	1
2.	Förutsättningar	1
3.	Resultat.....	1
4.	Speciella iakttagelser.....	1
5.	Försöksuppställning	2
5.1.	Uppställning	2
5.2.	Data	2
6.	Genomförande.....	2
6.1.	Platinakatalysator och Metan	3
6.2.	Platinakatalysator och Propan	3
6.3.	Platinakatalysator och Propen	3
6.4.	Metalloxidkatalysator och Metan.....	3
6.5.	Metalloxidkatalysator och Propan	3
6.6.	Metalloxidkatalysator och Propen	3
Appendix C, Redovisning av körning av kalibreringsmixar.....		1
1.	Mix 00	1
2.	Mix 01	1
3.	Mix 02	4
4.	Mix 03	5
5.	Mix 04	8
6.	Mix 05	9
7.	Mix 06	10
8.	Mix 07	12
9.	Mix 08	14
10.	Mix 09	15
11.	Mix 10	16
12.	Mix 11	17
13.	Mix 12	18
14.	Mix 13	19
15.	Mix 14	20
16.	Mix 15	21
17.	Mix 16	22
18.	Mix 17	23
19.	Mix 18	24

20.	Mix 19	25
21.	Mix 20	26
22.	Mix 21	27
Appendix D, Resultat från validerade körningar med bränsle		31
1.	Propan	32
1.1.	Propan 07A	32
1.2.	Propan 08A	34
1.3.	Propan 09A	36
1.4.	Propan 09B	38
1.5.	Propan 10A	40
1.6.	Propan 10B	42
1.7.	Propan 10C	45
1.8.	Propan 11A	47
1.9.	Propan 14A	49
1.10.	Propan 14B	51
1.11.	Propan 14C	53
1.12.	Propan 15A	55
1.13.	Propan 16A	57
2.	Propen	59
2.1.	Propen 01A	59
2.2.	Propen 01B	62
2.3.	Propen 01C	64
2.4.	Propen 02A	66
2.5.	Propen 03A	69
2.6.	Propen 03B	71
2.7.	Propen 04A	73
2.8.	Propen 04B	75
2.9.	Propen 04C	77
2.10.	Propen 05A	79
2.11.	Propen 05B	81
2.12.	Propen 06A1	83
2.13.	Propen 06A2	85
2.14.	Propen 06B	87
2.15.	Propen 06C	89
2.16.	Propen 07A	91
3.	Sot	93
3.1.	Sot 01A	93
3.2.	Sot 01B	95
3.3.	Sot 02A	97
3.4.	Sot 03A	99
3.5.	Sot 03B	102
3.6.	Sot 03C	104
3.7.	Sot 03C	105
3.8.	Sot 04A	107
3.9.	Sot 04B	108

1 Inledning

1.1 Bakgrund

För att kunna uppföra en byggnad som uppfyller en av samhället fastställd acceptabel säkerhetsnivå som i Sverige definieras av BBR /2/ så måste man ha kunskap om hur de material man har i byggnaden uppträder och hur en brand i materialen påverkar byggnaden. En brand i en byggnad kommer att ge rökutveckling i byggnaden som försvårar eller förhindrar utrymning, branden kommer att ge en termisk påverkan på byggnadsdelar som kan leda till brandspridning eller kollaps av byggnadsdelar. För att hantera analyser av detta så används handräkningsmodeller, empirisk data, enkla datorberäkningar och datormodeller i vilka brandförlopp kan simuleras.

En brands utveckling och hur den påverkar människor och byggnadens konstruktioner påverkas till mycket stor del av förhållandet mellan bränsle och luft. Höga värden för bränsleluftblandningar ger en mycket kraftig rök med stort innehåll av ej fullständigt förbrända komponenter som sot som sätter ned sikten och kolmonoxid som är mycket giftigt för människor. Den ej fullständigt förbrända brandgasen riskerar vidare att antändas där syretillgången är större och då riskera att skapa explosioner och häftig brandspridning. En väl ventilerad brand med ett lågt värde för bränsleluftblandningen kommer och andra sidan att ge mycket höga temperaturer som kommer att påverka byggnadens konstruktioner och ge hög strålning mot människor.

Globala bränsleluftblandningar går att mäta genom att mäta bränsle och lufttillförseln till en volym. Detta är dock ofta inte tillräckligt. För förbränningsmodeller och liknande så måste det gå att mäta bränsleluftblandningen i varje mätpunkt och för varje tidssteg. Detta gör att man önskar en utrustning som kan mäta bränsleluftblandningen i så nära realtid som möjligt, med känd tidskonstant och som genom ett litet gasflöde påverkar försöksupställningen så lite som möjligt.

Datormodeller har utvecklats våldsamt de senaste åren och idag används regelbundet komplicerade datormodeller vid dimensionering av byggnader.

En förutsättning för att kunna använda datormodeller är att de ger utdata som så gott det går avspeglar en verklig brand samt att man kan uppskatta felet. För att bedöma hur väl en datormodell avspeglar verkligheten så måste denna kunna valideras och vid utveckling av datormodeller så måste det gå att analysera verkliga bränder. Vid validering och utveckling av framför allt förbränningsmodeller så är det angeläget att i en definierad punkt kontinuerligt kunna mäta aktuell bränsleluftblandning.

Bättre modeller ger projektörerna av hus ett redskap att kunna skapa säkrare och geometriskt mer komplicerade hus. Bättre modeller ger vidare en bättre möjlighet att förutsäga en brand i byggnaden och gör det möjligt att optimera brandskyddet mot samhällets krav. Brandsimuleringar utvecklas i dag mot att använda flamspridningsmodeller som på ett mer korrekt sätt kan ta hänsyn till hur byggnadens ytskikt och konstruktioner påverkar brandförloppet i byggnaden.

Vid experimentella studier av förbränning behöver man ofta kunna analysera lokala bränsleluftblandningar. Det finns flera metoder att göra detta. En fördel med att använda en masspektrometer är att mätningen kan utföras i realtid och att det endast åtgår små mängder gas i processen.

Att processen kan utföras i realtid gör att den kan under försökets gång kan övervaka relationen mellan bränsle och luft. Uppgift om relationen kan exempelvis behövas för att styra en process.

Att ta ut ett prov från en volym inför en störning på volymen. Mindre störningar i provvolymen ger mer korrekta resultat. Det flödet som krävs för att analysera ett prov i en masspektrometer är litet eller mycket litet om man jämför med andra metoder vilket ger stora fördelar. Flödet är av storleksordningen $\text{mm}^3/\text{sekund}$.

1.2 Syfte

Om inflödet av luft i en volym är känt samtidigt som bränsletillförseln till volymen är känd kan ventilationsfaktorn för volymen bestämmas. Detta betraktningssätt är dock begränsat då bränsleluftblandningen i de lokala punkterna i stor utsträckning påverkar förloppet för utvecklingen av en brand. Syftet med detta examensarbete är att utvärdera en metod för mätning av bränsle luftblandningar i realtid i en loka punkt i en volym. Metoden bygger på att ett kontinuerligt prov från en gasblandning analyseras i realtid med en masspektrometer med vilken förhållanden mellan gaser kan mätas. Examensarbetets laborativa del utfördes parallellt med en annan försöksuppställning som bygger på kemisk reduktion. Avsikten var att jämföra, utveckla och validera dessa metoder.

1.3 Mål

Examensarbetet behandlar metodiken för att mäta relationen mellan bränsle och luft i ett förbränt eller icke förbränt prov med en masspektrometer. Målet var att utreda hur väl aktuell metod fungerade och med vilken precision den kan mäta relationen.

2 Teori

Metoden bygger på att ett prov kontinuerligt sugas ut från en lokal punkt vari man önskar bestämma den lokala bränsleluftblandningen. Provet, som består av en oförbränd blandning av luft och bränsle, brandgaser eller förbränningsprodukter, oxideras ut fullständigt i en reaktor med överskott på syrgas. Efter att eventuellt tidigare oförbrända delar av provet oxiderats ut kan bränsleluftblandningen bestämmas med hjälp av en masspektrometer genom att mäta relationen mellan koldioxid och kvävgas i provet. Metoden bygger på att koldioxiden representerar det tillförda bränslet och kvävgasen representerar tillförd luft.

Relationen mellan mängden syre och kvävgas antas i försöket vara konstant i luften. Detta antagande kan göras då variationen på relationen mellan syrgas och kvävgas i luften är av en storleksordning som klart understiger den precision med vilken aktuell mätning av bränsleluftblandningen sker.

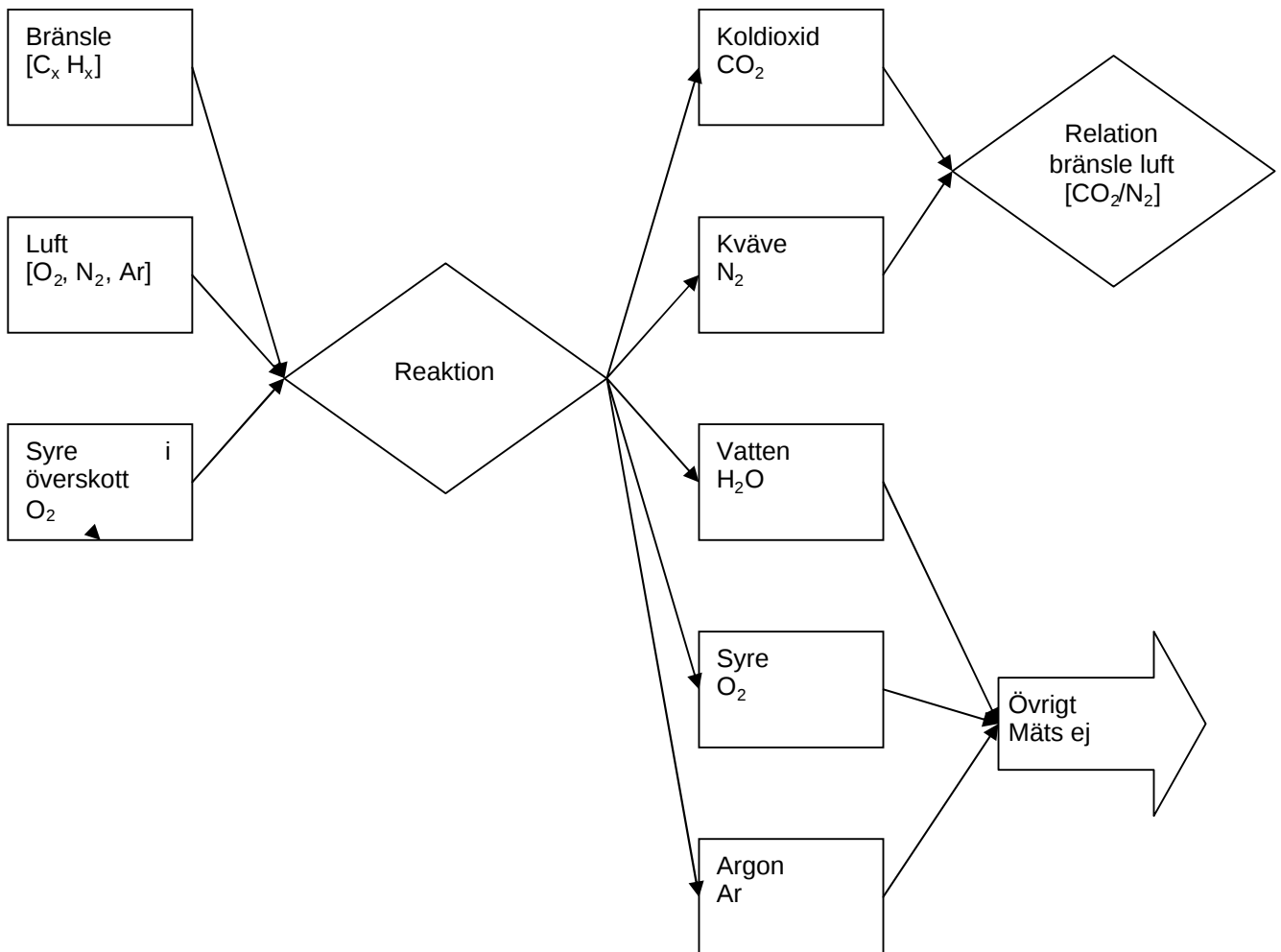
Bränslefraktionen i bränsleluftblandningen redovisas som en ämnesekvivalent som beror av vilket bränsle som använts vid kalibreringen. Skillnaden för olika bränslen beror av att endast kolet i bränslet mäts när mängden koldioxid mäts med masspektrometern och att kolet är en del av bränslets ingående delar. Bränslet i försöket utgörs av gasformiga kolväten. I försöksuppställningen användes propan och propen, och följaktligen redovisas resultaten som propan- respektive propenekvivalenta bränsleluftblandningar.

Metoden förutsätter att bränsleluftblandningen är konstant under det att varje nivå för bränsleluftblandningen analyseras och om nivåerna ändras under det att analysen görs så kommer

detta att ge ett fel i resultatet som kan bli större än skillnaden mellan nivåerna under mätningen. Detta betyder att mätmetoden är känslig för transienter samt förändringar av bränsleluftblandningen över ett tidssteg. Masspektrometern ställs in i tiopotenser och felen i mätningen blir störst när masspektrometers utslag är små. Storleken på derivatan på tillväxten kommer att ha en inverkan på resultatet och generera ett fel. Korta tidsintervall mellan avläsningen av nivå för kvävgasen och nivå för koldioxiden ger mindre känslighet för förändringar och därigenom bättre resultat. Felet i mätningen vid mätningar av ändringar av bränsleluftblandningen kommer med andra ord att bero på en tidsfaktor som beskriver tiden för en mätning och derivatan för förändringen.

2.1 Beräkningen

Luftens syre blandas med bränsle och förbränns. Syre tillsätts i överskott.

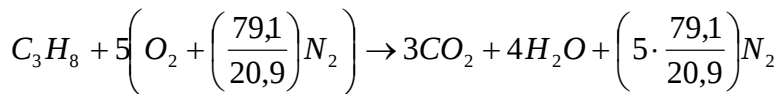


2.1.1 Propan

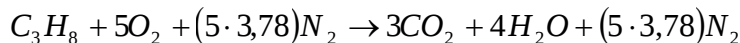
Propans kemiska formel är C₃H₈.

Den kemiska formeln för luft approximeras till 20,9 O₂ + 79,1 N₂

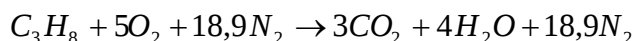
En stökiometrisk blandning av luft och propan som förbränns fullständigt ger följande uttryck:



Detta kan skrivas om till följande uttryck:

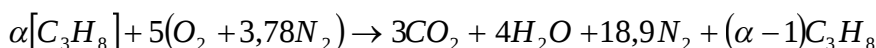


Om koefficienterna multipliceras samman ger det följande uttryck:



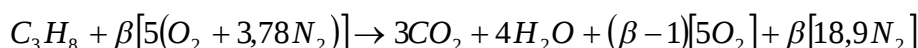
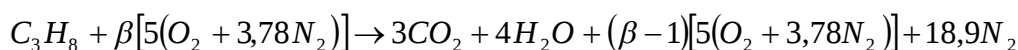
Blandningen kommer sällan att vara stökiometrisk. I många fall kommer antingen luft eller bränsle att finnas i överskott. För aktuellt försök är det avvikelserna från stökiometri som är intressanta att analysera. För fallet med överskott på bränsle, vilket beskriver en underventilerad förbränning, kan uttrycket se ut enligt följande:

$$\alpha \geq 1$$

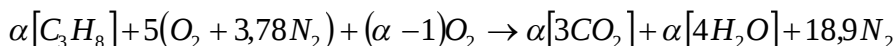


För fallet med överskott på luft, vilket beskriver en överventilerad förbränning, kan uttrycket se ut enligt följande:

$$\beta \geq 1$$



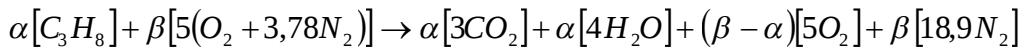
Det erhållna provet tillförs ett överskott på syrgas. Om prover tillförs syrgas till en stökiometrisk nivå erhålls följande uttryck:



Att under reella former tillföra syrgas till just stökiometrisk blandning är svårt. Om syrgas i stället tillförs i överskott så kommer bränslet att kunna oxideras ut fullständigt. Då endast nivåerna av koldioxid och kväve är av intresse kommer nivån på syrgas ej att analyseras. Detta betyder att ett överskott på syrgas ej påverkar analysen så länge syrgasen inte blir dominerande i provet.

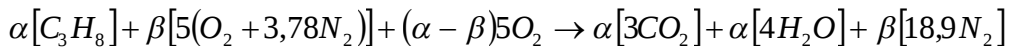
Om blandningen innehåller ett överskott på luft kommer detta ge ett överskott på syre efter förbränningen. Detta beskrivs i följande formel:

$$\alpha \leq \beta$$

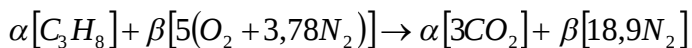


Om blandningen innehåller ett underskott på syre från den tillförda luften så kommer syrgasen som tillförs i överskott att oxidera ut kvarvarande kolföreningar i katalysatorn. Detta beskrivs i följande formel:

$$\alpha \geq \beta$$



Relationen mellan tillförd mängd bränsle och tillförd mängd luft beskriver provets så kallade bränsleluftblandning. Enligt ekvationerna ovan så korrelerar ingående bränsleluftblandning med den utgående relationen mellan koldioxid och kvävgas. Då metoden bygger på relationen mellan bränsle och luft samt relationen mellan koldioxid och kvävgas kan övriga delar förkortas bort enligt nedan:



Relationen mellan bränsle och luft i vänsterledet kommer att vara ekvivalent med relationen mellan koldioxid och kvävgas.

$$\frac{\alpha[C_3H_8]}{\beta[5(O_2 + 3,78N_2)]} = \frac{\alpha[3CO_2]}{\beta[18,9N_2]}$$

Relationen mellan α och β beskriver bränsleluftblandningen, det så kallade phi-värdet. Det skall observeras att bränsleluftblandningen eller phi-värdet alltid redovisas med en referens till ett definierat bränsle. Om för försöket använt bränsle ej kan användas som en ämnes referens så definieras värdet som en ämnesekvivalent, refererandes till ett lämpligt bränsle.

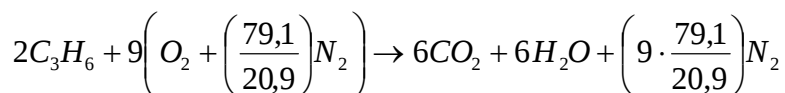
$$\phi = \frac{\alpha}{\beta}$$

2.1.2 Propen

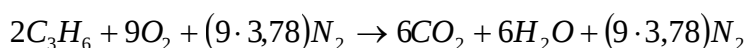
Propens kemiska formel är C_3H_6 .

Den kemiska formeln för luft approximeras till $20,9 O_2 + 79,1 N_2$

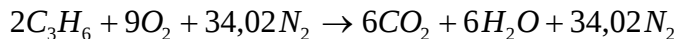
En stökiometrisk blandning av luft och propen som förbränns fullständigt ger följande uttryck:



Detta kan skrivas om till följande uttryck:

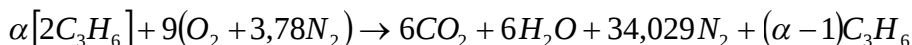


Om koefficienterna multipliceras samman ger det följande uttryck:



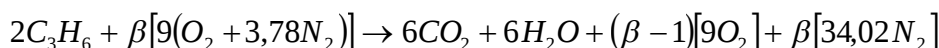
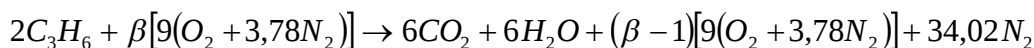
Blandningen kommer sällan att vara stökiometrisk. I många fall kommer antingen luft eller bränsle att finnas i överskott. För aktuellt försök är det avvikelserna från stökiometri som är intressanta att analysera. För fallet med överskott på bränsle, vilket beskriver en underventilerad förbränning, kan uttrycket se ut enligt följande:

$$\alpha \geq 1$$

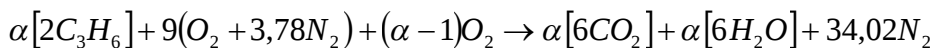


För fallet med överskott på luft, vilket beskriver en överventilerad förbränning ser uttrycket ut enligt följande:

$$\beta \geq 1$$



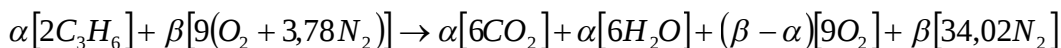
Det erhållna provet tillförs ett överskott på syrgas. Om prover tillförs syrgas till en stökiometrisk nivå erhålls följande uttryck:



Att under reella former tillföra syrgas till just stökiometrisk blandning är svårt. Om syrgas i stället tillförs i överskott så kommer bränslet att kunna oxideras ut fullständigt. Då endast nivåerna av koldioxid och kväve är av intresse kommer nivån på syrgas ej att analyseras. Detta betyder att ett överskott på syrgas ej påverkar analysen så länge syrgasen inte blir dominerande i provet.

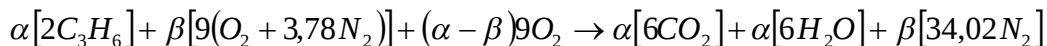
Om blandningen innehåller ett överskott på luft kommer detta ge ett överskott på syre efter förbränningen. Detta beskrivs i följande formel:

$$\alpha \leq \beta$$

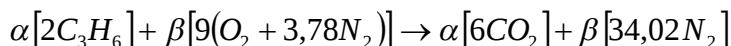


Om blandningen innehåller ett underskott på syre från den tillförda luften så kommer syrgasen som tillförs i överskott att oxidera ut kvarvarande kolföreningar i katalysatorn. Detta beskrivs i följande formel:

$$\alpha \geq \beta$$



Relationen mellan tillförd mängd bränsle och tillförd mängd luft beskriver provets så kallade bränsleluftblandning. Enligt ekvationerna ovan, så korrelerar ingående bränsleluftblandning med den utgående relationen mellan koldioxid och kvävgas. Då metoden bygger på relationen mellan bränsle och luft samt relationen mellan koldioxid och kvävgas kan övriga delar förkortas bort enligt nedan:



Relationen mellan bränsle och luft i vänsterledet kommer att vara ekvivalent med relationen mellan koldioxid och kvävgas.

$$\frac{\alpha[C_3H_6]}{\beta[9(O_2 + 3,78N_2)]} = \frac{\alpha[6CO_2]}{\beta[34,02N_2]}$$

Relationen mellan α och β beskriver bränsleluftblandningen, det så kallade phi-värdet. Det skall observeras att bränsleluftblandningen eller phi-värdet alltid redovisas med en referens till ett definierat bränsle. Om för försöket använt bränsle ej kan användas som en ämnes referens så definieras värdet som en ämnesekvivalent, refererandes till ett lämpligt bränsle.

$$\phi = \frac{\alpha}{\beta}$$

3 Masspektrum

Metoden bygger på en analys av ett masspektrum. Masspektrat definierar fördelningen av partialtrycket i en volym för olika masstal. De olika masstalen är fördelade inom masspektrat som diskreta värden. Precisionen i analysen gör att fördelningarna av mätvärden får en större bredd än de diskreta värden med vilket masstalen existerar. Precisionen är dock tillräcklig för att i aktuellt försök tillräckligt väl kunna definiera relationerna mellan för försöket aktuella ämnen.

Diagram 1 nedan beskriver ett masspektrum för luft. Skalan på x-axeln som markerar massenheterna är en approximation utifrån den styrspänning som används för att styra masspektrometern. Detta betyder att korrelationen mellan redovisade värden för masstalen och masspektrat inte är absolut.

Luft 02

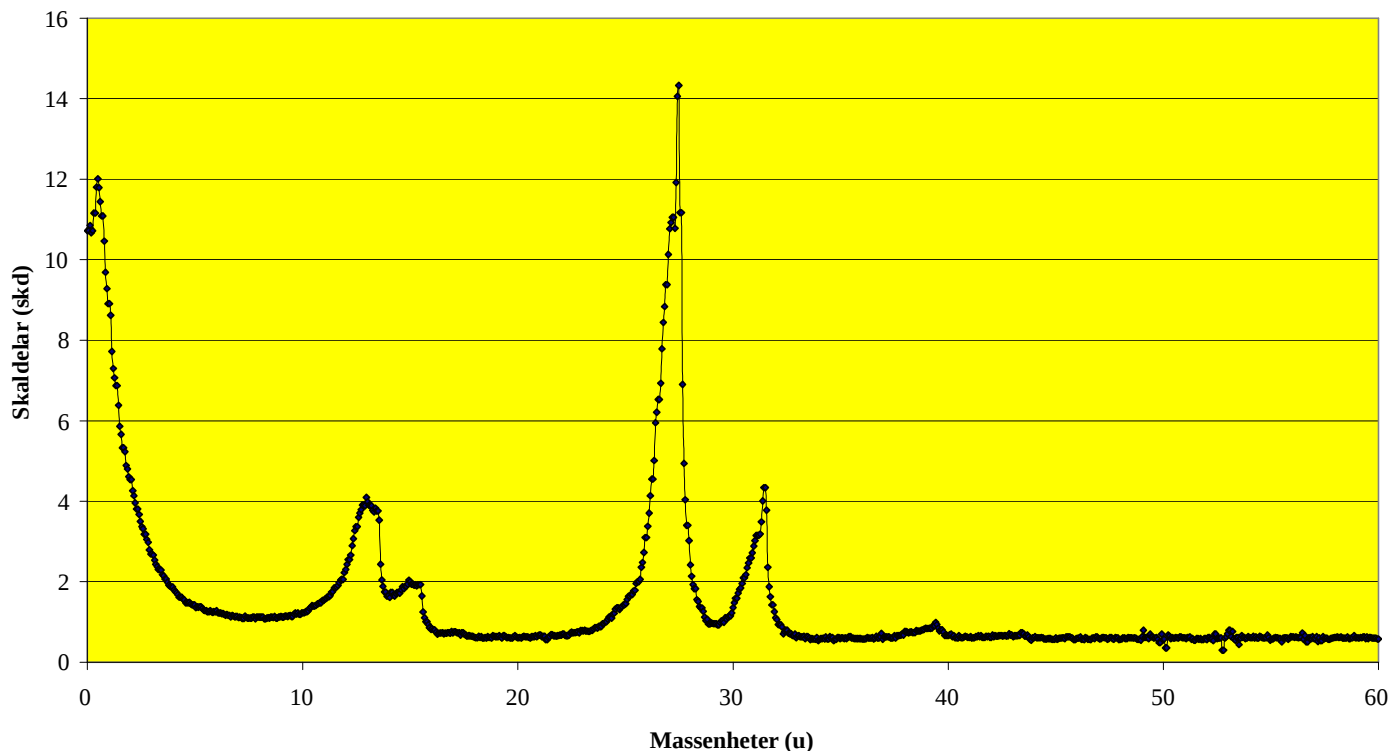


Diagram 1

I masspektrometern förekommer vissa föreningar. Längst till vänster syns toppen för atomär och molekylär vätgas. Denna förening kommer från högvakuumpumpen och varierar kraftigt beroende för hur kontaminerat masspektrometers mät huvud har blivit.

För masstalet 14 syns atomär kvävgas. Den elektronladdning som används i masspektrometern för att mäta masstalen slår sönder delar av molekylära föreningar till enskilda atomer. Detta gäller även för masstalet 16 som representerar atomärt syre.

Masstalet 28 representerar i detta fall molekylärt kväve. Det skall särskilt observeras att masstalet för molekylär kvävgas och koloxid överensstämmer. Detta kommer att påverka mätningen om man inte kan säkerställa att reaktorn reducerar nivån kolmonoxid till en nivå som är så låg att den inte riskerar att påverka mätningen. Det skall också observeras att koldioxid i viss omfattning kommer att påverkas av masspektrometern så tillvida att koldioxiden till viss del delar sig till atomärt syre och kolmonoxid i denna.

För masstalet 40 syns en mindre argontopp.

Nollnivån för masspektrometern består av ett brus som för aktuella mätningar är acceptabelt konstant över hela masspektret. För att definiera en nivå måste nollnivån subtraheras bort från resultatet. Bruset varierar beroende på ett flertal faktorer där smutsningen av masspektrometers analys huvud intar en dominerande roll.

Diagram 1

Relationen mellan atomära och molekylär fraktion av ämnen visade sig vara i samma storleksordning. Dock varierade relationen mellan atomära fraktioner och molekylära fraktioner av ämnena. Detta beror sannolikt på flera olika faktorer varav smutsningen av masspektrometerns analys huvud är en av de mer påtagligt påverkande faktorerna. Då försökets mätning bygger på en relation där koldioxiden ej har en atomär fraktion av en storlek som gick att mäta valdes molekylär kvävgas som en referens och koldioxid som den andra.

Masspektrometerns känslighet ställs in med ett reglage i fasta steg om en tiopotens. Maximalt utslag är 100 skaldelar. Upplösningen för försöket och kvaliteten på erhållen data är beroende av hur stor del av skalan som använd. Detta bland annat då omvandlingen från analog data till digital sker som del av hela skalan. Detta betyder att precisionen för uppmätta värden blir sämre ju mindre del av skalan som används. När skalans mätvärden endast marginellt överstiger 10 skaldelar erhålls sämsta precisionen, medan den bästa precisionen erhålls då mätvärdena närmar sig 100 skaldelar.

4 Beskrivning av försöket

För den aktuella analysen skannar masspektrometern över de för masspektrat aktuella delarna. De aktuella delarna är molekylärt kväve och koldioxid samt en nollnivå för masspektrat. Det maximala värdet för kvävgastoppen och koldioxidtoppen registreras samt ett medelvärde för nollnivån.

Det maximala värdet av kvävgastoppen respektive koldioxidtoppen subtraheras med medelvärdet av nollnivån för att ge ett uttryck som beskriver det relativa innehållet av respektive ämne i gasblandningen. Efter detta divideras värdet för koldioxiden med värdet för molekylärt kväve. Den erhållna relationen beskriver en relation mellan mängden kol och mängden luft i det ursprungliga provet. Detta värde kan senare räknas om till en bränsleekvivalent bränsleluftblandning.

För den experimentella uppställningen är mätningarna relativa och inte kvantitativa. Detta gäller även för beräkningarna. Detta gör att mätningen med den aktuella uppställningen blir enkel då ingen hänsyn behöver tas till flödeshastigheter eller volymer. Det betyder också att utrustningen ej behöver kalibreras.

Då aktuell försöksuppställning bygger på relationer i partialtryck mellan två gaser så påverkas inte resultatet av andra gaser såvida dessa inte ligger inom samma massalsområde som koldioxid och molekylärt kväve.

4.1 Tidskonstanter

De olika tidskonstanterna för försöksuppställningen kan med enkla medel bestämmas. För aktuell försöksuppställning där konstanta gasblandningar har använts saknar tidskonstanterna i stort betydelse för kvaliteten på mätningarna, och påverkar endast det antal mätningar som kan göras under en tidsenhet.

Systemets tidskonstanter har två huvudtyper av påverkan på systemet.

4.1.1 Fördröjning

Systemets tidskonstant, den tiden det tar från att provet lämnade den punkt vari mätningen skett tills att ett resultat presenteras. Denna tidskonstant kan i stor utsträckning påverkas med uppställningens

utformning. Kortare slangar och rör, högre flödeshastighet i slangar och rör etc. Problemet kan ofta hanteras då det är lätt att fastställa tidskonstanten och sedan korrigera resultatet med en tidsfaktor.

Tiden det tar från det att provet lämnar samplingspunkten tills att det når masspektrometern bestäms av den tid det tar för provet att passera de olika enheterna på vägen dit, längden och innerdiametern på de slangar som används samt med vilket volymflöde som samplingen sker.

4.1.2 Kvallitetspåverkan

Skanningen av kvävgastopp, koldioxidtopp och nollnivå kan av praktiska skäl inte ske samtidigt. Då värdena normalt varierar över tiden samt att meningen med realtidsmätning ofta är att fånga förändringar måste tidsskillnaden mellan att de olika delarna av masspektrat skannas vara kort i förhållande till förändringens storlek.

En omblandande strömning i volymer som ledningar eller reaktor med en i förhållande till transienters storlek stor volym eller en skanningsfrekvens med i förhållande till transienters varaktighet låg frekvens gör att man utjämnar eller riskerar att missa transienter och därigenom påverka resultatet.

4.2 Tidskonstanter för olika ingående komponenter

4.2.1 Reaktor

Reaktorns tidskonstant bestäms av den del av reaktorns volym som är involverad i genomflödet av gas. För platinakatalysator kan för aktuellt försök porositeten för katalysatorbäraren antas vara noll medan vid användandet av metalloxidkatalysatorn som har en viss porositet, även om den är begränsad, kommer porositeten för katalysatormassan att påverka tidskonstanten.

Porositeten inom katalysatormassan ger framför allt en utjämnande effekt på resultatet, dock inte i en sådan omfattning att det påverkar aktuellt försök.

Tidskonstanten för reaktorn beräknas som volymen dividerat med volymflödet. Volymen som används är den volymen som kan antas vara involverad i flödet. Flödet i reaktorn kommer ej att vara laminärt om man ser till hela reaktorn. Detta betyder att olika delar av den testade fraktionen kommer att passera reaktorn olika snabbt. Detta betyder i sin tur att reaktorn kommer att ha en utjämnande effekt på det samplade provet. Detta ger stabilare mätvärden men samtidigt minskar möjligheten att mäta hastiga variationer, och uppfatta transienter.

4.2.2 Vakuumcellen

Vakuumcellen har ett tryck som gör att molekylerna i princip rör sig med diffusionshastigheten. Detta innebär att tidskonstanten för transporten av molekyler inom vakuumcellen är av den storleksordningen att den helt kan förbises i aktuellt försök.

4.2.3 Masspektrometer

Masspektrometern analyserar ett segment av masspektrat. Analysen sker alltid som en skanning mellan två punkter på masspektrat för att identifiera ett maxvärde för masstalet inom det aktuella området eller för att identifiera en nollnivå. Nollnivån anges som ett medelvärde av resultaten av skanningen mellan de två definierade punkterna. Masspektrometerns tidskonstant för att analysera ett enskilt värde är mycket nära noll, medan tiden för att identifiera ett värde för ett masstal är helt beroende av systemets frekvens för datainsamling.

4.2.4 Datainsamling

Datainsamlingen sker genom att en styrsignal sänds till en styrenhet som ställer in ett definierat spänningsvärde. Utspänningen från modulen definierar en punkt på masspektrat. Amplituden för masspektrat i den definierade punkten genererar en utspänning från masspektrometern. Denna registreras av en datainsamlingsmodul. Aktuellt värde lagras i modulen och skickas till datorn på signal från den senare. Frekvensen med vilken datainsamling sker, storleken på den delen av masspektrat som skall skannas och med vilken noggrannhet som masspektrat skall skannas, definierar den tid det tar att utföra en definierad mätning.

4.2.5 Datorbearbetning

Tiden för datorns bearbetning av insamlad data är i förhållande till systemets totala tidskonstant så begränsad att den saknar relevans för aktuell försöksuppställning.

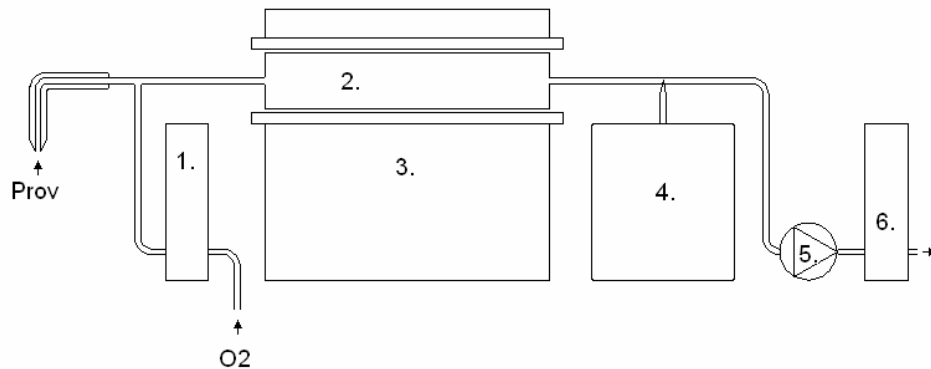
Den i särklass mest begränsande faktorerna för försöksuppställningen var modulerna för digital styrning av masspektrometern och datorinsamlingsmodulerna. Systemet för datainsamling är lätt att byta ut mot ett datorkort för styrning och inhämtande av digital data. Detta ger betydligt snabbare bestämning av bränsleluftblandningen i mindre tidssteg. Genom exaktare styrning, mer insamlad data under ett tidssteg och fler nivåsteg på insamlad data blir också värdet på bränsleluftblandningen mer exakt, samtidigt som metoden reagerar snabbare och mer exakt på eventuella transienter.

5 Försöksuppställning

Figur 1 är en principskiss över försöksuppställningen.

I försöksuppställningen sugas ett prov in från en källa med hjälp av en pump (5.). Mängden regleras med en massflödesmätare (6). En definierad mängd syrgas tillförs provet. Mängden syrgas regleras av en massflödesmätare (1). Syrgas tillförs i överskott i förhållande till stökiometrisk blandning så att allt kemiskt kol kan oxideras till koldioxid. Blandningen passerar en reaktor (2) i vilken allt kol i kolföreningarna skall oxideras ut till koldioxid. Reaktorn värms av en ugn (3) till rätt temperatur. Efter reaktorn passerar provet en glasorifice. I denna glasorifice sugas en mycket liten del av provet in i masspektrometern (4) i vilken högvakuum råder. Över glasorificen, som är en mycket liten öppning, sker hela tryckfallet från lufttryck till högvakuum. Masspektrometern analyserar kontinuerligt partialtrycket för de gaser som finns i högvakuumcellen. Masspektrometern styrs via en dator med en styrmodul som ger en styrspänning på mellan 0 och 10 volt. Resultatet från masspektrometern registreras av en annan modul för datainsamling. Masspektrometerens skal motsvarar en utspänning på 0 till 10 volt.

Systemets mest kritiska punkt visade sig vara reaktorn. Av flera olika anledningar visade det sig svårt att oxidera ut allt sot i reaktorn. Huruvida detta berodde på kemiska, fysiska eller tekniska problem kunde inte fastställas.



Figur 1 Försökstoppställning

Komponenter

1. Massflödesmätare	2. Reaktor	4. Masspektrometer	6. Massflödesmätare
Aalborg Instruments Maxtryck: 3400 kPa Gas: O ₂ Flödeskapacitet: 0-500 cm ³ Precision: +1 % av full skala	Längd: 300 mm Innerdiameter: 30 mm Material: Stål a) Platina belagd katalysatorbäraren av porslin Diameter: 4 mm b) Pellets av aluminium, koppar och mangan oxider Diameter: cirka 3.1 mm Längd: Längden varierar	VG ANAVAC-2	Aalborg Instruments Maxtryck: 3400 kPa Gas: Luft Flödeskapacitet: 0-1000 cm ³ Precision: +1 % av full skala

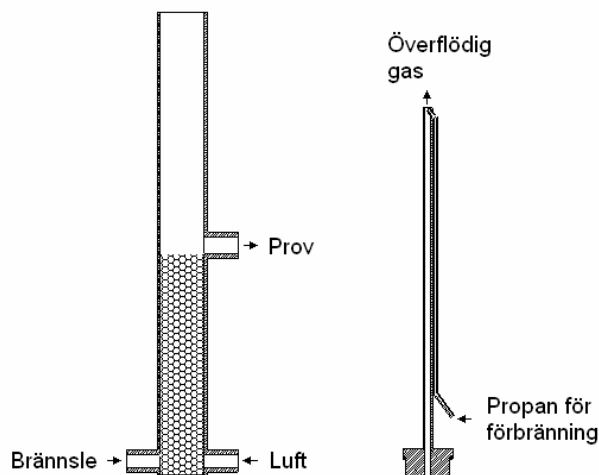
5.1 Generering av gasmix

Bränsleluftblandningarna skapades på två sätt. I den ena tas ett oförbränt prov från en blandningskammare. I den andra förbränns provet i en brännare varefter provet via ett uppvärmt rör sugas in i reaktorn.

5.1.1 Blandningskammare

Syftet med blandningskammaren är att skapa ett kontinuerligt flöde med en konstant och homogen sammansättning av luft och bränsle.

Luft och bränsle blåses in i en cylinder som är fylld med glaskulor. Ovanför glaskulorna sugas ett prov ut. Överskottet går upp via ett rör och förbränns med ett överskott av propan som tillförs i toppen av röret. Det långa röret har som syfte att skydda mot att lågan skulle kunna brinna ner i blandningskammaren och där skapa en explosion. Se figur 2.



Figur 2 Blandningskammare

5.1.2 Brännare

Brännaren har som syfte att skapa ett prov bestående av en förbränd bränsleluftblandning. Då blandningen endast delvis är förbränd kommer provet att bestå av ett stort antal olika kemiska föreningar samt sot.

Brännaren som användes består av ett antal olika delar. Nederdelen består av ett stålrör med en nippel i botten. Via nippeln förs luft in i cylindern. Cylindern är delvis fylld med glaspärlor för att få ett så jämnt och laminärt flöde som möjligt i cylindern. Stålcylindern är försedd med en kylslinga för att säkerställa att den inte blir för varm. Mitt i cylinderns topp finns en brännare monterad. Denna består av ett rör som går genom den stora cylindern och ansluter i den senares botten med en nippel. Brännaren i sig består av en stålkopp som är fylld med sand. Se vidare Bild 1.



Bild 1 Brännare med låga

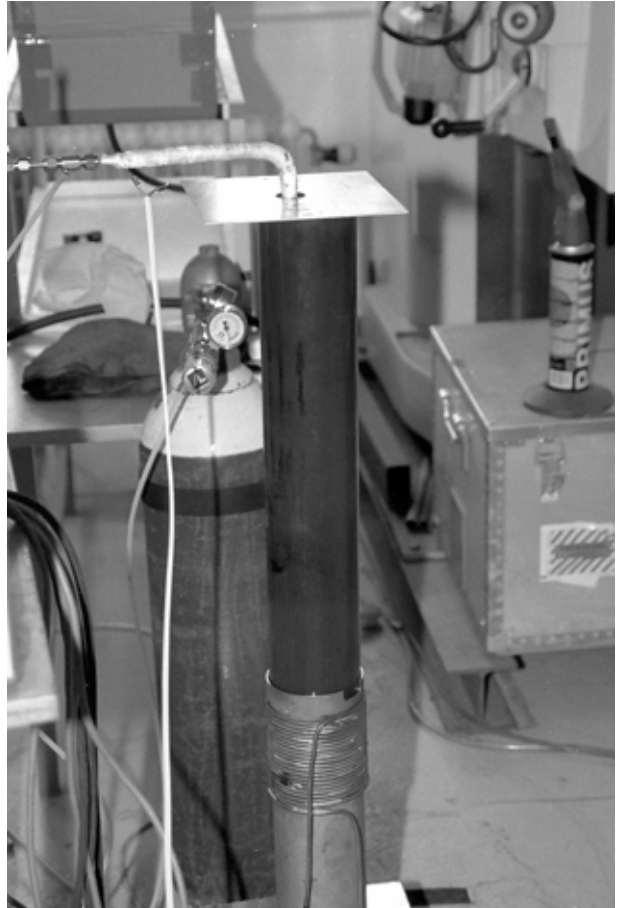


Bild 2 Brännare med glascylinder

På stålcyllindern placeras ett kvartsrör med samma diameter som stålcyllindern. På toppen av glaströret placeras sedan en plåtskiva med ett hål i. Bränslet tillförs brännaren i stålcyllindern, och luft tillförs stålcyllindern. I nivå med brännaren kommer luften och bränslet att blandas. I denna nivå kommer en förbränning att kunna ske. Bild 2.

Brand och rökgaserna stiger därefter upp genom glascylindern. Ett prov tas cirka en decimeter ner i glaströret. Överflödlig gasmix lämnar systemet via hålet i plåten. Bild 3.



Bild 3 Toppen på brännare med samplingsmunstycke

5.2 Reaktor

Syftet med reaktorn är att med ett överskott på syrgas oxidera ut samtliga kolföreningar och sot till koldioxid.

Reaktorn består av tre huvuddelar, ugn, styrenhet och behållare med katalysatormassa.

Den katalysatormassa som används är dels en metalloxid och dels en platinakatalysator. Metalloxidkatalysatorn är homogen medan platinakatalysatorn består av en bärare med ett skikt av platina. Metalloxidkatalysatorn går att mortla och sikta till olika fraktioner då den är homogen, medan platinakatalysatorn måste framställas med för aktuell katalysator lämplig storlek.

5.2.1 Ugn med styrenhet

Ugnen har som syfte att värma reaktorn till önskad arbetstemperatur och hålla den vid denna temperatur.

Ugnen består av en rörugn vari en behållare kan placeras. Bild 4.

Rörugnen styrs av en styrenhet. Bild 5. Denna enhet går att ställa in för att hålla ett definierat gradtal. Temperaturen för styrningen av ugnen mäts på samma sida som uppvärmningen sker. Detta gör att det är svårt att närmare definiera vilken temperatur som råder i reaktorbehållaren och i katalysatormassan. Samma temperaturmätning används genom hela försöket varför temperaturen får ses som ett definierat värde som relaterar till en inställning gjord på ugnen, snarare än en definierad temperatur i katalysatormassan.

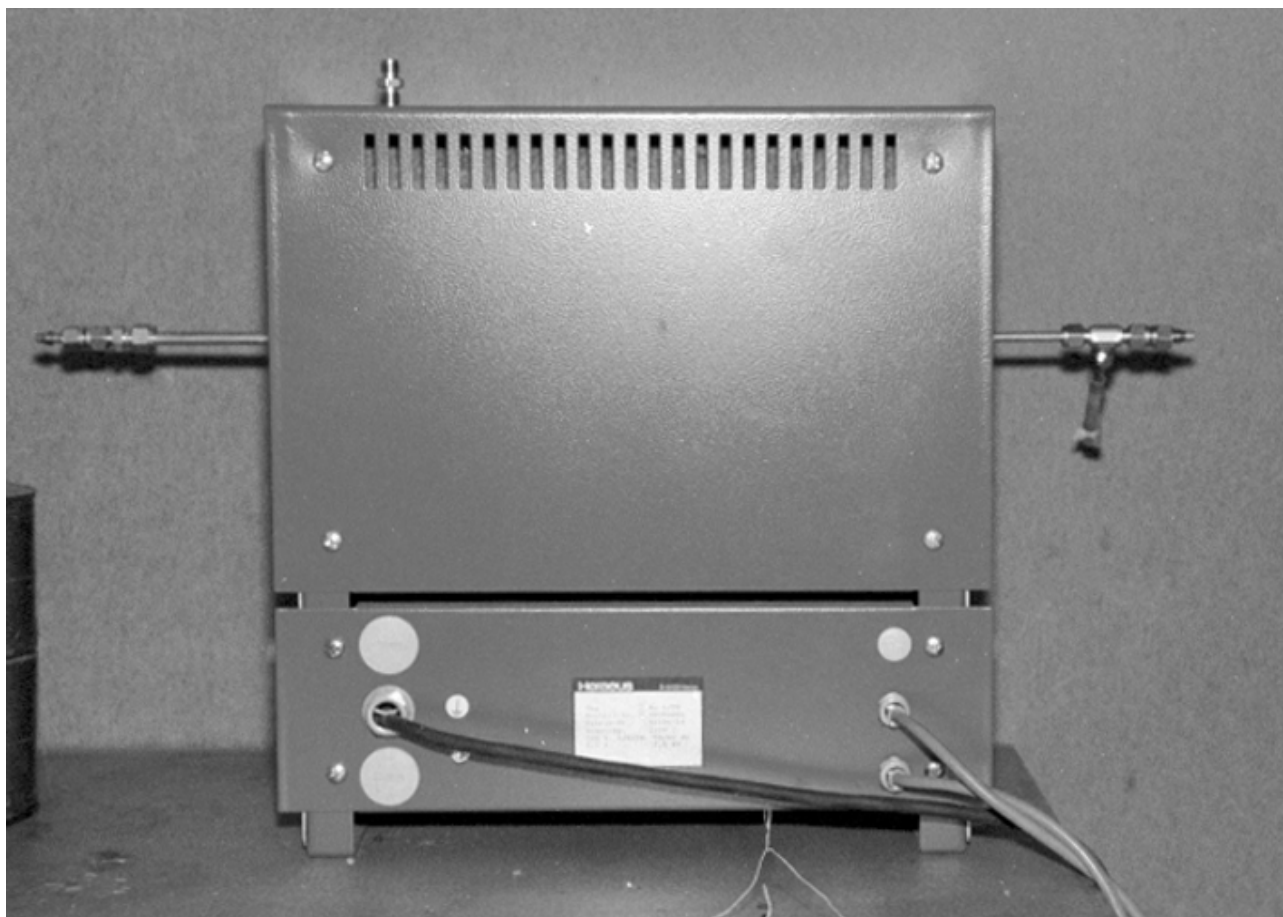


Bild 4 Rörugn

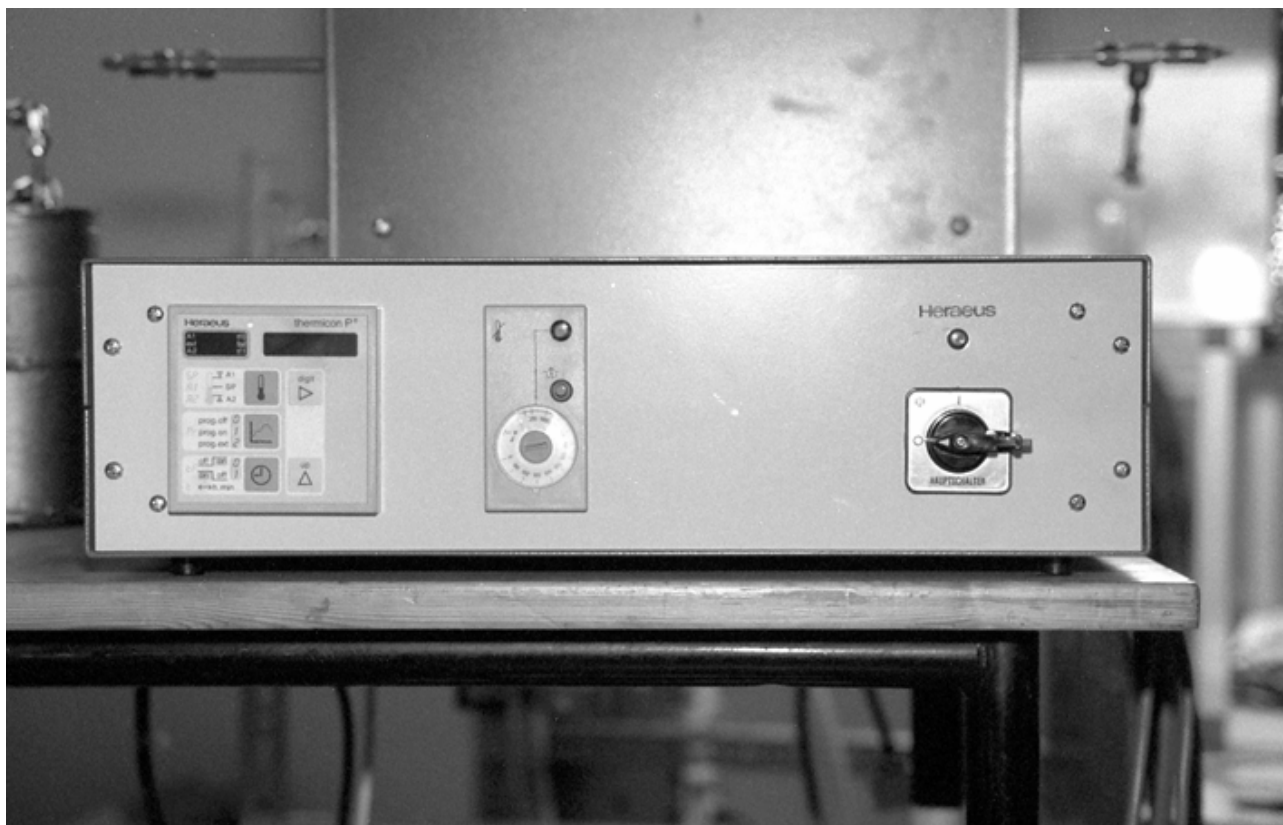


Bild 5 Styrenhet för styrning av ugn.

5.2.2 Reaktorbehållare och katalysatormassa.

Syftet med reaktorbehållaren med katalysatormassa är att underlätta reaktionen mellan kolföreningar som ej oxiderats ut fullständigt till koldioxid.

Reaktorbehållaren består av en cylinder med anslutningar. Katalysatormassan kan bytas ut genom att en gängad anslutning på behållaren öppnas. Bild 6.



Bild 6 Reaktor

Till försöket testades två typer av katalysatormassa. De utgjordes av metalloxidkatalysator och platinakatalysator. Metalloxidkatalysatorn testades framför allt för att den är homogen. Detta betyder att det finns möjlighet att enkelt mortla den till lämplig storlek. Detta betyder att det blir enklare att konstruera mindre reaktorer om detta önskas. Bild 7.

Platinakatalysatorn består av en keramisk bärare försedd med ett lager platina. Bild 8.

För en vidare beskrivning av reaktorn se appendix B.



Bild 7 Metalloxidkatalysator

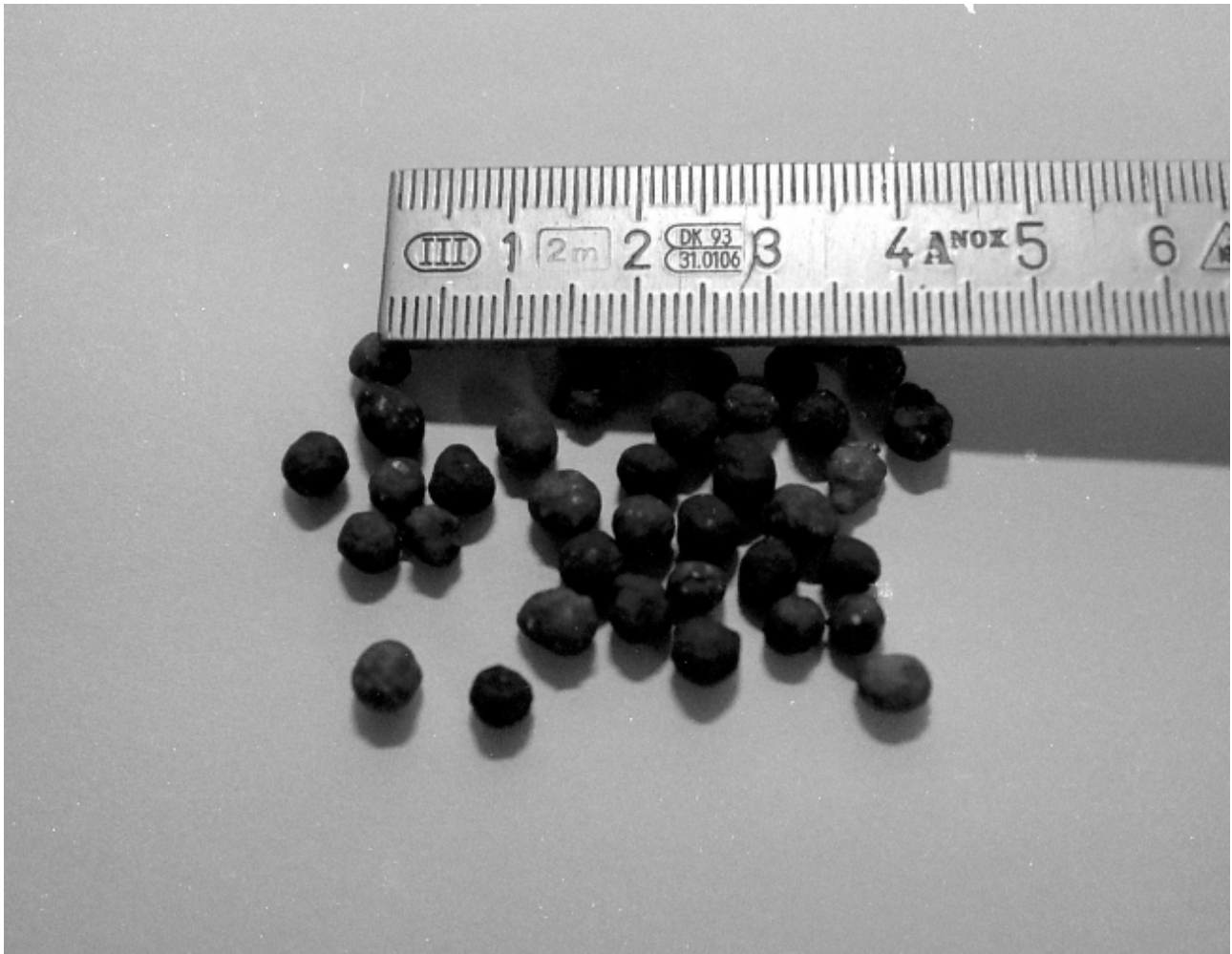


Bild 8 Platinakatalysator

5.3 Massflödesmätare

I systemet finns två massflödesmätare. Dessa genererar ett konstant flöde av gas genom systemet. Den ena är kopplad på slutet av systemet och reglerar den totala volymen gas som flödar genom systemet medan den andra reglerar den mängd syrgas som tillförs reaktorn.

Massflödesmätarna består av två enheter för reglering av flödet och en styrenhet. Bild 9.

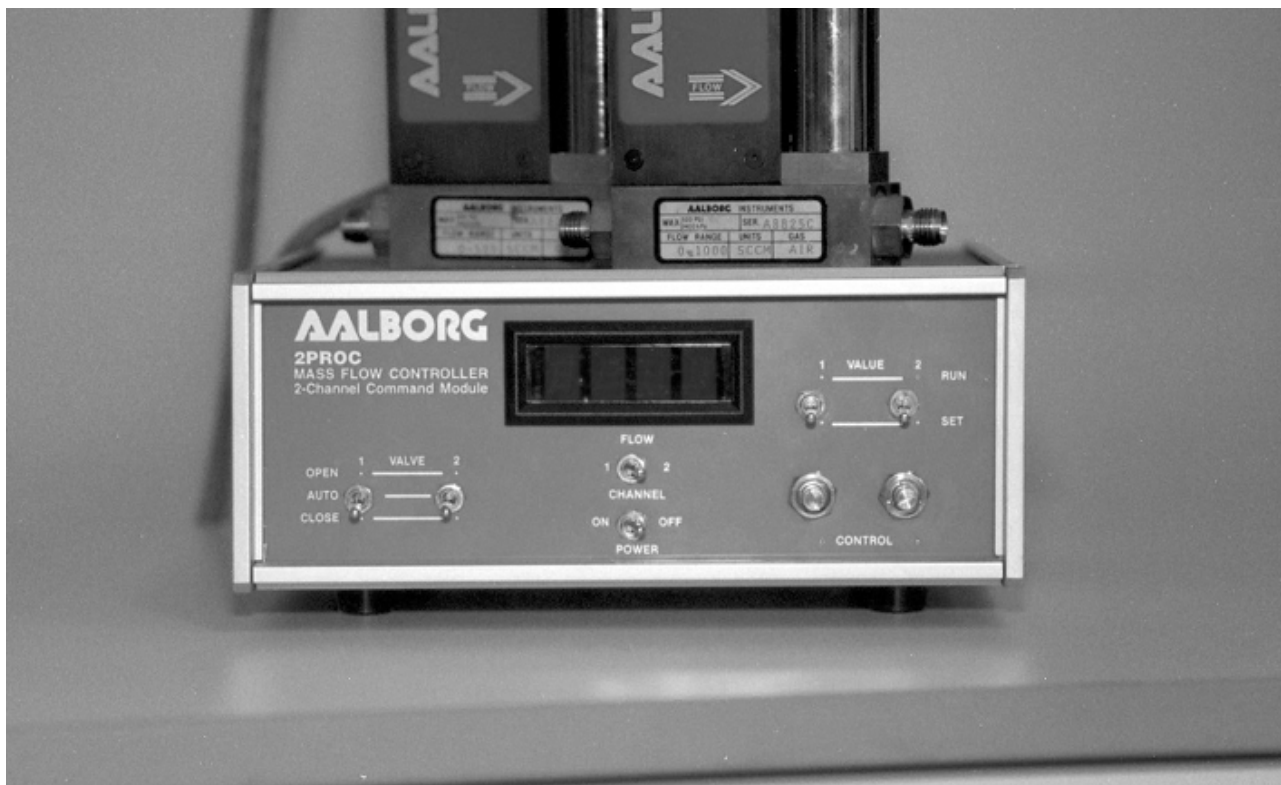


Bild 9 Massflödesmätare

5.4 Masspektrometer

Syftet med masspektrometern är att mäta relationerna mellan molekyllärt kväve och koldioxid i högvakuumcellen.

Masspektrometers analys huvud är anslutet till vakuum pumpens högvakuumcell. Masspektrometern mäter i realtid nivån för en definierad punkt i masspektrat. Skanning över masspektrat kan ske manuellt med ett vred på manöverenhetens framsida eller med en styrspanning. Styrspänningen är en spänning mellan 0 till 10 volt som i princip omfattar masspektrat från 0 till 60 massenheter även om korrelationen inte är absolut. Utdata från masspektrometern avläses på styrenhetens framsida som del av skala eller som en utspänning. Utspänningen är inom området 0 till 10 volt och beskriver utslaget på skalan från 0 till 100 skaldelar. På styrenheten finns en inställning där man i fasta steg kan reglera exponenten för rådande partialtryck.

Utsignalen från masspektrometern är linjärt relaterad till partialtrycket för innehållet i högvakuumcellen för den definierade delen av masspektrat. Några kvantitativa avläsningar är inte möjliga att göra utan en kalibrering. Aktuellt försök utgår från relationen mellan partialtrycket för två gaser varför några kvantitativa mätningar ej är av intresse.

Styrenheten har en potentiometer för att visa partialtryck eller masstal, lysdioder för att redovisa mätområde och en stor vridpotentiometer för att manuellt kunna ställa in massområde för att kunna göra manuella mätningar. Bild 10. På baksidan sitter ingångar för analog in och utspänning.

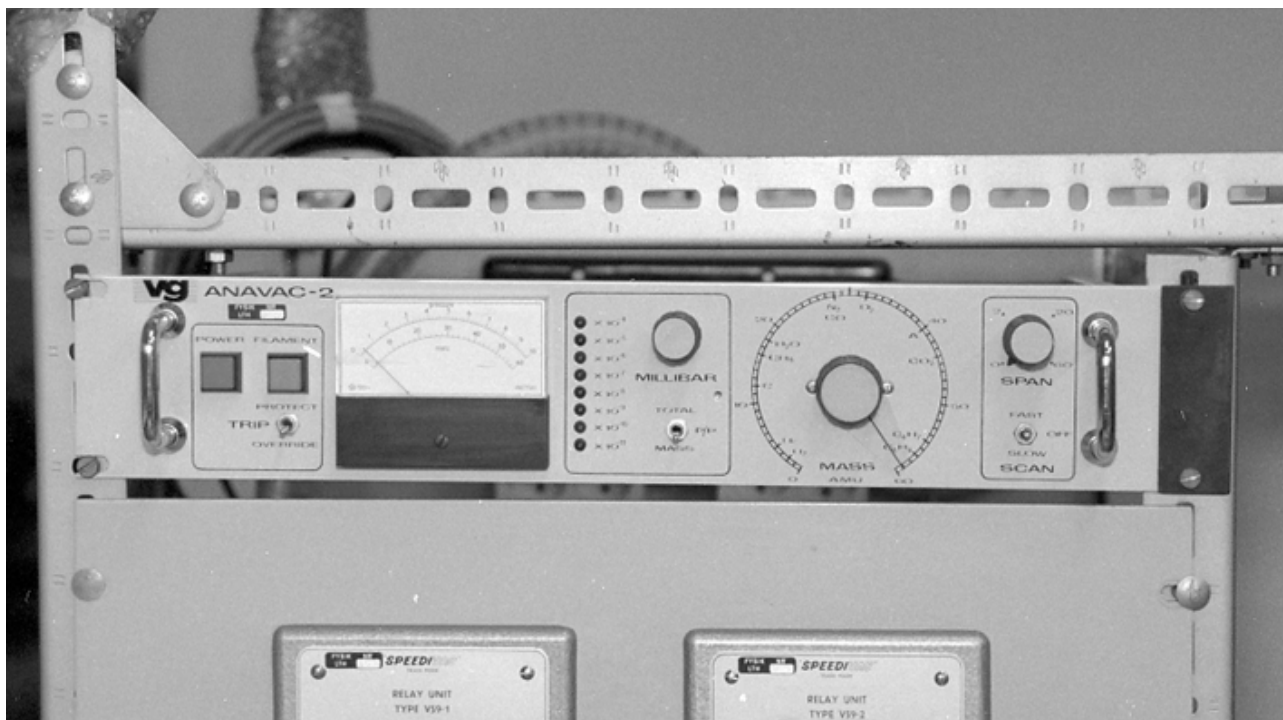


Bild 10 Styrenhet för masspektrometer.

Analyshuvudet är placerat i högvakuumcellen. Bild 11 På bilden ansluter masspektrometers analys huvud mot den centrala och vertikala högvakuumpumpen. Den svarta cylindern som ansluter mot analys huvudet är elektronikdelen. Till denna är kopplat en kabel som ansluter masspektrometern till styrenheten. Till vänster om högvakuumcellen syns ventilen med vilken provet släpps in i högvakuumcellen för analys.

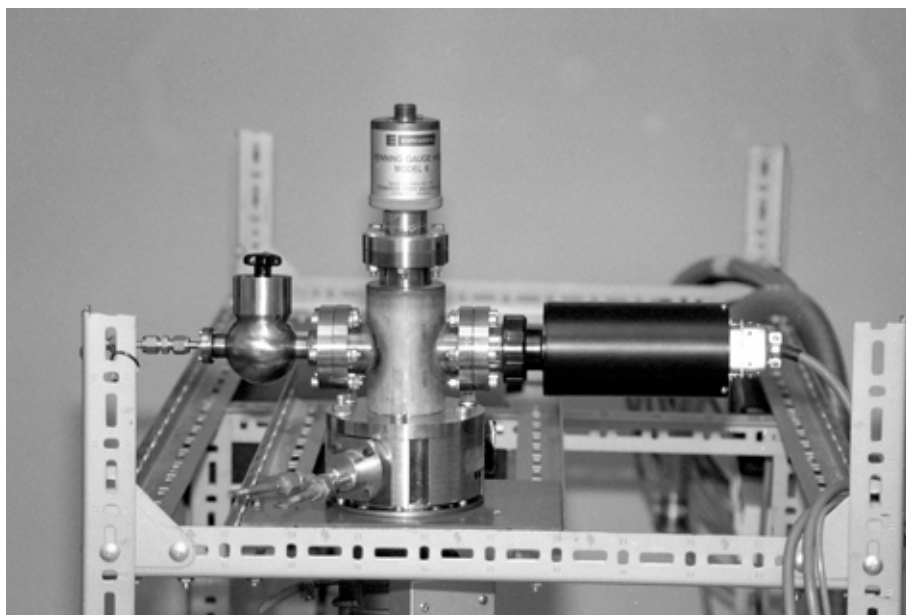


Bild 11 Masspektrometern monterad i stativ

5.5 Vakuumsystem

Vakuumsystemet som används vid försöket består av två huvuddelar, en förvakuumpump och en oljediffusionspump. Provet tillförs högvakuumcellen via en glasorifice och en ventil. Hela tryckfallet tas över glasorificen. Glasorificen är monterad så att den tar ett kontinuerligt prov från den centrala delen av den slang vari provet passerar i aktuell försöksuppställning. Volymen av den gas som passerar glasorificen är av storleksordningen kubikmillimeter per sekund mätt vid atmosfärstryck.

5.5.1 Vakuumpump

På högvakuumcellen finns förutom masspektrometers analys huvud även en tryckmätare ansluten. Bild 12. Denna syns ovanpå högvakuumcellen. I högvakuumcellens underkant syns en större kylbaffel. Denna har som uppgift att kyla gaserna och skydda högvakuumcellen mot heta ångor från oljediffusionspumpen. Kylbaffeln kyla med vatten.

Bild 13 visar högvakuumpumpen. Högvakuumpumpen är en oljediffusionspump som fungerar genom att olja upphettas i botten av pumpen med hjälp av el-slingor. Den upphettade silikonoljan övergår i gasfas och strömmar uppåt genom en kolonn. Genom nedåtriktade hål i kolonnen strömmar en jet av förångad olja nedåt i oljediffusionspumpen och drar med sig gasmolekyler. Oljejeten kondenserar därefter på de kylda kanterna och rinner tillbaka till botten av oljediffusionspumpen. Detta gör att trycket kommer att vara väsentligt högre i botten av oljediffusionspumpen än i toppen. Trycket i botten på oljediffusionspumpen tvingar ut gas genom anslutningsröret som syns på vänster sida av oljediffusionspumpen mot förvakuumpumpen.

Via en ventil och en slang ansluter oljediffusionspumpen mot förvakuumpumpen som är en vanlig cylinderpump.

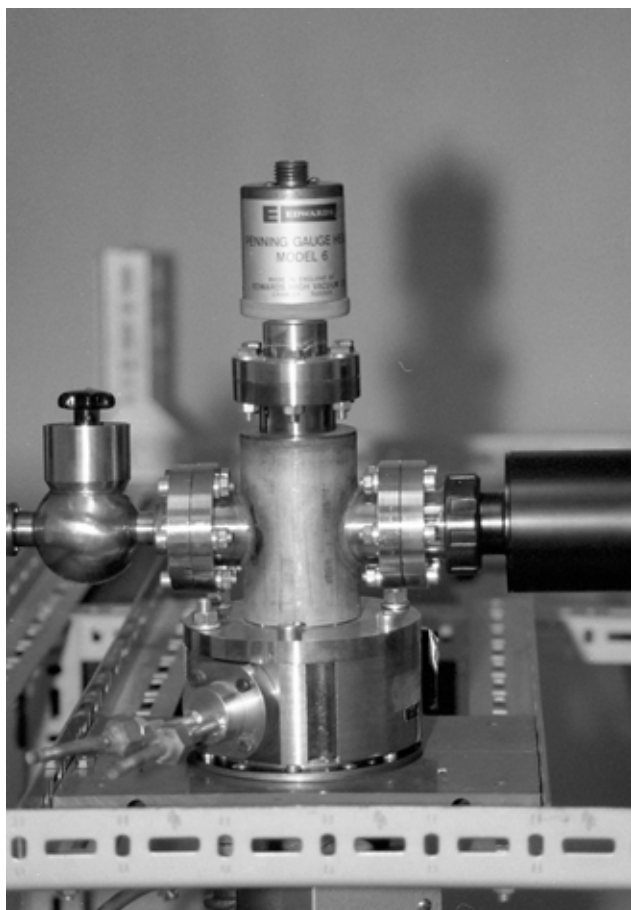


Bild 12 Masspektrometer med högvakuummcell

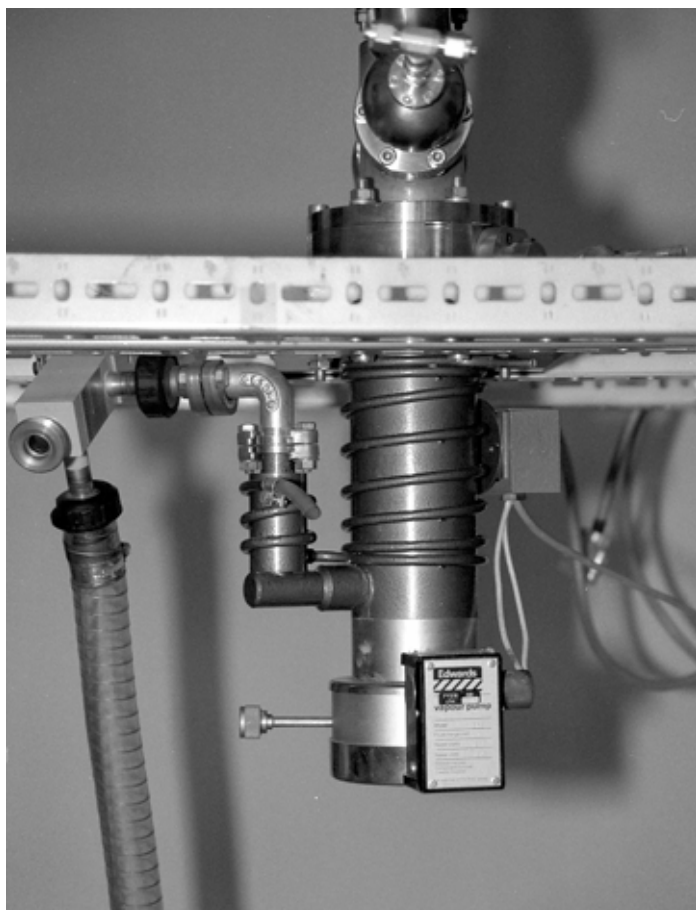


Bild 13 Masspektrometer med högvakuumpump

5.5.2 Orifice

Insläppet av provet i högvakuumcellen sker genom en orifice som också tar hela tryckfallet mellan atmosfärstryck och trycket i högvakuumcellen. Orificen består av ett glasrör som i toppen har smälts ihop varefter ett litet hål har slipats fram. Bild 14. Glasröret har därefter limmats fast i ett stålrör. Stålröret har monterats på ventilen till högvakuumcellen. Orificens inloppsöppning har placerats så att den befinner sig centralt i samplingsledningen.



Bild 14 Glasorifice

Bild 15 visar längst till vänster anslutningen av glasorificen mot ventilen och högvakuumcellen. De två skyddshuvorna på en t-koppling representerar anslutningspunkter för ledningen i vilken provet passerar orificen.

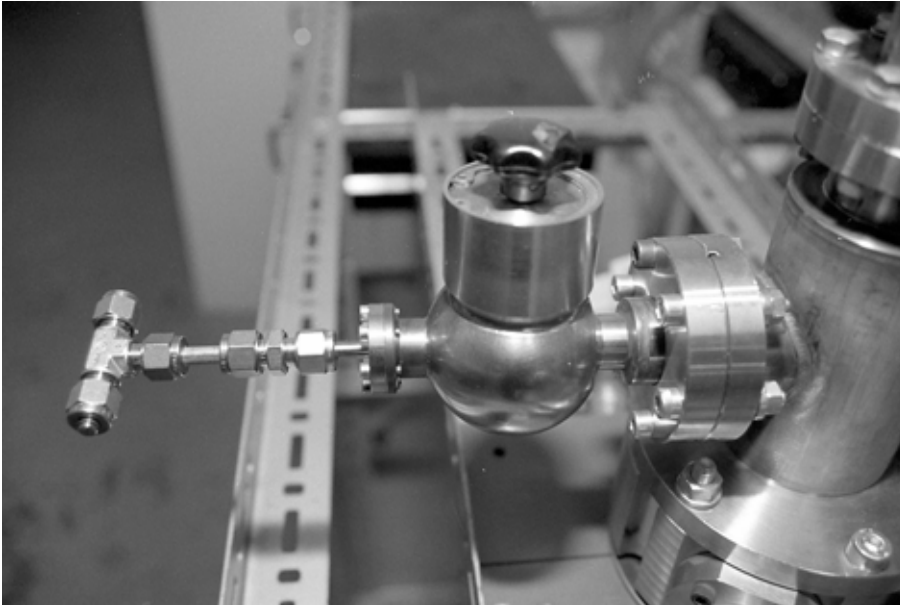


Bild 15 Anslutning av glasorifice

5.6 Digital styrning och informationsinhämtning

Syftet med den digitala styrningen och digitala informationsinhämtningen var att på ett enkelt sätt kunna styra masspektrometern och hantera utdata från masspektrometern.

Det digitala interfacet för styrningen av systemet och för omvandlingen av den analoga signalen till en digital består av två moduler som kommunicerar med RS-485 till en kommunikationsmodul som är ansluten till datorn via serieport.

Från datorn sänds en signal via RS-232 till en kommunikationsmodul ADAM-4520 som omvandlar RS-232 signalen till en RS-485 signal. En utsignal skickas sedan till en modul med en analog utgång ADAM-4021. Denna genererar en utspänning enligt den kod som skickades från datorn. När den analoga utspänningen är inställd skickas en kod via datorn till en modul med en analog ingång, ADAM-4017. När modulen erhåller denna kod skickar den i digital form, en kod som beskriver den spänning som modulen registrerat.



Bild 16 ADAM-moduler

I princip sker styrningen enligt följande:

Signal från datorn till ADAM-4520 och vidare till ADAM-4021 om aktuell spänning. ADAM-4021 registrerar kommandot och ställer in aktuell analog styrspänning. Den analoga styrspänningen kan vara mellan 0 och 10 volt, vilket skall representera ett masstal mellan 0 och 60. Den analoga utgången är kopplad till masspektrometers analoga ingång. Den analoga spänningen motsvarar ett masstal. Masspektrometern omvandlar den analoga insignalen till en punkt på masspektrat och registrerar nivån för denna punkt på masspektrat som del av maximalt utslag. Delen av maximalt utslag representeras av en analog utsignal mellan 0 och 10 volt. ADAM-4017 registrerar kontinuerligt denna spänning. När datorn skickar en fråga via ADAM-4520 till ADAM-4017 och frågar vad för spänning modulen registrerar på aktuell kanal svarar modulen ADAM 4017 med det värde som finns lagrat i modulen.

5.6.1 ADAM-4520

ADAM-4520 är en RS-232/RS-485 converter. Denna modul användes då datorn saknade kort för direkt kommunikation via RS-485.

För vidare information om modulen, se aktuellt datablad.

5.6.2 ADAM-4021

ADAM-4021 är en modul med analog utgång. Via modulen kan en utspänning mellan 0,000 volt till 10,000 volt ställas in i steg om 0,001 volt med en precision på $\pm 0,2 \%$ av utgående spänning.

Modulen klarar 100 inställningar per sekund. Antalet inställningar beror dock även på en maximal derivata för ändringen i spänning.

För vidare information om modulen, se aktuellt datablad.

5.6.3 ADAM-4017

ADAM-4021 är en modul med analog ingång. Modulen kan för aktuellt försök mäta en utspänning mellan 0,000 volt till 10,000 volt i steg om 0,001 volt med en precision på $\pm 0,1\%$ av ingående spänning.

Modulen har en samplingsfrekvens av 10 samplingsar per sekund. Denna fördelar sig dock över de 8 kanalerna. Samplingen sker oberoende av övriga moduler med förutbestämd frekvens. Spänningen för en kanal registreras i ett minne och vid en förfrågan från datorn skickas tidigare registrerat resultat. Detta betyder att där finns ett problem med att veta när aktuell registrering gjordes.

För vidare information om modulen, se aktuellt datablad.

5.7 Programmering av modulerna

All kommunikation med modulerna sker med ASCII-text varför kommunikationen är relativt trivial när datorn upprättat kommunikation med modulerna.

Det har valts att inte närmare redovisa programmeringen av datamodulerna för styrning av aktuell enhet. Detta trots att denna del kom att uppta en stor del av den tid som avsatts för examensarbetet. Anledningen till detta är att denna programmering saknar intresse för aktuellt examensarbete då datorstyrningen av aktuell försöksupställning endast hade till syfte att på ett enkelt sätt samla in data. Den erhållna informationen kunde ha samlats in på andra sätt vilket ej hade påverkat metoden för mätning av bränsleluftblandningar.

Funktionen för ADAM-modulerna beskrivs Manual från Advantech /3/.

Som stöd för programmeringen i LabVIEW användes litteratur från Studentlitteratur Bengtsson /4/ och Laborationshandledning /5/.

6 Beskrivning av systemets funktion

Oljediffusionspumpen och förvakuumpumpen aktiveras först. Dessa får gå några timmar eller något dygn innan övriga delar aktiveras.

Reaktorns uppvärmning aktiveras. Denna får gå minst halvtimme innan analys påbörjas.

Pumpen som suger provet genom systemet aktiveras tillsammans med massflödesmätaren som bestämmer flödet genom systemet. Önskat flöde ställs in. Syrgasen aktiveras och massflödesmätaren för syrgasen ställs in till önskat massflöde.

Masspektrometern aktiveras och styrningen från datorn startas.

Efter detta är systemet redo för att mäta bränsleluftblandningar.

7 Genomförande av försök

I försöket ingår ett stort antal tekniska system. Mycket tid lades på att få dessa system att fungera

innan processen med att få ut data ur systemet kunde inledas. Det visade sig att masspektrometern och programmet för styrningen av modulerna var rejäla knutar i systemet och det tog mycket tid att få dessa system att fungera.

När systemet fungerade behövdes det en känd referensblandning av kvävgas och koldioxid för att kunna korrelera systemets utslag med en bränsleluftblandning. Massflödesmätare kalibrerades för att avge ett känt massflöde av respektive gas. Se vidare appendix A. De två gaserna tillfördes systemet och utdata erhöles från masspektrometern. Se vidare appendix C. Relationerna mellan de tillförda gasmixarna kunde sedan härledas till en bränsleluftblandning. Se vidare avsnitt 2, Teori.

När systemet kalibrerats återstod att köra ett antal validerande körningar med kända bränsleluftblandningar. För att kunna göra detta måste systemet ha en fungerande reaktor. Utredningen över reaktorns funktion redovisas i appendix B.

Körningen med kända bränsleluftblandningar gjordes med två olika bränslen, propan som är en gas som är lättoxiderad i reaktorn och propen som bedömdes vara en svår gas för reaktorn att oxidera. Det som särskilt beaktades i valet av propen var ämnets benägenhet att bilda sot. De validerande körningarna med respektive gas redovisas i appendix D. Inga större problem med att oxidera ut något av ämnena uppstod. Mixarna skapades i en blandningskammare. Se vidare avsnitt 5.1.1 Blandningskammare.

Den sista delen av försöket bestod i att göra en mätning på ett förbränt bränsle. Bränslet som valdes var propen. Propen och luft kördes igenom brännaren som var avsedd för försöket. Se vidare avsnitt 5.1.2 Brännare. Här visade det sig att det var svårt att hantera uppkommet sot. Sotet avsattes i brännaren, i samplingsröret, i reaktorn och i luftkylaren.

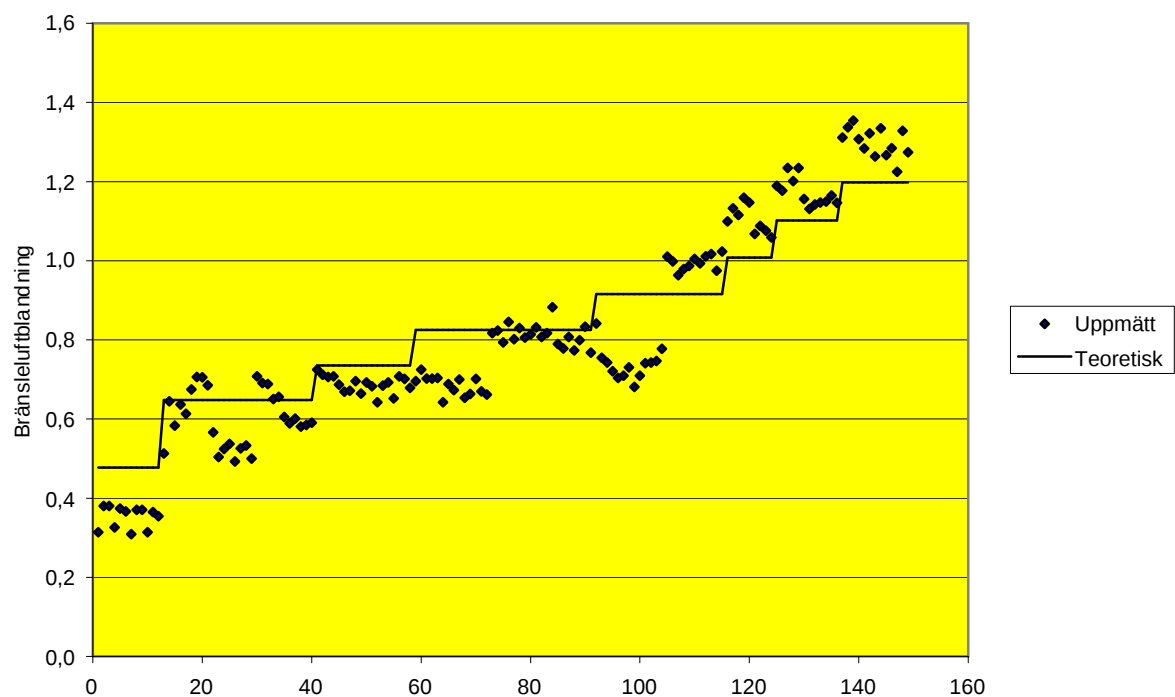
8 Resultat

Resultaten presenteras som ett diagram vari samtliga körningar för propan, propen och sot finns representerade. Även avvikelse för bränsleluftblandningen samt procentuell avvikelse i förhållande till den teoretiska redovisas.

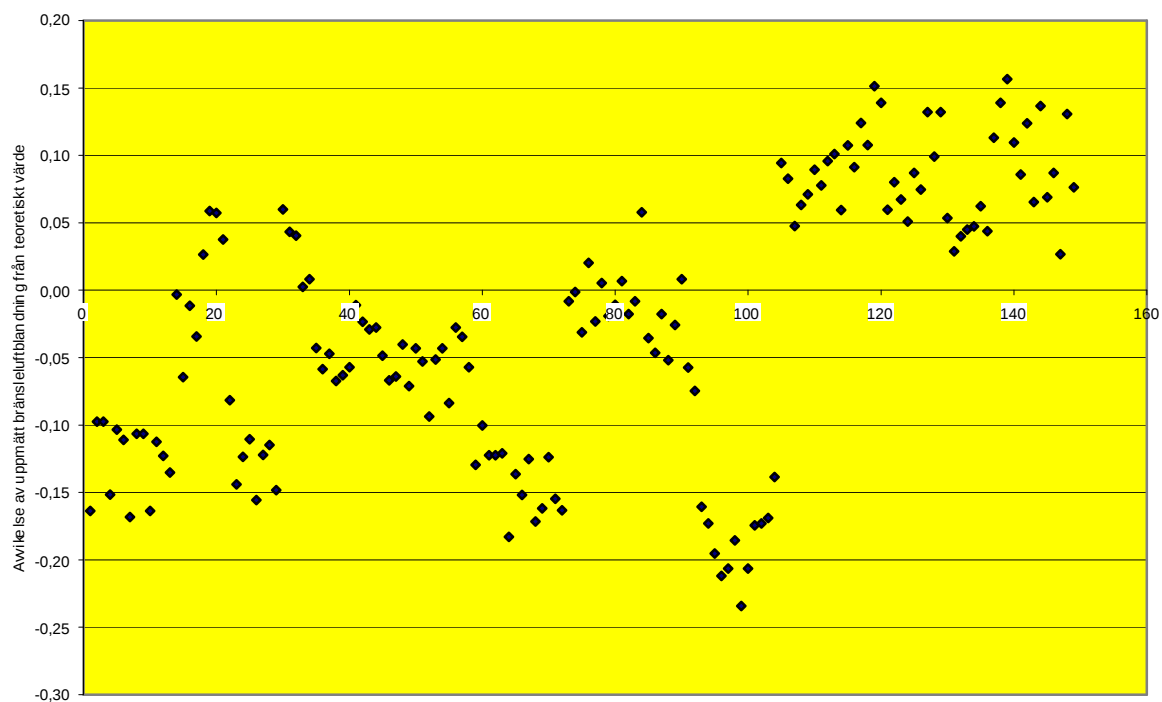
X-axeln i följande diagram refererar till numret på respektive mätning.

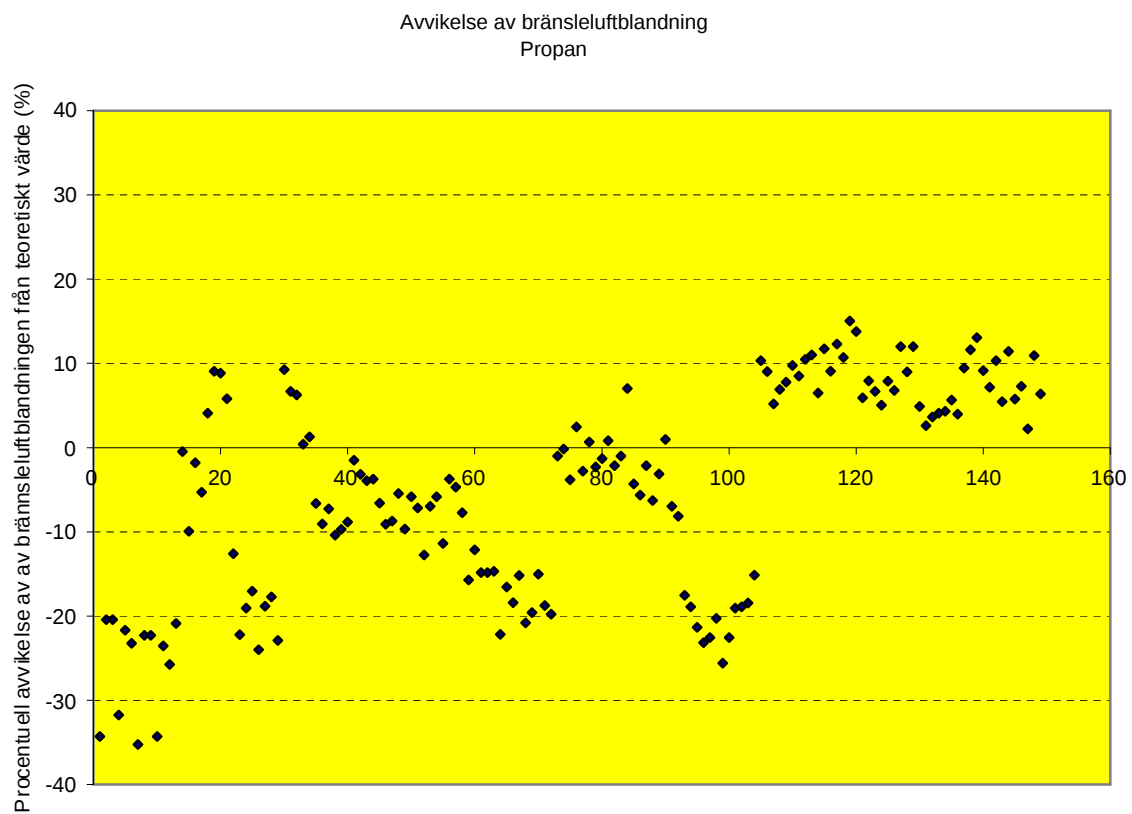
8.1 Propan

Uppmätta bränsleluftblandningar jämförda med teoretiskt värde
Propan



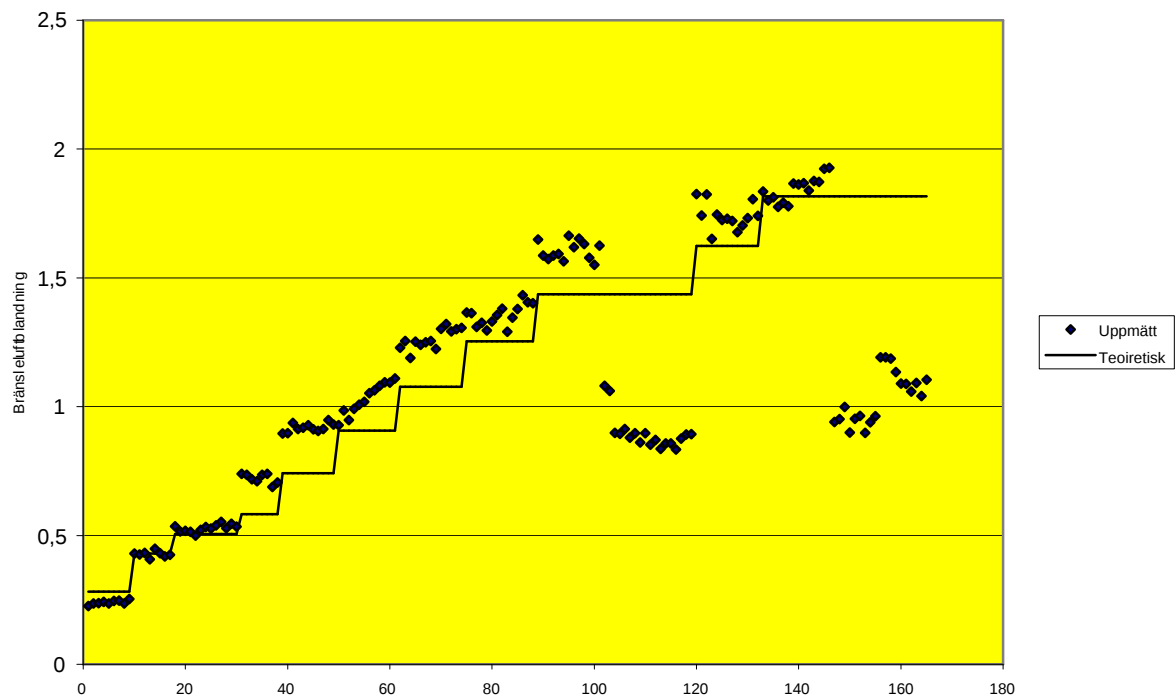
Avvikelse av uppmätt bränsleluftblandning
Propan



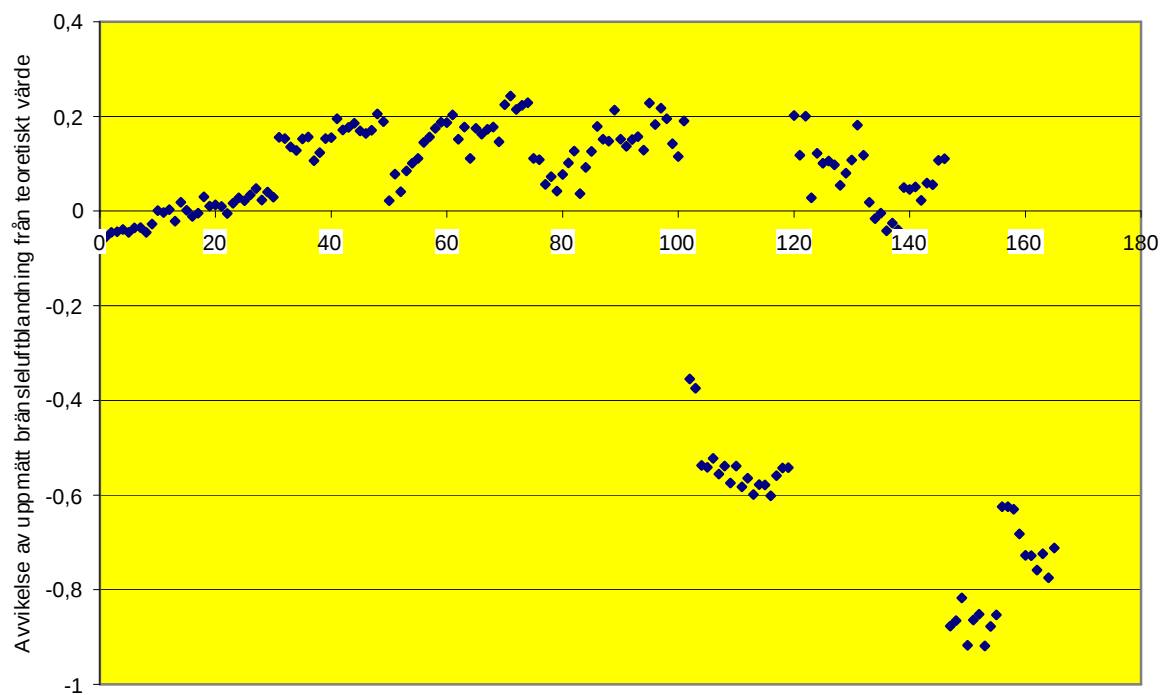


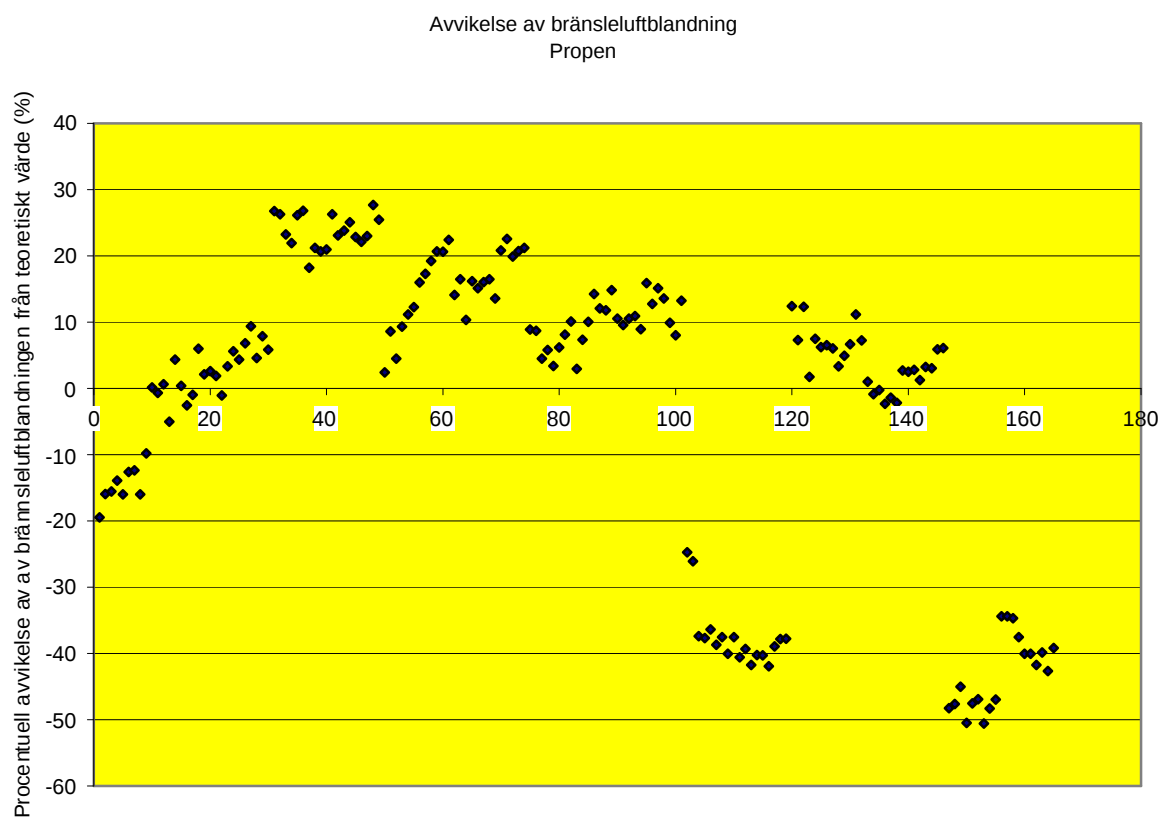
8.2 Propan

Uppmätta bränsleluftblandningar jämförda med teoretiskt värde
Propan



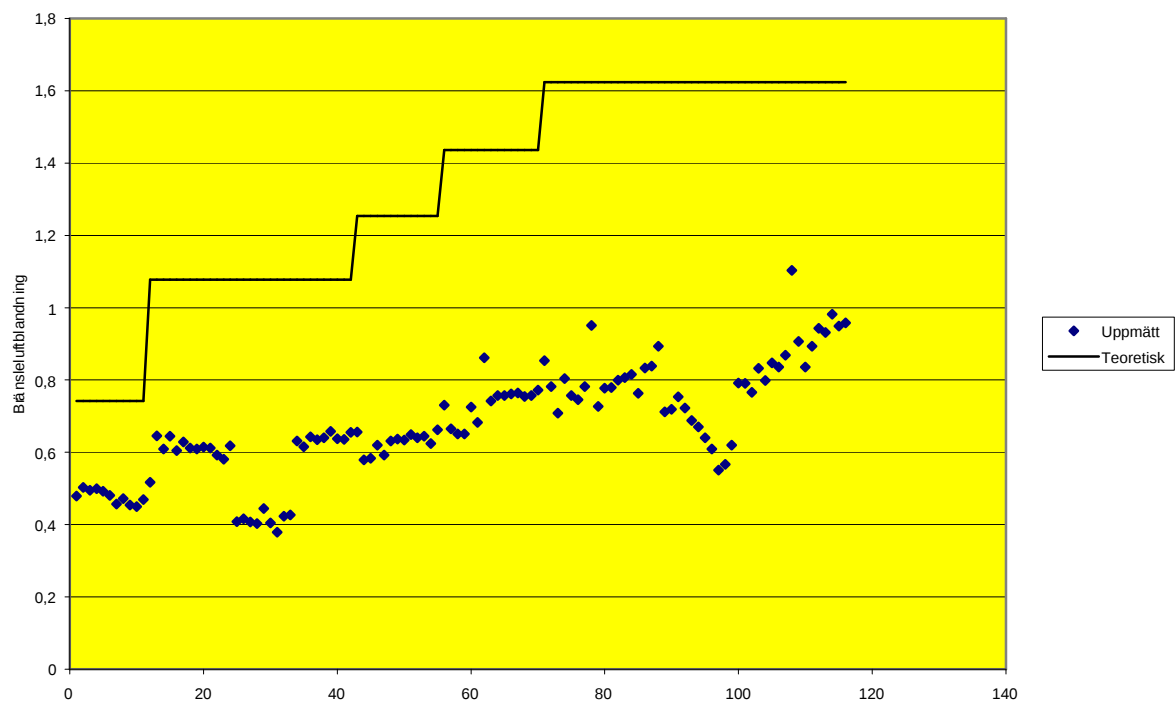
Avvikelse av uppmätt bränsleluftblandning
Propan



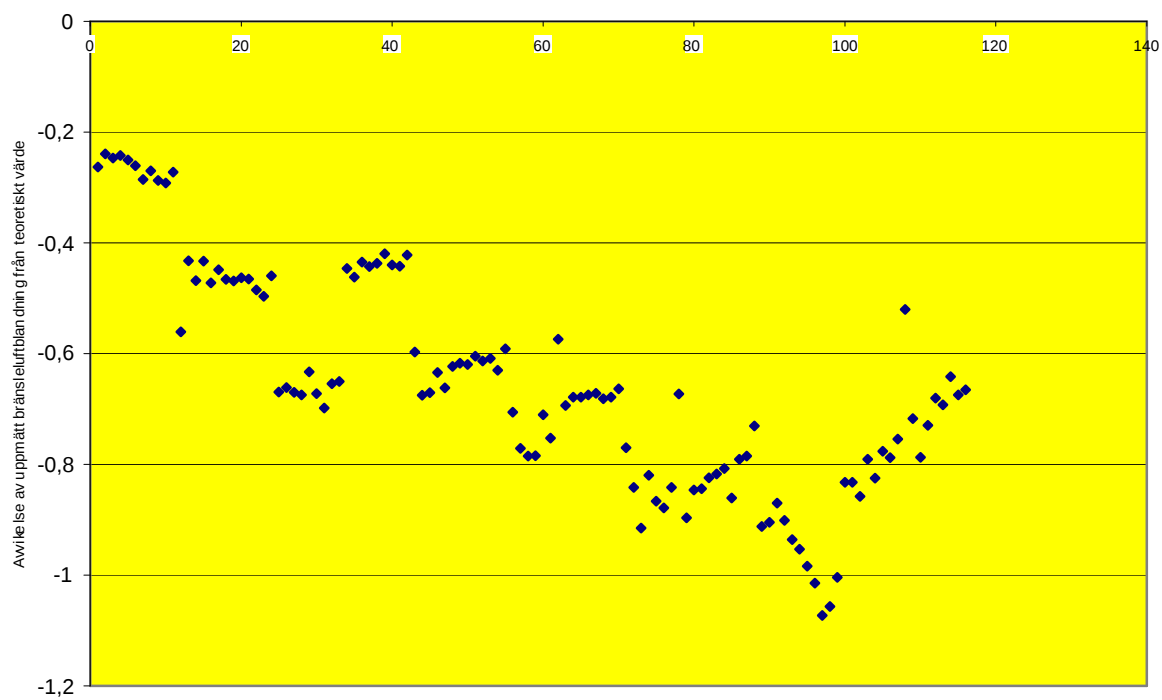


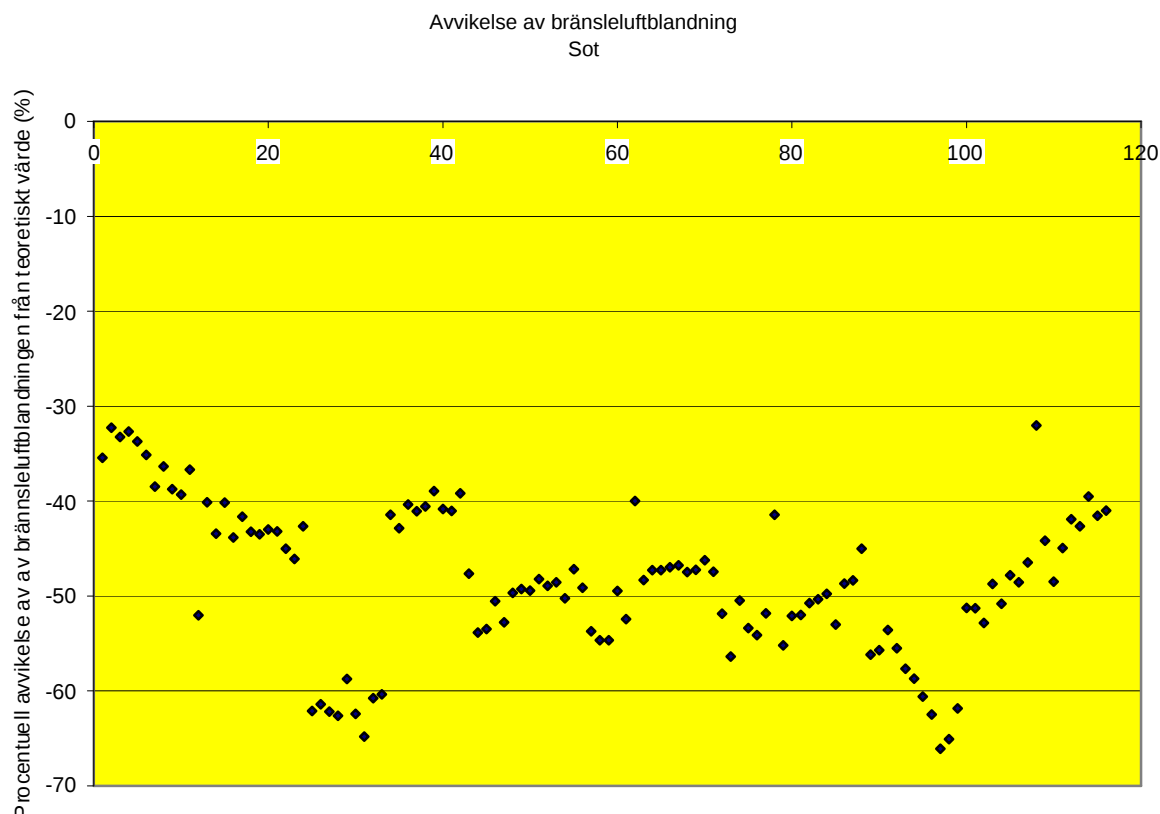
8.3 Sot

Uppmätta bränsleluftblandningar jämförda med teoretiskt värde
Sot



Avvikelse av uppmätt bränsleluftblandning
Sot





9 Diskussion och förslag till förbättringar

9.1 Användningsområden

Den testade försöksupställningen är avsedd att mäta bränsleluftblandningar i lokala punkter eller i system där det är svårt eller omöjligt att på annat sätt mäta bränsleluftblandningen. Systemet kan inte ses som en produkt som kan utvecklas och sedan användas utan systemets uppbyggnad är till mycket stor del beroende av vad som skall mätas och hur mätningen skall utföras. Masspektrometern i sig förbrukar en mycket liten provvolym, medan reaktor och slangar kräver ett betydligt större volymflöde för att inte tidskonstanten skall bli för långa. Systemet kan användas för att mäta bränsleluftblandningen i olika delar av lågor eller annan förbränning. Den kan också användas för bestämning av bränsleluftblandningen i en volym vari blandningsfraktionerna ej är kända. Den kan också användas för att bestämma bränsleluftblandningarna på olika punkter i en volym. Det senare innebär att den kan användas för validering av teoretiska datormodeller.

9.2 Användandet av systemet

Användandet av systemet är tyvärr inte trivialt. Det förutsätter kunskap om massflöden, tekniken för olika delsystem samt framför allt en "känsla" för körningen av oljediffusionspumpen. Det finns ingen startknapp där systemet startar, man gör sina analyser, och sedan stänger av systemet. Systemet består av ett antal icke triviala delsystem där operatören måste ha god kännedom om samtliga.

Syftet med arbetet har inte i första hand varit att skapa ett färdigt system utan snarare att titta på problemen och möjligheterna med systemet.

Man kan med lätthet byta ut delar av systemet mot andra med motsvarande funktion. Flera av delsystemen kan bytas ut mot andra system med motsvarande funktion men med betydligt enklare handhavande.

9.3 Förbättringar av systemet

9.3.1 Datainsamling

Systemet kan avsevärt förbättras genom att byta system för datainsamling. Om modulerna byts mot ett mätkort kan ett mycket större antal mätningar göras per tidsenhet med mycket bättre upplösning. Detta skulle ge betydligt bättre utdata och reducera tidsåtgången för en mätcykel med en faktor tio.

9.3.2 Vakuumsystem

Vakuumsystemet med en oljediffusionspump är svårhanterligt samtidigt som mycket problem uppstod genom att oljan kontaminerade analyshuvud och filament. Det finns system av andra typer som är mycket mer lätthanterliga. De är dock betydligt dyrare och betydligt mindre robusta än det system som användes. Aktuellt system saknar rörliga delar och är därför relativt okänsligt för rörelser. Aktuell försöksuppställning med oljediffusionspump är också okänsligt mot kraftiga tryckökningar i vakuumcellen. Det senare är något som kan få förödande konsekvenser för ett mekaniskt högvakuumsystem.

9.3.3 Masspektrometer

Det finns idag masspektrometrar som är direkt anslutna till en dator. De har betydligt bättre funktioner för den typen av mätningar som gjordes än vad det system vi skapat har. Dessa system är dock avsevärt dyrare och har inte samma möjlighet till anpassning som aktuellt system. De bedöms dock vara betydligt mer lätthanterliga.

9.3.4 Reaktorn

Reaktorn fungerade väl för förblandad gas men betydligt sämre för brandgaser med stort innehåll av sot. En utveckling av detta bör kunna ske. Detta får dock anses som ett projekt utanför ramarna på detta examensarbete.

9.3.5 Sampling

För att tillförlitliga mätdata skall kunna erhållas måste de delar med vilket provet sugas upp förbättras. Stora problem uppstod med avsättning av sot i systemet.

10 Referenser

1. IAFSS 2001-10-16. **Determination of the equivalence ratio during fire, comparison of techniques**, BERIT ANDERSSON*, GÖRAN HOLMSTEDT and ANDERS DAGNERYD
Department of Fire Safety Engineering, Lund University, P.O. Box 118, S-221 00, Sweden
2. BBR
3. ADAM 4000 Series Data Acquisition Modules, Users Manual, från Advantech, utgiven 1997
4. LabVIEW från början, skriven av Lars Bengtsson och utgiven år 2000 av Studentlitteratur

5. Mätteknik för D, Lektions- och laborationshandledning, Vårterminen 2000, utgiven av Elektrisk mätteknik, Lunds Tekniska högskola.

Appendix A

Kalibrering av flödesmätare

Appendix A, Kalibrering av flödesmätare

1. Uppställning

Gasflaskan för den gas som massflödesmätaren skulle kalibreras för placerades på vågen. En motvikt anslöts via en lätttrullande trissa i taket. Detta då vågen ej hade kapacitet att hantera hela flaskans vikt. Tryckreduktionsventiler anslöts till gasflaskan och från tryckreduktionsventilerna anslöts rör till massflödesmätaren.

2. Utförande

Massflödesmätaren ställdes in på, för kalibreringen, aktuellt värde. Tidtagningen startade vid omslag på vågen. Efter detta gjordes avläsningar av tiden när vågen slog om vid ett antal tillfällen. För koldioxid utfördes kalibrering för 100,2, 50,3 och 25,0 skaldelar, och för kvävgas utfördes kalibrering för 99,7 och 50,2.

3. Beräkning

Resultaten visar en god linjäritet. Kvävgas 99,7 skaldelar uppvisar viss bågformighet, men då denna tendens ej uppvisas för övriga mätningar, vare sig koldioxid eller kvävgas, så antas detta fel vara ett resultat av en normal spridning.

Det antas vidare att massflödesmätaren är konstruerad för att ge ett linjärt flöde över skalan.

Derivatan för det uppmätta resultatet redovisas i tabellen. Det har i beräkningarna ej ställts något krav på att den approximerade förstgradsfunktionen skall passera genom origo, även om detta varit ett rimligt antagande. Detta för att initiala störningar inte skall påverka funktionen mer än övriga fel. I analysen har dock initialvärdet vägts in som 0 för massavgång och 0 för tiden. Anpassad funktion sammanfaller väl med antagandet att funktionen bör ha en skärning i origo.

Koldioxid 100,2 Skaldelar

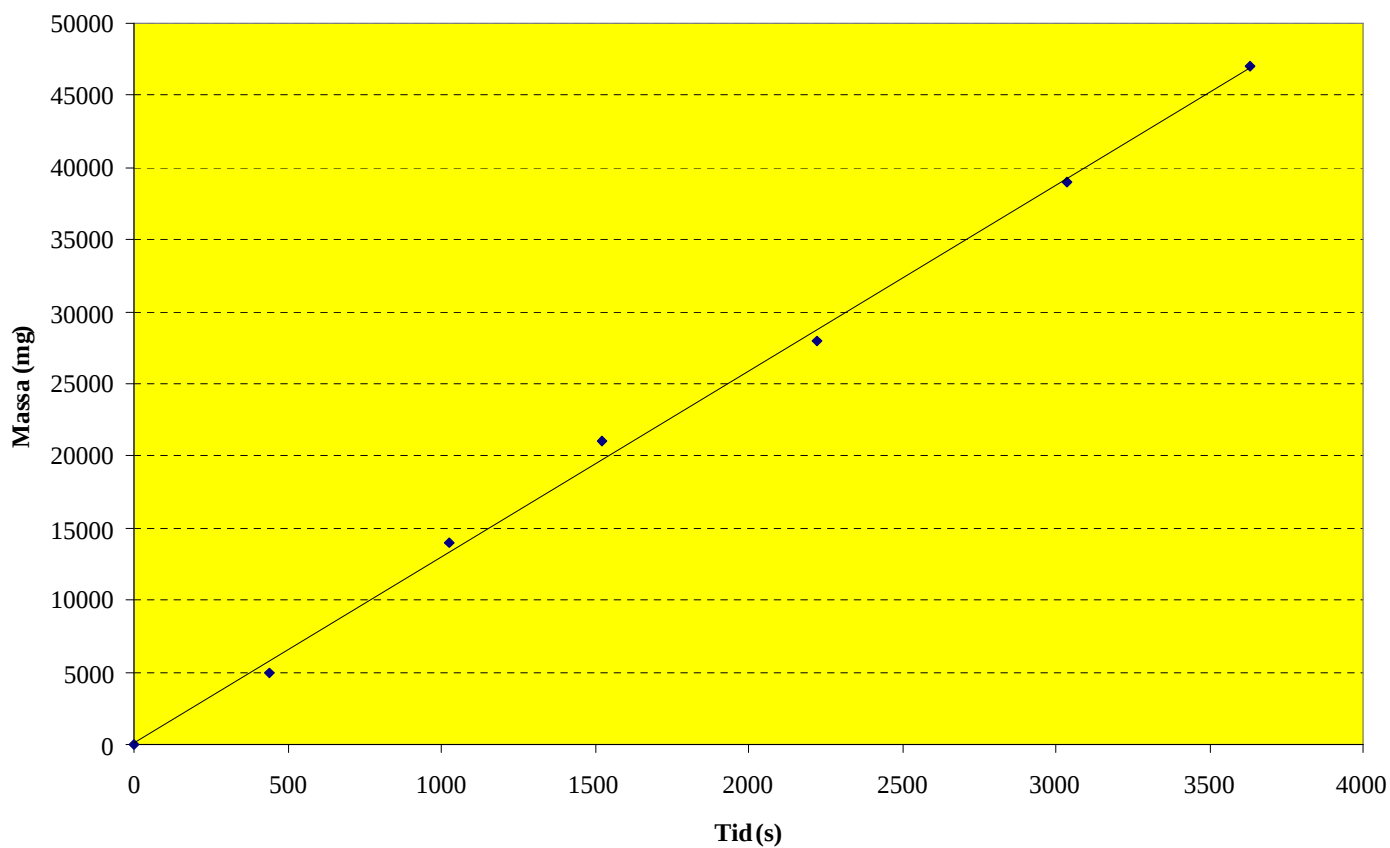
Total tid (s)	Avläst massa (g)	Massavgång (mg)	Massavgång (mmol)
0	67	0	0
439	62	5000	113,6108
1028	53	14000	318,1102
1523	46	21000	477,1654
2223	39	28000	636,2205
3037	28	39000	886,1642
3631	20	47000	1067,942
		mg/s	mmol/s
		12,88329	0,29274

Koldioxid 50,3 Skaldelar

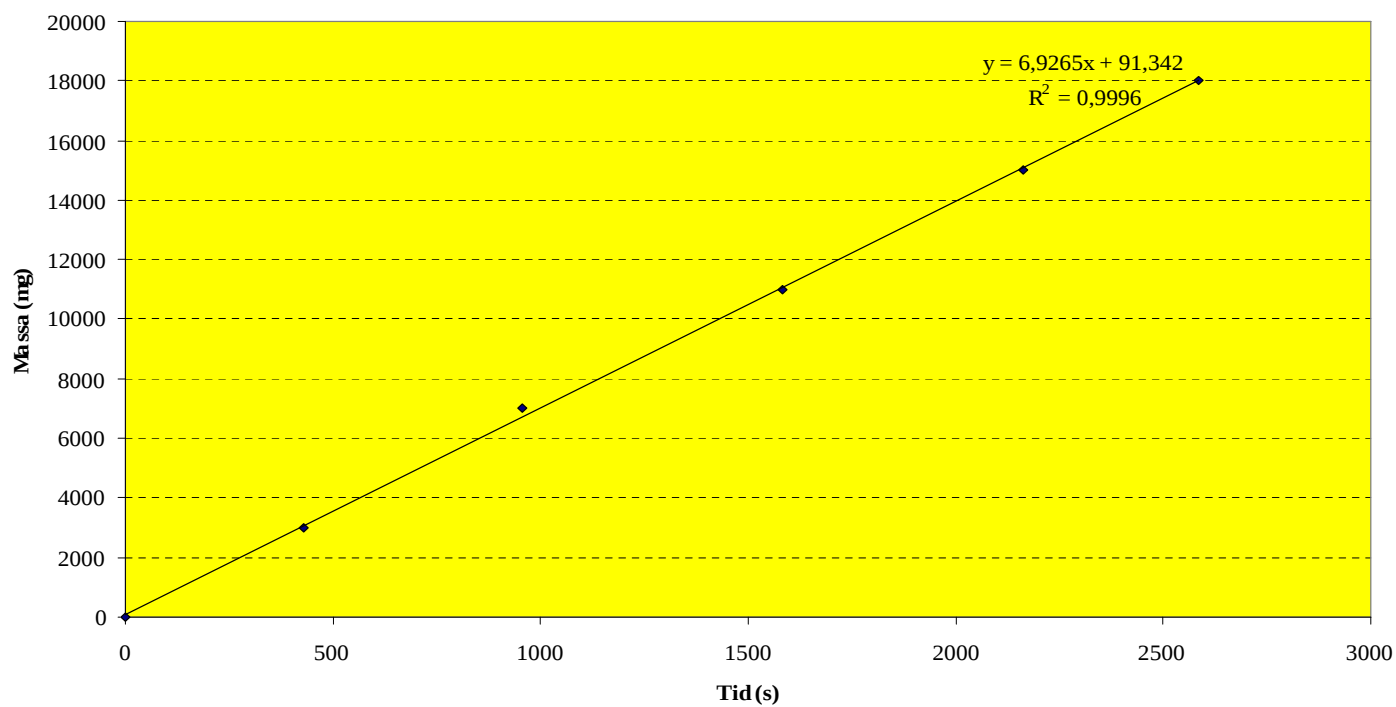
Total tid (s)	Avläst massa (g)	Massavgång (mg)	Massavgång (mmol)
0	19	0	0
429	16	3000	68,16648
957	12	7000	159,0551
1583	8	11000	249,9438
2162	4	15000	340,8324
2586	1	18000	408,9989
		mg/s	mmol/s
		6,926519	0,157385

Koldioxid 25,0 Skaldelar

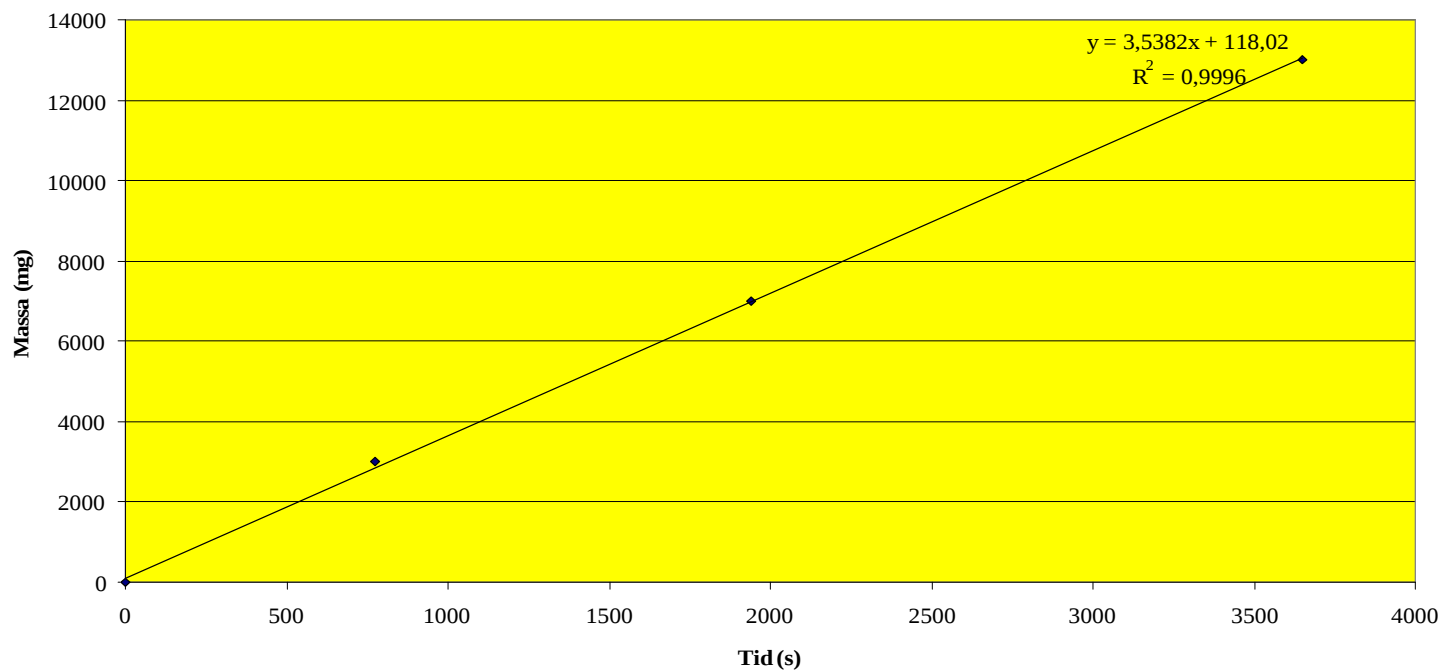
Total tid (s)	Avläst massa (g)	Massavgång (mg)	Massavgång (mmol)
0	113	0	0
774	110	3000	68,16648
1942	106	7000	159,0551
3651	100	13000	295,3881
		mg/s	mmol/s
		3,538234	0,080396

Koldioxid 100,2 skd

Koldioxid 50,3 skd



Koldioxid 25,0 skd



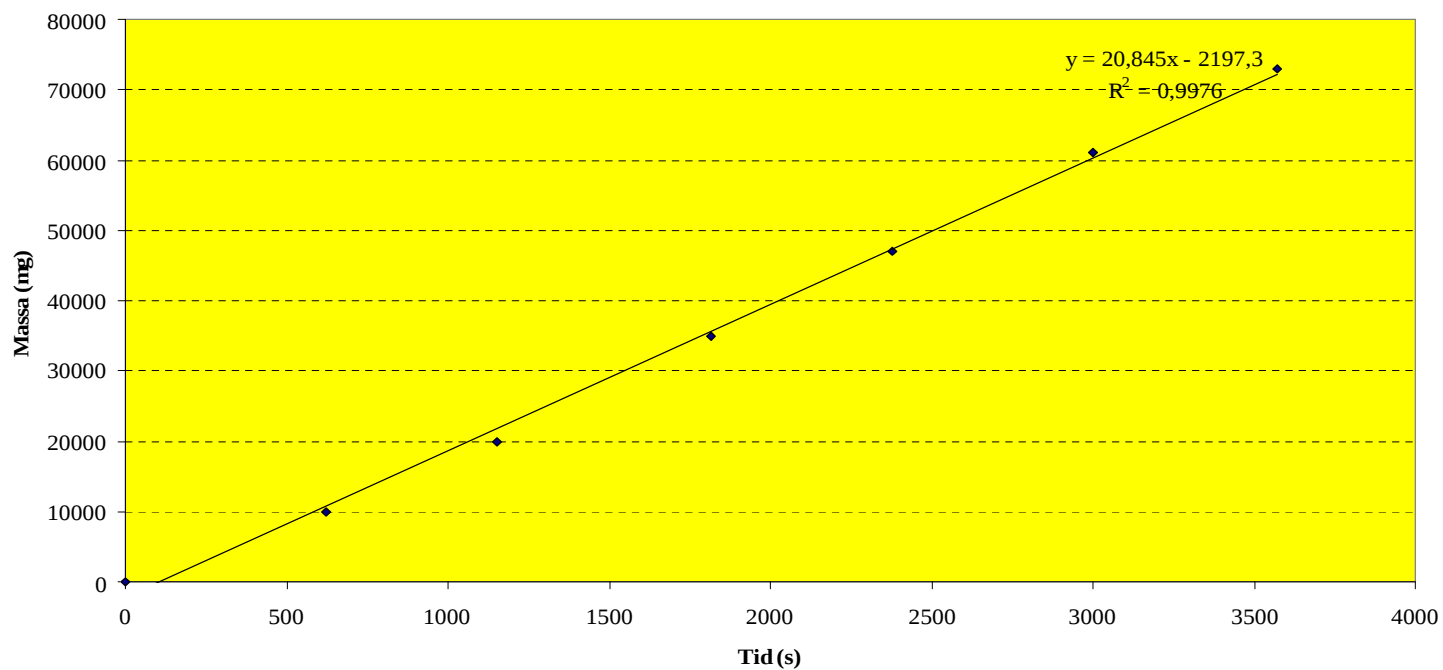
Kvävgas 99,7 Skaldelar

Total tid (s)	Avläst massa (g)	Massavgång (mg)	Massavgång (mmol)
0	374	0	0
621	364	10000	356,972
1151	354	20000	713,944
1817	339	35000	1249,402
2379	327	47000	1677,768
3001	313	61000	2177,529
2570	301	73000	2605,896
		mg/s	mmol/s
		20,84544	0,744124

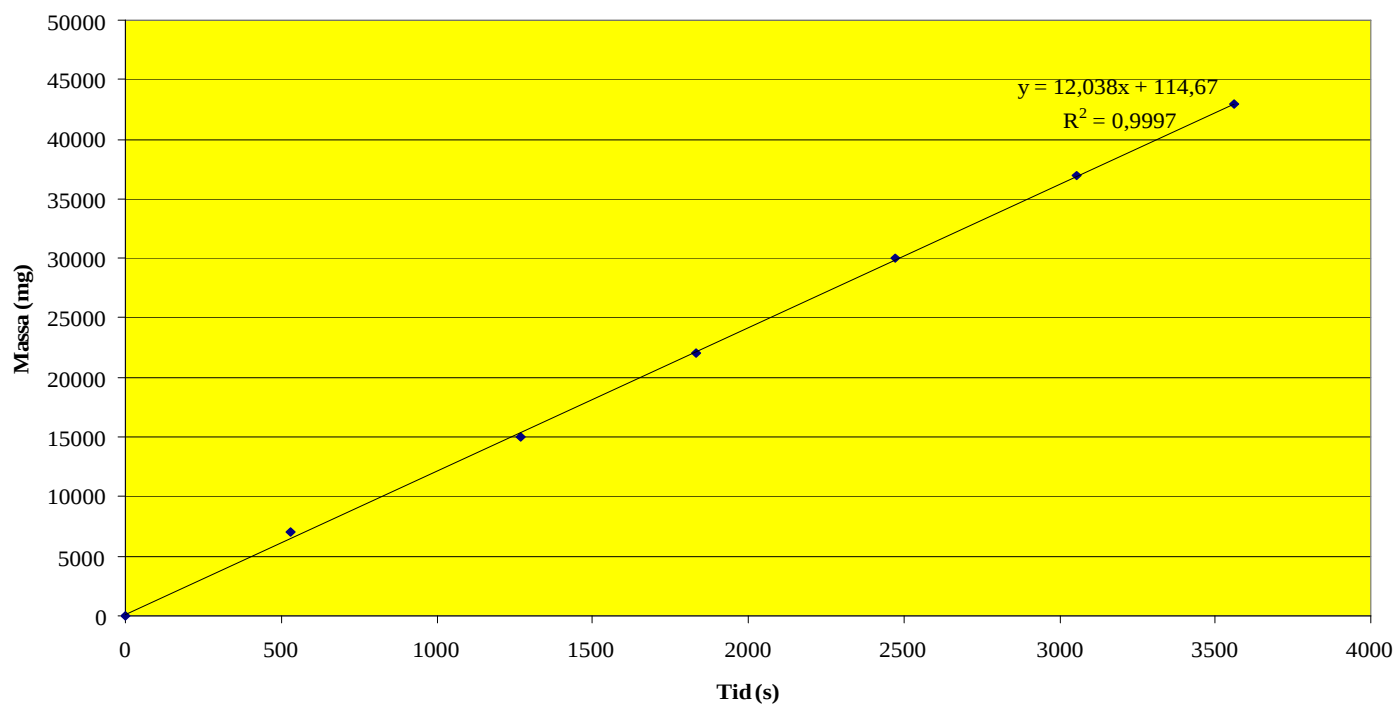
Kvävgas 50,2 Skaldelar

Total tid (s)	Avläst massa (g)	Massavgång (mg)	Massavgång (mmol)
0	300	0	0
532	293	7000	249,8804
1269	285	15000	535,458
1834	278	22000	785,3384
2473	270	30000	1070,916
3055	263	37000	1320,796
3563	257	43000	1534,980
		mg/s	mmol/s
		12,03814	0,429728

Kvävgas 99,7 skd



Kvävgas 50,2 skd



4. Massflöde per skadel för massflödesmätare.

För anpassning av funktion till aktuella mätdata har en funktion ansatts med krav om skärning med origo. Mätningarna kommer i många fall att ligga nära origo. Den anpassade linjära funktionen måste genom origo då orimliga fel erhålls för små värden då beräkningen är relativ.

4.1. Koldioxid

Anpassad funktion med krav på skärning i origo:

$$y = 1309x$$

$$R^2 = 0,9973$$

Anpassad funktion utan krav på skärning i origo:

$$y = 128x + 0,221$$

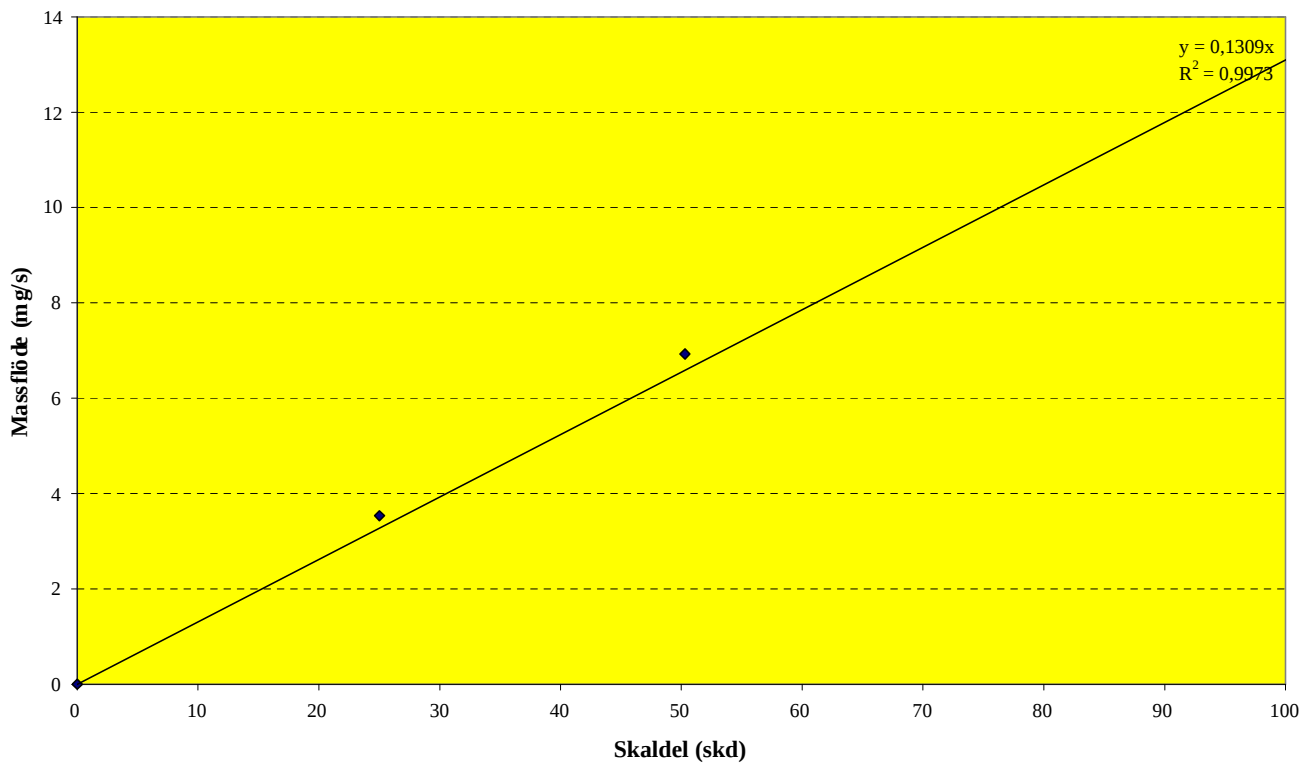
$$R^2 = 0,9982$$

Funktionerna skiljer sig obetydligt, varför den anpassade funktionen med krav på skärning med origo används. Den senare har bättre överensstämmelse med den praktiska funktionen för en massflödesmätare och antas därför vara mer korrekt, särskilt i området nära origo.

Koldioxid

Skaldelar (skd)	Massavgång ((mg/s)skd)	Massavgång ((mmol/s)skd)
0	0	0
25	3,538234	0,080396
50,3	6,926519	0,157385
100,2	12,88329	0,292736

Koldioxid
Mg koldioxid per sekund som funktion av antal skaldelar.



4.2. Kvävgas

Anpassad funktion med krav på skärning i origo:

$$y = 2153x$$

$$R^2 = 0,9913$$

Anpassad funktion utan krav på skärning i orig:

$$y = 2092x + 0,5105221$$

$$R^2 = 0,9928$$

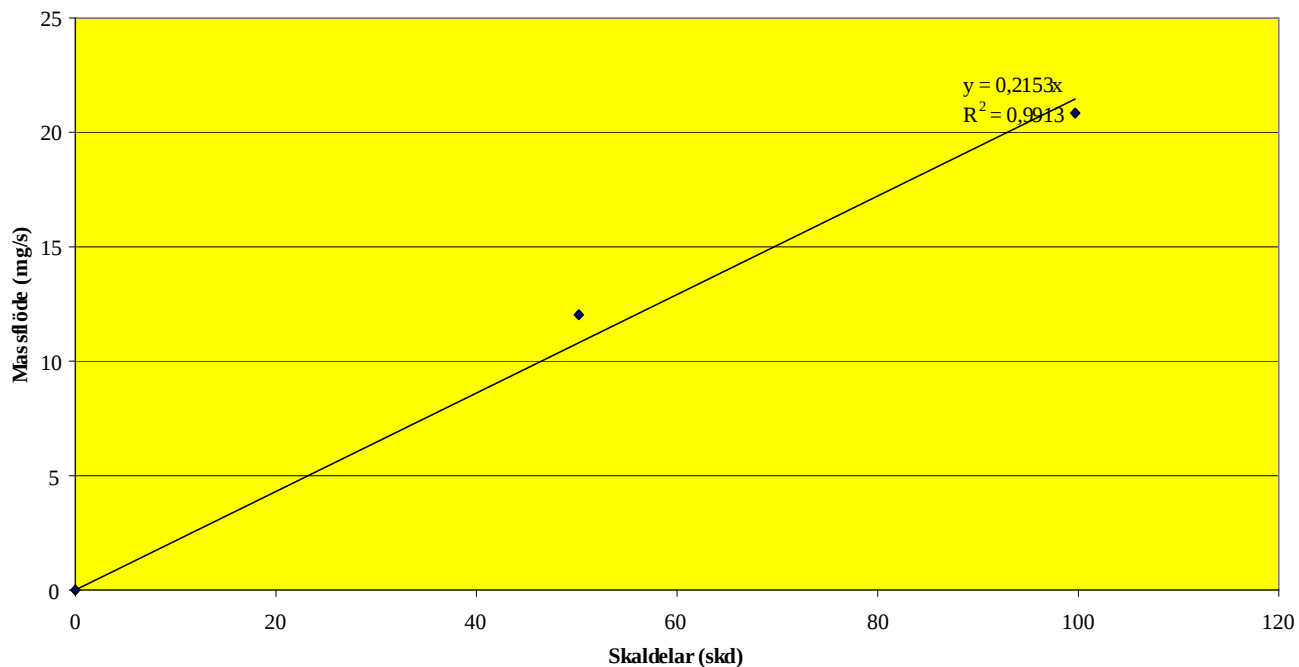
Funktionerna skiljer sig obetydligt varför den anpassade funktionen med krav på skärning med origo används. Den senare har bättre överensstämmelse med den praktiska funktionen för en massflödesmätare och antas därför vara mer korrekt, särskilt i området nära origo.

Kvävgas

Skaldelar (skd)	Massavgång ((mg/s)/skd)	Massavgång ((mmol/s)/skd)	
0		0	0

50,2	12,03814	0,429728
99,7	20,84544	0,744124

Kvävgas
Mg kvävgas per sekund som funktion av antalet skaldelar



Appendix B

Reaktor

Appendix B, Reaktor

1. Bakgrund

Anledningen till testet av reaktorn var att ta reda på huruvida metalloxidkatalysator var ett alternativ till platinakatalysator. Om metalloxidkatalysatorn var ett alternativ så behövdes även värden för lämplig driftstemperatur fastställas. Det fanns även ett intresse att fastställa lämpliga driftstemperaturer för platinakatalysatorn. Resultaten är plottade i diagram ur vilka lämpliga driftspunkter kan plockas.

2. Förutsättningar

Katalysatorerna testades med följande gaser:

- Metan, då det ansågs vara den gas som krävde högst drifttemperatur.
- Propan, då det är den för försöken vanligaste gasen.
- Propen, då det är en gas som möjligen kunde ställa till problem med anledning av att gasen genererar mycket sot vid förbränning.

Inga tester har körts med sot vilket är synnerligen väsentligt för att kunna fastställa hur katalysatorerna kommer att fungera under de förutsättningar som den är avsedd att användas vid. Fortsatt utredning på detta område är nödvändigt.

3. Resultat

Det visade sig att metalloxidkatalysatorn var ett bra alternativ till platinakatalysatorn. Under de aktuella försöken så fungerade metalloxidkatalysatorn bättre för metan och propan. För propen är katalysatormassorna nästan likvärdiga, möjligen är platinakatalysatorn något bättre. Metalloxidkatalysatorn har fördelen av att den är homogen och går att mortla och sikta till lämplig diameter.

Anledningen till skillnaden mellan katalysatorernas effekt kan vara något av nedanstående:

- Specifika ytan. Den geometriska utformningen på kornen som ingår i katalysatorn är olika. Storleken är också olika. Metalloxidens yta är mycket porös vilket borde leda till större specifik yta.
- Olika förmåga att katalysera gasblandningen.

4. Speciella iakttagelser

Vid några av körningarna så erhöles lägre värden än maxvärdet vid låga temperaturer. I vissa fall är denna tendens mycket tydligt och i andra fall finns en tendens som kan ligga inom felmarginalen. Anledningen till detta går inte att fastställa genom denna testserie.

5. Försökuppställning

5.1. Uppställning

Den aktuella gasen samt andningsluftens flöde ställdes in med flödesmätare. Gaserna blandades och överflödig gas avgick. Från gasblandningen sögs kontinuerligt gas genom reaktorn in i en flamjonisationsdetektor. I flamjonisationsdetektorn detekteras oförbrända kolväten. Storleken på den återstående mängden kolväten registrerades. Reaktorn var placerad i en ugn med vilken reaktorns temperatur kan ställas in.

5.2. Data

5.2.1. Reaktorbehållare

Dimensioner:

- Radie 38 mm
- Längd 300 mm

5.2.2. Innervolym reaktorbehållare

Godstjockleken uppskattades till 2 mm. Detta ger en volym på $0,268 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

5.2.3. Flödet

Flödet genom reaktorn motsvarade 2 skaldelar på luftflödesmätaren.

De olika testflödena var följande:

- Metan, 4 skaldelar metan och 11 skaldelar luft.
- Propan, 6 skaldelar propan och 17 skaldelar luft.
- Propen, 6 skaldelar propen och 17 skaldelar luft.

6. Genomförande

Flamjonisationsdetektorn startades och ställdes in på nollgas (andningsluft). När den var färdig för drift ställdes aktuell temperatur in på ugnen. Temperaturstegen var 50 grader med vissa undantag. När ugnen nått aktuell temperatur gavs reaktorn ytterligare 10 minuter att stabilisera sig. Efter detta kopplades flamjonisationsdetektorn om till "probe" för att mäta innehållet av kolväte i gasen som passerat reaktorn. Resultatet avlästes när mätinstrumentets visare stannat eller i något fall när visaren rörde sig mycket långsamt. Tiden för systemet att ge ett stabilt värde varierade mellan ca 10 sekunder till 10 minuter beroende på gastemperatur och katalysator. Efter att resultatet avlästs kopplades flamjonisationsdetektorn om till nollgas och ugnen programmerades om för nästa temperatur.

När mätvärde avlästes så användes i de flesta fall flera skalor då dessa gav olika resultat. Detta syns i resultatgrafen.

6.1. Platinakatalysator och Metan

Platinakatalysatorn erbjöd inga problem när den användes med metan. Första inställda värde var 150 °C. Värdena kunde avläsas kort efter att flamjonisationsdetektorn aktiverats. Försöket avbröts vid 800 °C.

I resultatgrafan finns en tendens till lägre värden vid lägre temperaturer innan maxpunkten. Den är dock otydlig.

6.2. Platinakatalysator och Propan

Platinakatalysatorn erbjöd inga problem när den användes med propan. Första inställda värde var 150 °C. Värdena kunde avläsas kort efter att flamjonisationsdetektorn aktiverats. Försöket avbröts vid 650 °C.

Det syns inga tendenser till lägre värden vid lägre temperaturer. Detta kan bero på att mätningarna startades på 150 °C.

6.3. Platinakatalysator och Propen

Vid användande av platinakatalysatorn och propen tog det betydligt längre tid på låga temperaturer innan ett stabilt resultat erhöles jämfört med metan och propan. Första inställda värde var 20 °C. Försöket avbröts vid 500 °C.

I resultatgrafan syns en tydlig tendens till lägre värden vid lägre temperaturer innan maxpunkten uppnåts.

6.4. Metalloxidkatalysator och Metan

Vid användandet av metan tog det betydande tid innan stabilt resultat erhöles för temperaturerna 400 och 450 °C. Första inställda värde var 105 °C. Försöket avbröts vid 550 °C.

I resultatgrafan syns inga tendenser till lägre värden vid lägre temperaturer innan maxpunkten.

6.5. Metalloxidkatalysator och Propan

Metalloxidkatalysatorn gav en del mätproblem med propan. Från 250 grader och uppåt tog det lång tid för att erhålla stabila mätvärden. Första inställda värde var 33 °C. Försöket avbröts vid 400 °C.

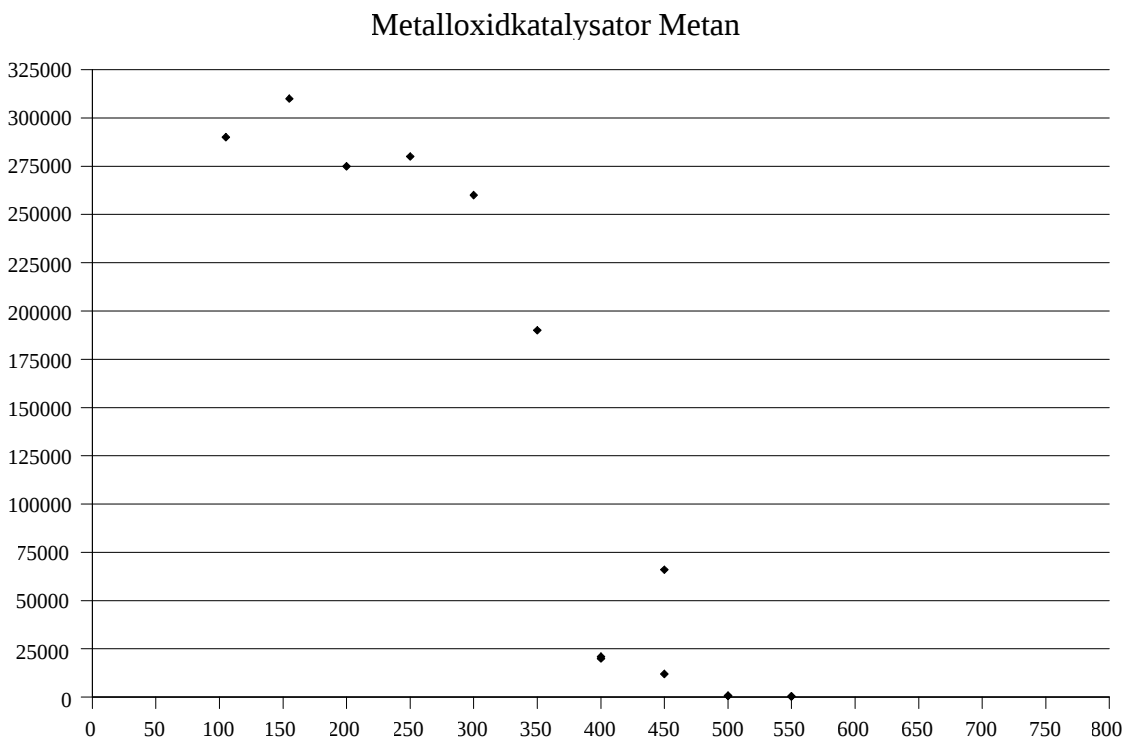
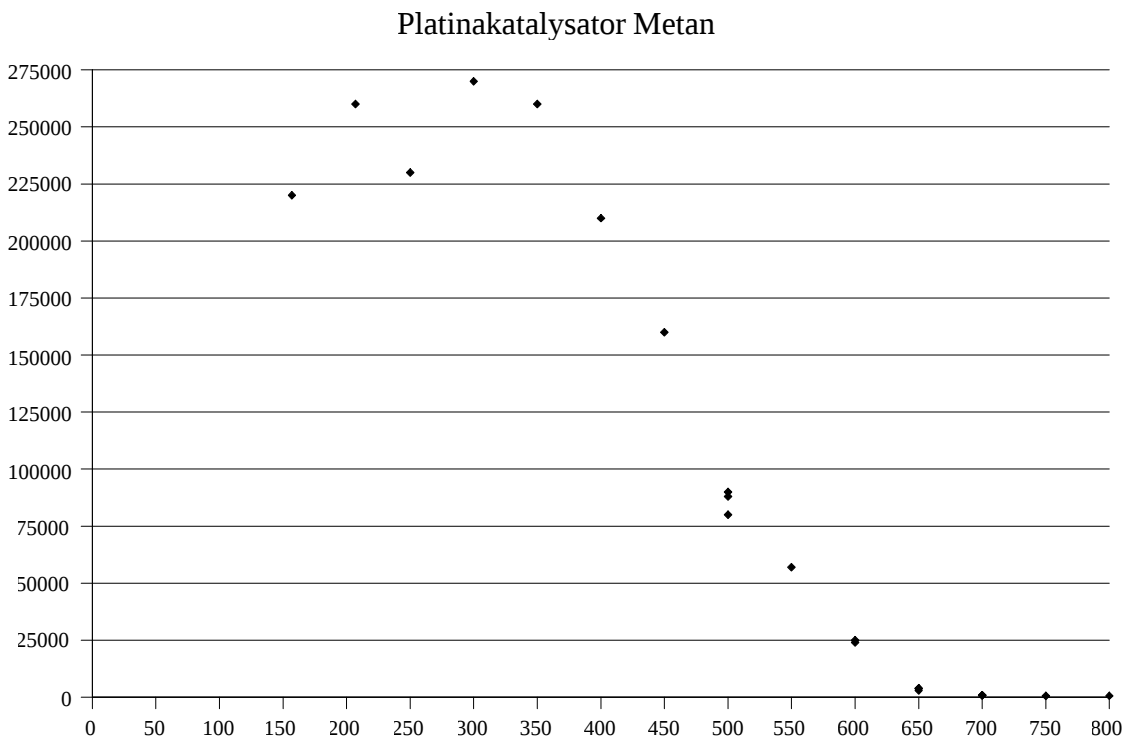
Det syns inga tendenser till lägre värden vid lägre temperaturer.

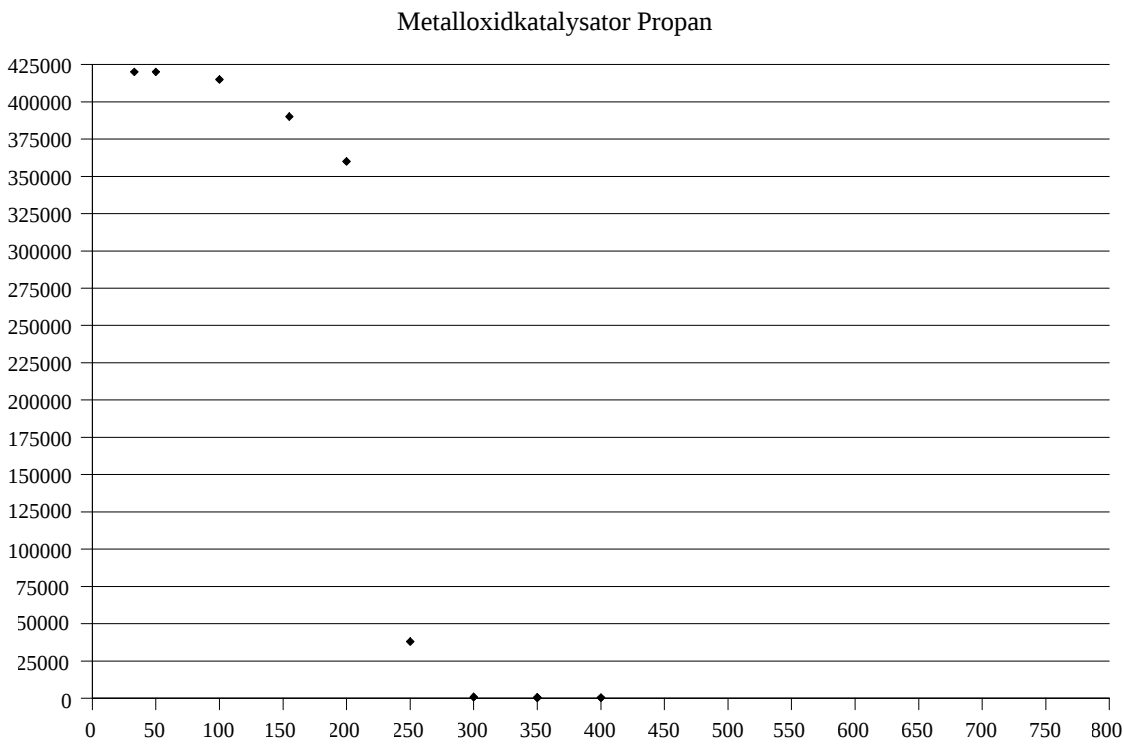
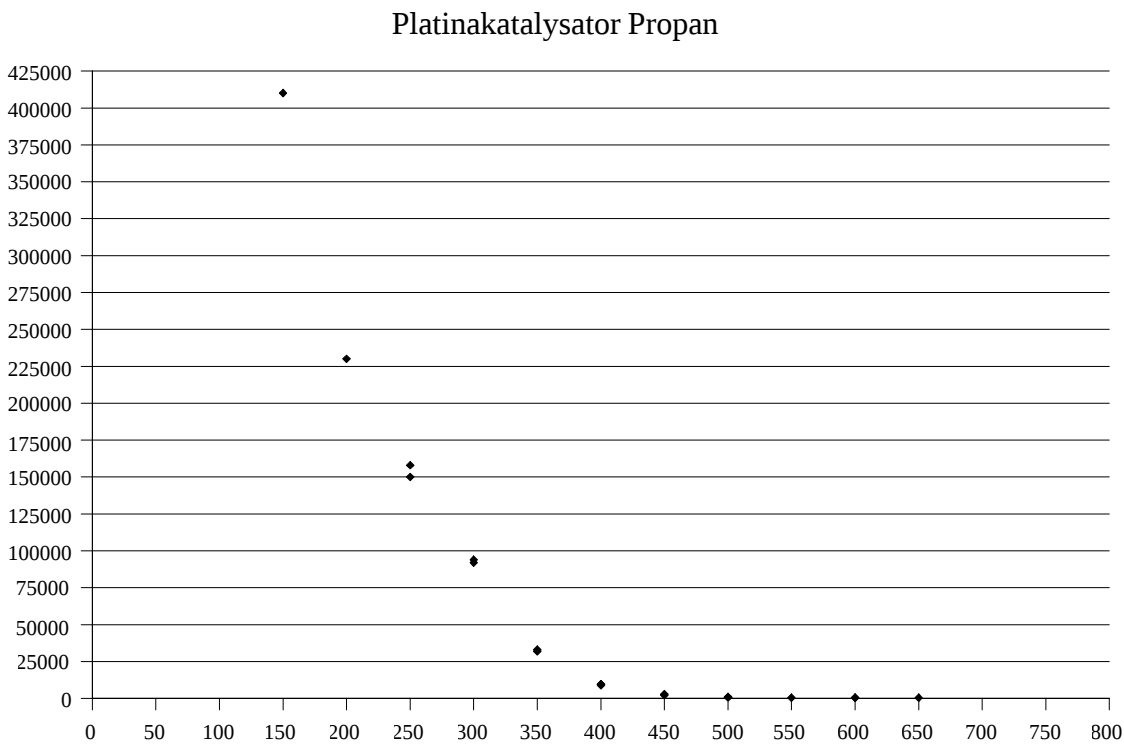
6.6. Metalloxidkatalysator och Propen

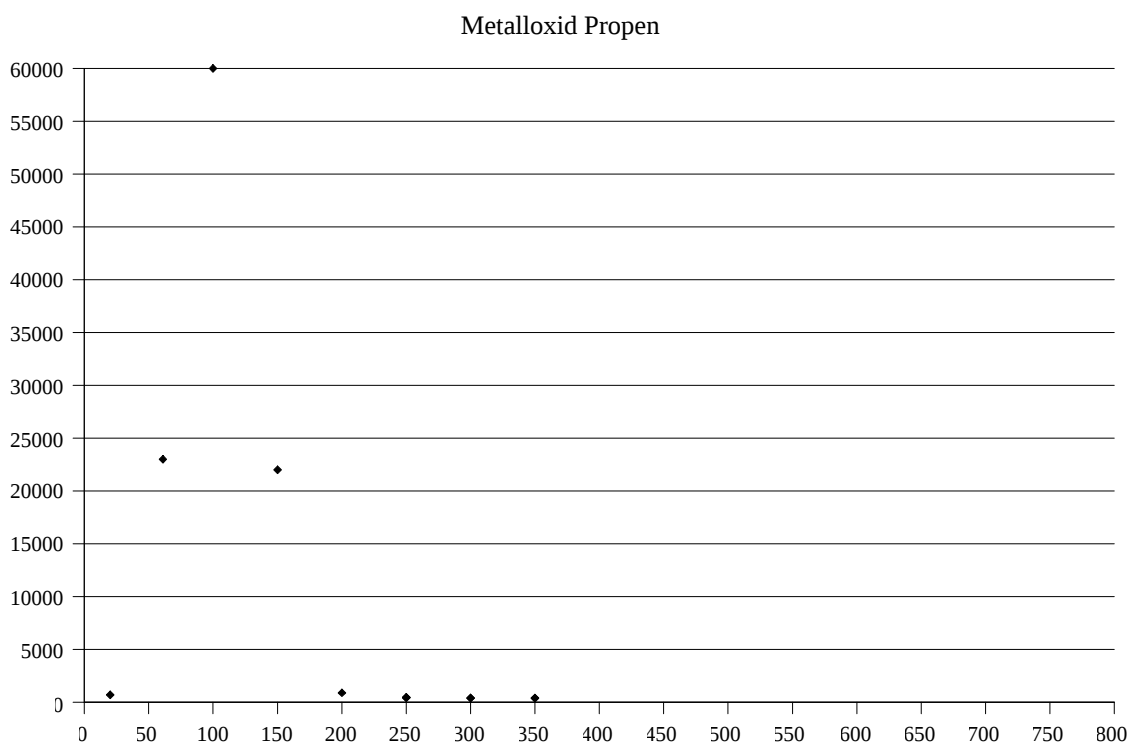
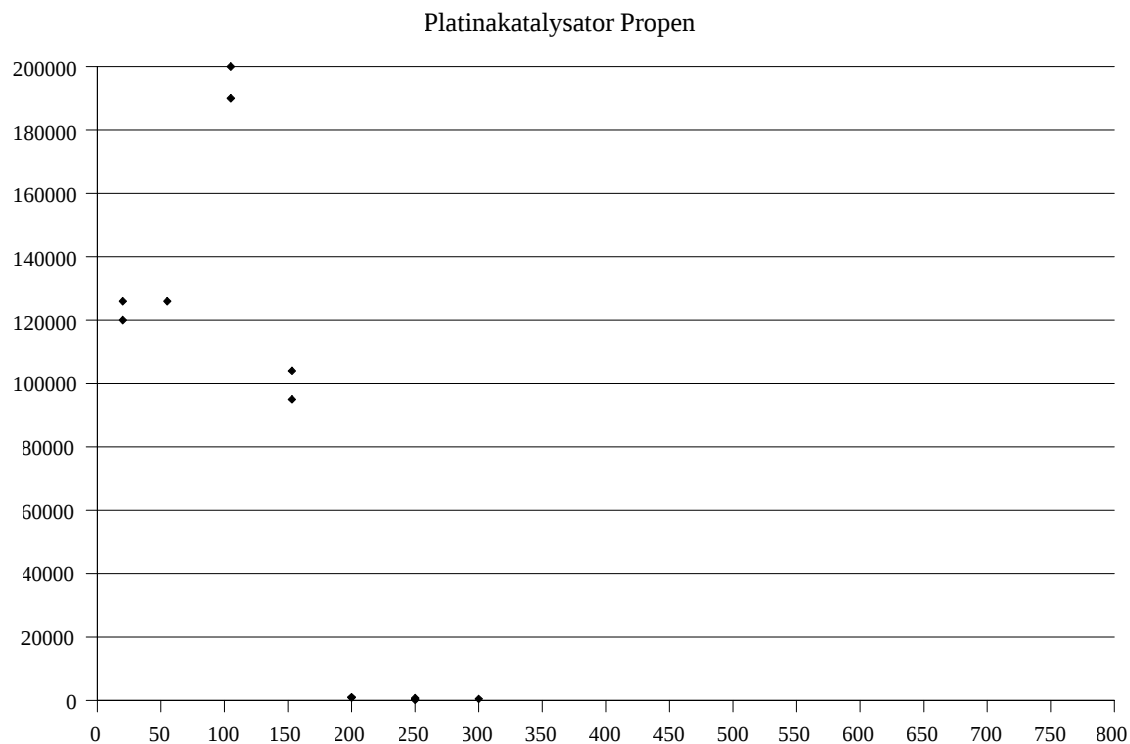
Vid användandet av metalloxidkatalysatorn och propen erhöles resultat kort efter att flamjonisationsdetektorn aktiverats. Första inställda värde var 20 °C. Försöket avbröts vid 350 °C.

I resultatgrafan syns en mycket tydlig tendens till lägre värden vid lägre temperaturer innan maxpunkten uppnåts.

Koncentrationerna är mycket låga vid detta försök. När försöket kördes utan katalysator nåddes en koncentration på 345 000. I detta fall nåddes inte nolläget vid max utslag.







Efter testserien gjordes körningar med kalibreringsgas för att möjliggöra en eventuell kvantifiering av erhållna resultat. För aktuellt examensarbete saknar kalibreringen intresse varför ingen vidare

korrelering av erhållen data har gjorts.

Kalibreringsgas

<i>Skaldelar</i>	<i>Skalfaktor</i>	<i>Koncentration</i>
20	50	1000
58	20	1160

Nollgas

<i>Skaldelar</i>	<i>Skalfaktor</i>	<i>Koncentration</i>
68	5	340
32	10	320
14	20	280

Appendix C

Redovisning av körning
av kalibreringsmixar

Appendix C, Redovisning av körning av kalibreringsmixar

1. Mix 00

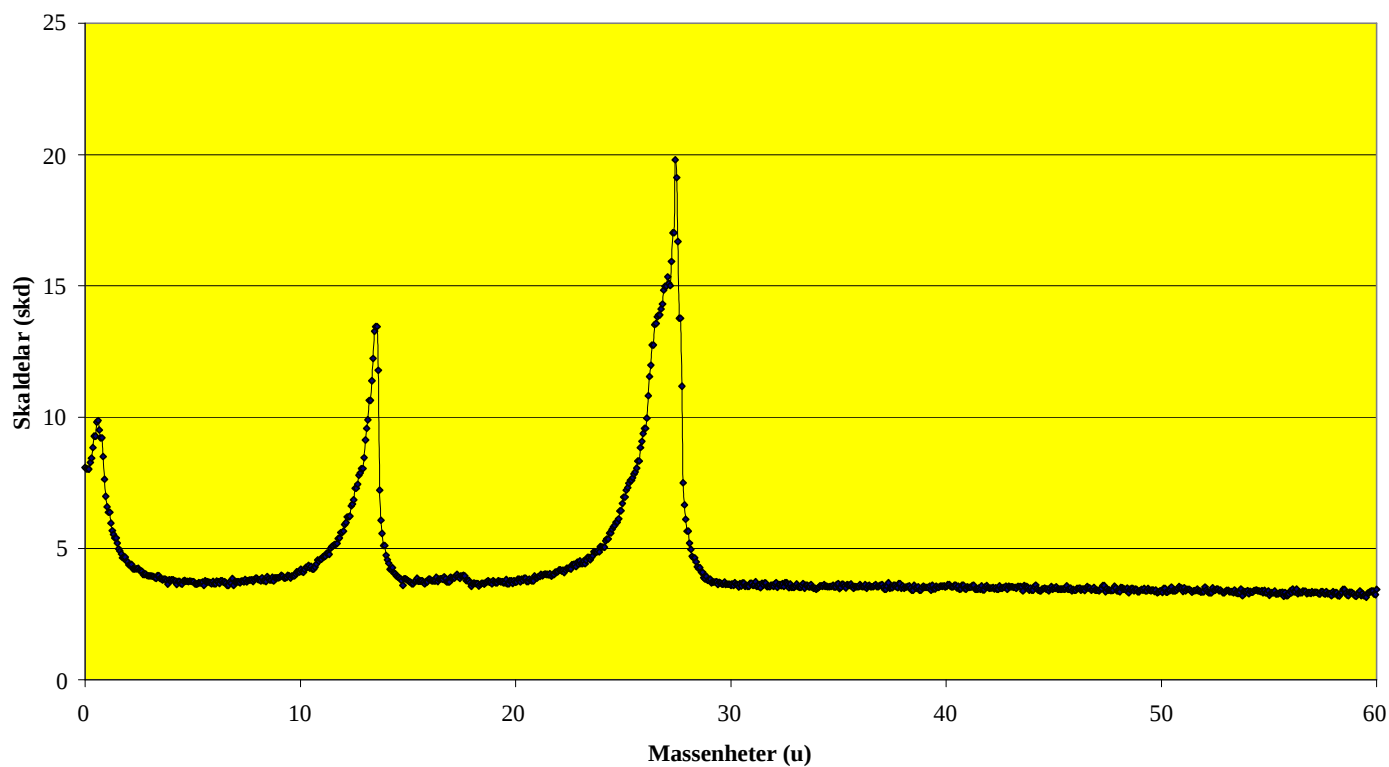
Skala	10^{-7}
Koldioxid	
Kväve	100 %
Argon	
Syrgas	

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 18 syns molekylärt kväve.

Mix 00



2. Mix 01

95 % Kväve

5 % Syrgas

Körning 1 utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-7} millibar. Körning 2 genomfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar

Körning 1 skedde på en för liten skala, som endast täcker 7 % av skalan. Här har ADAM-modulerna för låg upplösning vilket leder till en brusig signal, där modulernas låga upplösning leder till dålig upplösning i diagrammet.

Körning 2 täcker 30 % av skalan och ger en upplösning som går att använda. Nedanstående text hänvisar därför till körning 2.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte.

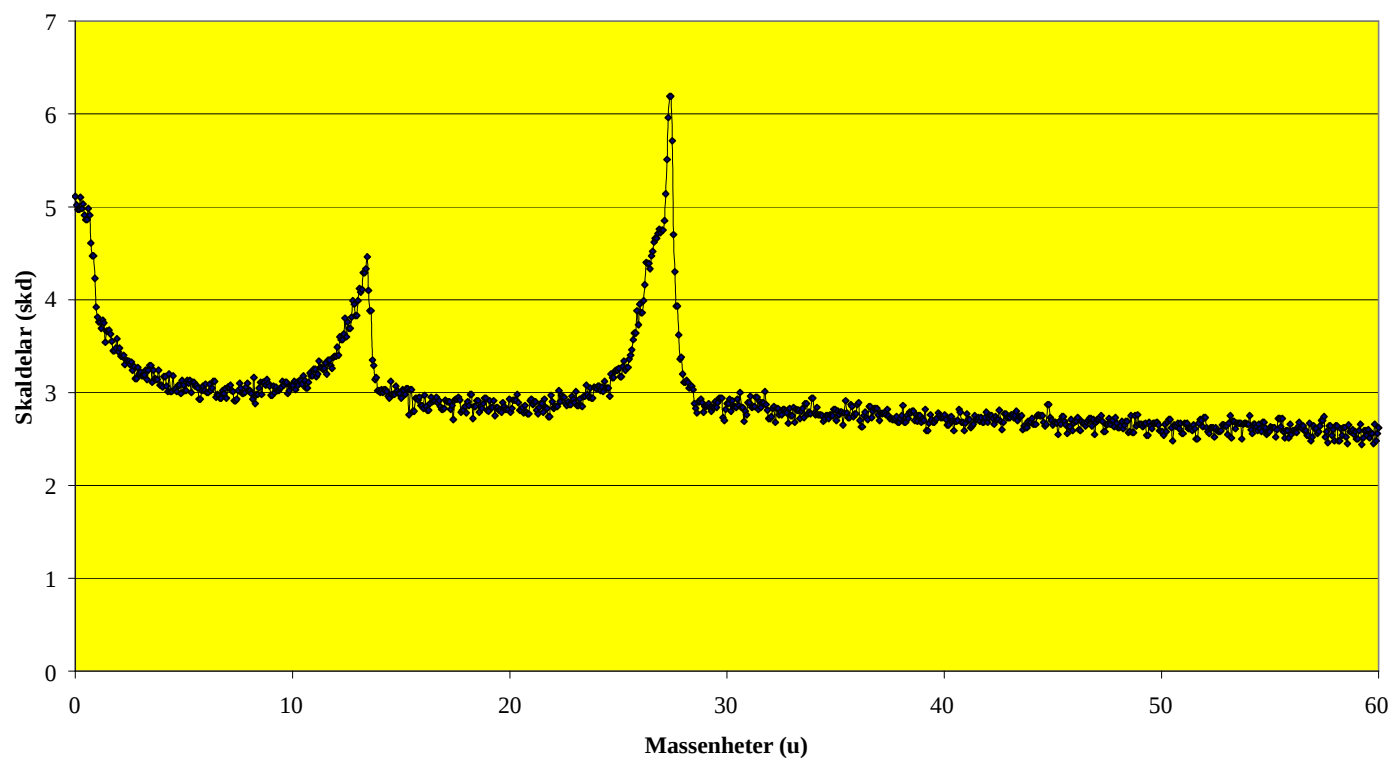
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns en tendens till atomärt syre.

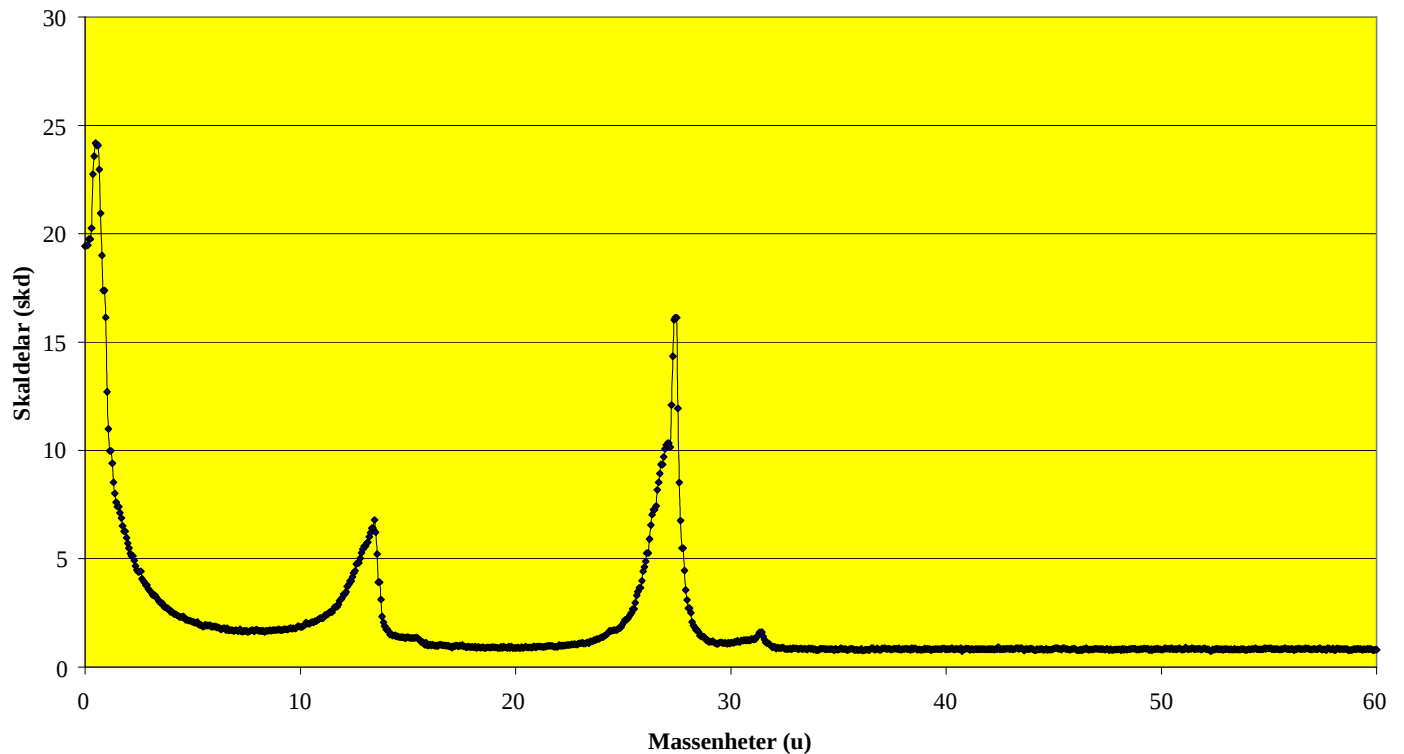
För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 32 syns molekylärt syre.

Mix 01



Mix 01B



3. Mix 02

90 % Kväve

10 % Syrgas

Körning 1 utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekyllärt väte.

För cirka masstal 5 syns en störning av något slag.

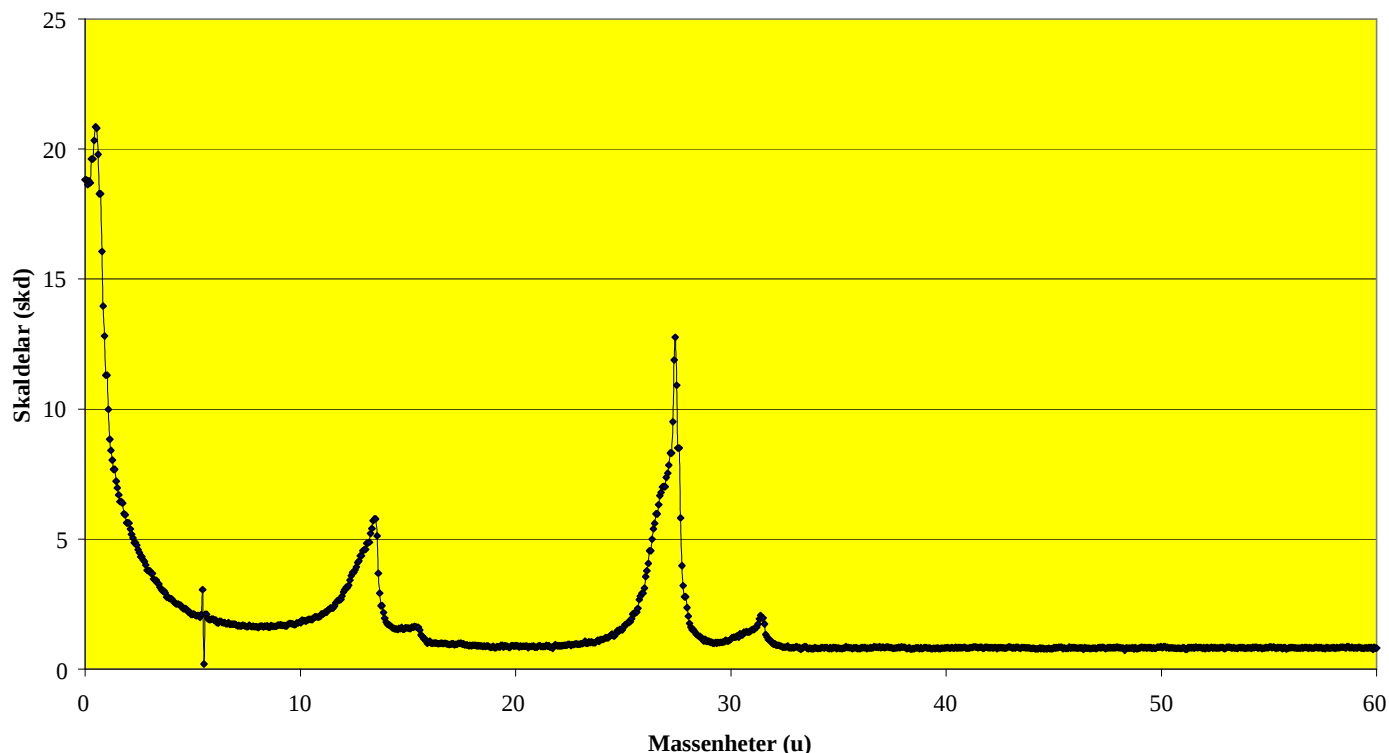
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekyllärt kväve.

För masstalet 32 syns molekyllärt syre.

Mix 02



4. Mix 03

80 % Kväve

20 % Syrgas

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

Körning A täcker endast 20 % av skalan och upplösningen för ADAM-modulerna gör att resultatet börjar se brusigt ut.

Körning B och C har skett med en för hög samplingshastighet, vilket har lett till att ADAM-modulerna ej har hunnit hämta in ny data. Därför har flera massenheter, eller som i det praktiska fallet flera tidssteg samma resultat.

Det var, när dessa körningar gjordes problem med masspektrometerns renhet. Den blev snabbt skitig. Det var dessutom problem med filamentet. Detta gör att relationen mellan atomära och molekylära fraktioner av ämnen varierade kraftigt. Detta syns tydligt för körning B och C.

Körning D har mycket hög upplösning och lite störningar. Detta innebär att det är möjligt att identifiera olika isotopsammansättningar för molekylärt kvävgas.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och

molekylärt väte. Vätgastoppen börjar bli dominerande för körning A. I övrigt håller den en bra nivå.

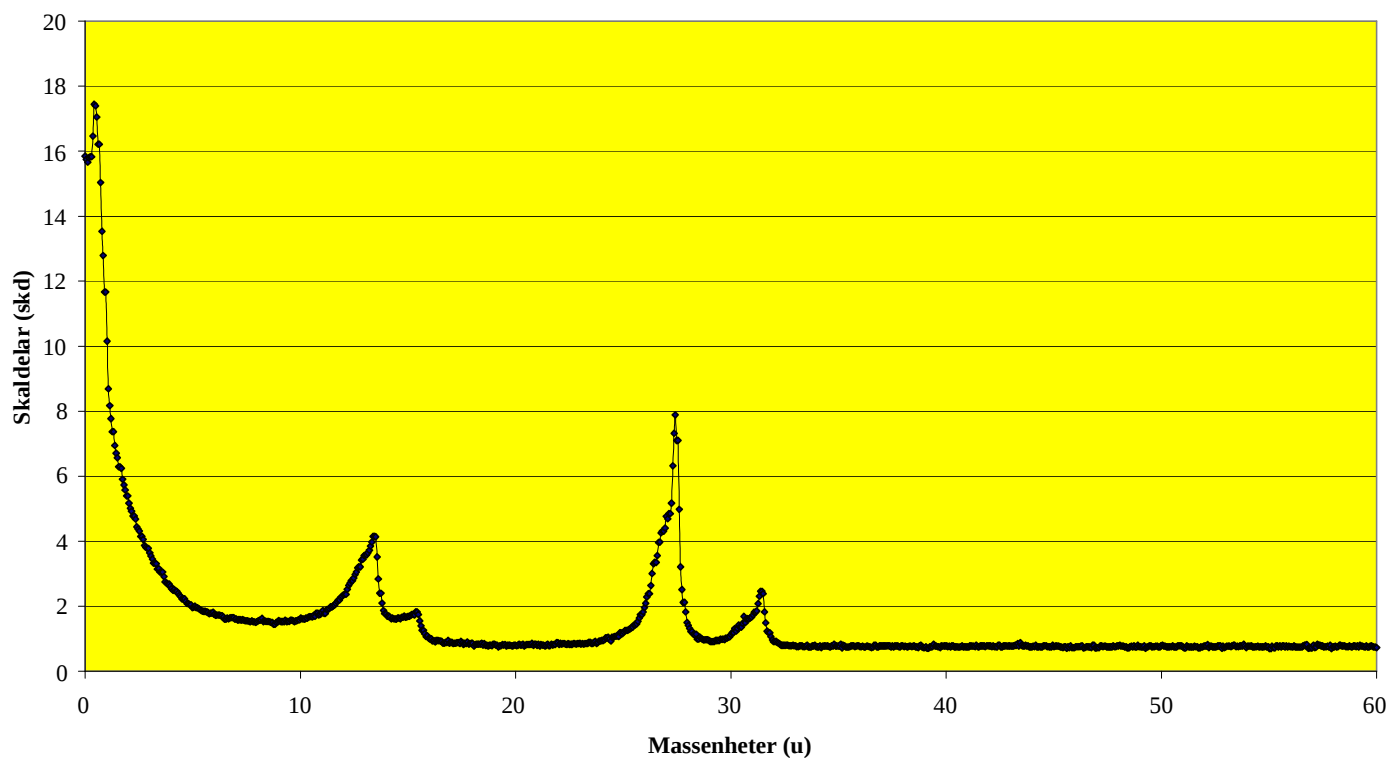
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns en tendens till atomärt syre.

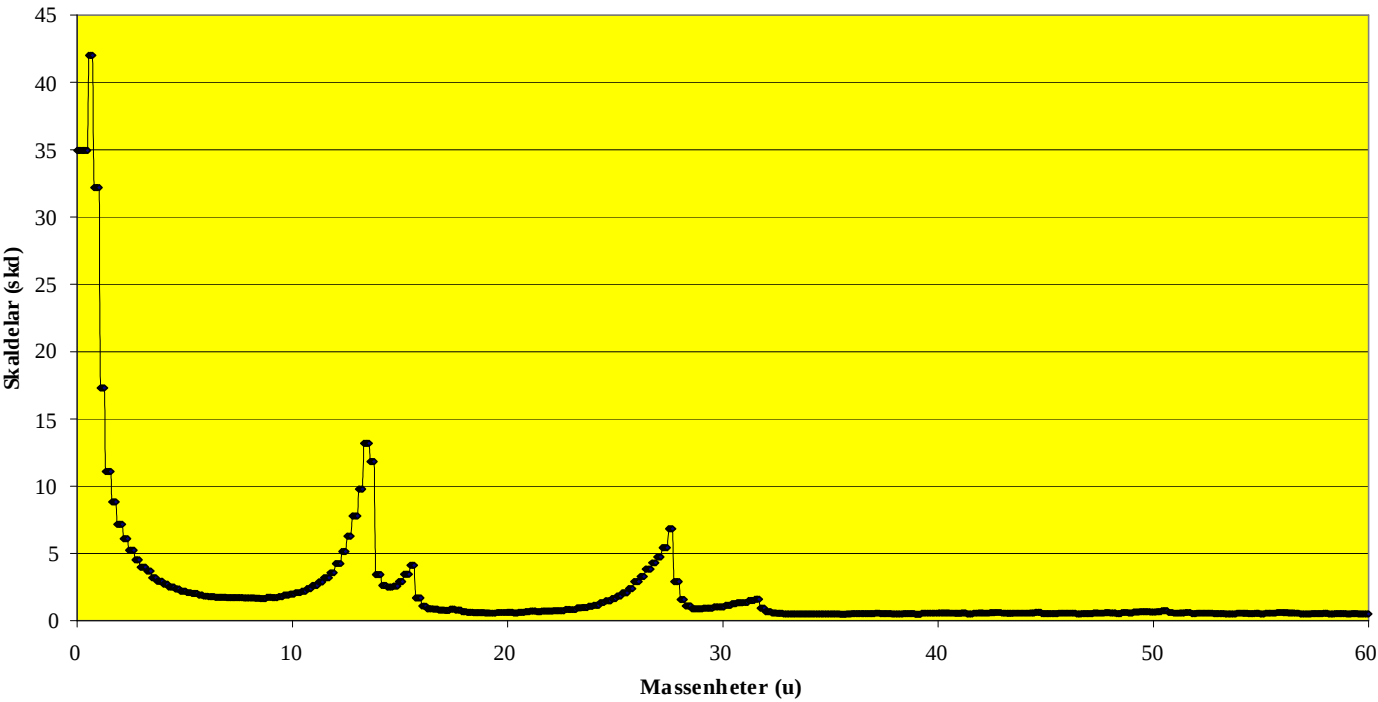
För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 32 syns molekylärt syre.

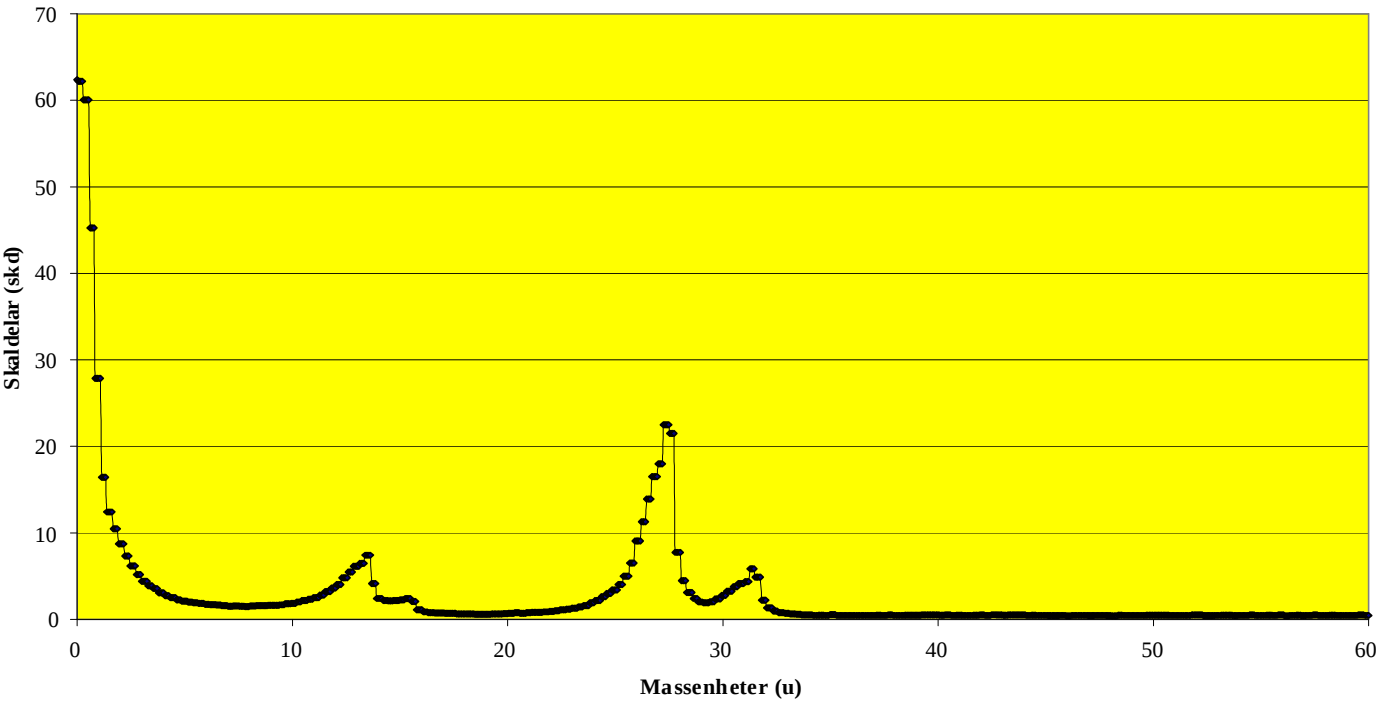
Mix 03



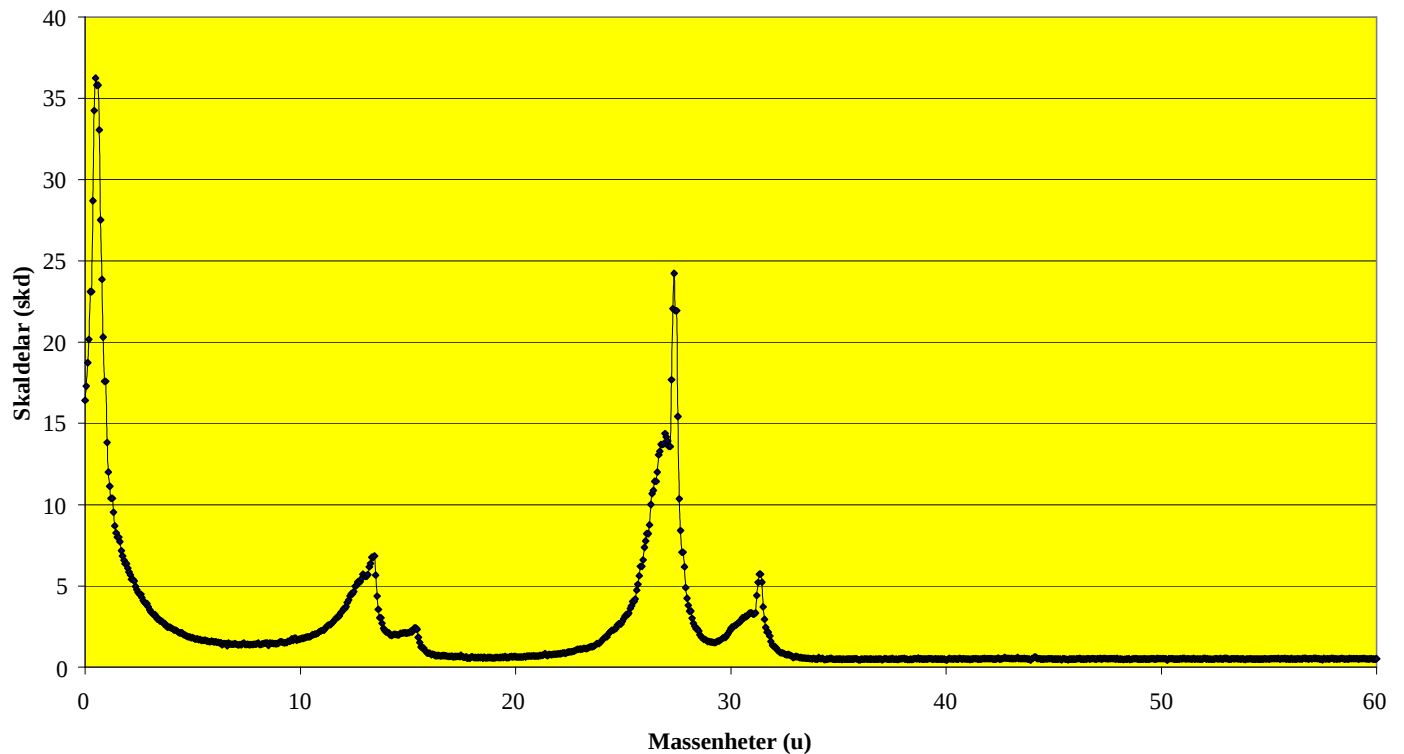
Mix 03B



Mix 03C



Mix 03D



5. Mix 04

70 % Kväve

30 % Syrgas

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekyllärt väte. Vätgastoppen börjar bli dominerande.

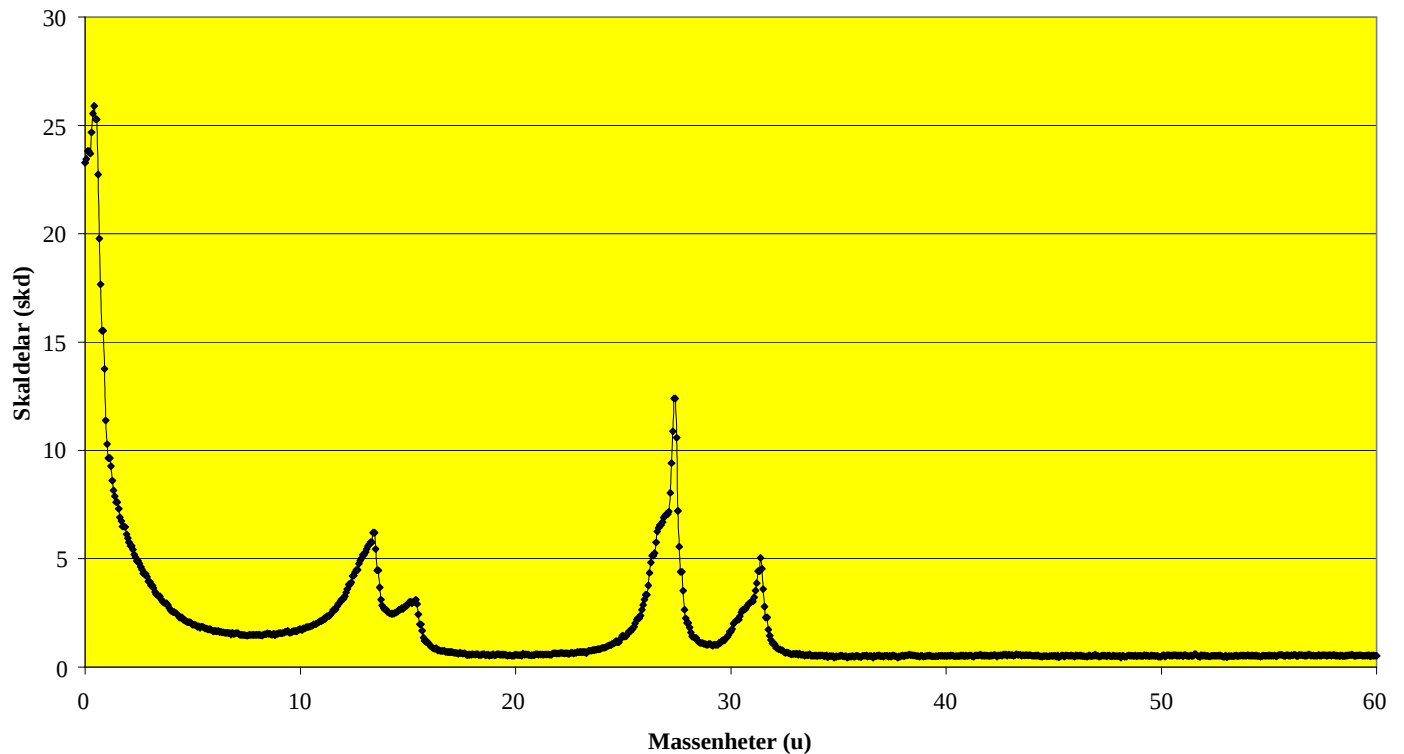
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns en tendens till atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekyllärt kväve. Här går också att urskilja två olika isotoper.

För masstalet 32 syns molekyllärt syre.

Mix 04



6. Mix 05

60 % Kväve

40 % Syrgas

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen börjar bli dominerande.

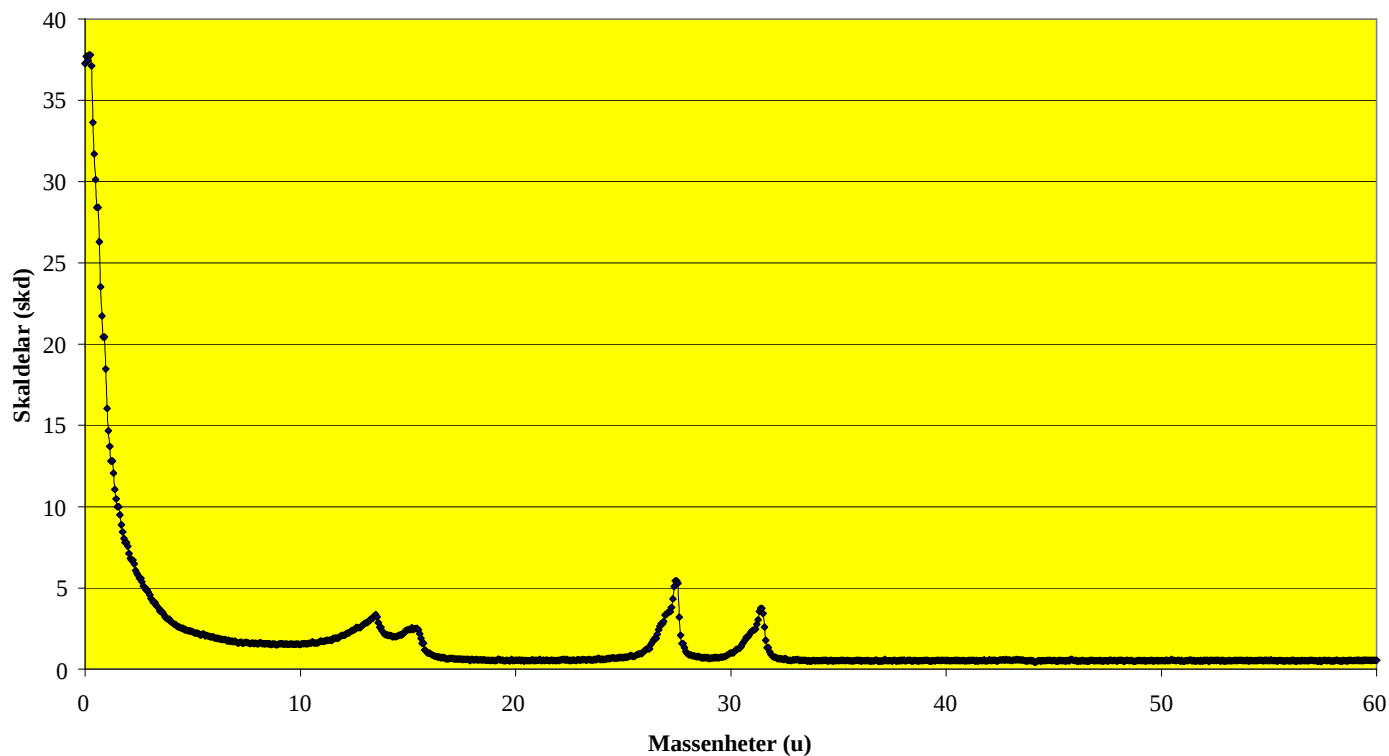
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns en tendens till atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekylärt kväve. Här går också att urskilja två olika isotoper.

För masstalet 32 syns molekylärt syre.

Mix 05



7. Mix 06

50 % Kväve

50 % Syrgas

Körning A utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

Körning B utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

Körning A täcker endast 5 % av skalan med de intressanta områdena, och upplösningen för ADAM-modulerna gör att resultatet börjar se brusigt ut.

Körning B täcker cirka 40 % av skalan, men det börjar bli mycket brus och vätgastoppen börjar bli så dominerande att den stör mätningarna.

Man ser här tydligt att relationen mellan syrgas och kväve är i ungefär samma nivå. Kvävgastoppen är lite högre än syrgastoppen, vilket skulle kunna förklaras då en ansluten syrgas mätare visar 46,6 % syrgas under mätningen. Massflödesmätaren för syrgas var inte särskilt kalibrerad, varför ett visst fel kan finnas i mätningen.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen är för stor för skalan för körning B.

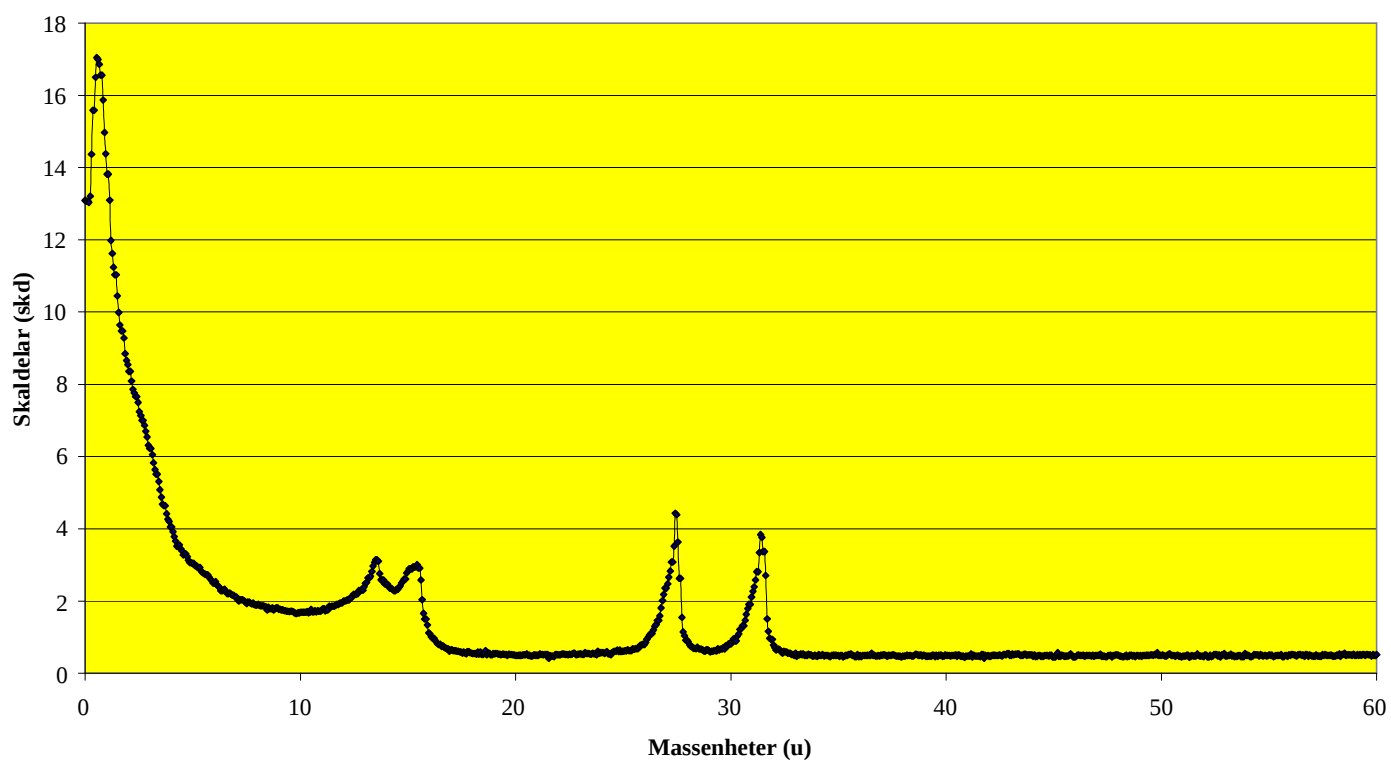
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

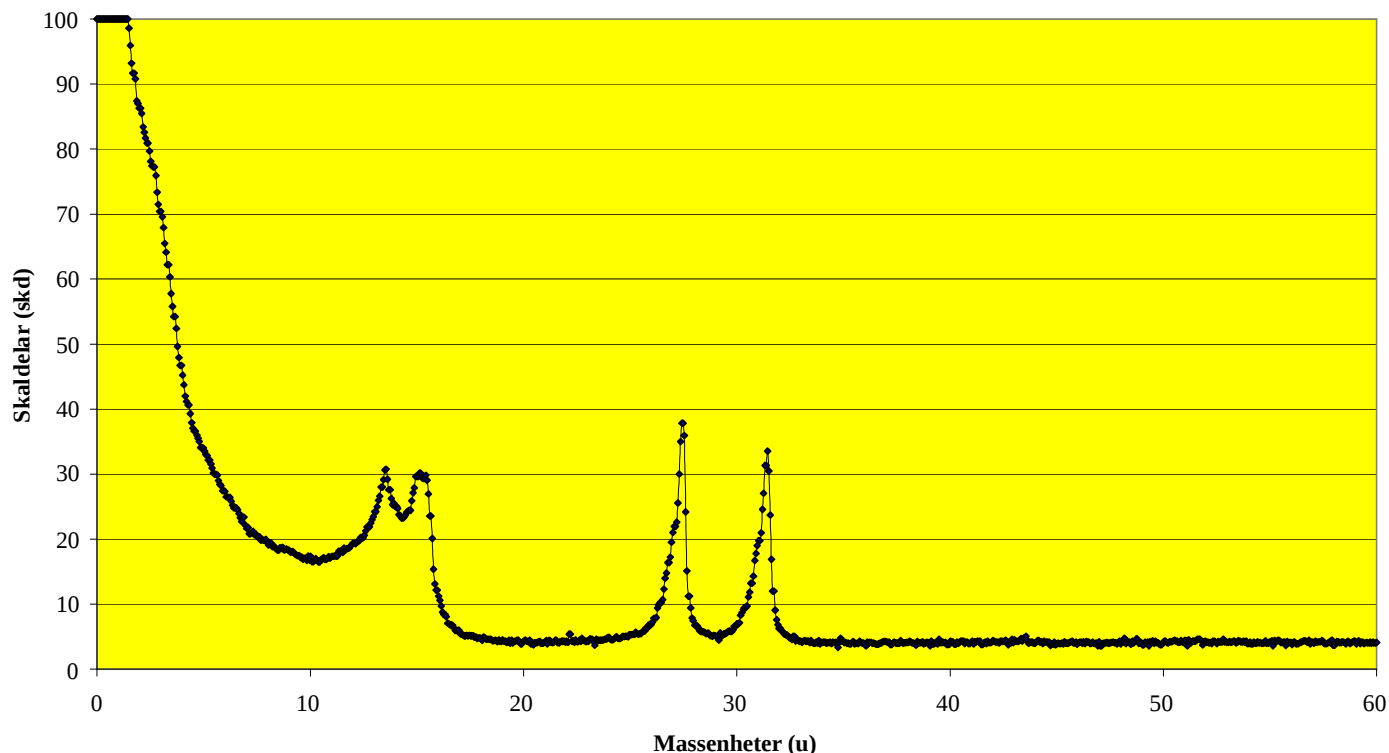
För masstalet 16 syns en tendens till atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 32 syns molekylärt syre.

Mix 06A



Mix 06B**8. Mix 07**

43,3 skaldelar kväve.

99,9 % skaldelar syrgas

Körning A utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-9} millibar.

Körning B utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-9} millibar. och mättes efter att gasen flödat genom reaktorn.

Man ser här tydligt att relationen mellan syrgas och kväve är i samma nivå. För aktuella körningar ställdes massflödesmätarna in för att syrgasmätaren skulle visa 50 %. Topparna, både för atomärt och molekylärt, är i samma höjd. Körningen A och B är mycket lika, vilket antyder att katalysatorn ej påverkar mätningen.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen är för stor för att kunna registreras fullt ut för båda körningarna. Den dominerar helt området för de lägre masstalen, men värkar ej påverka mätningen för atomärt kväve och atomärt kväve.

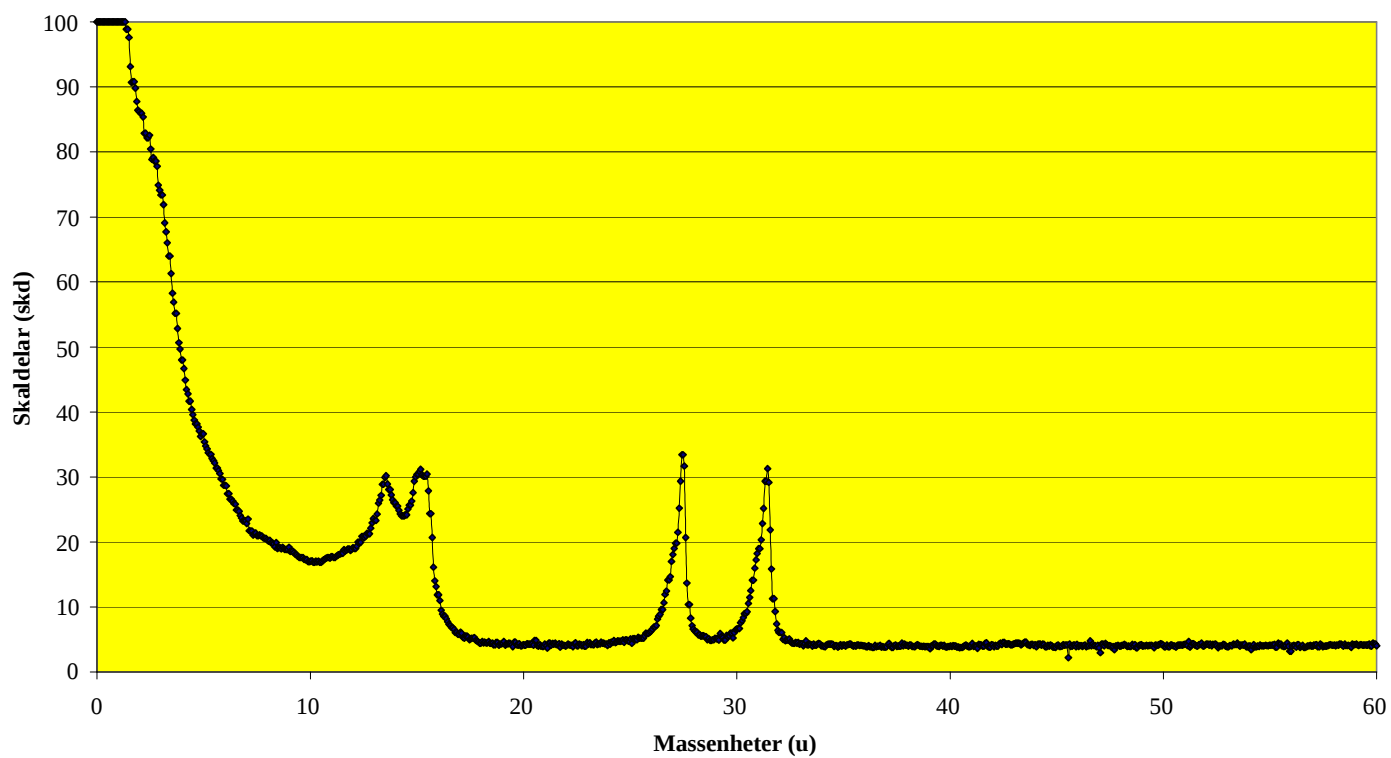
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns en tendens till atomärt syre.

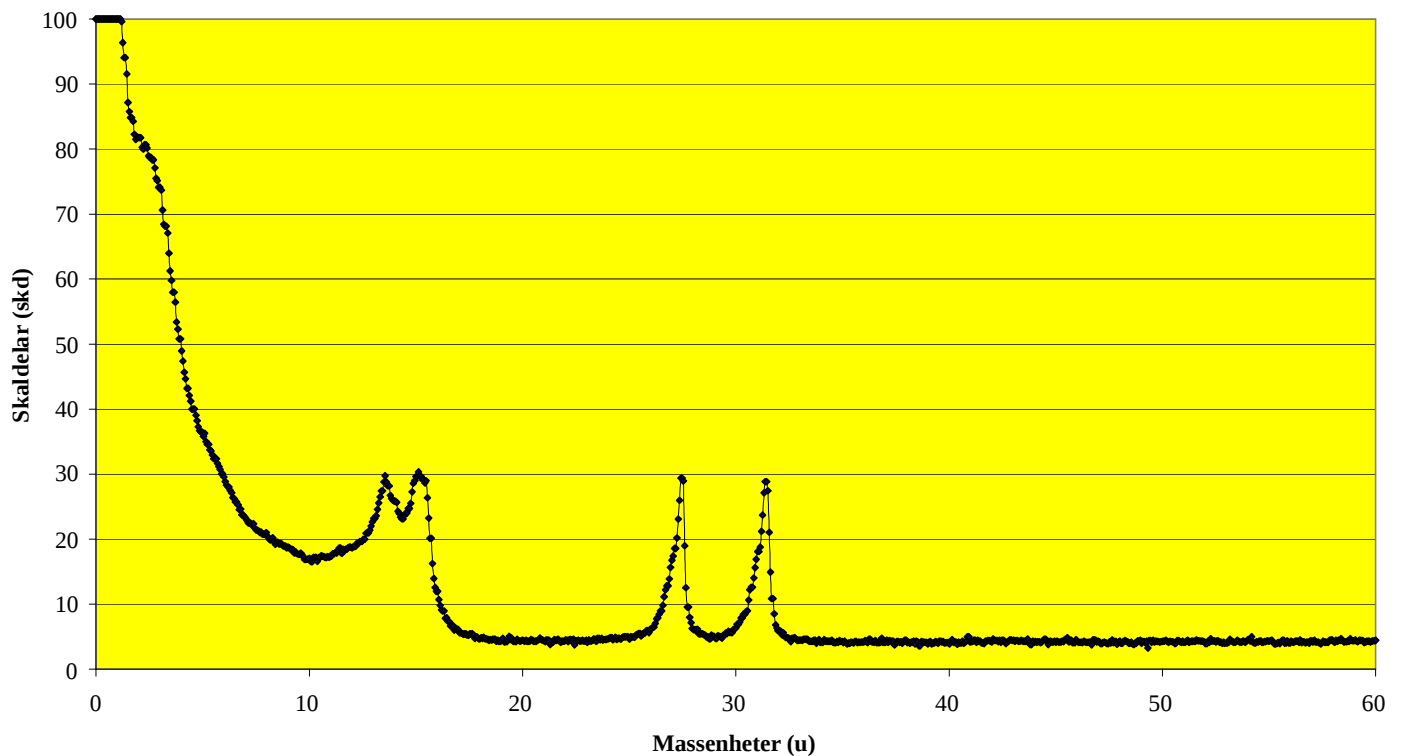
För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 32 syns molekylärt syre.

Mix 07



Mix 07B



9. Mix 08

95 % kväve

5 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-9} millibar.

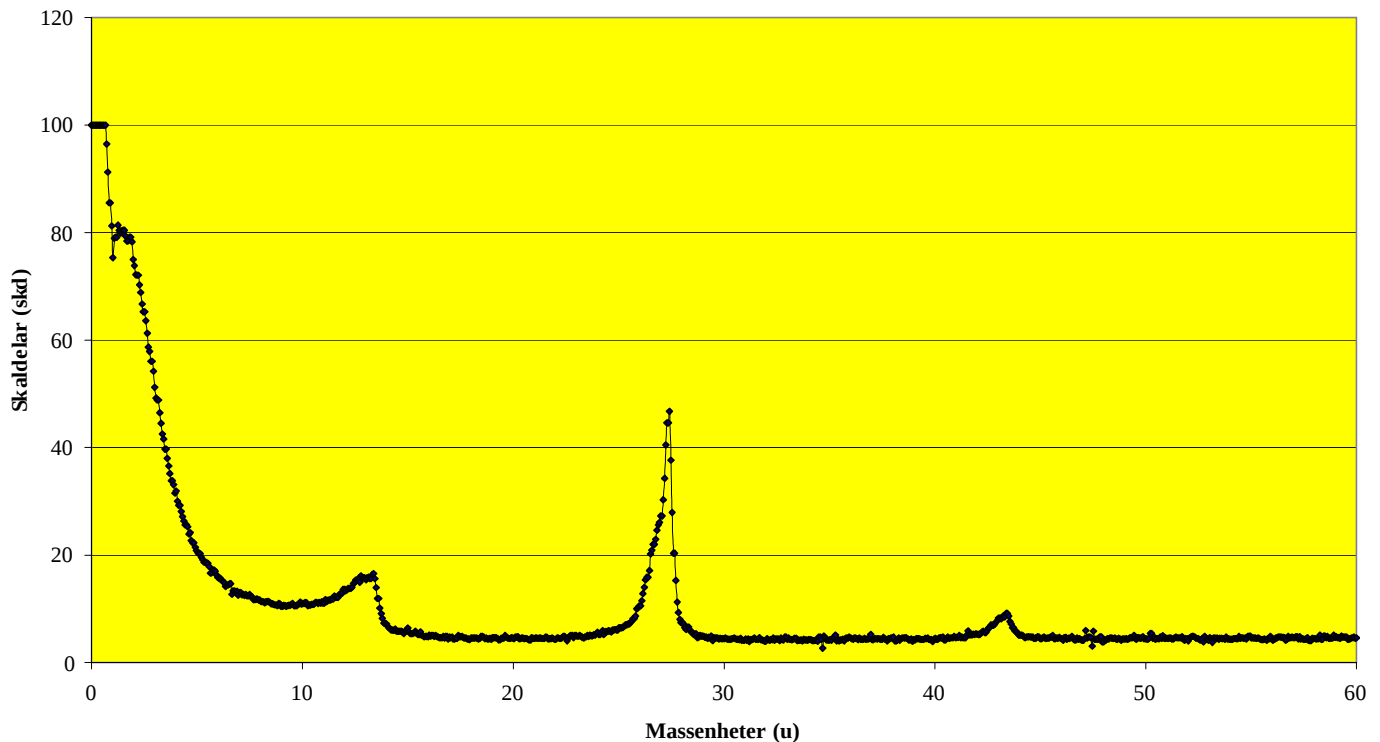
För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekyllärt väte. Vätgastoppen är för stor för att kunna registreras fullt ut för båda körningarna. Den dominerar helt området för de lägre masstalen, men verkar ej påverka mätningen för atomärt kväve och atomärt kväve.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 28 syns molekyllärt kväve.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 08



10. Mix 09

90 % kväve

10 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-9} millibar.

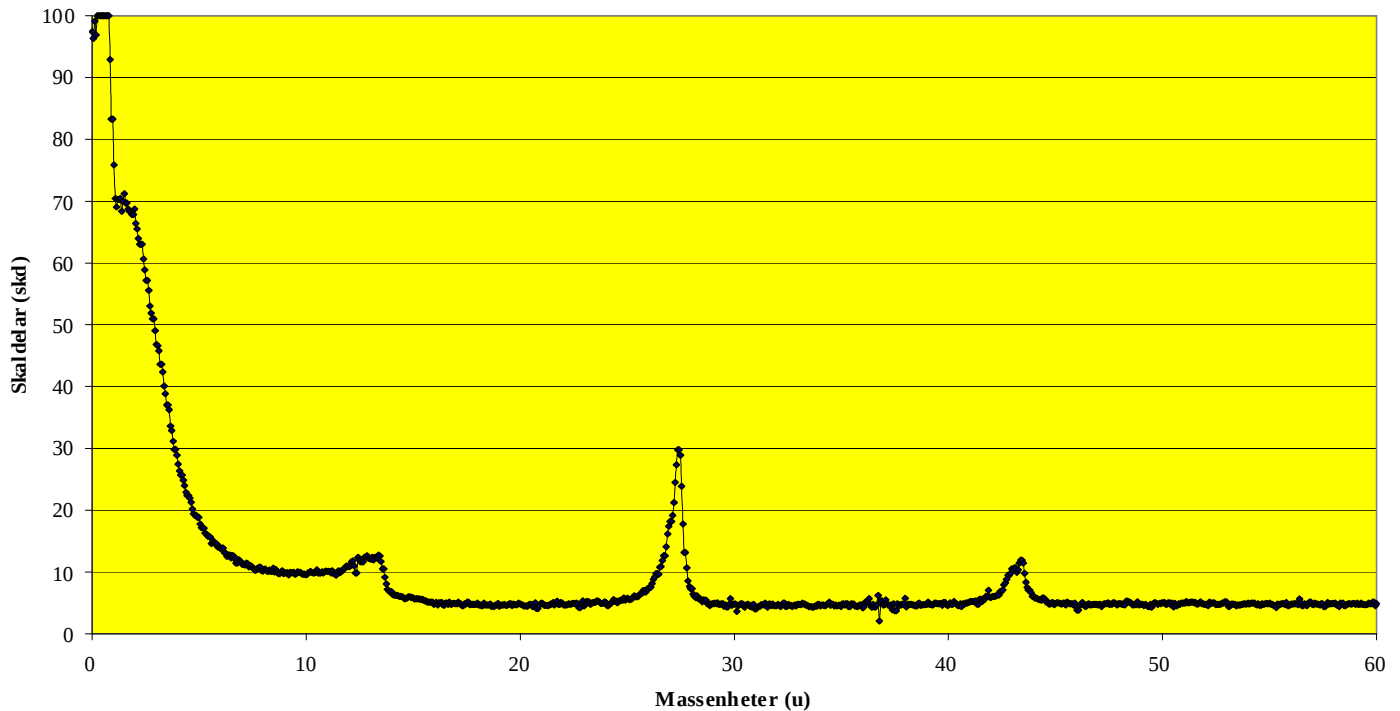
För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekyllärt väte. Vätgastoppen är för stor för att kunna registreras fullt ut för båda körningarna. Den dominerar helt området för de lägre masstalen, men verkar ej påverka mätningen för atomärt kväve och atomärt kväve.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 28 syns molekyllärt kväve.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 09



11. Mix 10

97,5 % kväve

2,5 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-7} millibar.

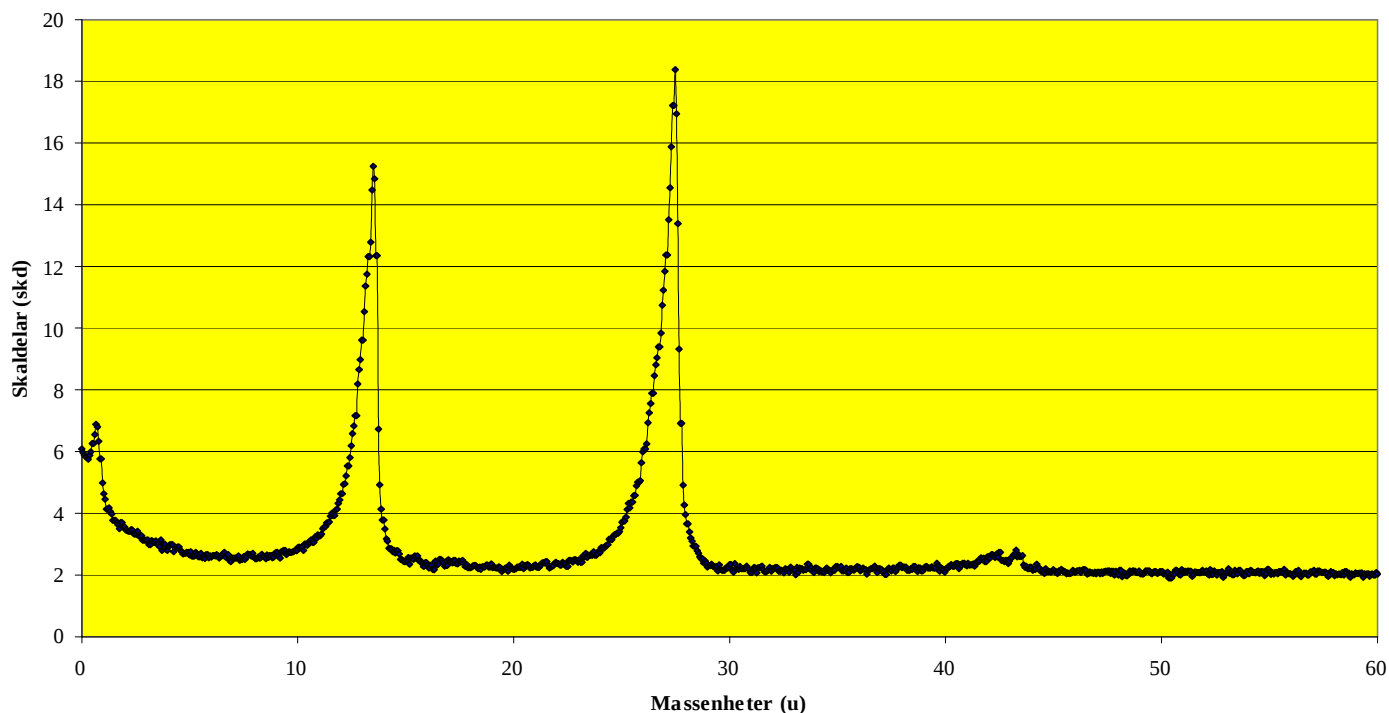
För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen är för stor för att kunna registreras fullt ut för båda körningarna. Den dominerar helt området för de lägre masstalen, men verkar ej påverka mätningen för atomärt kväve och atomärt kväve.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 10



12. Mix 11

95 % kväve

5 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-7} millibar.

Upplösningen för denna körning är mycket dålig. Resultaten täcker endast in cirka 10 % av skalan.

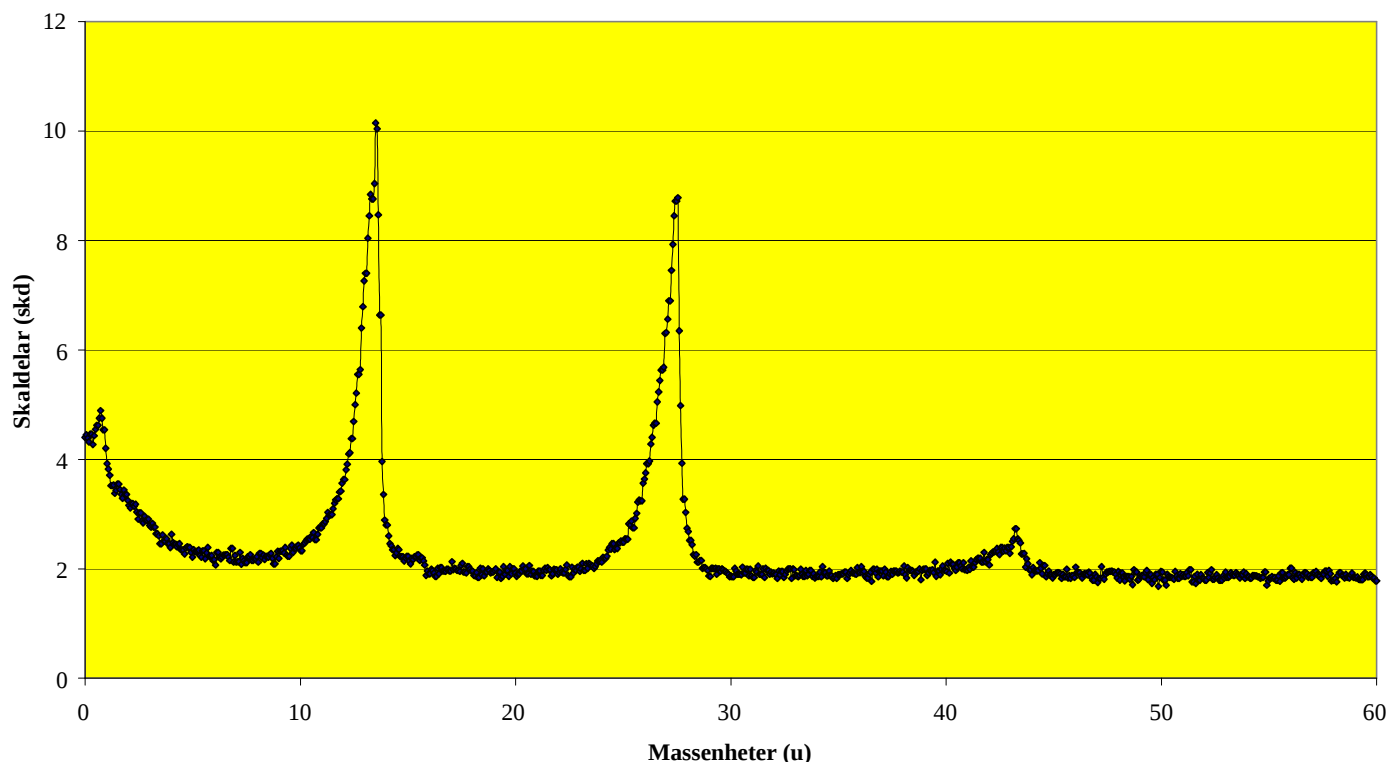
För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen har här en bra nivå, där den sannolikt ej påverkar andra masstal som är av intresse.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 11



13. Mix 12

90 % kväve

10 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

Upplösningen för denna körning är betydligt bättre än den förra, då upplösningen har kunnat ökas ett steg, och topparna fyller nästan 60 % av skalan.

För denna körning kan man tydligt se atomärt syre. Detta kommer från koldioxid som blivit spjälkat i masspektrometern. Sannolikt finns där även koloxid, men denna topp sammanfaller med molekylär kvävgas, och går därför ej att se.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen har här en bra nivå, där den sannolikt ej påverkar andra masstal som är av intresse.

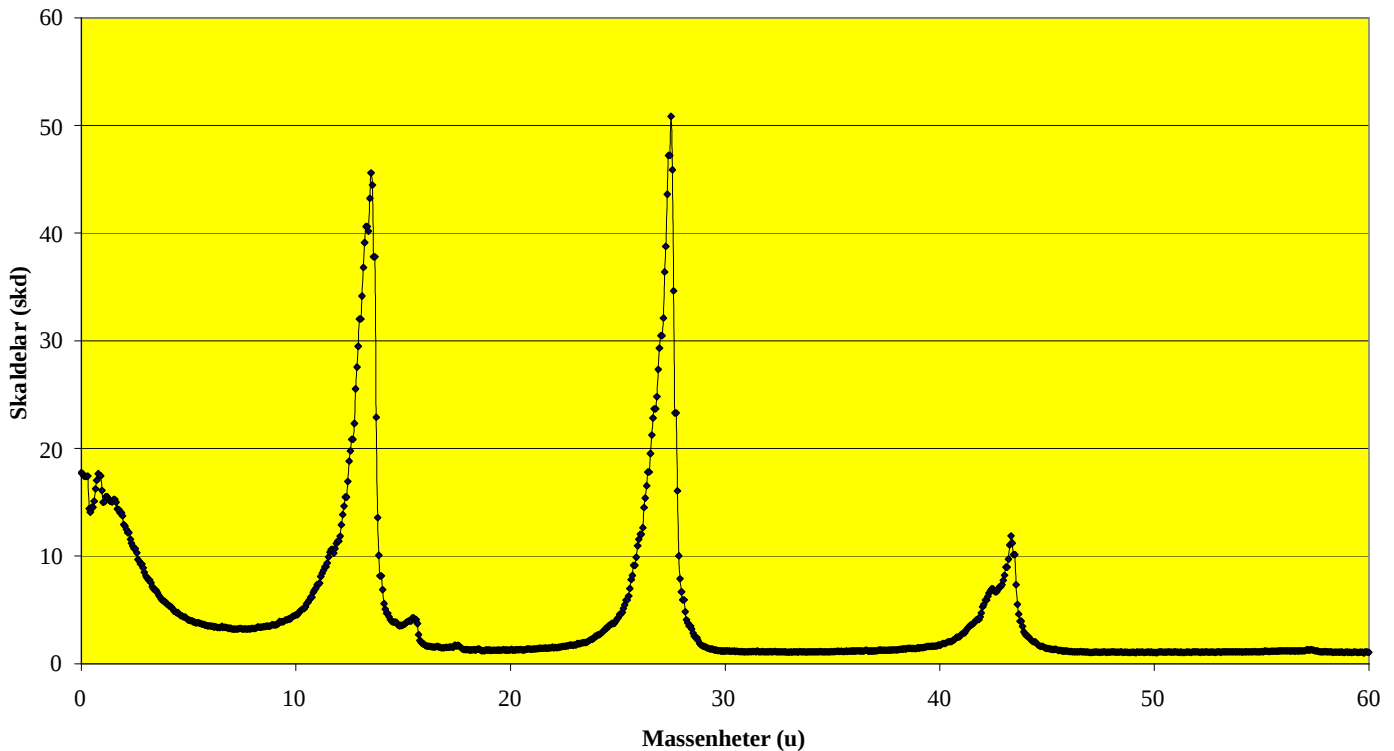
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns här atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 12



14. Mix 13

80 % kväve

20 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

För denna körning kan man tydligt se atomärt syre och kol. Detta kommer från koldioxid som blivit spjälkat i masspektrometern. Sannolikt finns där även koloxid, men denna topp sammanfaller med molekylär kvävgas, och går därför ej att se.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen har här en bra nivå, där den sannolikt ej påverkar andra masstal som är av intresse.

För masstalet 12 syns här atomärt kol.

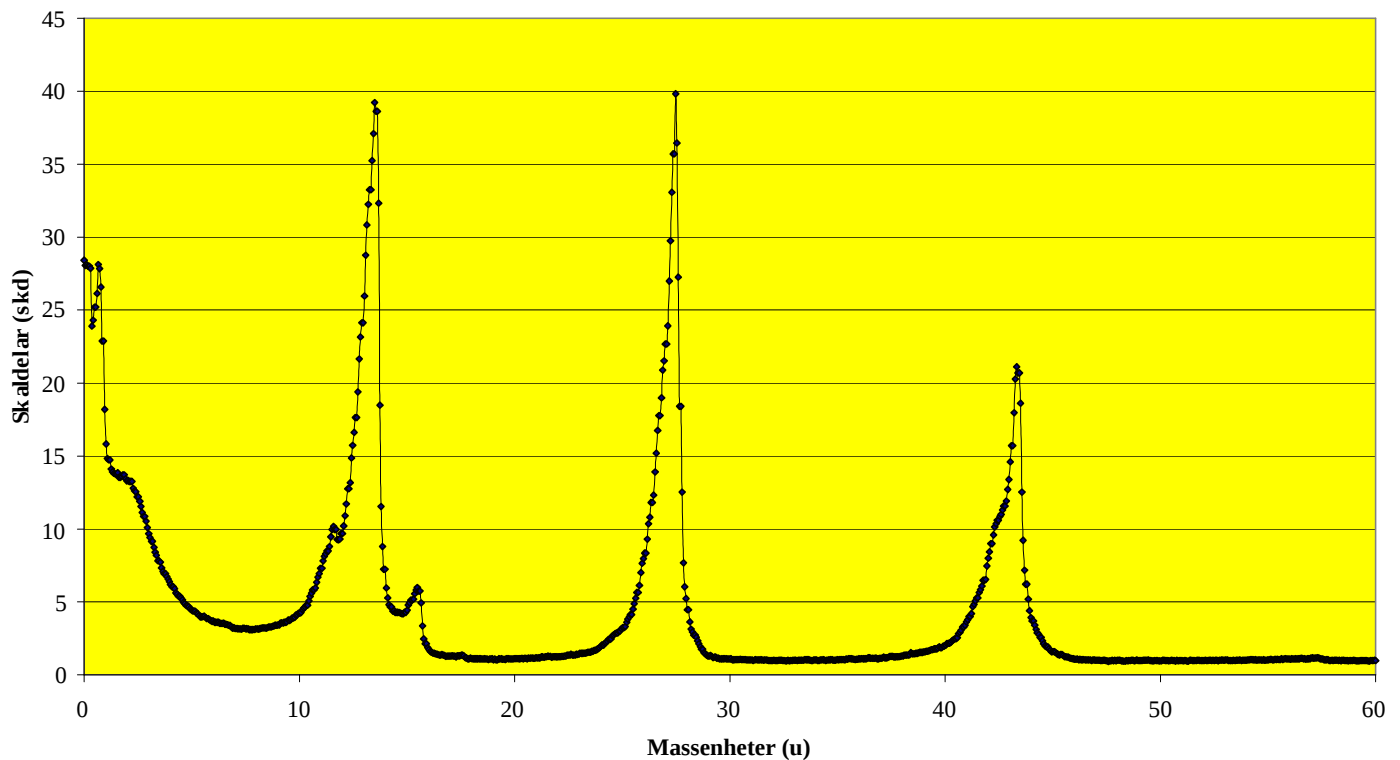
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns här atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 13



15.Mix 14

80 % kväve

20 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-8} millibar.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekylärt väte. Vätgastoppen har här en bra nivå, där den sannolikt ej påverkar andra masstal som är av intresse.

För masstalet 4 syns ett utslag. Vad detta utslag representeras av är inte känt.

För masstalet 12 syns här atomärt kol.

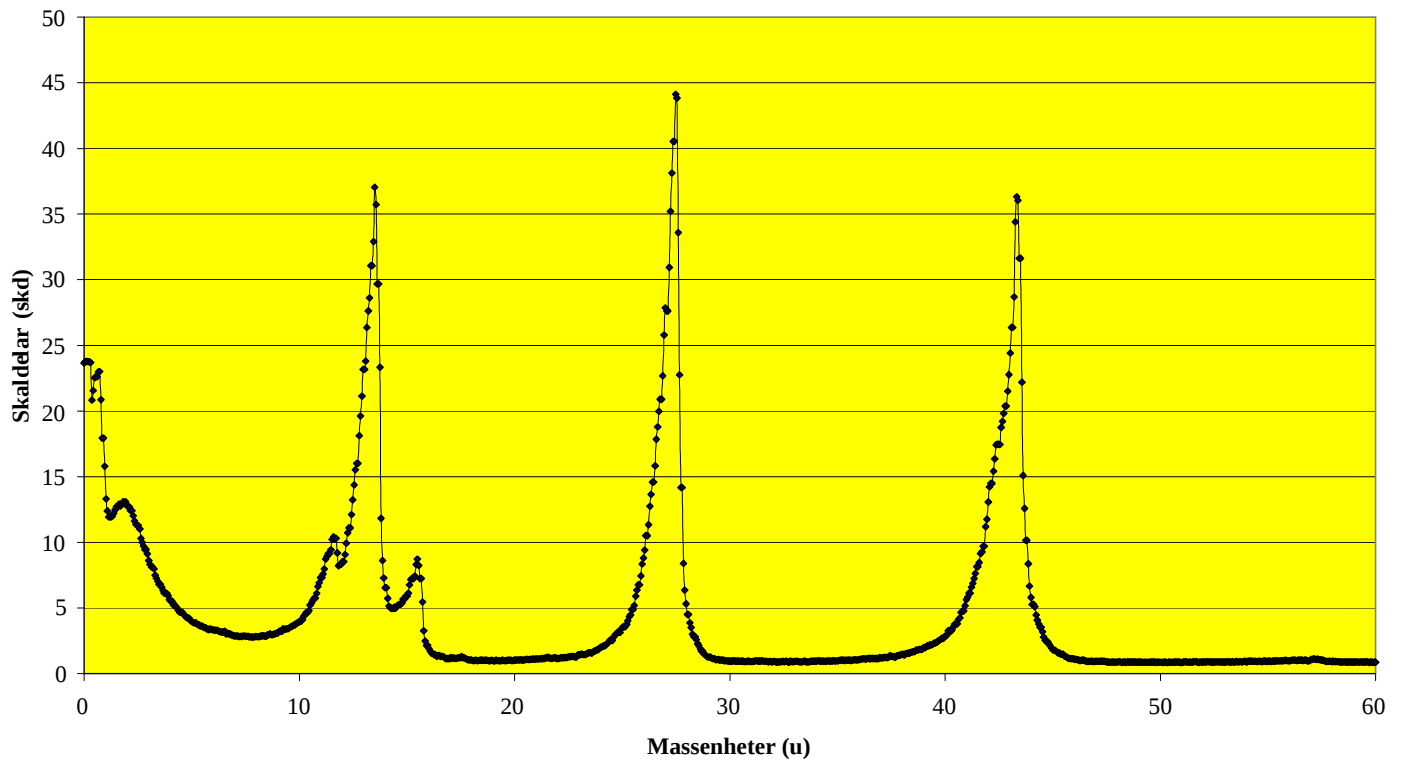
För masstalet 14 syns atomärt kväve.

För masstalet 16 syns här atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekylärt kväve.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 14



16.Mix 15

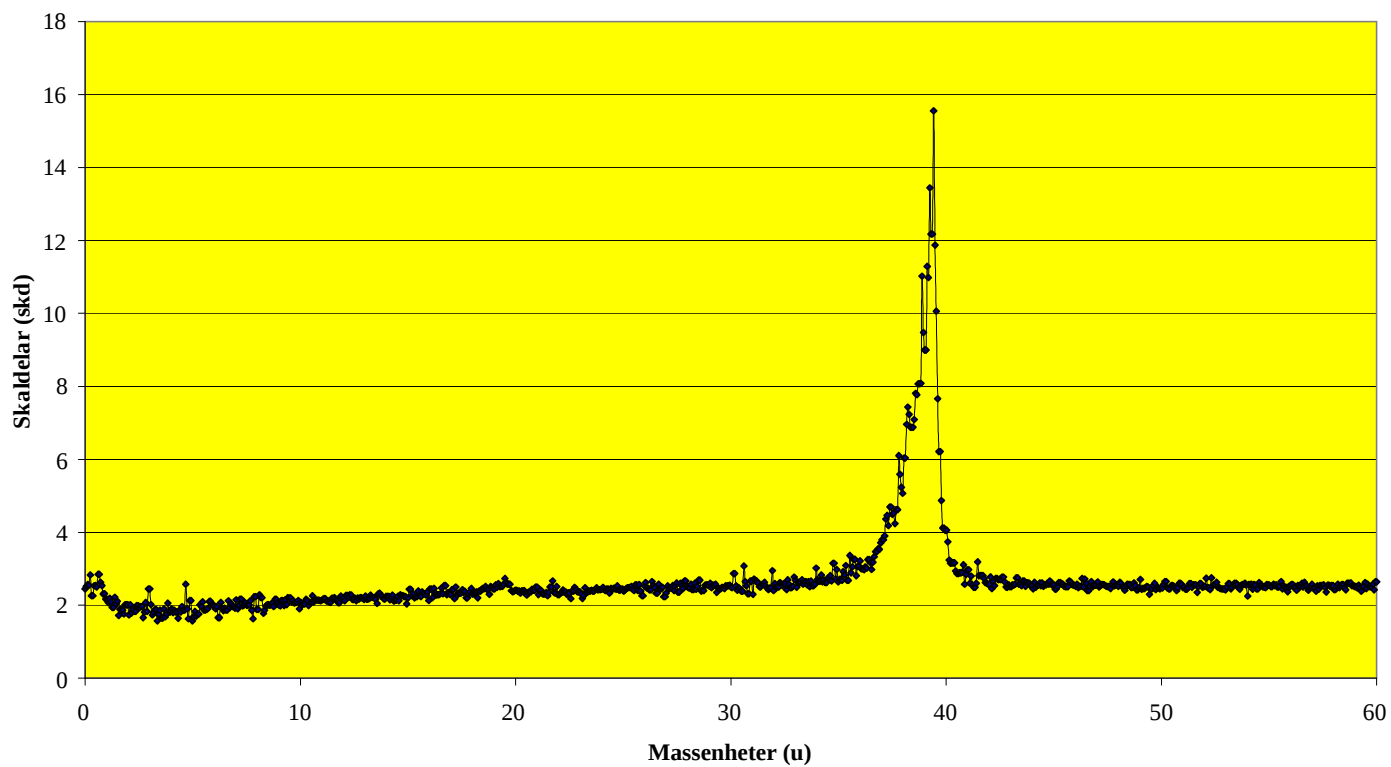
100 % argon

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-7} millibar.

För masstalet 40 syns argon.

För masstalet 44 syns koldioxid.

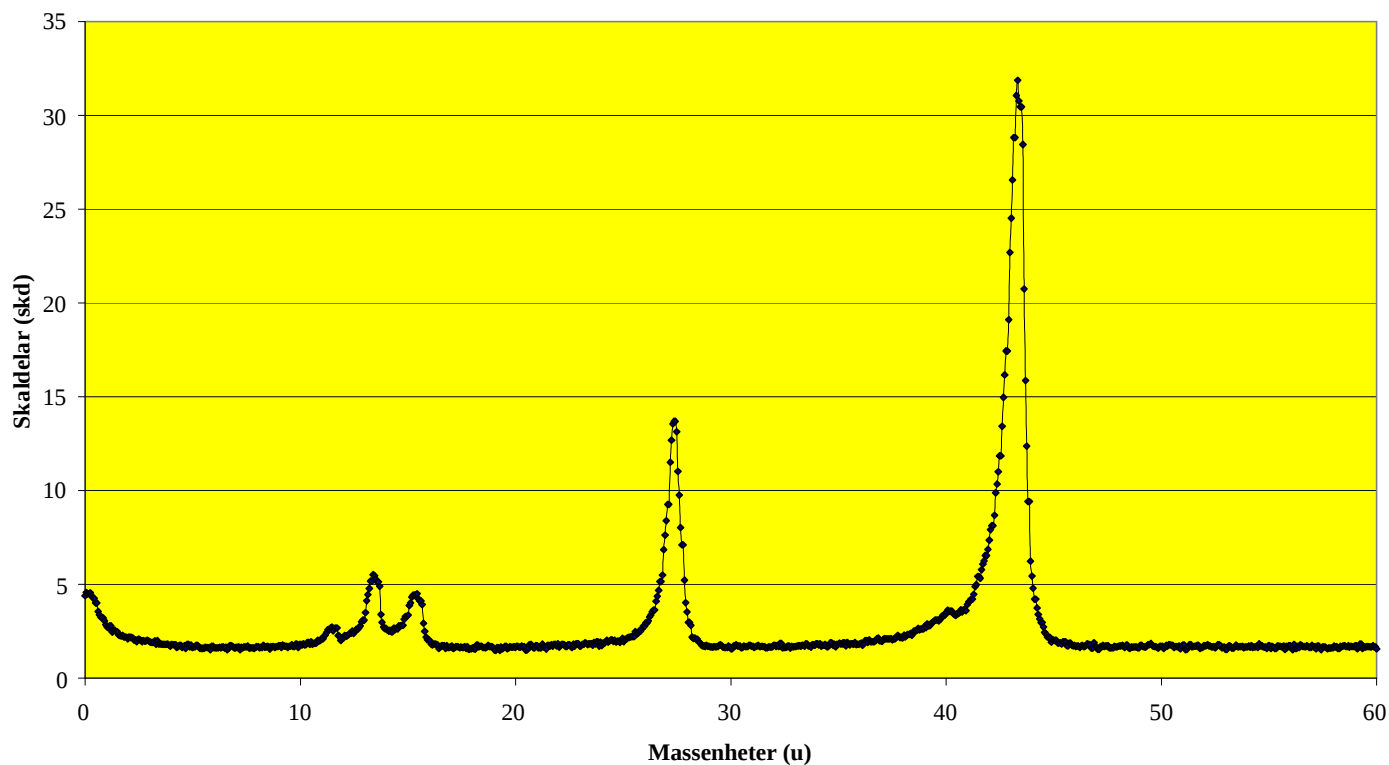
Mix 15



17.Mix 16

Mix 16 har blivit felaktig och saknar helt överensstämmelse med antecknade koncentrationer. Innehållet är dock argon och koldioxid.

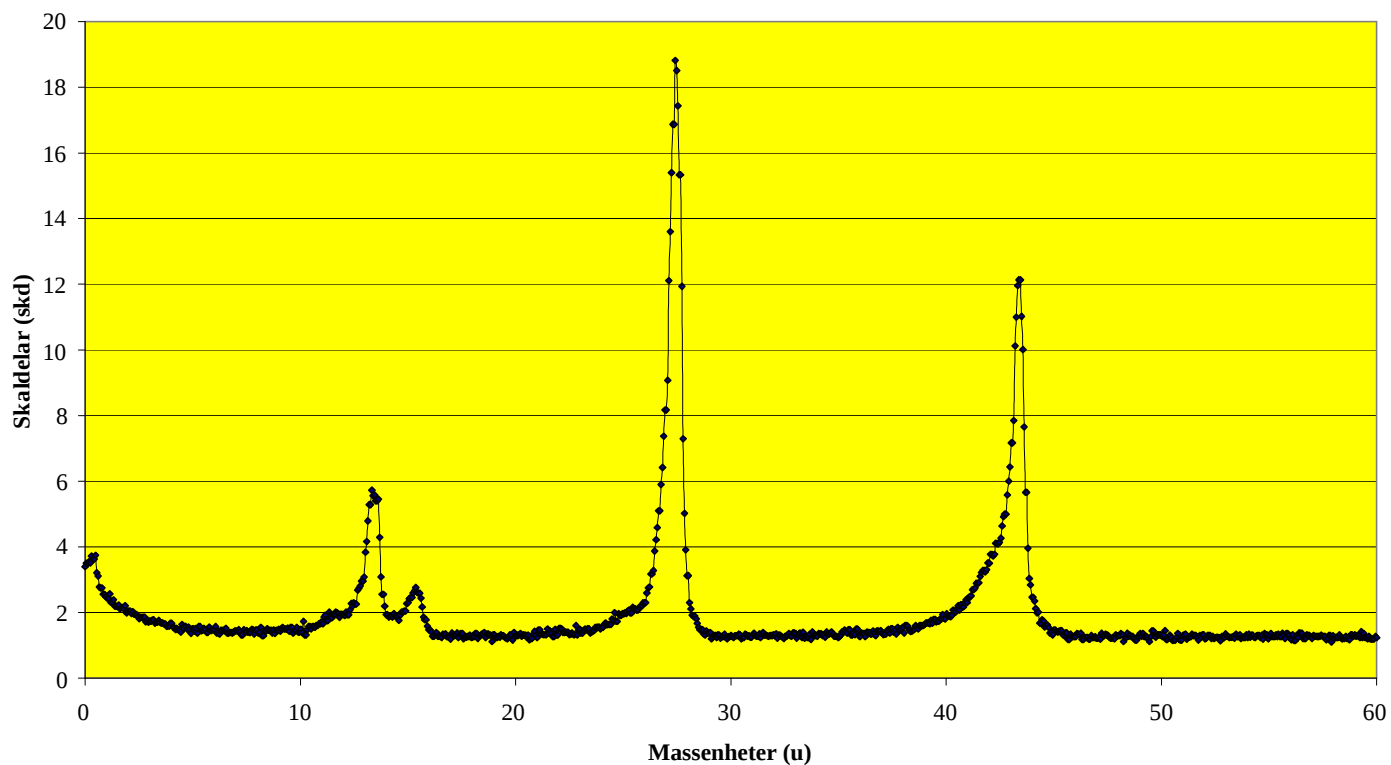
Mix 16



18.Mix 17

Mix 17 har blivit felaktig och saknar helt överensstämmelse med antecknade koncentrationer. Innehållet skulle vara är argon och koldioxid. Kvävgastoppen är dock klart dominerande.

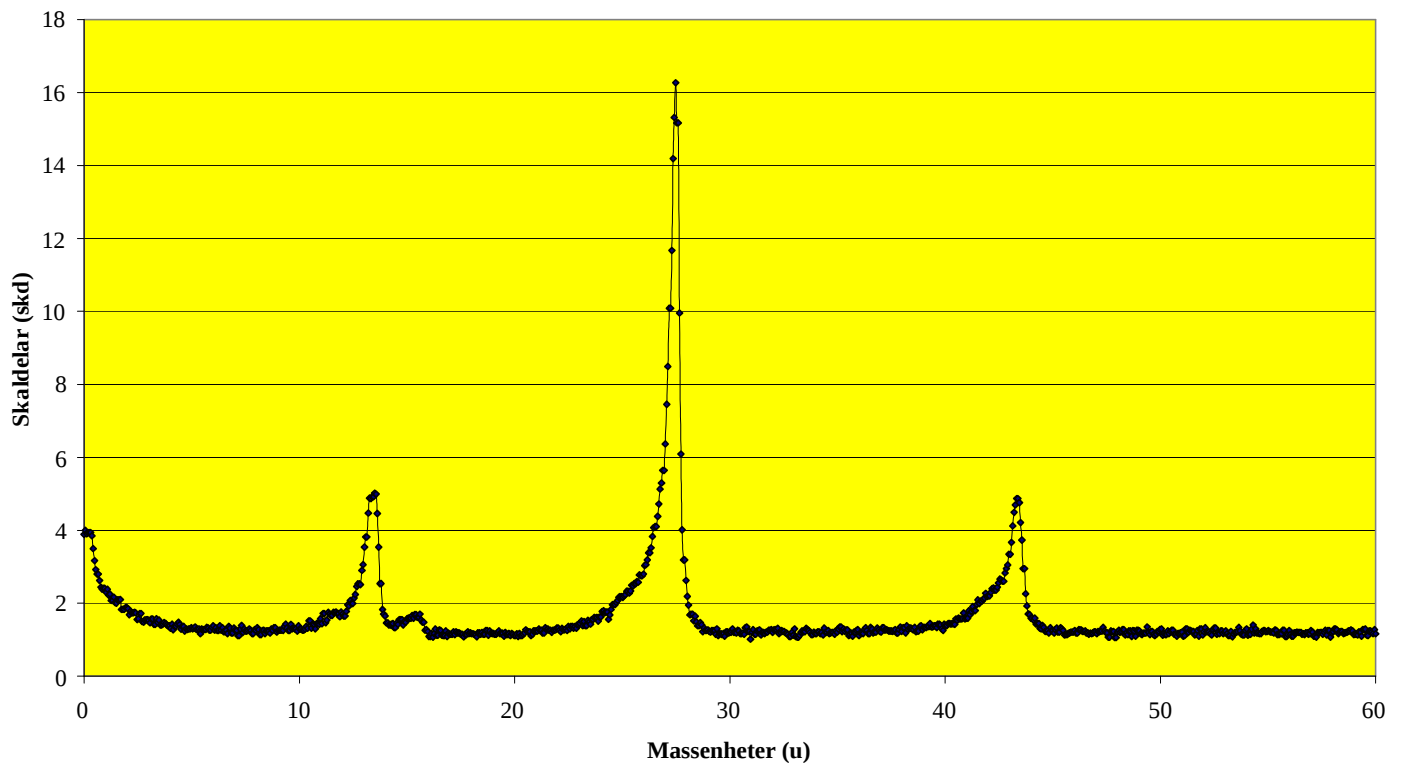
Mix 17



19.Mix 18

Mix 18 har blivit felaktig och saknar helt överensstämmelse med antecknade koncentrationer. Innehållet skulle vara är argon och koldioxid. Kvävgastoppen är dock klart dominerande.

Mix 18



20. Mix 19

80 % argon

20 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-7} millibar.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekyllärt väte. Vätgastoppen håller en mycket låg nivå.

För masstalet 12 syns här atomärt kol.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

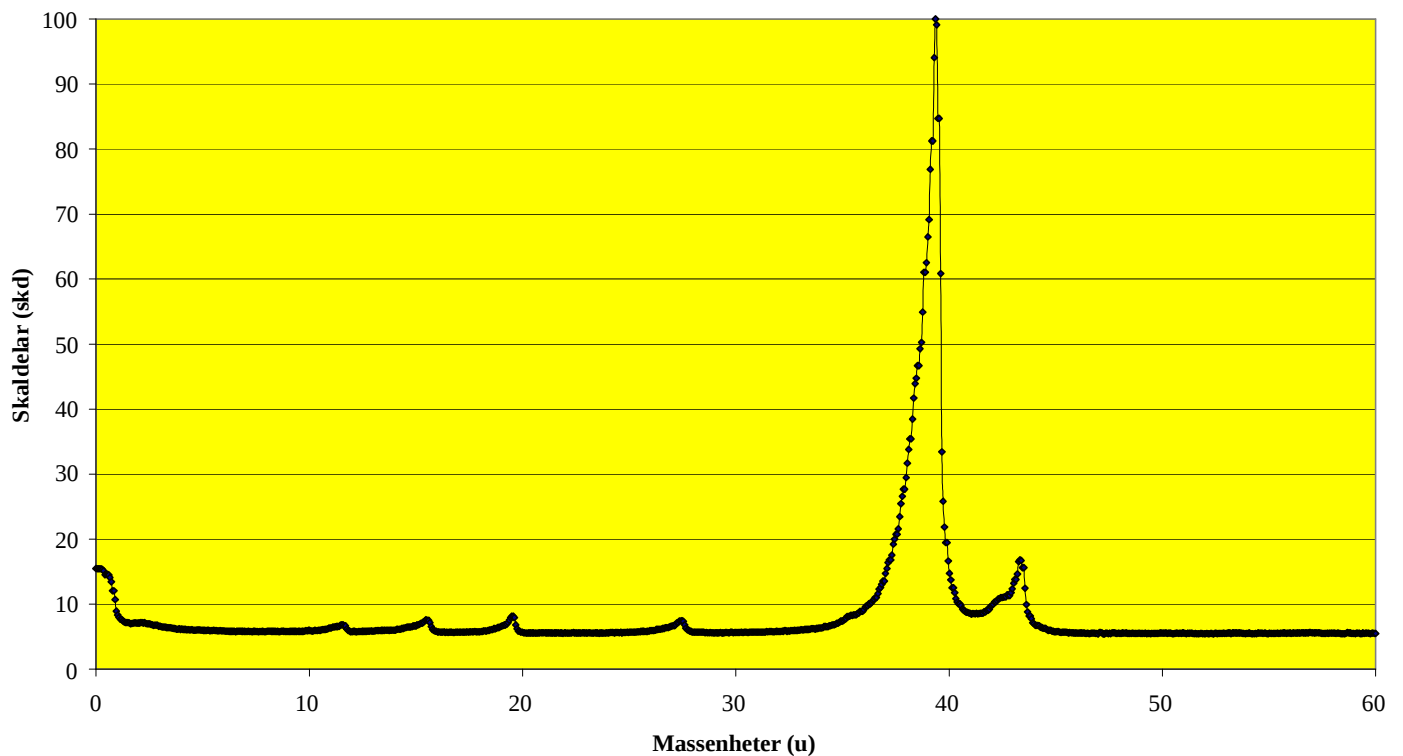
För masstalet 16 syns här atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekyllärt kväve.

För masstalet 40 syns argon.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 19



21. Mix 20

70 % argon

30 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-7} millibar.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekyllärt väte. Vätgastoppen håller en mycket låg nivå.

För masstalet 12 syns här atomärt kol.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

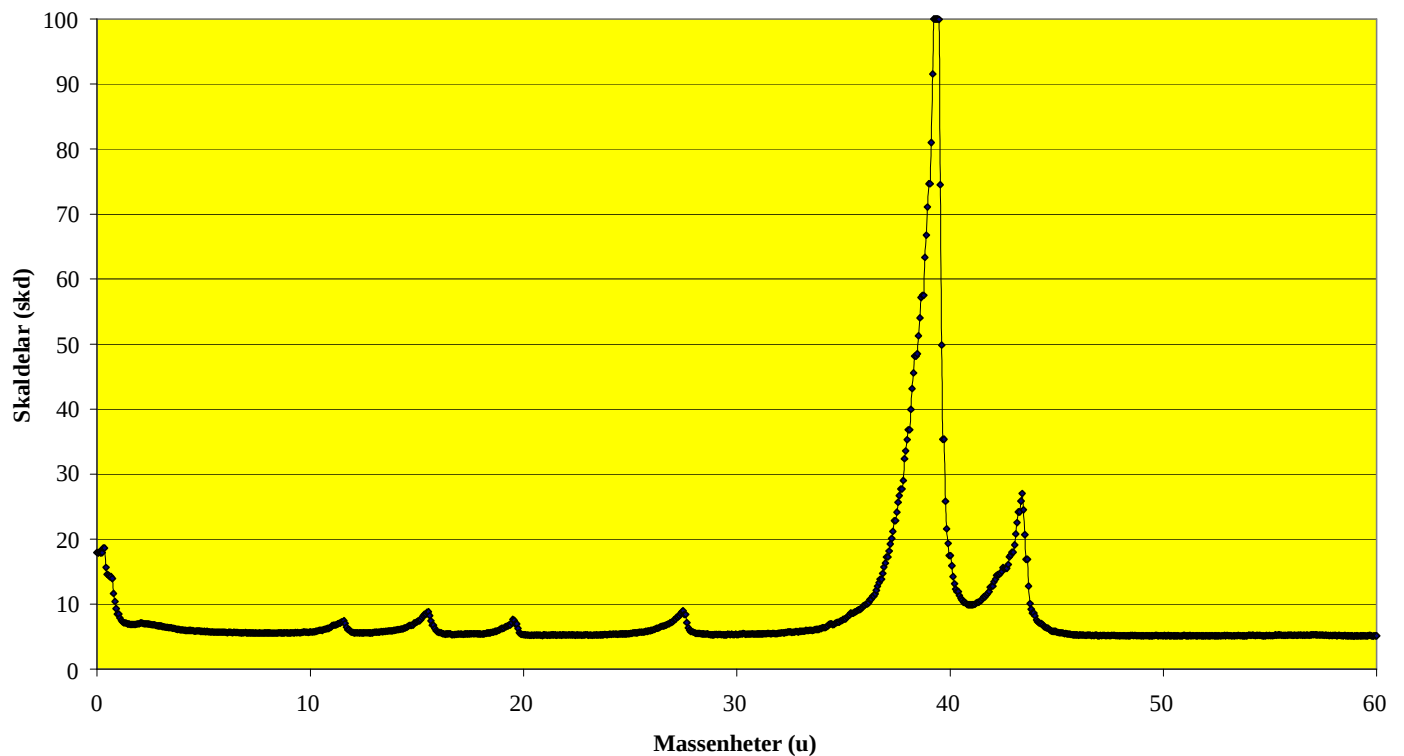
För masstalet 16 syns här atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekyllärt kväve.

För masstalet 40 syns argon.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 20



22.Mix 21

50 % argon

50 % koldioxid

Körning utfördes med masspektrometern inställd på 10^{-7} millibar.

För masstalen 1 och 2 i masspektrats början syns vätgastoppen, innehållande atomärt och molekyärt väte. Vätgastoppen håller en mycket låg nivå.

För masstalet 12 syns här atomärt kol.

För masstalet 14 syns atomärt kväve.

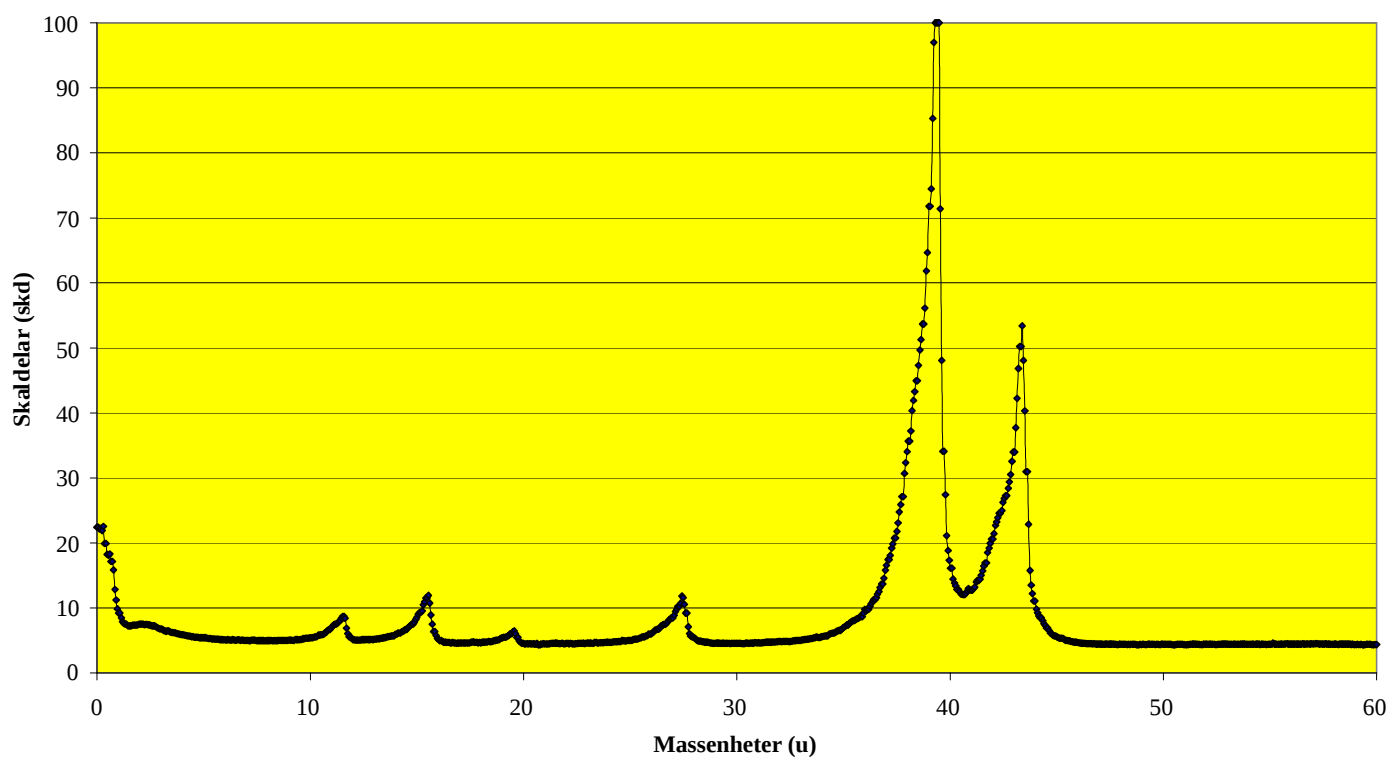
För masstalet 16 syns här atomärt syre.

För masstalet 28 syns molekyärt kväve.

För masstalet 40 syns argon.

För masstalet 44 syns koldioxid.

Mix 21



Appendix D

Resultat från
validerandekörning med
bränsle

Appendix D, Resultat från validerade körningar med bränsle

I tabellerna nedan redovisas data från körningarna. I tabellerna finns ett antal rubriker. Betydelsen av dessa redovisas nedan:

Nummer beskriver det antal fullständigt genomförda analyser, som resulterat i en beräknad bränsleluftblandning.

Koldioxid/Kväve beskriver koldioxidens toppnivå dividerat med kvävet toppnivå. Toppnivån är då också subtraherad med nollnivån.

Kväve Max beskriver värdet av det maximala värdet av kvävetoppen i det avsökte värdet. Nollnivån är ej subtraherad från denna nivå.

Kväve Index beskriver vilket av de avskannade värdena för kvävetoppen som var det största. Meningen med detta värde är att kunna konstatera huruvida skanningen ligger rätt i förhållande till toppen.

Koldioxid Max beskriver värdet av det maximala värdet av koldioxidtoppen i det avsökte värdet. Nollnivån är ej subtraherad från denna nivå.

Koldioxid Index beskriver vilket av de avskannade värdena för kvävetoppen som var det största. Meningen med detta värde är att kunna konstatera huruvida skanningen ligger rätt i förhållande till toppen.

Nollnivå Medelvärde beskriver medelvärdet av värdena för skanningen av nollnivån.

Bränsleluftblandn Propanekv eller **Bränsleluftblandn Propenekv** beskriver den uppmätta bränsleluftblandningen. Den aktuella mätningen måste alltid referera till ett bränsle för att korrekt kunna beskriva blandningen. Propanekv och Propenekv beskriver huruvida blandningen är relaterad till propan eller propen.

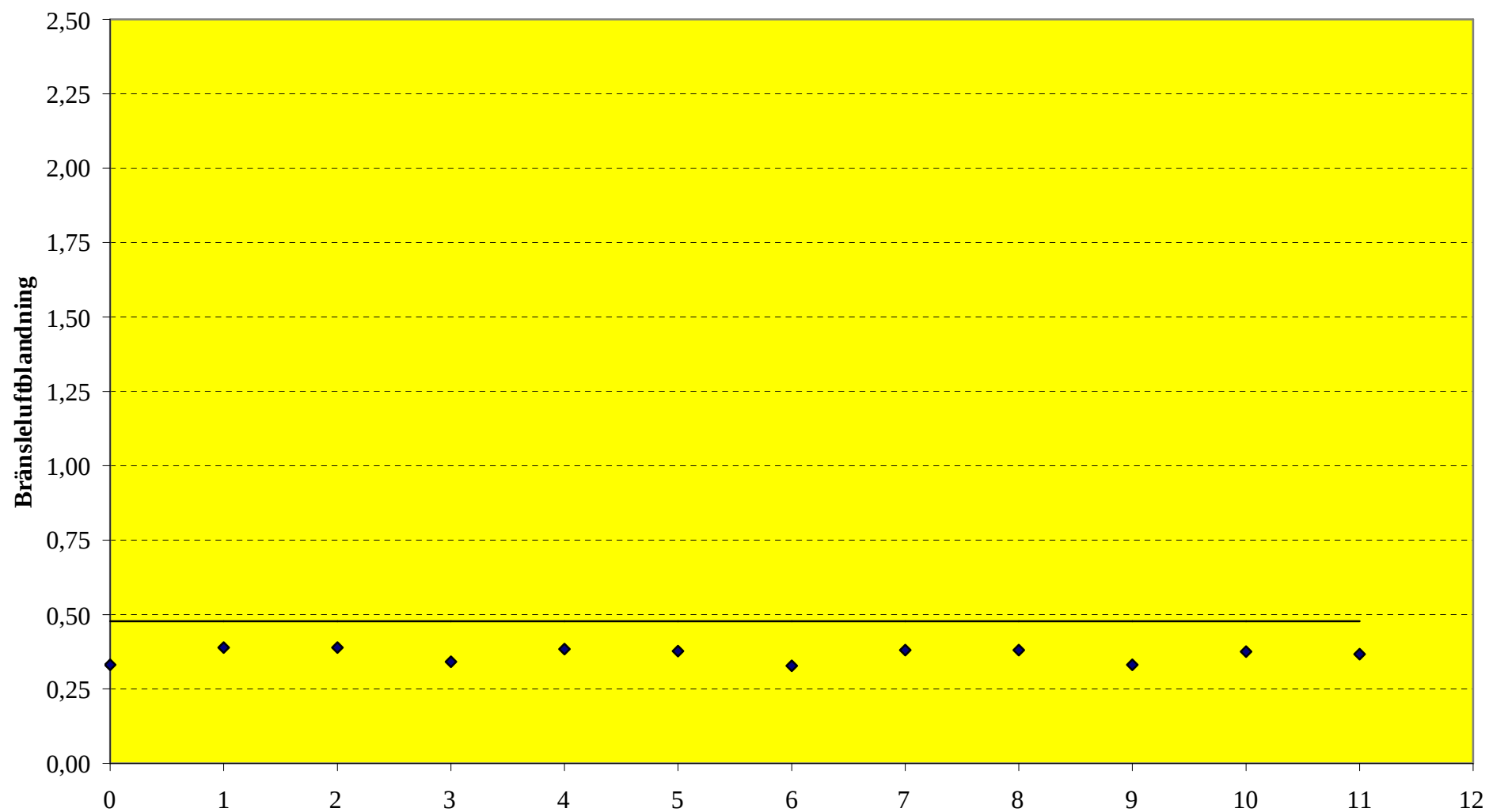
Bränsleluftblandn Teoretisk beskriver det värde som kan förväntas utifrån den bränsleluftblandningen som matats till brännaren.

1. Propan

1.1. Propan 07A

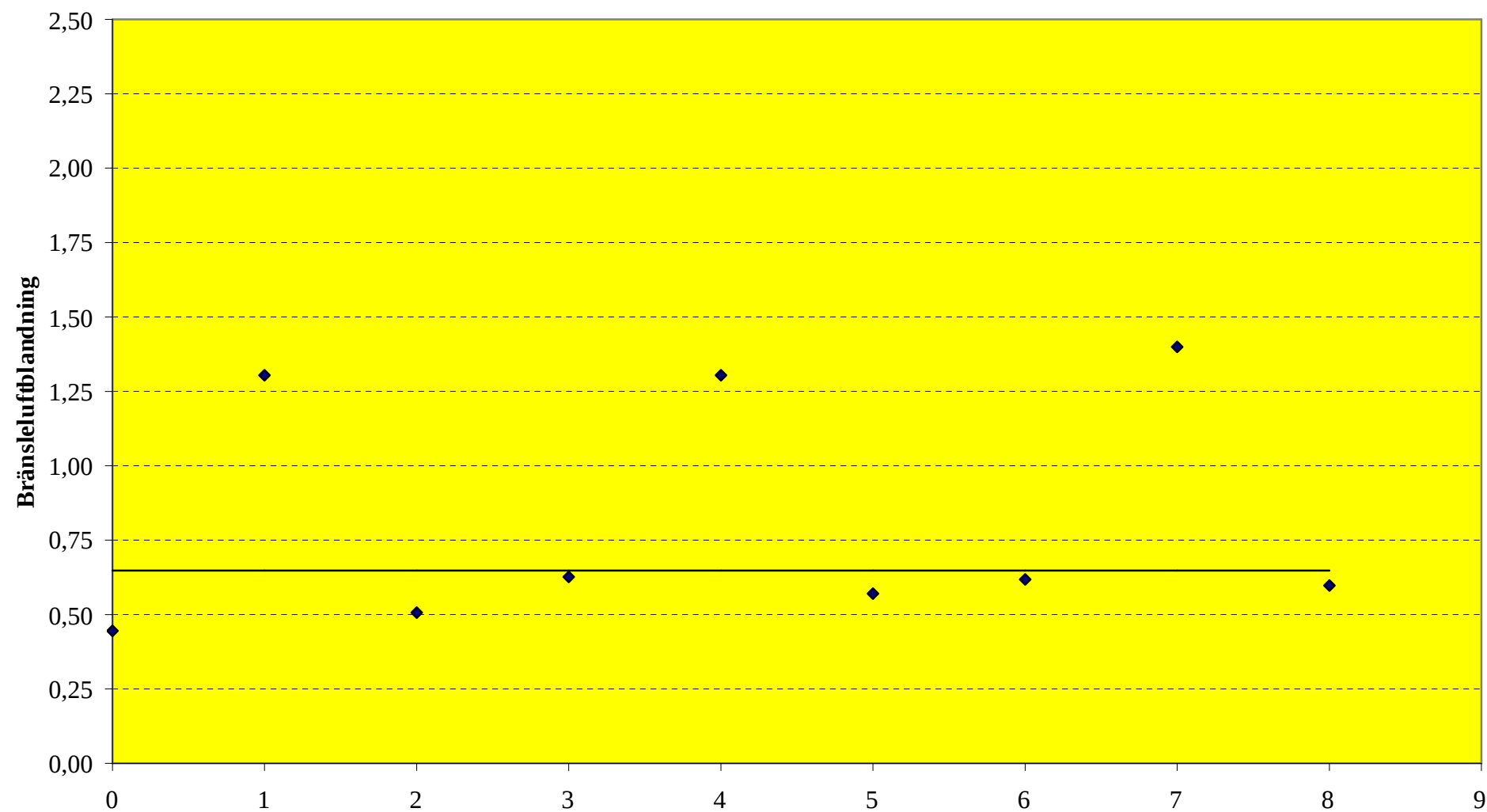
Propan 07A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,254	3,149	0	0,869	4	0,091	0,331	0,477
1	0,298	2,737	1	0,879	3	0,091	0,389	0,477
2	0,298	2,738	1	0,9	3	0,118	0,389	0,477
3	0,262	3,283	0	0,932	4	0,099	0,342	0,477
4	0,294	2,972	1	0,938	4	0,092	0,383	0,477
5	0,289	2,987	3	0,951	5	0,122	0,377	0,477
6	0,251	3,431	0	0,95	4	0,12	0,327	0,477
7	0,292	3,067	3	0,961	4	0,092	0,381	0,477
8	0,292	3,079	3	0,964	3	0,092	0,381	0,477
9	0,254	3,466	0	0,969	4	0,119	0,331	0,477
10	0,288	3,06	3	0,948	4	0,094	0,376	0,477
11	0,281	3,08	3	0,955	4	0,125	0,367	0,477

Propan 07A

1.2. Propan 08A**Propan 08A**

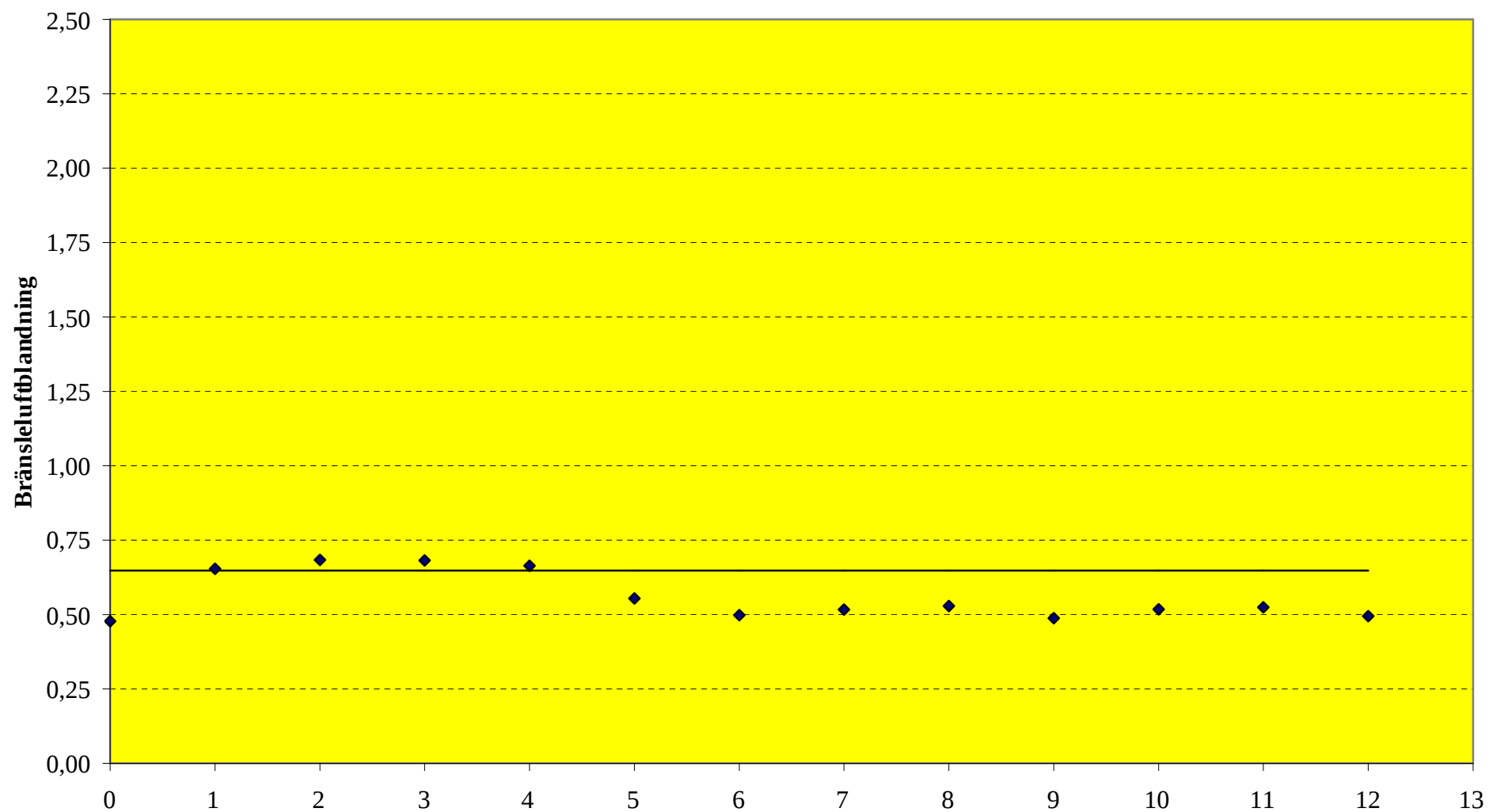
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,341	4,182	0	1,478	8	0,079	0,445	0,648
1	1	3,139	8	3,139	0	0,075	1,304	0,648
2	0,388	3,391	0	1,426	7	0,178	0,506	0,648
3	0,48	3,167	8	1,559	8	0,077	0,626	0,648
4	1	3,231	8	3,231	0	0,243	1,304	0,648
5	0,437	3,251	8	1,48	8	0,108	0,570	0,648
6	0,474	3,378	8	1,643	8	0,077	0,618	0,648
7	1,073	3,207	7	3,424	0	0,251	1,400	0,648
8	0,458	3,271	8	1,577	7	0,143	0,597	0,648

Propan 08A

1.3. Propan 09A

Propan 09A

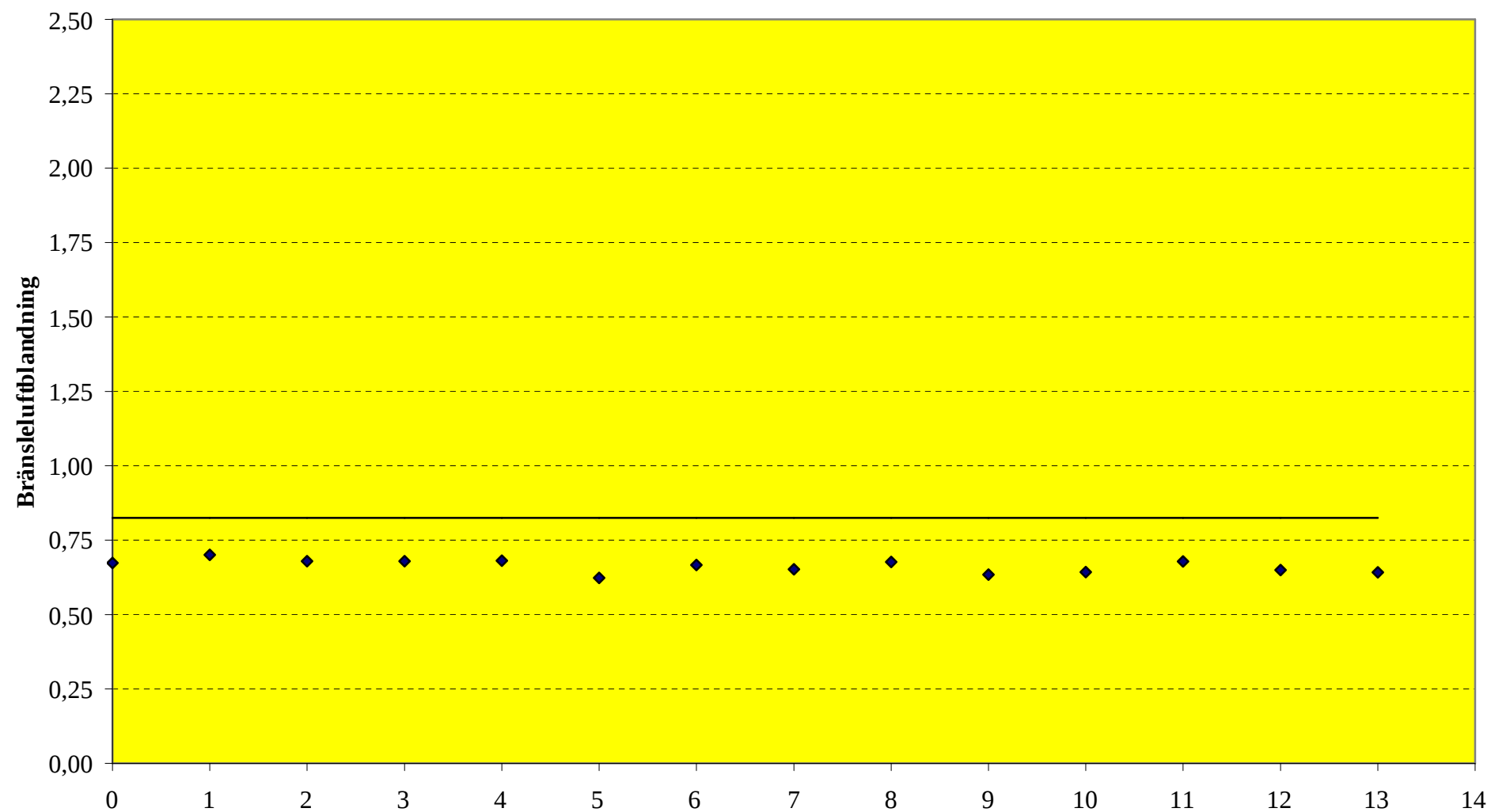
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,366	1,57	18	0,642	12	0,107	0,477	0,648
1	0,501	1,574	17	0,843	12	0,11	0,653	0,648
2	0,524	1,595	17	0,889	12	0,111	0,683	0,648
3	0,523	1,636	18	0,908	12	0,109	0,682	0,648
4	0,509	1,733	0	0,94	13	0,117	0,664	0,648
5	0,425	1,732	18	0,8	12	0,111	0,554	0,648
6	0,382	1,829	19	0,772	13	0,117	0,498	0,648
7	0,396	1,794	18	0,777	12	0,111	0,517	0,648
8	0,405	1,742	18	0,772	12	0,113	0,528	0,648
9	0,374	1,852	0	0,768	13	0,12	0,488	0,648
10	0,397	1,776	18	0,774	12	0,114	0,518	0,648
11	0,402	1,757	19	0,775	13	0,116	0,524	0,648
12	0,379	1,845	0	0,775	13	0,121	0,494	0,648

Propan 09A

1.4. Propan 09B

Propan 09B

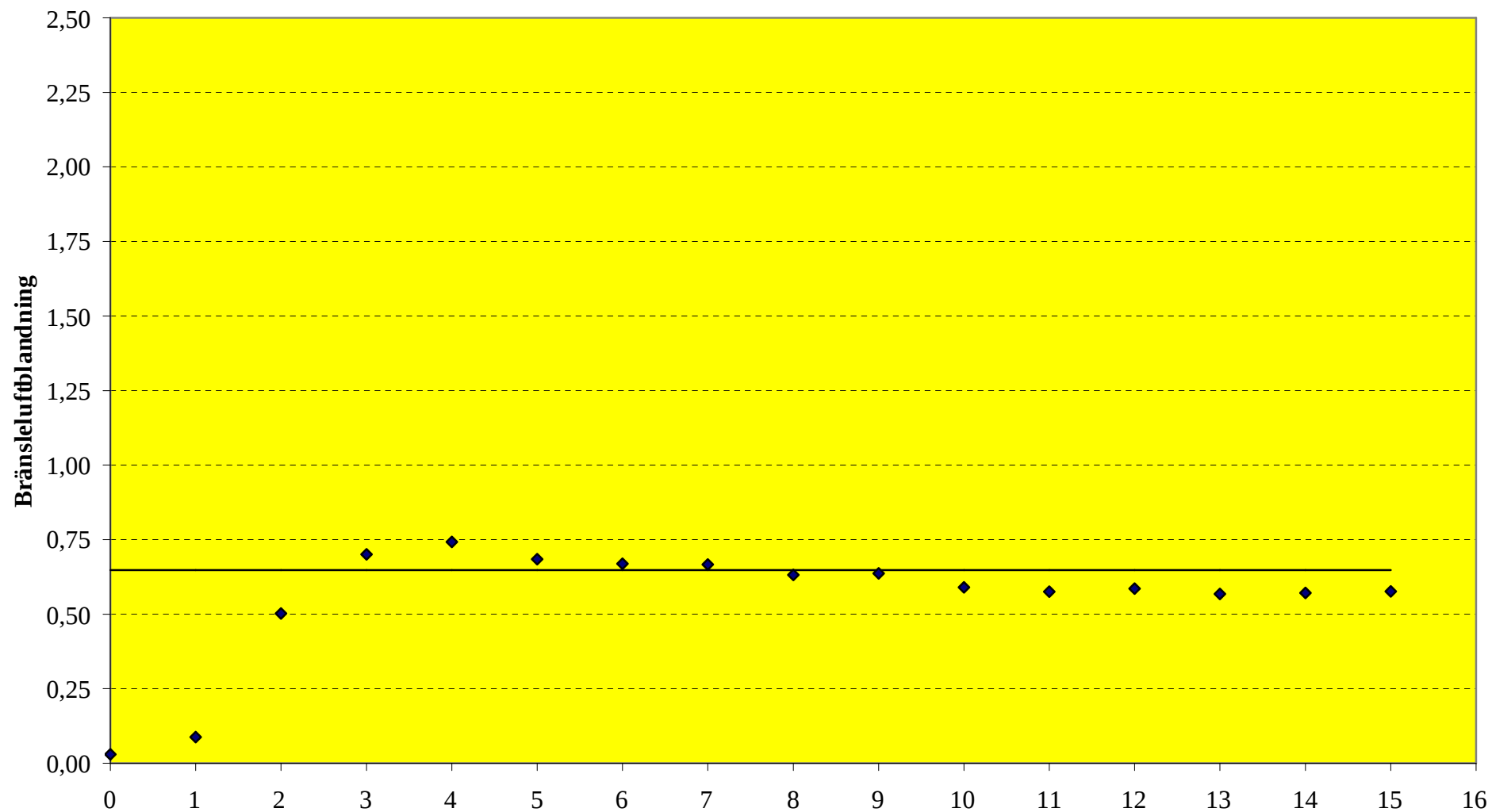
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,516	1,522	18	0,842	12	0,117	0,673	0,825
1	0,537	1,465	18	0,841	12	0,117	0,700	0,825
2	0,521	1,529	18	0,857	13	0,125	0,680	0,825
3	0,521	1,605	18	0,893	12	0,118	0,680	0,825
4	0,522	1,634	19	0,911	13	0,123	0,681	0,825
5	0,478	1,729	18	0,889	12	0,121	0,623	0,825
6	0,511	1,641	19	0,898	12	0,122	0,667	0,825
7	0,5	1,737	0	0,933	13	0,129	0,652	0,825
8	0,519	1,74	18	0,962	13	0,122	0,677	0,825
9	0,486	1,773	19	0,93	13	0,131	0,634	0,825
10	0,493	1,798	18	0,949	14	0,123	0,643	0,825
11	0,52	1,704	18	0,946	12	0,125	0,678	0,825
12	0,498	1,799	0	0,963	13	0,135	0,650	0,825
13	0,492	1,739	18	0,919	12	0,126	0,642	0,825

Propan 09B

1.5. Propan 10A

Propan 10A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,023	1,802	16	0,176	12	0,137	0,030	0,648
1	0,067	1,467	17	0,227	0	0,138	0,087	0,648
2	0,385	1,581	17	0,696	12	0,141	0,502	0,648
3	0,537	1,755	17	1,011	11	0,149	0,700	0,648
4	0,569	1,877	16	1,129	12	0,141	0,742	0,648
5	0,525	2,074	17	1,161	12	0,152	0,685	0,648
6	0,513	2,124	17	1,158	12	0,142	0,669	0,648
7	0,511	2,219	17	1,204	12	0,145	0,667	0,648
8	0,484	2,4	17	1,241	13	0,153	0,631	0,648
9	0,488	2,417	18	1,253	12	0,145	0,637	0,648
10	0,452	2,573	17	1,246	12	0,15	0,590	0,648
11	0,441	2,638	17	1,251	11	0,156	0,575	0,648
12	0,449	2,659	18	1,274	12	0,145	0,586	0,648
13	0,435	2,733	17	1,272	12	0,148	0,567	0,648
14	0,438	2,772	17	1,294	12	0,14	0,571	0,648
15	0,442	2,776	18	1,306	12	0,139	0,577	0,648

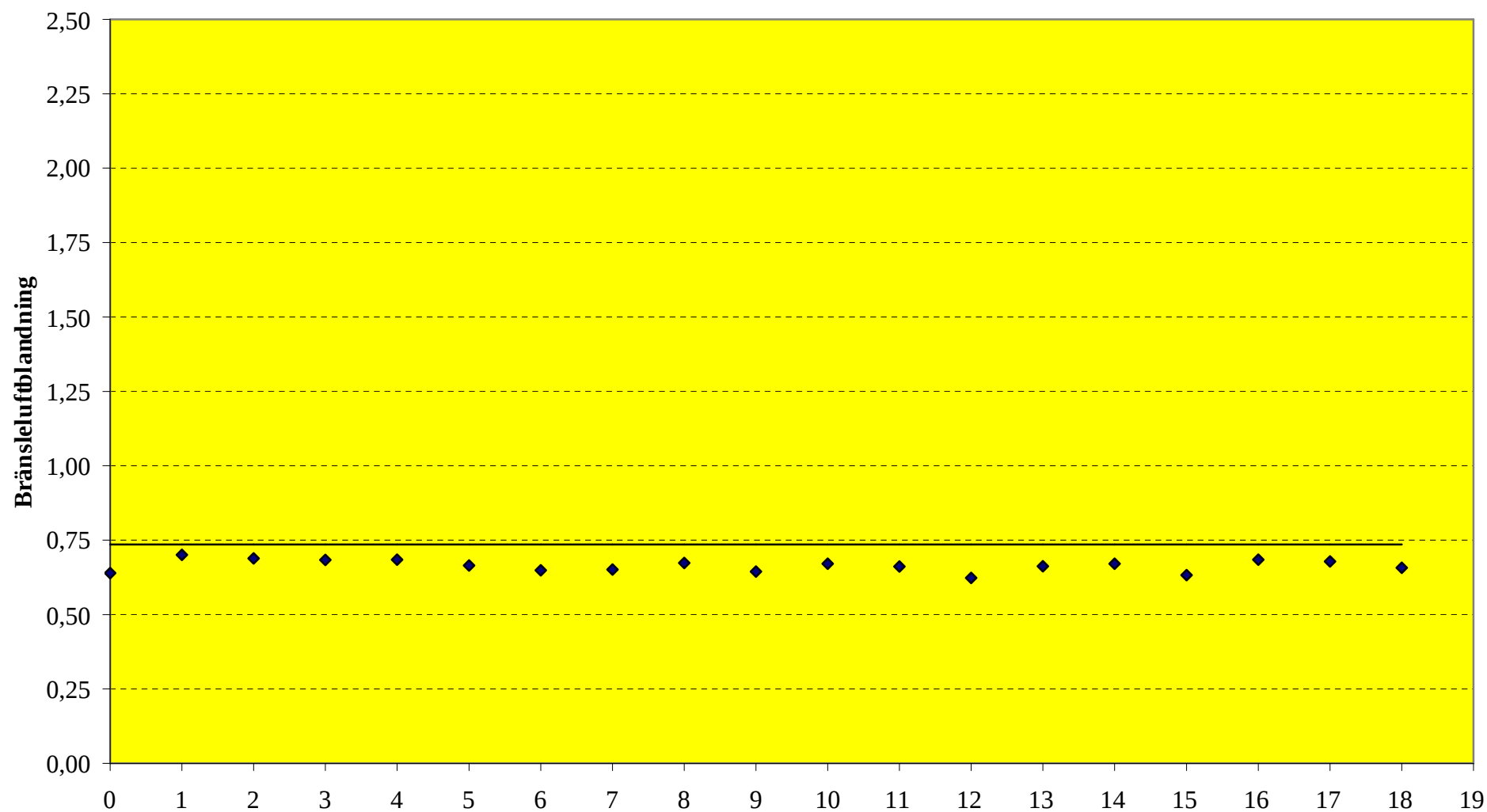
Propan 10A

1.6. Propan 10B

Propan 10B

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,49	2,33	17	1,21	11	0,136	0,639	0,736
1	0,537	2,19	17	1,242	12	0,143	0,700	0,736
2	0,528	2,234	17	1,242	12	0,134	0,689	0,736
3	0,524	2,247	18	1,239	12	0,131	0,683	0,736
4	0,525	2,312	17	1,281	11	0,14	0,685	0,736
5	0,51	2,331	17	1,251	12	0,125	0,665	0,736
6	0,497	2,442	17	1,276	12	0,125	0,648	0,736
7	0,499	2,433	17	1,282	13	0,134	0,651	0,736
8	0,516	2,362	18	1,276	12	0,119	0,673	0,736
9	0,494	2,518	17	1,305	12	0,12	0,644	0,736
10	0,514	2,361	17	1,275	11	0,125	0,670	0,736
11	0,507	2,319	17	1,231	12	0,113	0,661	0,736
12	0,478	2,429	17	1,223	12	0,117	0,623	0,736
13	0,508	2,301	17	1,222	12	0,109	0,663	0,736
14	0,514	2,273	18	1,22	12	0,106	0,670	0,736
15	0,485	2,309	17	1,178	11	0,113	0,633	0,736
16	0,525	2,146	17	1,175	11	0,102	0,685	0,736

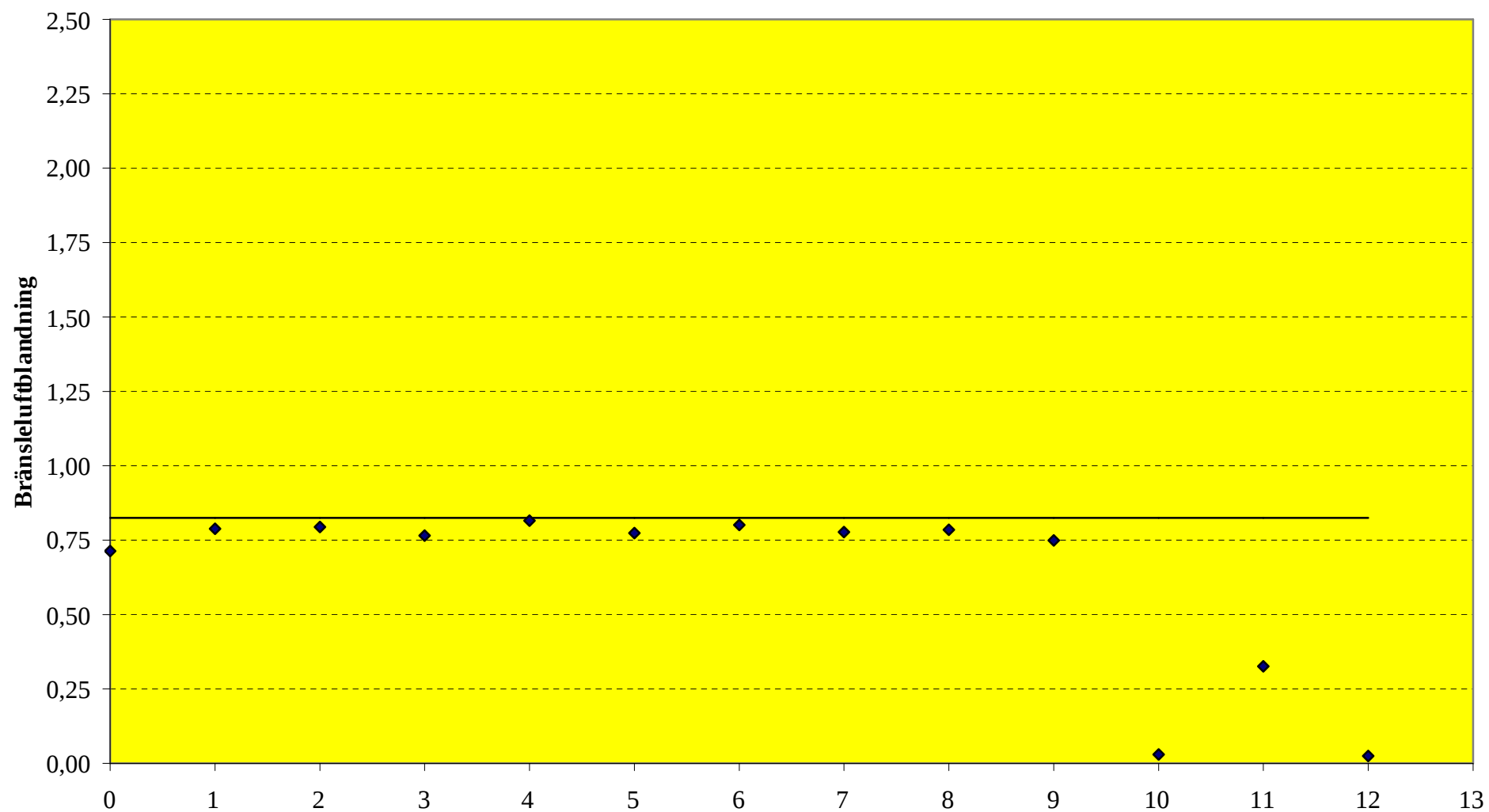
17	0,52	2,155	17	1,169	12	0,101	0,678	0,736
18	0,504	2,157	17	1,141	11	0,107	0,657	0,736

Propan 10B

1.7. Propan 10C

Propan 10C

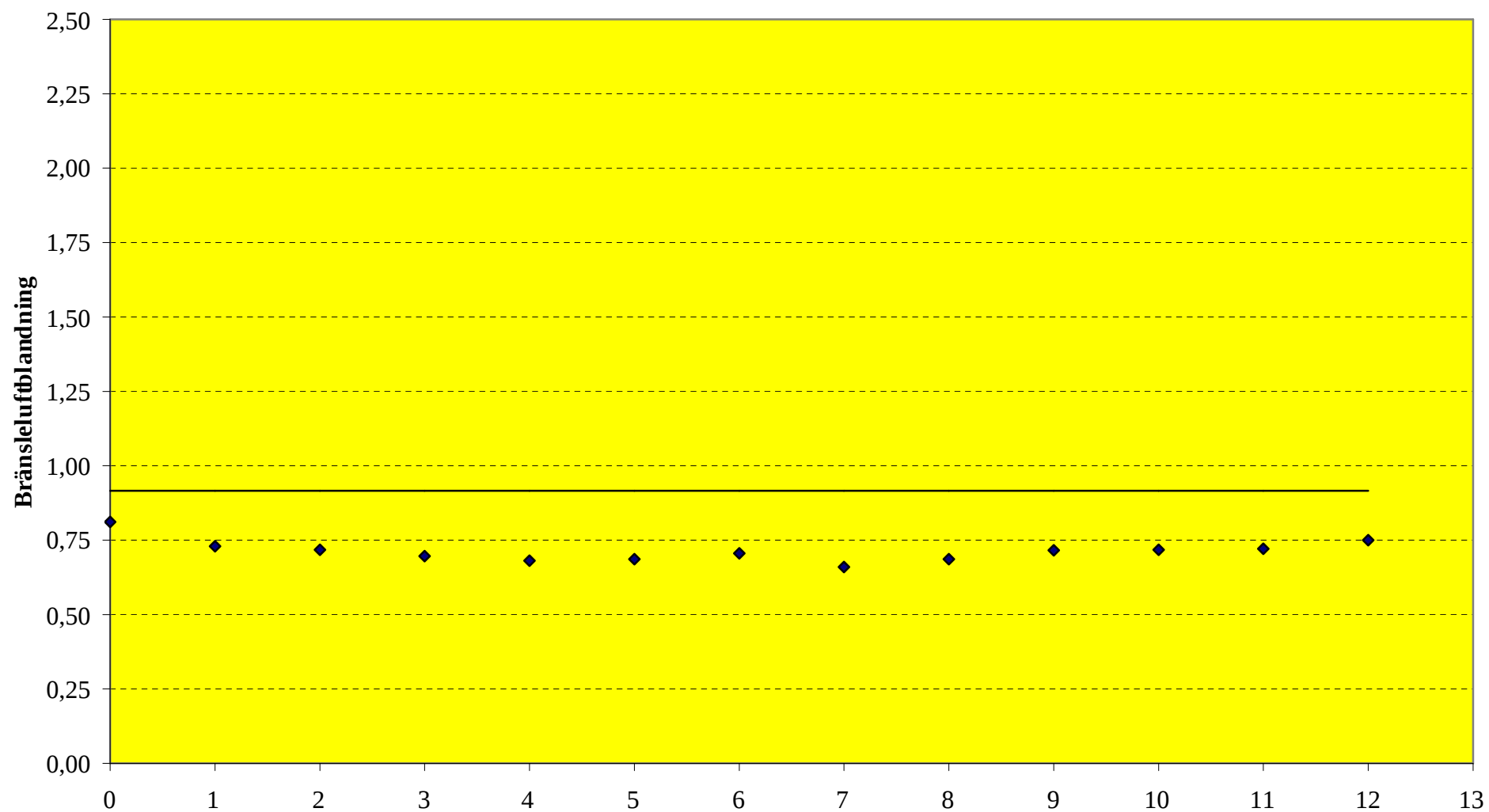
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,547	1,841	17	1,052	11	0,101	0,713	0,825
1	0,604	1,69	18	1,057	12	0,09	0,788	0,825
2	0,609	1,697	19	1,072	12	0,098	0,794	0,825
3	0,587	1,823	17	1,107	12	0,088	0,766	0,825
4	0,625	1,799	18	1,157	12	0,088	0,815	0,825
5	0,593	1,839	17	1,13	11	0,096	0,773	0,825
6	0,614	1,797	18	1,136	12	0,085	0,801	0,825
7	0,596	1,798	17	1,106	12	0,087	0,777	0,825
8	0,602	1,809	18	1,121	12	0,08	0,785	0,825
9	0,574	1,818	18	1,077	12	0,08	0,749	0,825
10	0,023	0,872	17	0,054	0	0,035	0,030	0,825
11	0,25	0,17	17	0,067	0	0,033	0,326	0,825
12	0,019	0,223	17	0,043	13	0,039	0,025	0,825

Propan 10C

1.8. Propan 11A

Propan 11A

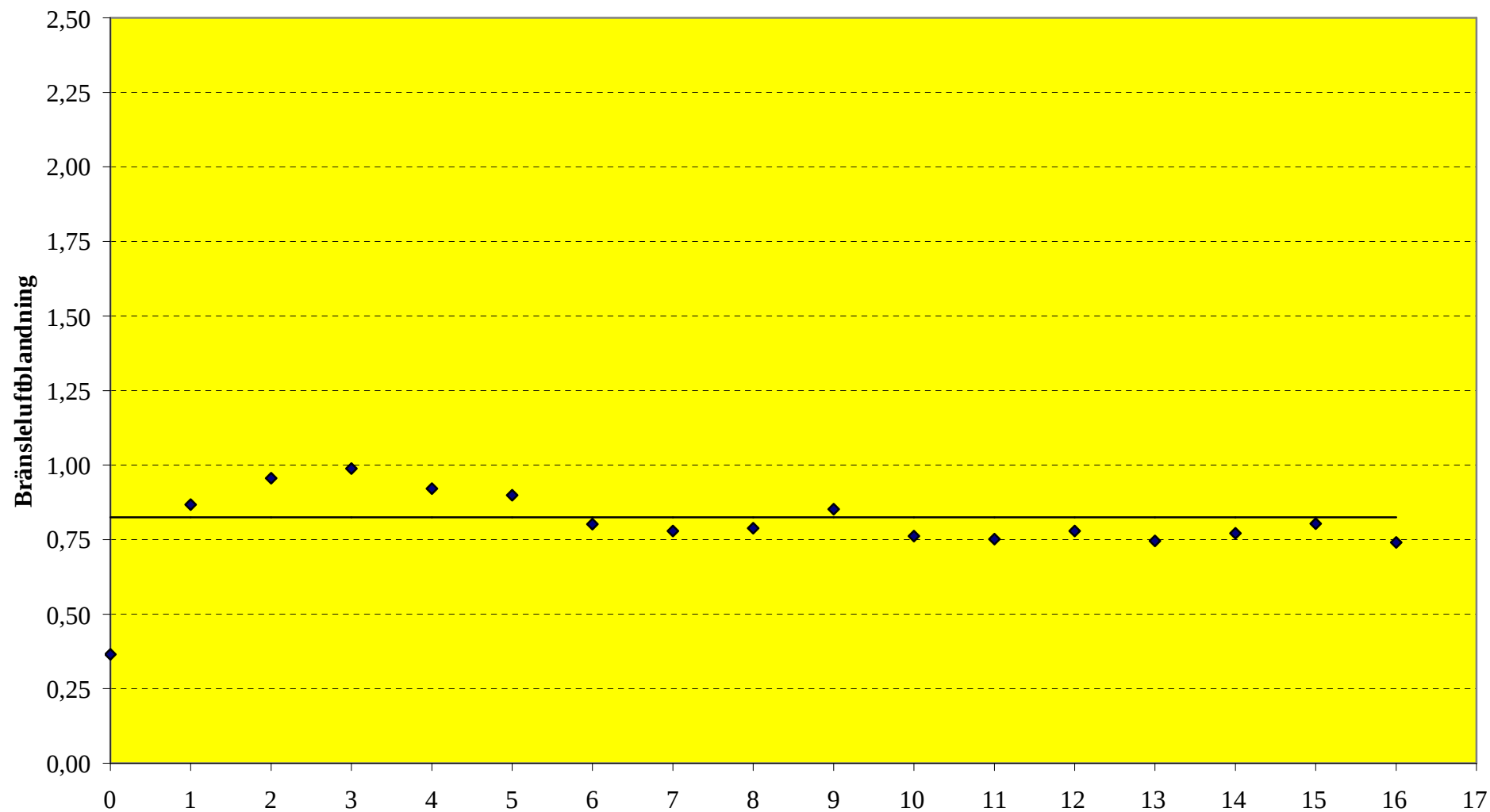
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,622	5,857	8	3,668	11	0,059	0,811	0,916
1	0,559	5,747	16	3,242	12	0,061	0,729	0,916
2	0,55	5,246	16	2,925	11	0,083	0,717	0,916
3	0,534	4,956	17	2,671	14	0,056	0,697	0,916
4	0,522	4,863	18	2,566	12	0,057	0,681	0,916
5	0,526	4,532	17	2,42	13	0,076	0,686	0,916
6	0,541	4,251	18	2,327	12	0,055	0,706	0,916
7	0,506	3,83	18	1,966	12	0,056	0,660	0,916
8	0,526	3,463	17	1,855	13	0,069	0,686	0,916
9	0,549	3,211	18	1,787	12	0,056	0,716	0,916
10	0,55	3,126	18	1,745	12	0,057	0,717	0,916
11	0,553	3,024	17	1,704	13	0,07	0,721	0,916
12	0,575	2,912	18	1,699	12	0,056	0,750	0,916

Propan 11A

1.9. Propan 14A

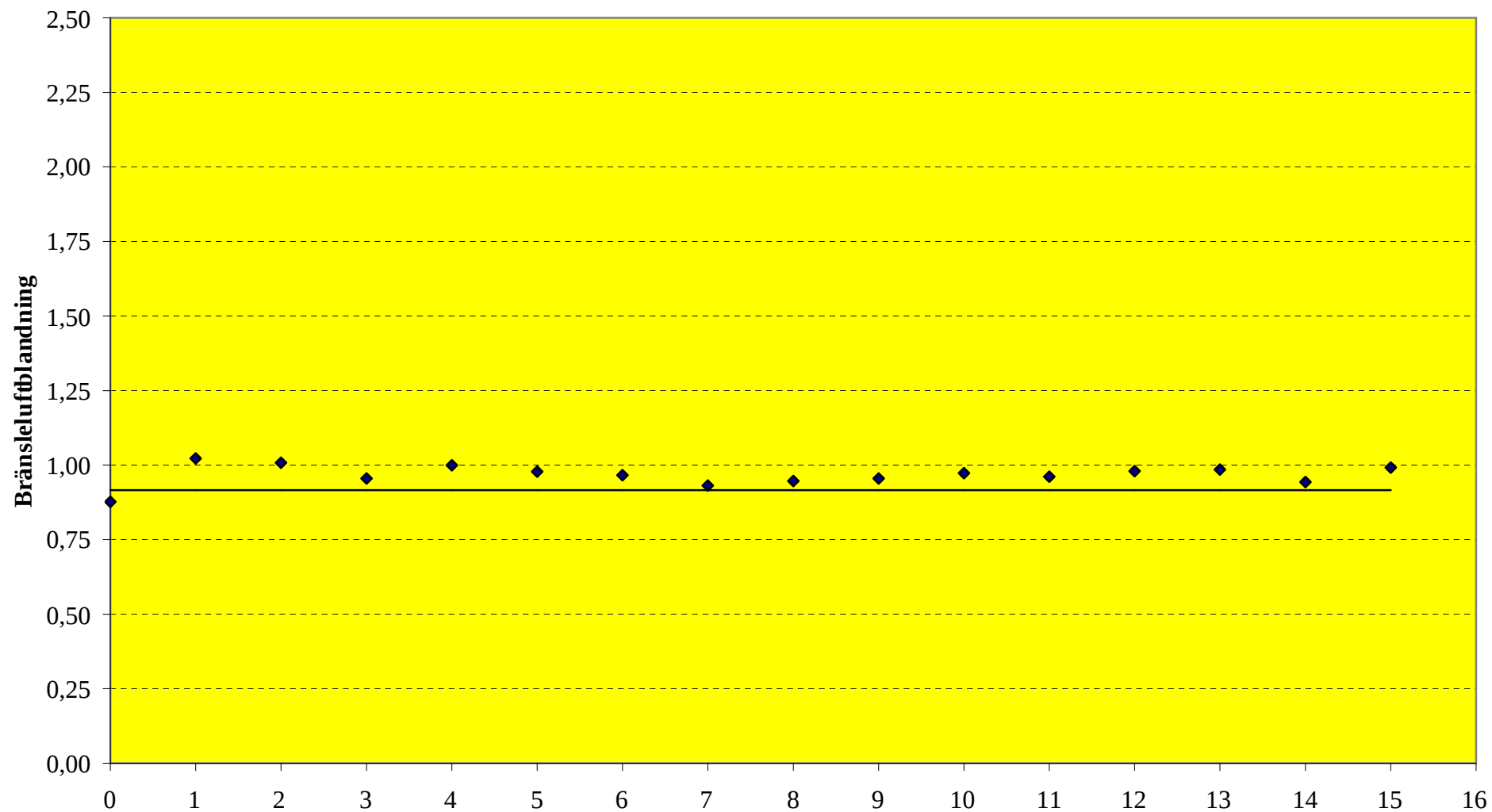
Propan 14A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,28	2,973	17	0,859	13	0,036	0,365	0,825
1	0,665	2,409	17	1,617	12	0,047	0,867	0,825
2	0,733	2,545	17	1,875	12	0,039	0,956	0,825
3	0,758	2,618	18	1,995	12	0,04	0,989	0,825
4	0,706	2,803	19	1,993	12	0,046	0,921	0,825
5	0,689	3,066	18	2,13	13	0,061	0,899	0,825
6	0,615	3,37	18	2,089	12	0,042	0,802	0,825
7	0,597	3,46	19	2,086	12	0,05	0,779	0,825
8	0,604	3,442	18	2,102	12	0,062	0,788	0,825
9	0,653	3,238	18	2,129	12	0,043	0,852	0,825
10	0,584	3,402	19	2,01	12	0,057	0,762	0,825
11	0,576	3,415	18	1,984	11	0,042	0,751	0,825
12	0,597	3,29	18	1,981	12	0,043	0,779	0,825
13	0,572	3,304	17	1,916	11	0,062	0,746	0,825
14	0,591	3,199	17	1,909	12	0,046	0,771	0,825
15	0,616	3,098	18	1,925	12	0,047	0,803	0,825
16	0,568	3,055	17	1,761	11	0,062	0,741	0,825

Propan 14A

1.10.Propan 14B**Propan 14B**

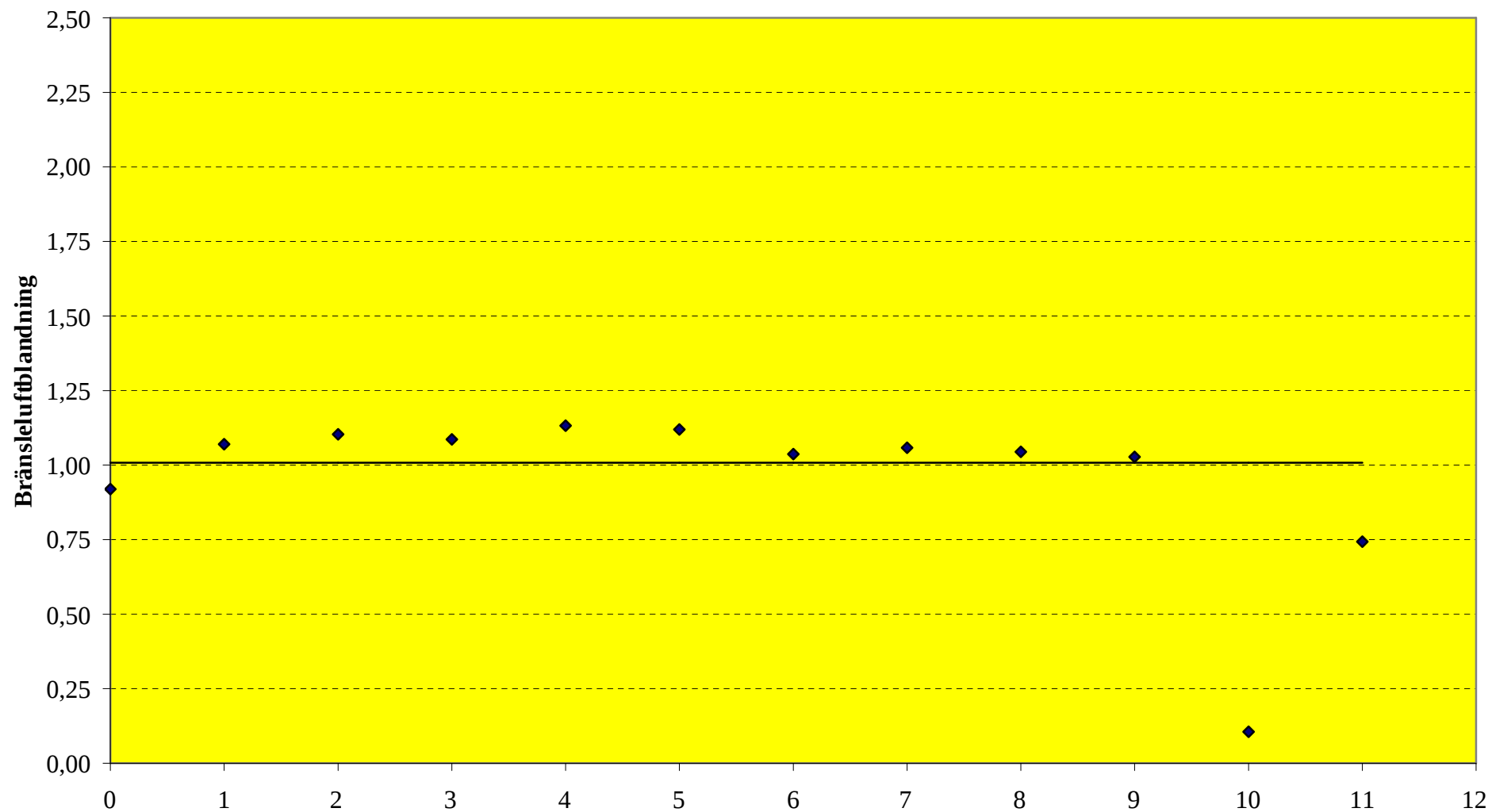
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,672	2,676	16	1,814	12	0,047	0,877	0,916
1	0,784	2,228	17	1,761	11	0,064	1,023	0,916
2	0,773	2,243	17	1,746	11	0,049	1,008	0,916
3	0,732	2,181	18	1,609	12	0,048	0,955	0,916
4	0,766	2,129	18	1,646	13	0,064	0,999	0,916
5	0,75	2,194	18	1,657	12	0,049	0,978	0,916
6	0,741	2,186	17	1,634	12	0,056	0,967	0,916
7	0,714	2,283	17	1,644	12	0,048	0,931	0,916
8	0,726	2,246	18	1,644	12	0,05	0,947	0,916
9	0,732	2,188	17	1,618	13	0,064	0,955	0,916
10	0,746	2,158	18	1,623	12	0,05	0,973	0,916
11	0,737	2,127	17	1,583	12	0,056	0,961	0,916
12	0,751	2,137	17	1,621	11	0,064	0,980	0,916
13	0,755	2,073	18	1,579	12	0,054	0,985	0,916
14	0,723	2,059	17	1,507	11	0,064	0,943	0,916
15	0,76	2,008	17	1,539	12	0,053	0,991	0,916

Propan 14A

1.11.Propan 14C

Propan 14C

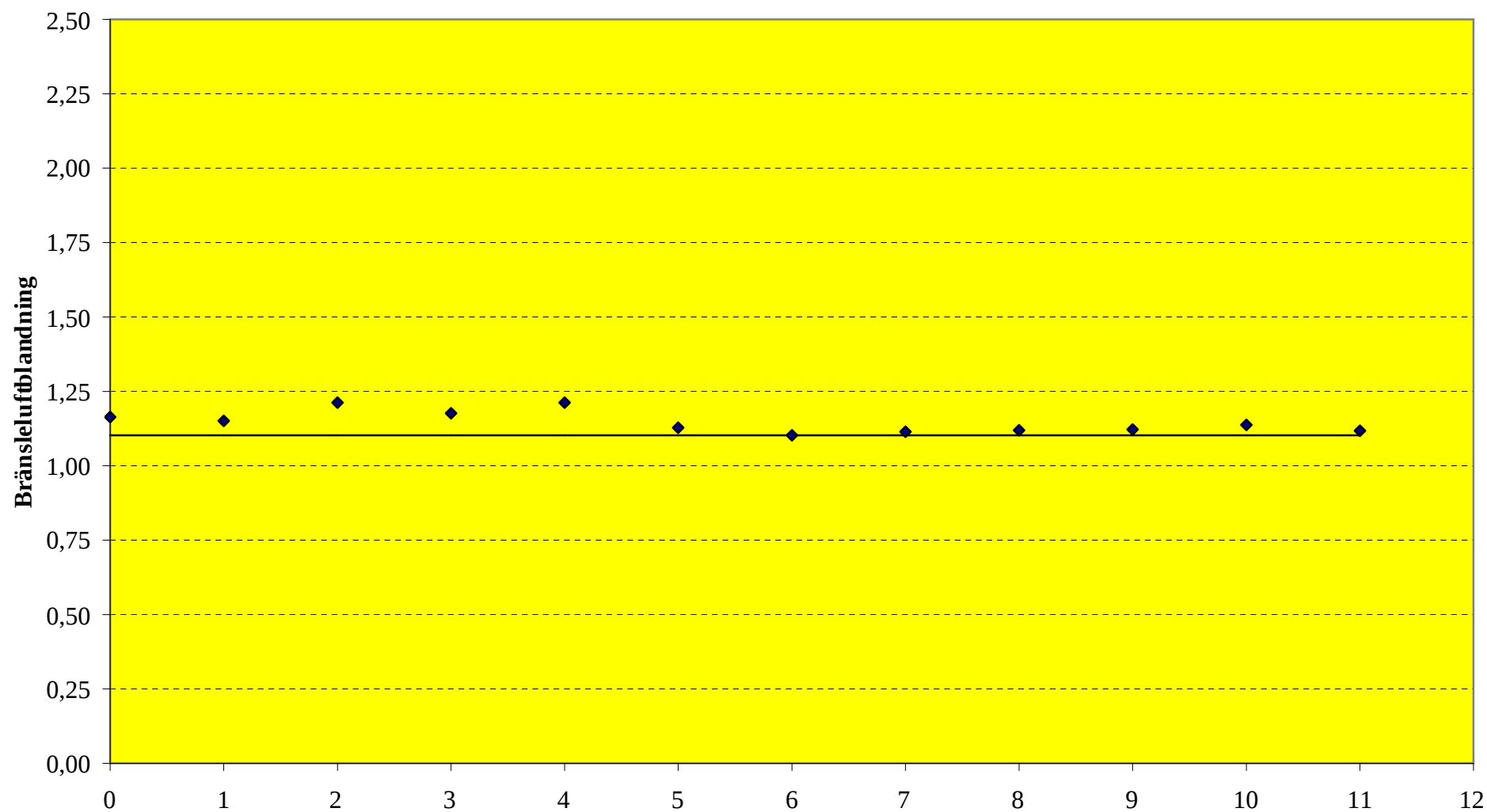
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,705	1,707	16	1,22	12	0,055	0,920	1,008
1	0,82	1,529	17	1,266	13	0,066	1,070	1,008
2	0,846	1,498	16	1,276	12	0,054	1,103	1,008
3	0,833	1,549	17	1,302	12	0,067	1,087	1,008
4	0,868	1,539	17	1,343	12	0,056	1,132	1,008
5	0,858	1,594	17	1,375	12	0,057	1,119	1,008
6	0,795	1,646	17	1,323	13	0,068	1,037	1,008
7	0,811	1,629	18	1,332	12	0,055	1,058	1,008
8	0,801	1,548	17	1,253	12	0,064	1,045	1,008
9	0,788	1,546	18	1,232	11	0,062	1,028	1,008
10	0,081	0,801	16	0,074	0	0,01	0,106	1,008
11	0,57	0,111	0	0,064	5	0,002	0,743	1,008

Propan 14C

1.12.Propan 15A

Propan 15A

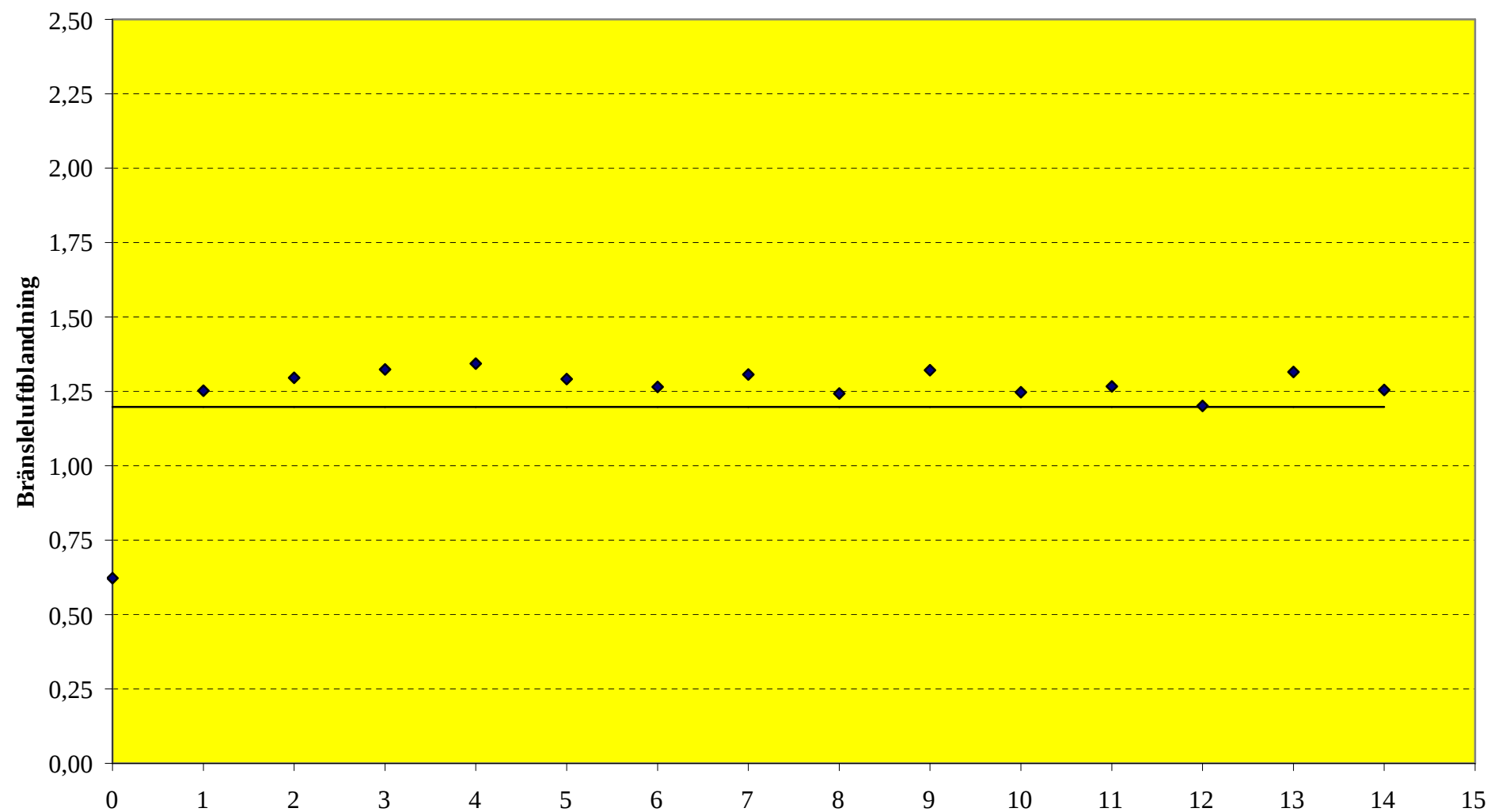
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,892	1,206	17	1,082	12	0,055	1,163	1,102
1	0,882	1,24	17	1,101	12	0,064	1,150	1,102
2	0,929	1,242	17	1,158	12	0,053	1,212	1,102
3	0,902	1,273	17	1,153	12	0,053	1,177	1,102
4	0,929	1,277	17	1,191	11	0,064	1,212	1,102
5	0,865	1,317	18	1,146	12	0,054	1,128	1,102
6	0,845	1,368	17	1,166	12	0,064	1,102	1,102
7	0,854	1,34	18	1,152	11	0,053	1,114	1,102
8	0,858	1,335	17	1,153	12	0,054	1,119	1,102
9	0,86	1,324	17	1,147	13	0,063	1,122	1,102
10	0,872	1,332	18	1,168	12	0,055	1,137	1,102
11	0,857	1,346	17	1,163	11	0,062	1,118	1,102

Propan 15A

1.13.Propan 16A

Propan 16A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propanekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,477	0,856	17	0,44	11	0,061	0,622	1,198
1	0,96	0,972	18	0,935	12	0,055	1,252	1,198
2	0,993	1,05	17	1,043	12	0,065	1,295	1,198
3	1,015	1,102	17	1,118	12	0,057	1,324	1,198
4	1,03	1,122	17	1,154	12	0,058	1,343	1,198
5	0,99	1,163	18	1,152	13	0,067	1,291	1,198
6	0,97	1,194	18	1,16	12	0,056	1,265	1,198
7	1,002	1,155	18	1,157	11	0,065	1,307	1,198
8	0,953	1,176	17	1,123	12	0,057	1,243	1,198
9	1,013	1,19	17	1,205	12	0,065	1,321	1,198
10	0,956	1,176	18	1,127	11	0,065	1,247	1,198
11	0,971	1,168	18	1,136	12	0,057	1,266	1,198
12	0,921	1,118	17	1,035	12	0,064	1,201	1,198
13	1,008	1,078	17	1,086	11	0,056	1,315	1,198
14	0,962	1,117	17	1,077	12	0,057	1,255	1,198

Propan 16A

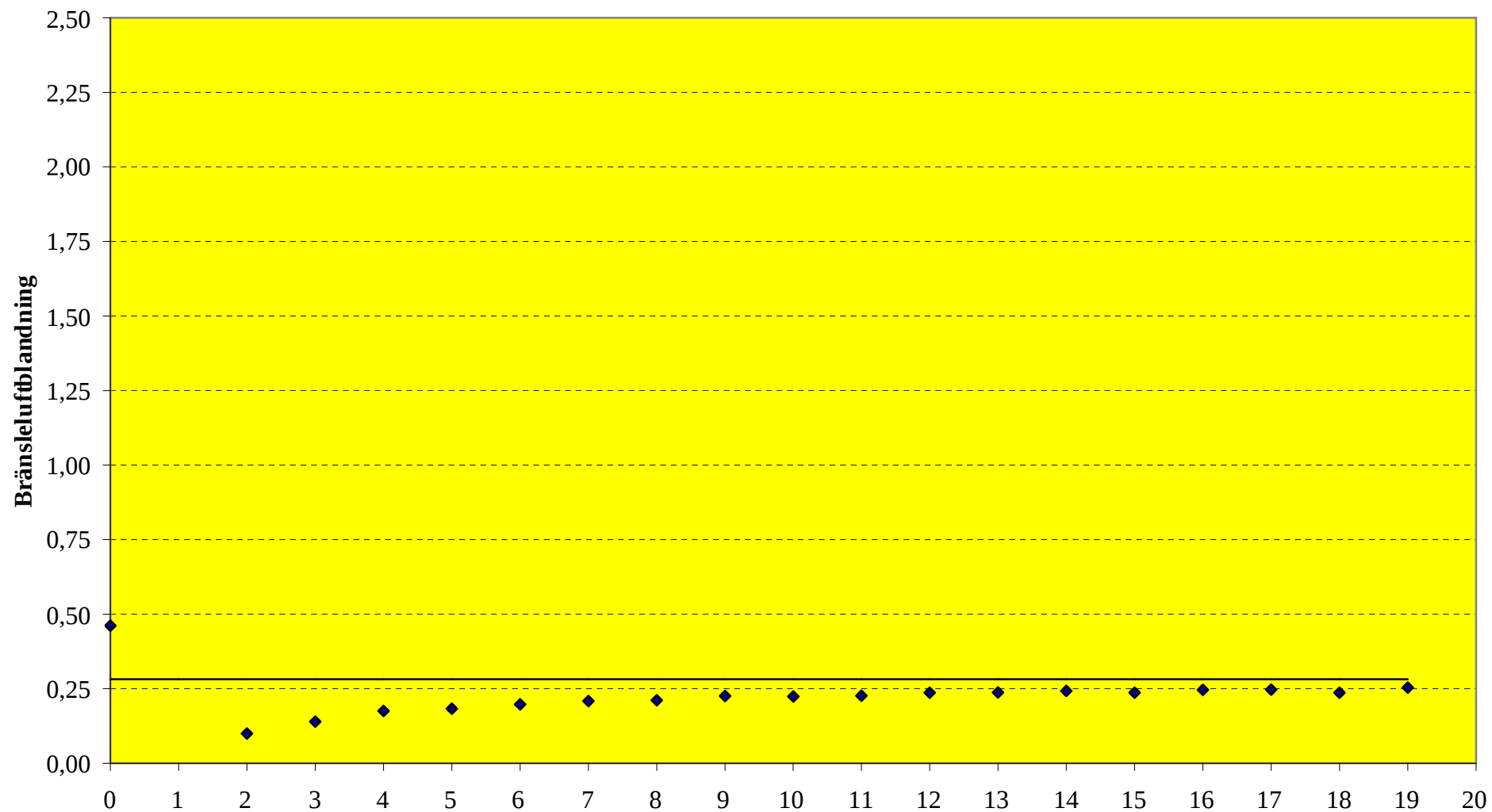
2. Propen

2.1. Propen 01A

Propen 01A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	39,326	5,2	4	4,6	11	4,211	0,462	0,282
1	-1507,143	4,7	0	9,7	18	5,011	-17,692	0,282
2	8,483	219,6	16	22,3	12	4,011	0,100	0,282
3	11,896	191,4	17	26	12	3,667	0,140	0,282
4	14,916	191,8	18	31,7	0	3,633	0,175	0,282
5	15,566	194,3	18	33,5	13	3,856	0,183	0,282
6	16,834	211,2	18	38,4	13	3,422	0,198	0,282
7	17,791	222,3	17	42,7	13	3,833	0,209	0,282
8	18,016	229,2	17	44,5	13	3,911	0,211	0,282
9	19,217	228,2	18	46,6	12	3,4	0,226	0,282
10	19,102	236,4	17	48,6	13	4,256	0,224	0,282
11	19,315	246,3	17	50,2	12	3,256	0,227	0,282
12	20,161	237	18	50,3	12	3,156	0,237	0,282
13	20,256	235,2	17	50,3	13	3,333	0,238	0,282
14	20,653	233	17	50,6	12	3,122	0,242	0,282
15	20,151	227,7	16	48,5	12	3,278	0,237	0,282

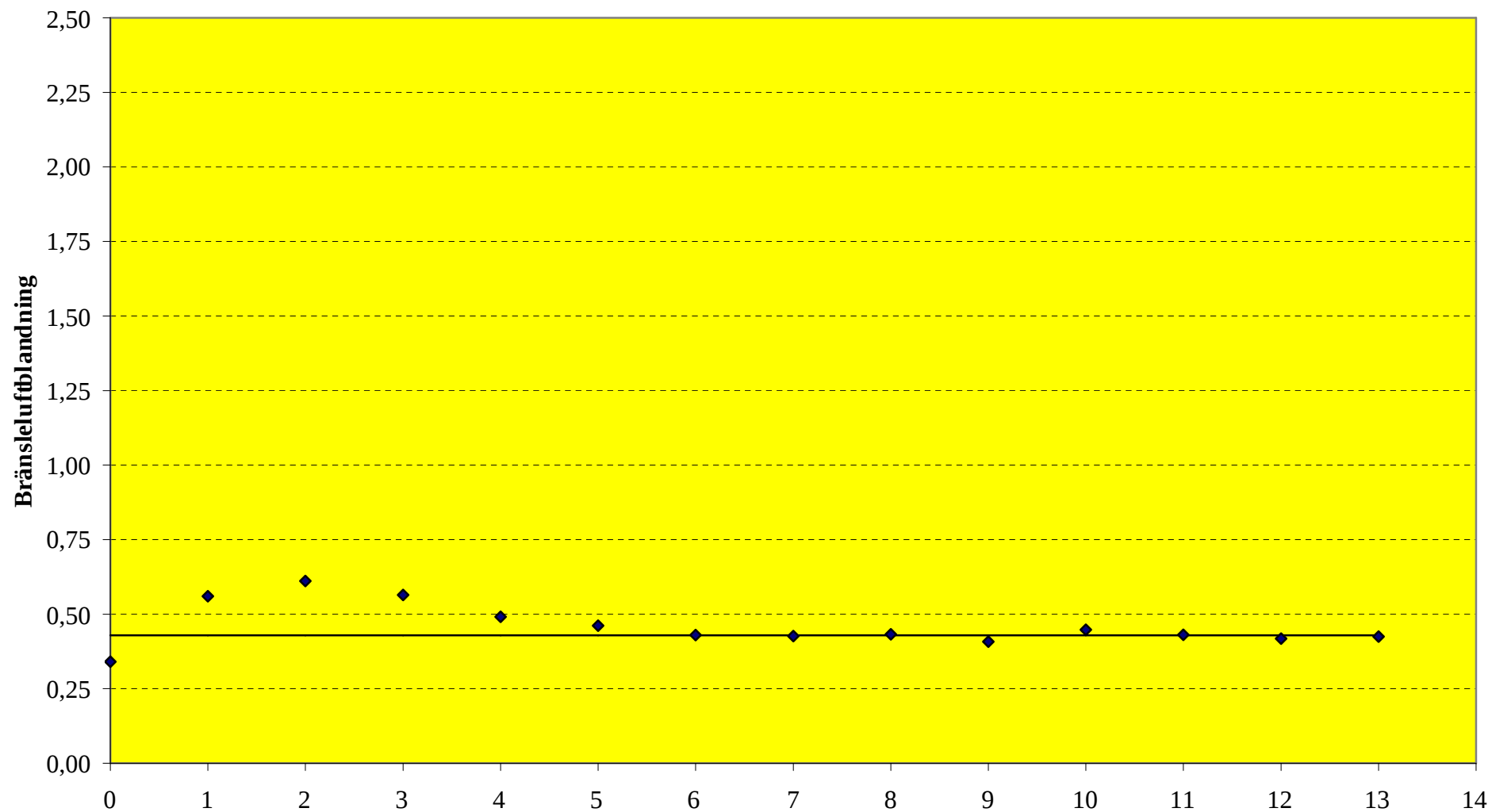
16	20,964	228,4	17	50,7	12	3,567	0,246	0,282
17	21,024	217	16	48	12	3,011	0,247	0,282
18	20,152	220,3	16	47,1	12	3,389	0,237	0,282
19	21,633	207,1	17	47,1	11	2,933	0,254	0,282

Propen 01A

2.2. Propen 01B

Propen 01B

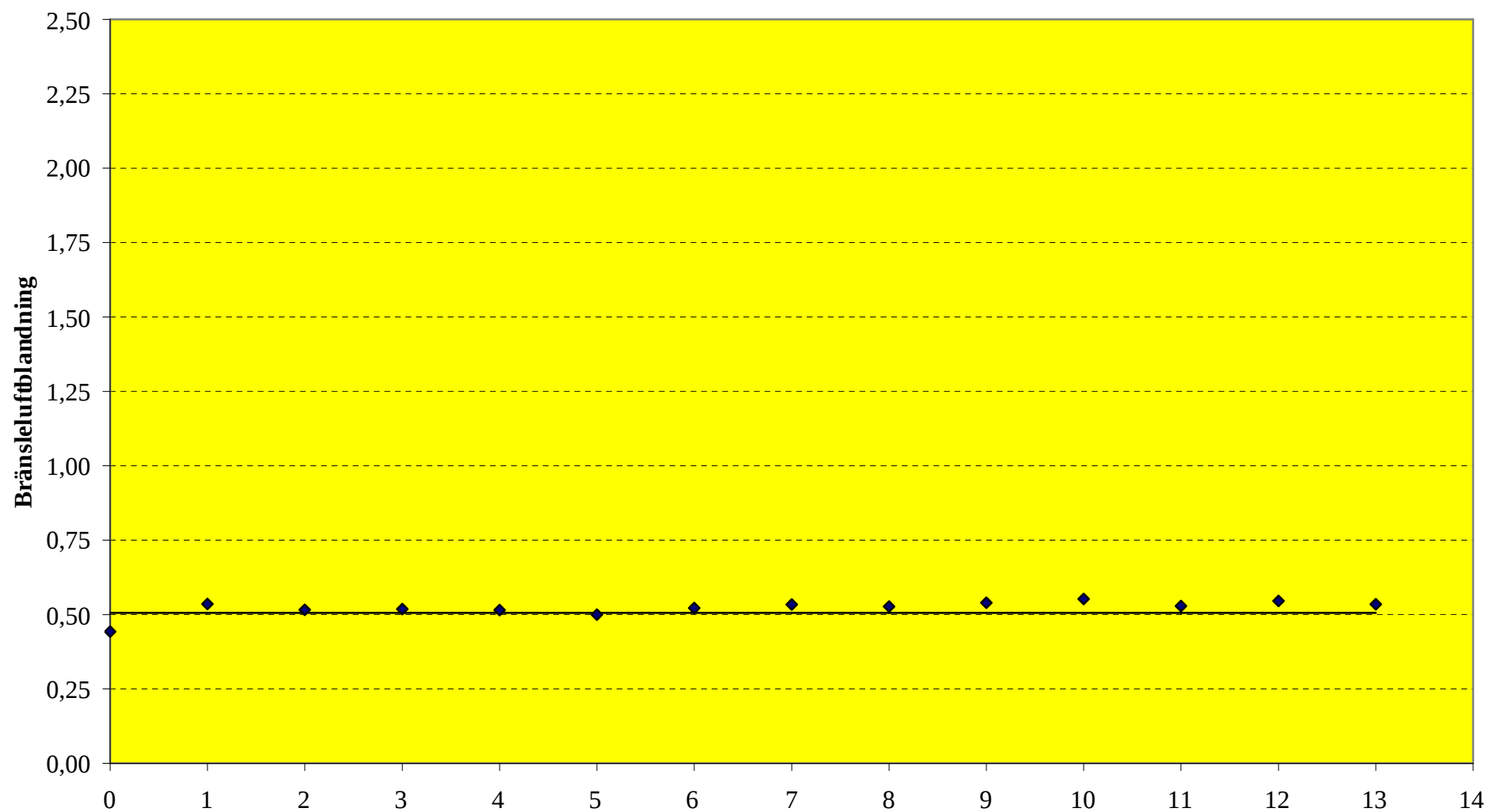
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	29,01	190,7	17	57,5	11	3,067	0,341	0,429
1	47,739	178,8	18	87	12	3,144	0,560	0,429
2	52,052	183,9	17	97,7	13	4,122	0,611	0,429
3	48,067	186,1	18	91	12	2,978	0,564	0,429
4	41,829	186,4	17	80,2	12	3,833	0,491	0,429
5	39,297	186	17	74,9	12	2,978	0,461	0,429
6	36,635	185,3	17	69,8	12	3,022	0,430	0,429
7	36,324	181,5	17	68,2	13	3,567	0,426	0,429
8	36,813	176,4	18	66,7	12	2,789	0,432	0,429
9	34,734	181,9	17	65,4	12	3,4	0,408	0,429
10	38,163	171,8	17	67,2	11	2,644	0,448	0,429
11	36,714	165,8	18	62,7	12	2,889	0,431	0,429
12	35,635	165,9	17	61,3	11	3,389	0,418	0,429
13	36,214	162,8	18	60,7	12	2,733	0,425	0,429

Propen 01B

2.3. Propen 01C

Propen 01C

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	37,738	151,5	17	59,2	11	3,256	0,443	0,505
1	45,622	142	18	66,3	12	2,789	0,536	0,505
2	43,964	146,4	17	66,1	11	3,1	0,516	0,505
3	44,172	144,9	18	65,5	12	2,678	0,519	0,505
4	43,869	144,8	17	65,1	12	2,811	0,515	0,505
5	42,588	144,5	17	63	11	2,544	0,500	0,505
6	44,477	141,2	18	64,3	12	2,7	0,522	0,505
7	45,459	135,2	17	63,2	11	3,189	0,534	0,505
8	44,92	134	18	61,6	12	2,556	0,527	0,505
9	45,981	131,3	17	62	12	3,011	0,540	0,505
10	47,086	130,8	17	63	11	2,667	0,553	0,505
11	45,027	132,3	18	61	12	2,6	0,529	0,505
12	46,446	123,3	17	59	11	3,233	0,545	0,505
13	45,564	122,2	16	57,1	12	2,611	0,535	0,505

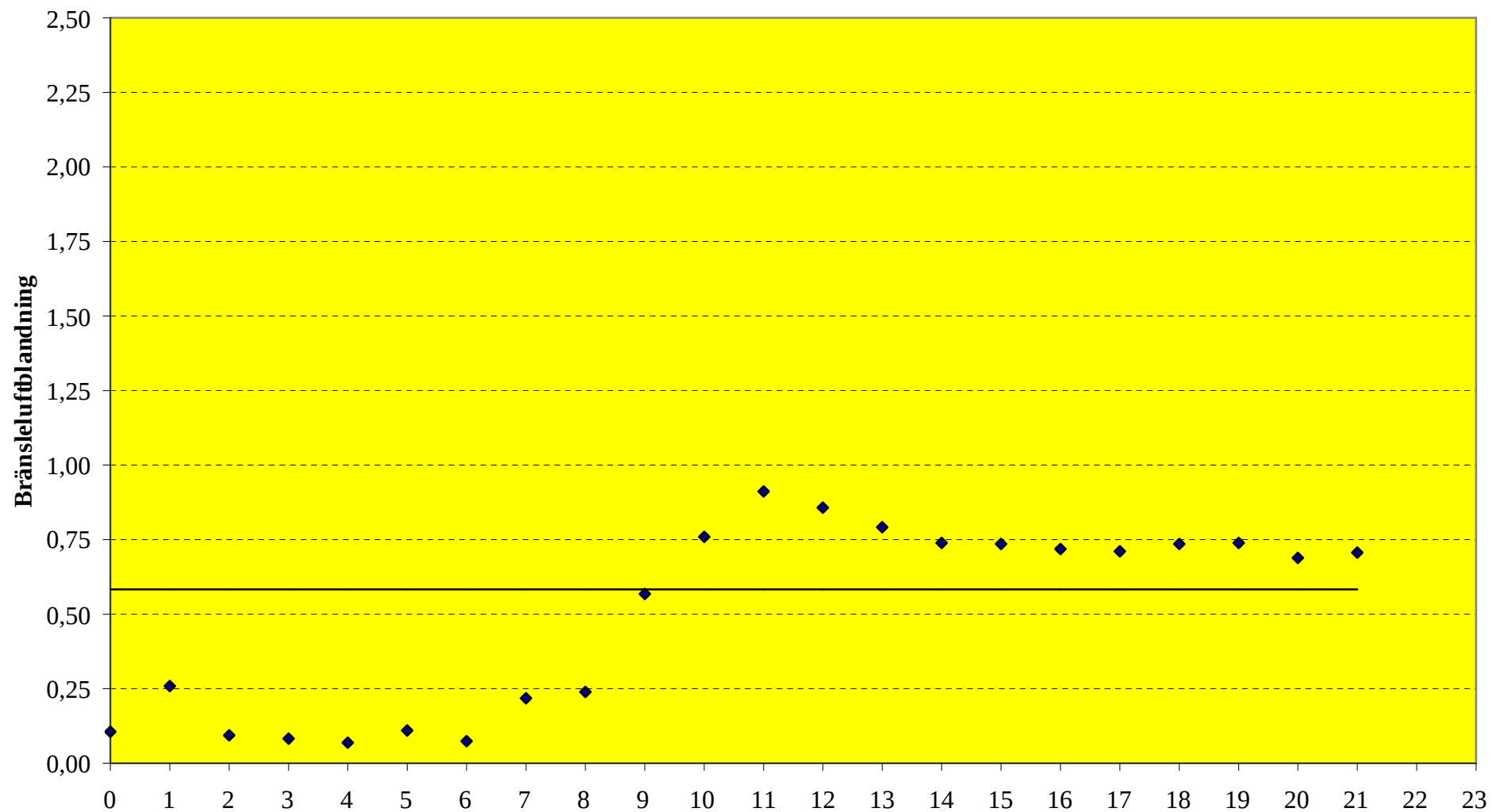
Propen 01C

2.4. Propen 02A

Propen 02A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	9,012	56,8	18	8,9	0	4,156	0,106	0,583
1	22,073	58,7	19	16,1	12	4,033	0,259	0,583
2	7,948	58,8	18	8,1	0	3,722	0,093	0,583
3	7,063	55,5	17	7,4	12	3,744	0,083	0,583
4	5,876	56,3	17	7	11	3,922	0,069	0,583
5	9,385	54,4	18	8,7	0	3,967	0,110	0,583
6	6,32	54,6	17	7	11	3,789	0,074	0,583
7	18,544	54,2	18	13,3	0	3,989	0,218	0,583
8	20,407	52,9	19	14,2	12	4,278	0,240	0,583
9	48,341	58,8	18	30,6	11	4,211	0,567	0,583
10	64,689	61,9	18	41,6	12	4,411	0,759	0,583
11	77,651	64,1	18	50,8	11	4,589	0,912	0,583
12	72,992	65	18	48,6	12	4,278	0,857	0,583
13	67,466	63	17	44	11	4,6	0,792	0,583
14	62,939	63,1	18	41,3	11	4,278	0,739	0,583
15	62,686	60,5	19	39,6	12	4,489	0,736	0,583
16	61,18	62,1	18	39,8	12	4,656	0,718	0,583

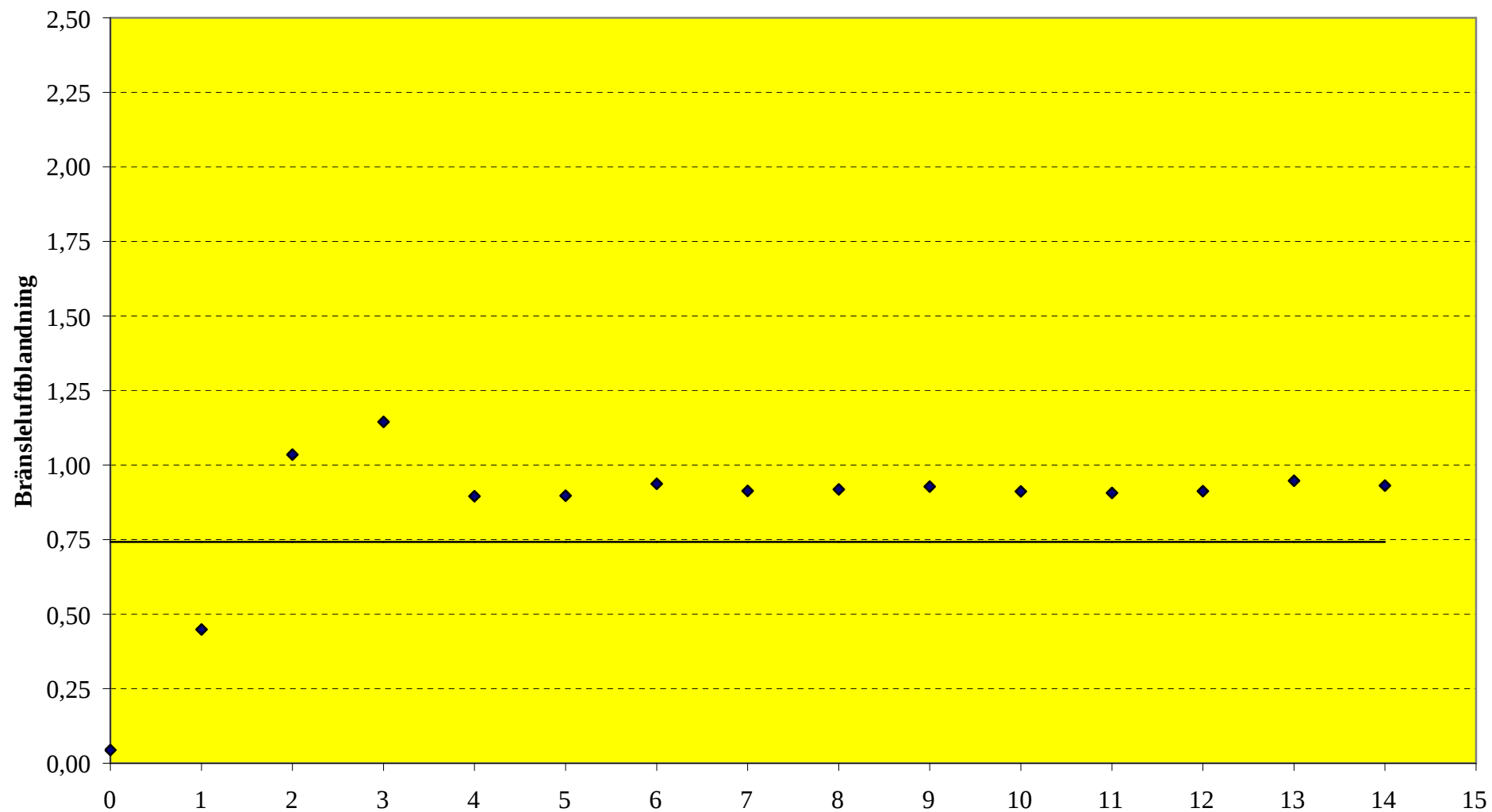
17	60,542	64,4	18	40,8	12	4,589	0,711	0,583
18	62,633	61,1	18	40,1	11	4,9	0,735	0,583
19	62,959	60	18	39,5	11	4,656	0,739	0,583
20	58,692	63,1	18	39,1	11	5	0,689	0,583
21	60,174	62,3	18	39,4	11	4,8	0,706	0,583

Propen 02A

2.5. Propen 03A

Propen 03A

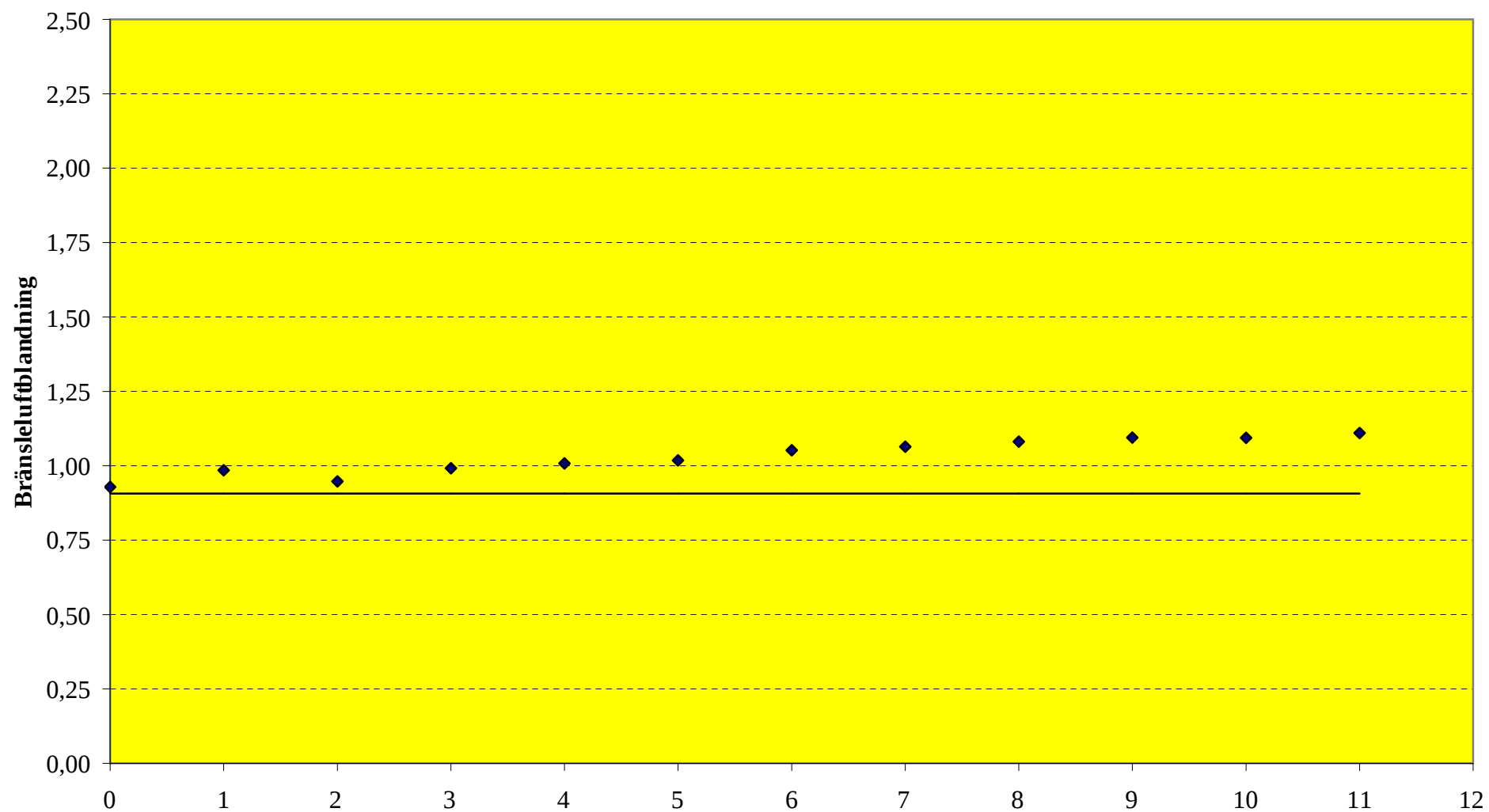
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	3,751	60,4	0	6,8	14	4,711	0,044	0,742
1	38,237	55,8	18	24,5	12	5,122	0,449	0,742
2	88,195	62,2	18	55,5	13	5,444	1,035	0,742
3	97,545	65,9	18	64,4	12	4,8	1,145	0,742
4	76,274	69	18	53,9	12	5,356	0,895	0,742
5	76,448	66,5	18	52	12	4,933	0,897	0,742
6	79,818	65,1	17	53	12	5,144	0,937	0,742
7	77,8	65,7	18	52,2	12	4,889	0,913	0,742
8	78,261	65,1	18	52,1	12	5,3	0,919	0,742
9	79,042	64,6	18	52,2	11	5,433	0,928	0,742
10	77,651	66,4	18	52,7	12	5,1	0,912	0,742
11	77,198	66,1	18	52,3	12	5,578	0,906	0,742
12	77,749	66,3	18	52,7	11	5,178	0,913	0,742
13	80,715	64,8	19	53,3	12	5,167	0,948	0,742
14	79,297	65,6	18	53,1	11	5,222	0,931	0,742

Propen 03A

2.6. Propen 03B

Propen 03B

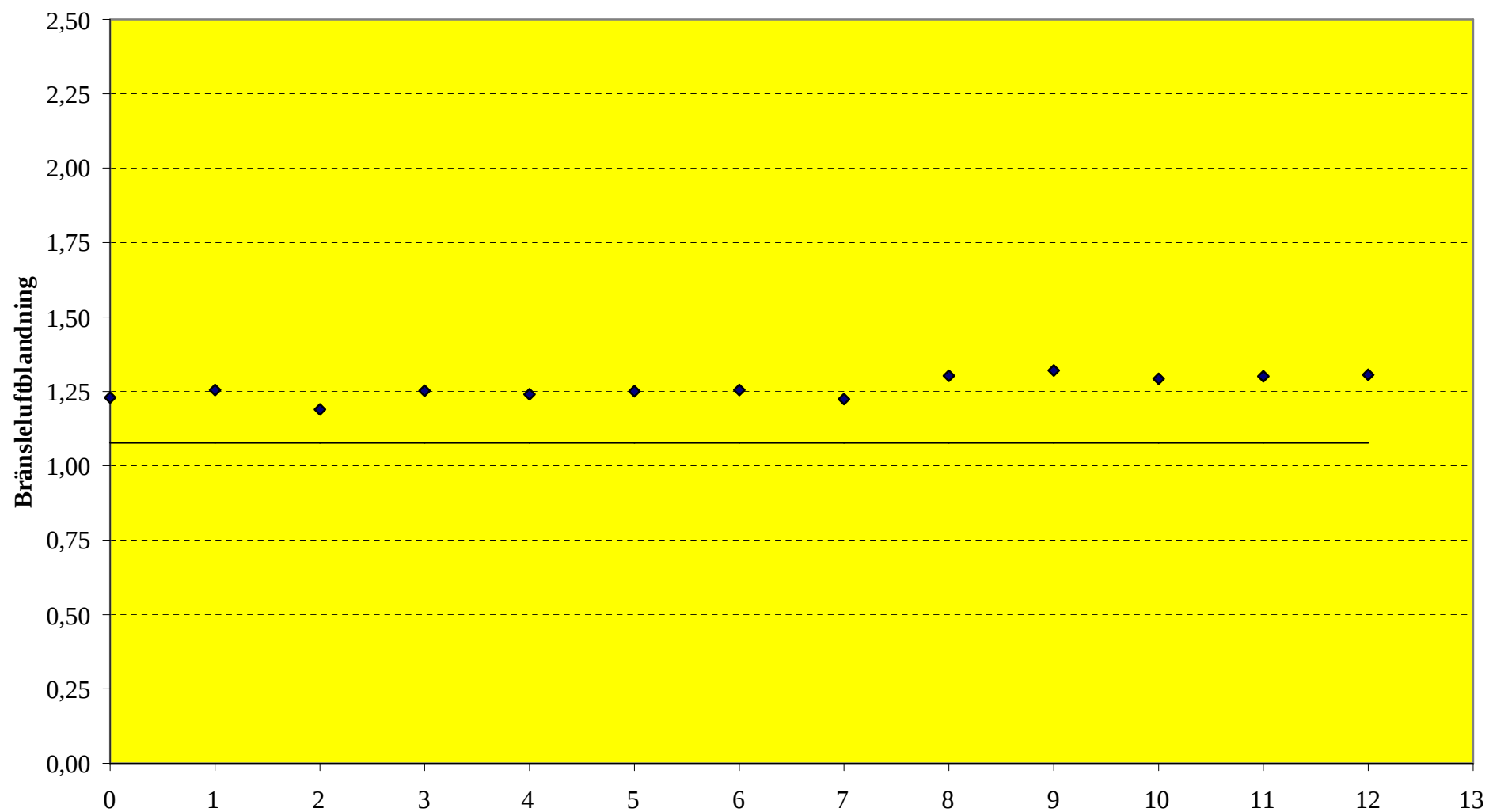
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	79,108	72,7	17	58,7	13	5,689	0,929	0,907
1	83,892	74,3	18	63,2	12	5,389	0,985	0,907
2	80,729	77,4	18	63,6	12	5,789	0,948	0,907
3	84,457	78	18	66,7	12	5,3	0,991	0,907
4	85,86	74,2	17	64,5	12	5,6	1,008	0,907
5	86,744	75,6	17	66,3	11	5,444	1,018	0,907
6	89,606	73,7	18	66,6	12	5,389	1,052	0,907
7	90,605	74	17	67,6	11	5,878	1,064	0,907
8	92,12	72,8	18	67,5	12	5,544	1,081	0,907
9	93,238	72,6	17	68,1	12	6,056	1,095	0,907
10	93,171	71,5	18	67	11	5,6	1,094	0,907
11	94,566	70,1	17	66,6	12	5,689	1,110	0,907

Propen 03B

2.7. Propen 04A

Propen 04A

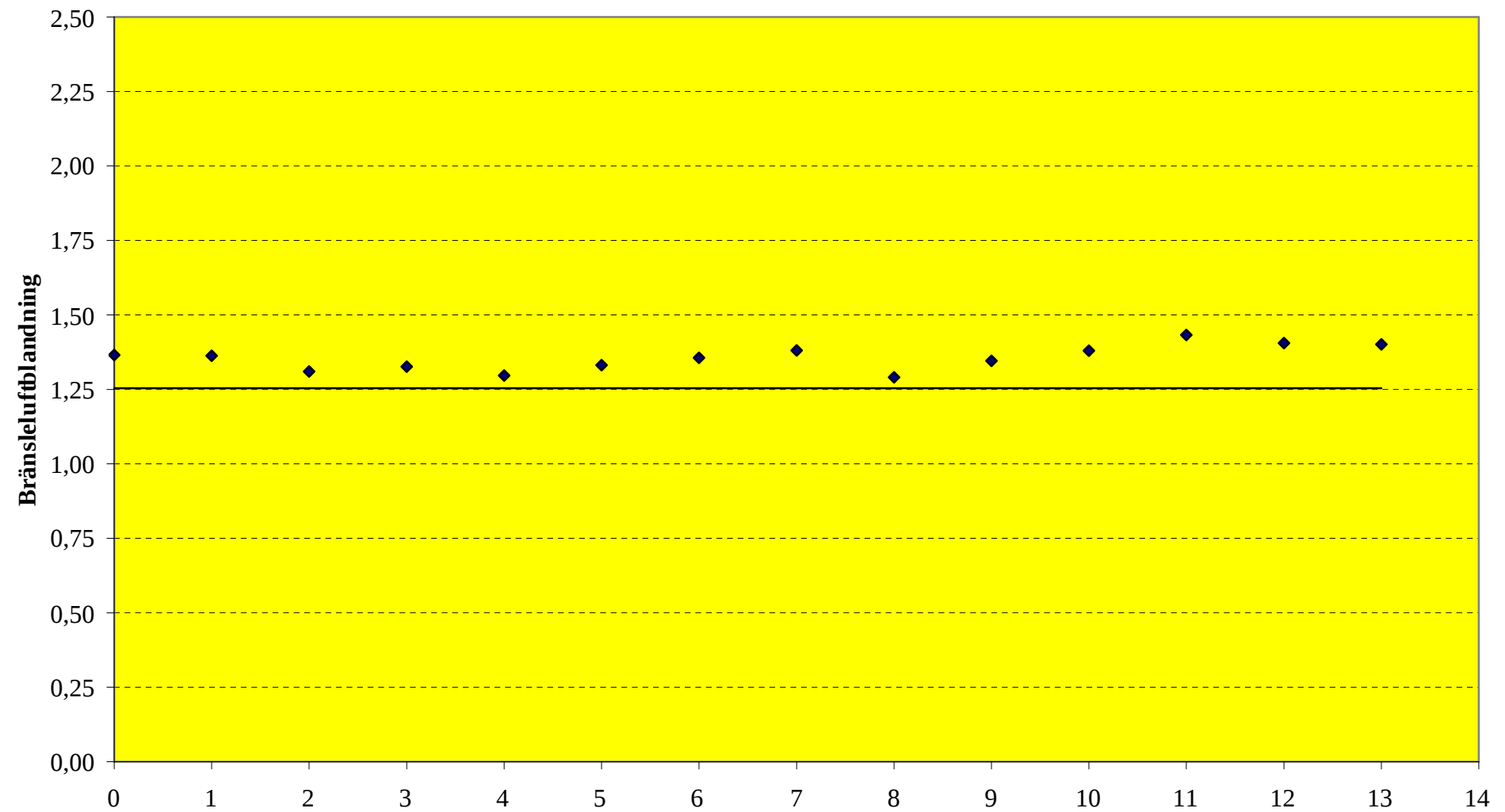
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	104,711	63,3	0	66	12	5,989	1,229	1,077
1	106,904	66,3	18	70,5	12	5,467	1,255	1,077
2	101,266	69,2	18	70	11	6	1,189	1,077
3	106,646	70,1	18	74,4	11	5,4	1,252	1,077
4	105,661	71,5	17	75,2	12	6,144	1,240	1,077
5	106,489	73,4	18	77,8	12	5,589	1,250	1,077
6	106,885	72,6	17	77,2	12	5,789	1,255	1,077
7	104,251	76,1	18	79,1	12	5,522	1,224	1,077
8	110,912	72,6	18	79,9	12	5,7	1,302	1,077
9	112,481	71,9	17	80,1	11	6,2	1,320	1,077
10	110,072	72,4	18	79,1	12	5,878	1,292	1,077
11	110,796	72,1	17	79,2	11	6,333	1,301	1,077
12	111,258	71,5	18	78,9	11	5,767	1,306	1,077

Propen 04A

2.8. Propen 04B

Propen 04B

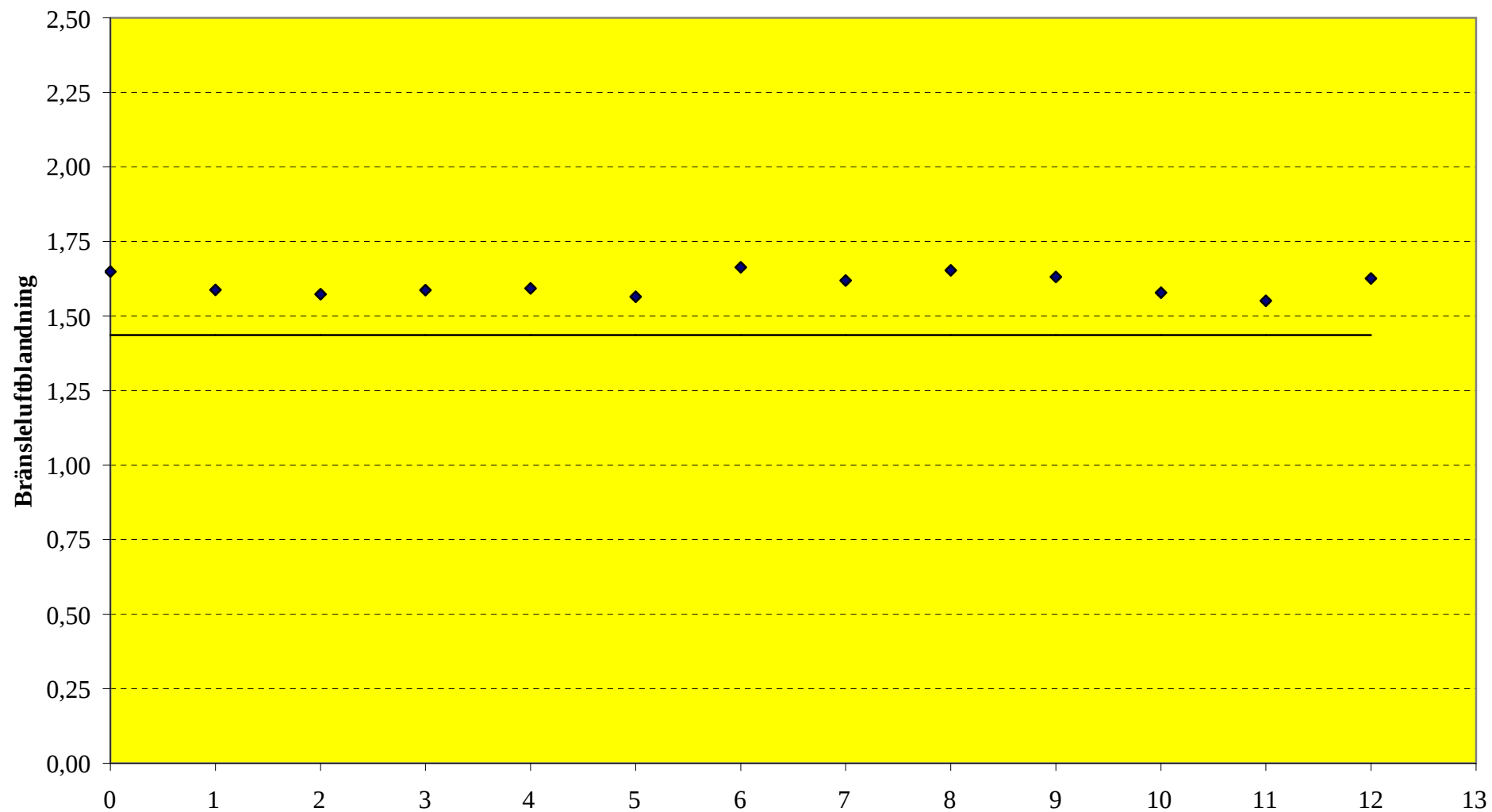
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	116,295	66,4	18	76,3	12	5,644	1,365	1,254
1	116,069	73,6	17	84,4	13	6,389	1,363	1,254
2	111,59	77,4	18	85,7	12	5,789	1,310	1,254
3	112,97	77	18	86,2	11	6,067	1,326	1,254
4	110,401	78,5	18	86,1	12	5,433	1,296	1,254
5	113,414	76,2	17	85,6	12	6,122	1,331	1,254
6	115,486	77,4	17	88,5	12	5,722	1,356	1,254
7	117,6	76,6	18	89,1	12	5,578	1,380	1,254
8	109,937	78,6	18	85,8	11	6,144	1,291	1,254
9	114,639	77,9	18	88,5	12	5,489	1,346	1,254
10	117,534	75,7	18	87,9	11	6,122	1,380	1,254
11	122,018	75	18	90,3	11	5,511	1,432	1,254
12	119,716	75,2	19	88,8	12	6,222	1,405	1,254
13	119,379	76,9	18	90,7	12	5,689	1,401	1,254

Propen 04B

2.9. Propen 04C

Propen 04C

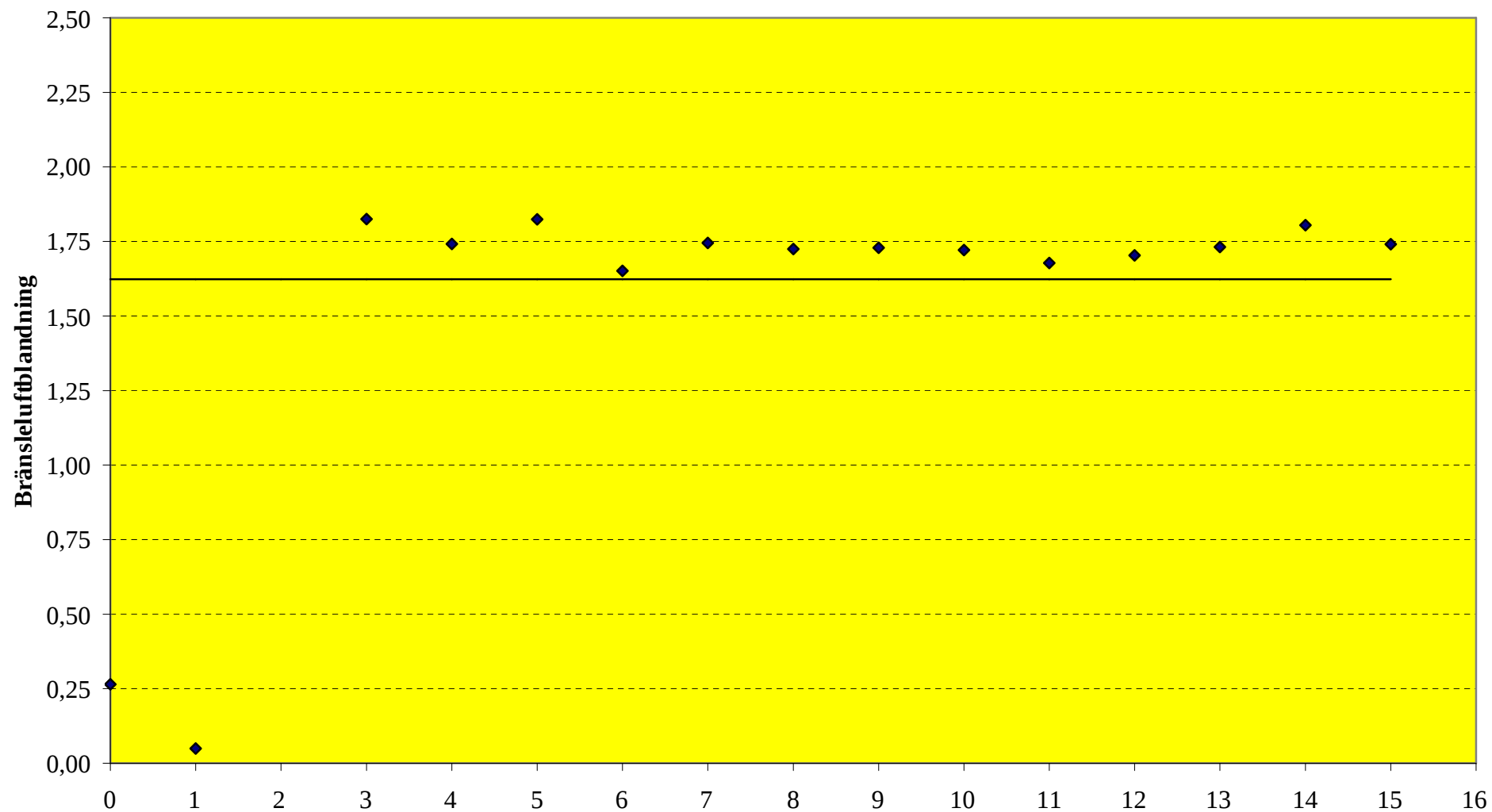
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	140,46	70	18	95,8	11	6,233	1,649	1,436
1	135,218	80,1	18	106,4	12	5,422	1,587	1,436
2	133,984	83,5	19	109,8	12	6,111	1,573	1,436
3	135,185	84,7	18	112,5	12	5,689	1,587	1,436
4	135,687	85	18	113,3	12	5,7	1,593	1,436
5	133,252	88,5	18	115,8	13	6,4	1,564	1,436
6	141,724	85,4	18	118,7	12	5,589	1,664	1,436
7	137,909	86,8	17	117,3	11	6,344	1,619	1,436
8	140,807	85,4	18	118	12	5,511	1,653	1,436
9	138,934	85,7	17	116,8	12	5,822	1,631	1,436
10	134,446	87,4	17	115,6	12	5,533	1,578	1,436
11	132,134	88,2	18	114,8	12	5,422	1,551	1,436
12	138,494	85,6	17	116,1	11	6,367	1,626	1,436

Propen 04C

2.10. Propen 05A

Propen 05A

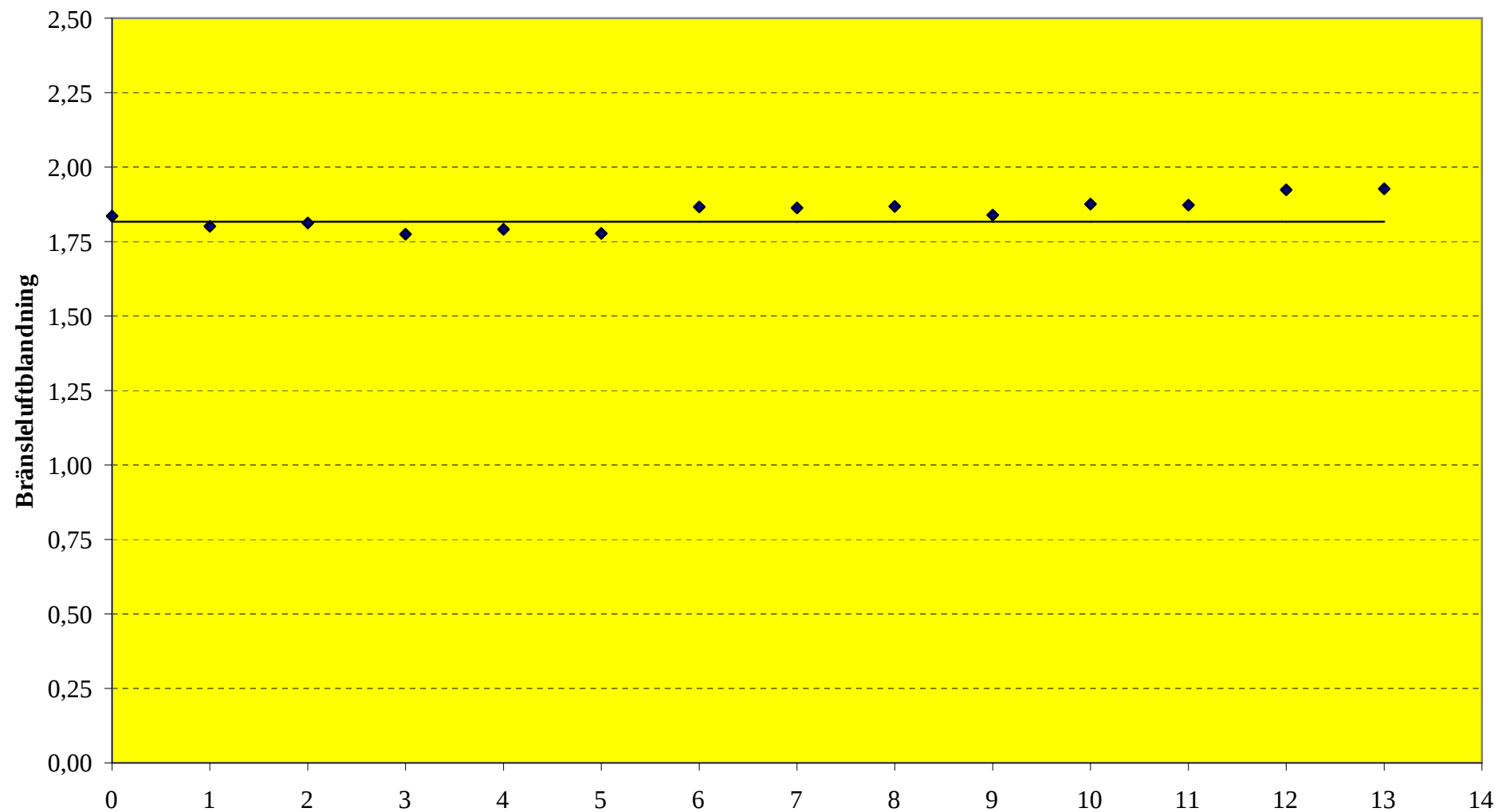
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	22,526	39,6	18	12,2	0	4,233	0,264	1,623
1	4,197	41,1	19	6,1	15	4,567	0,049	1,623
2	228,39	59,6	18	130,3	12	4,533	2,681	1,623
3	155,494	75	18	114	12	4,722	1,825	1,623
4	148,374	77,3	18	112	13	5,567	1,742	1,623
5	155,361	77,8	18	118,3	12	4,644	1,824	1,623
6	140,708	84,8	17	117	12	5,7	1,652	1,623
7	148,685	79,8	18	116,4	12	4,622	1,745	1,623
8	146,897	79,9	17	115	12	5,056	1,724	1,623
9	147,3	81,1	17	117,3	12	4,567	1,729	1,623
10	146,625	80,5	18	115,8	12	4,789	1,721	1,623
11	142,919	82,3	17	115,2	11	5,644	1,678	1,623
12	145,122	82,2	18	117,2	11	4,633	1,704	1,623
13	147,505	82,1	17	118,7	12	5,056	1,732	1,623
14	153,756	81,9	17	123,4	11	4,7	1,805	1,623
15	148,32	83,9	18	122,1	12	4,844	1,741	1,623

Propen 05A

2.11. Propen 05B

Propen 05B

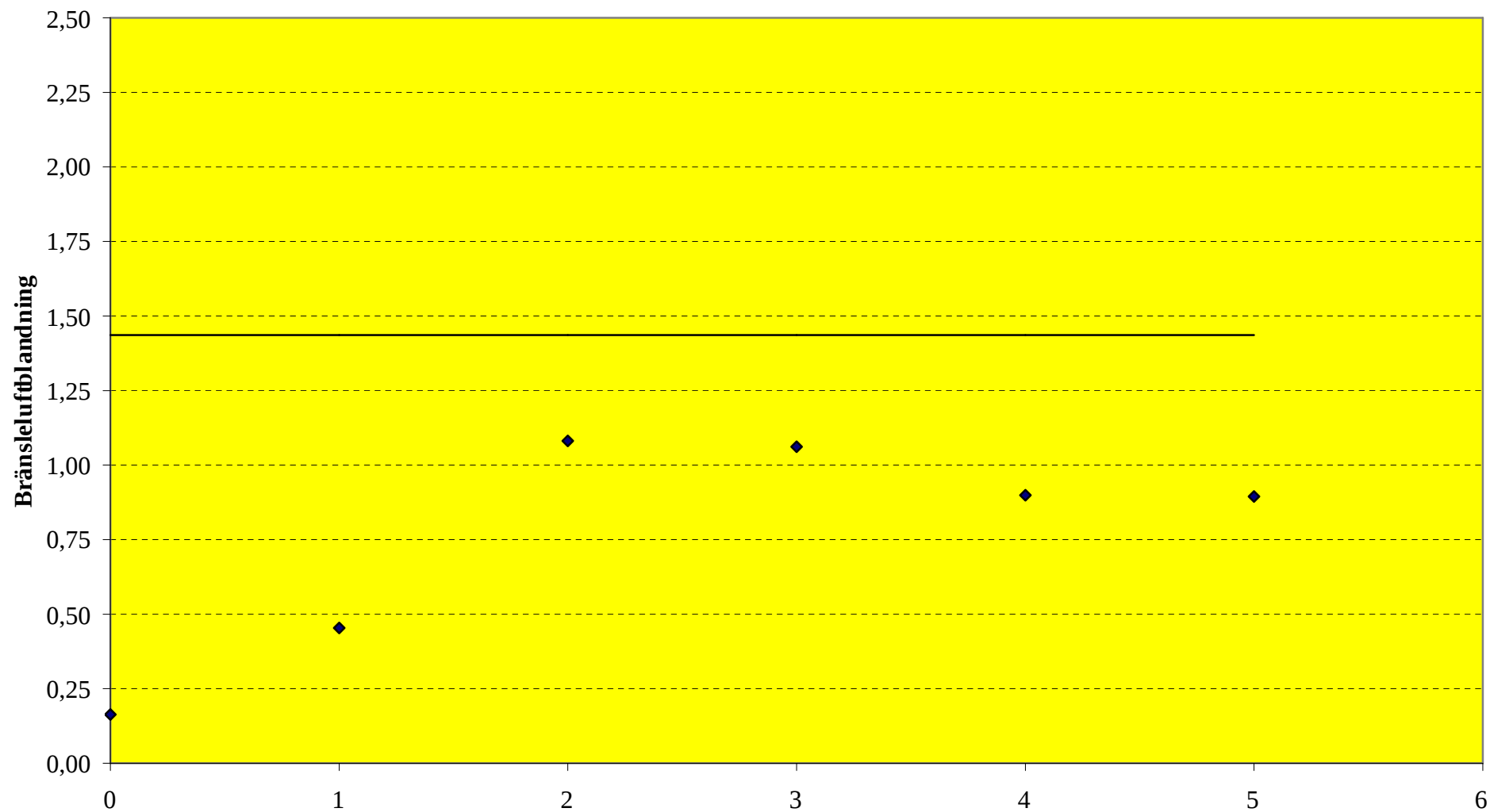
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	156,352	84,1	18	128,8	12	4,778	1,835	1,817
1	153,426	90,2	19	135,6	12	5,222	1,801	1,817
2	154,381	93,1	17	141,1	12	4,833	1,812	1,817
3	151,218	95,6	18	142,1	12	4,811	1,775	1,817
4	152,602	98	18	146,4	11	5,989	1,791	1,817
5	151,423	99,5	18	148,1	12	4,989	1,778	1,817
6	158,991	95,2	17	147,8	12	6,033	1,866	1,817
7	158,677	97,1	18	151,2	12	4,9	1,863	1,817
8	159,114	96,2	17	150	12	5,189	1,868	1,817
9	156,695	98,9	17	152,2	12	4,889	1,839	1,817
10	159,811	96,5	18	151,3	12	4,878	1,876	1,817
11	159,515	96,8	17	150,8	11	6,067	1,873	1,817
12	163,903	94,8	18	152,1	12	5,133	1,924	1,817
13	164,204	94,1	17	150,5	12	6,256	1,928	1,817

Propen 05B

2.12. Propen 06A1

Propen 06A1

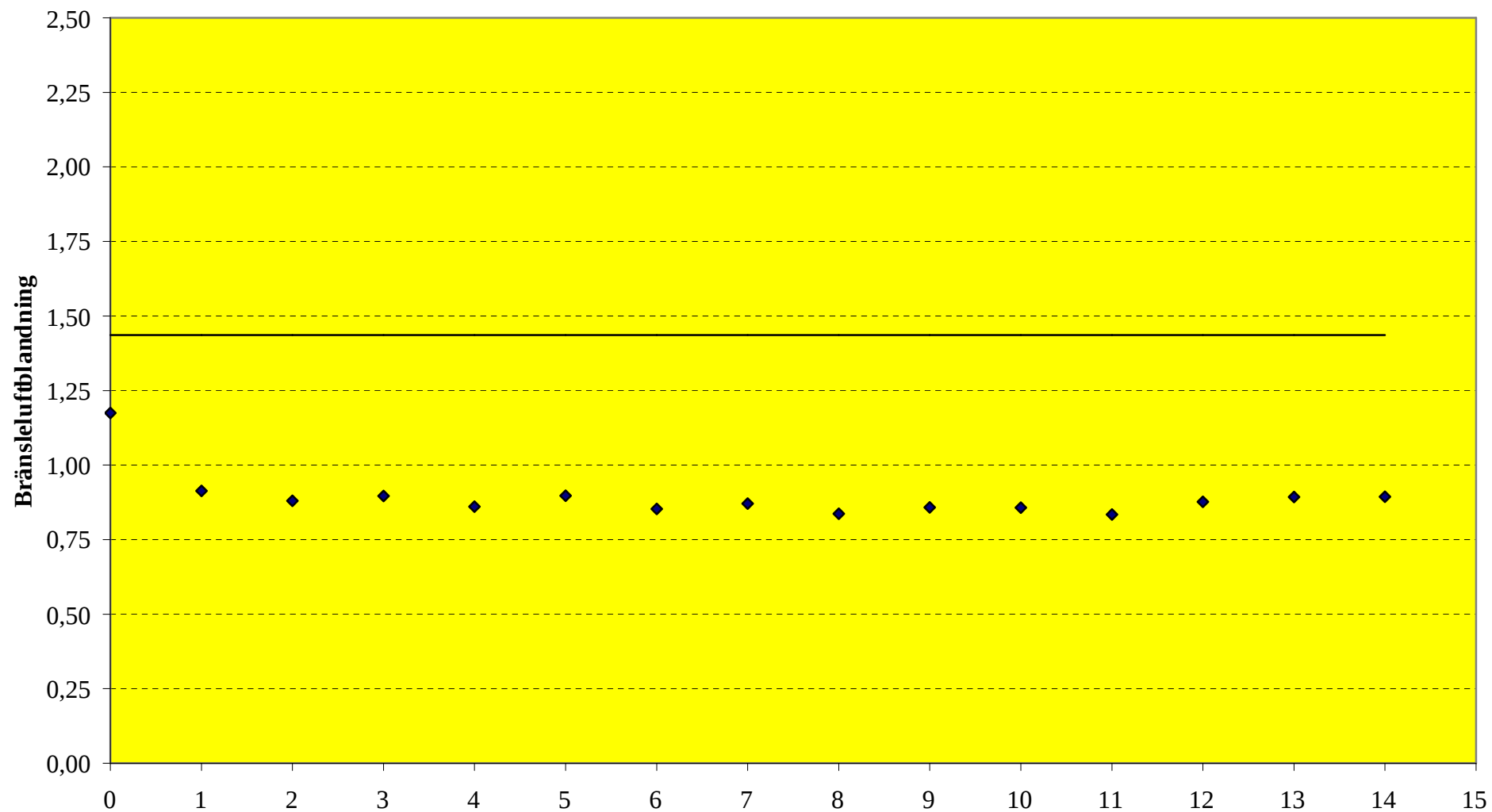
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	13,898	449,6	18	66,4	0	4,544	0,163	1,436
1	38,677	442,5	19	174,9	13	6,122	0,454	1,436
2	92,079	622,6	18	574,1	13	10,333	1,081	1,436
3	90,394	763,7	18	690,8	12	4,833	1,061	1,436
4	76,547	771,1	19	591,8	13	6,589	0,899	1,436
5	76,196	809,3	18	618,5	13	7,767	0,894	1,436

Propen 06A1

2.13. Propen 06A2

Propen 06A2

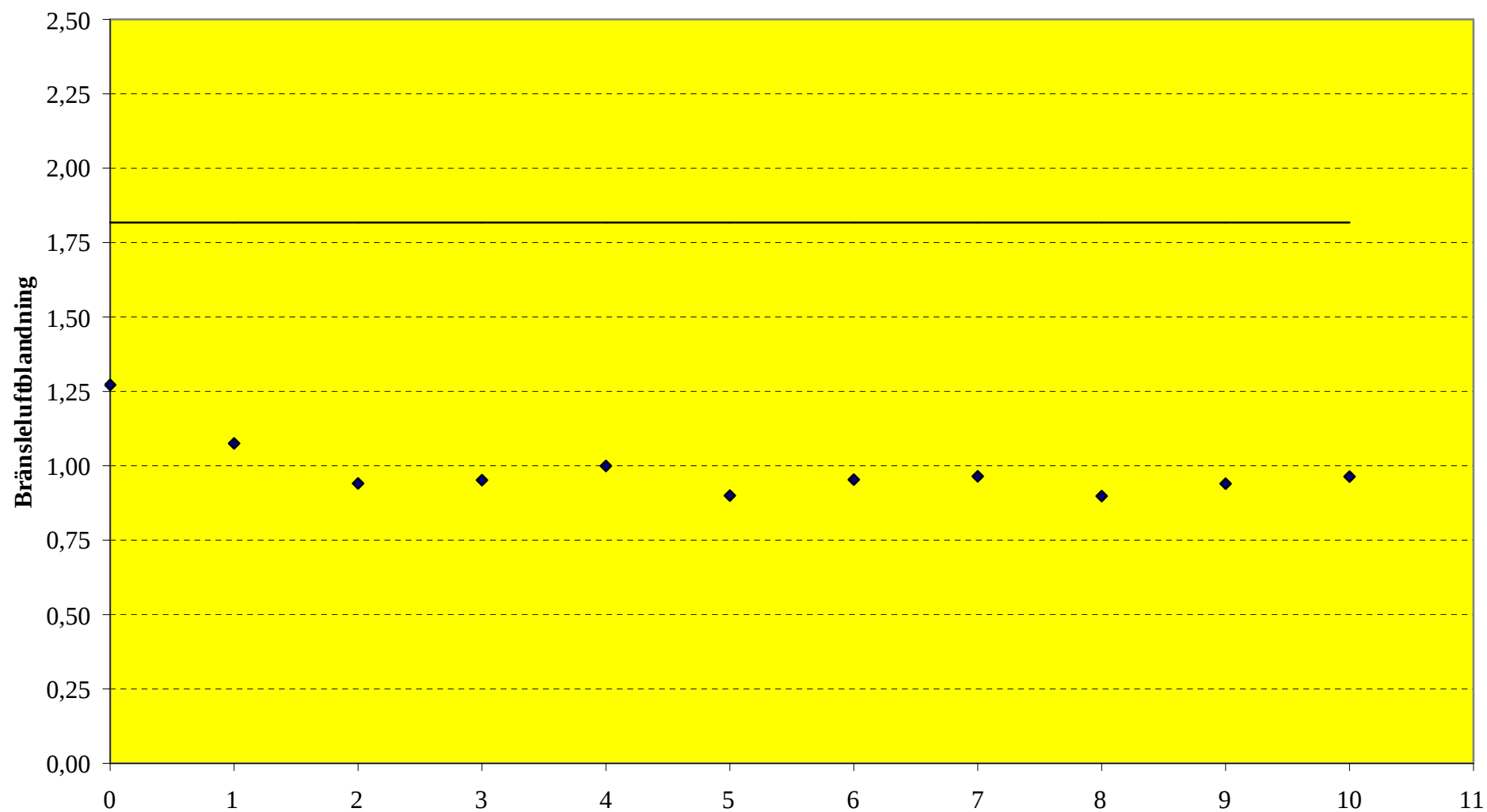
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	100,087	348,5	19	348,8	12	5,156	1,175	1,436
1	77,82	497,2	18	388,4	12	6,678	0,914	1,436
2	74,958	543,7	18	409,8	13	8,989	0,880	1,436
3	76,39	555,6	18	425,6	12	4,978	0,897	1,436
4	73,342	575,1	19	423,2	13	5,289	0,861	1,436
5	76,394	588,4	18	451,6	13	8,889	0,897	1,436
6	72,662	606,7	18	442,2	12	4,978	0,853	1,436
7	74,206	581,2	19	432,6	12	5,1	0,871	1,436
8	71,277	611,1	19	437,4	13	6,367	0,837	1,436
9	73,066	599,8	18	440,5	13	8,356	0,858	1,436
10	73,034	598	18	438,1	13	5,022	0,857	1,436
11	71,049	601,4	19	428,9	13	5,556	0,834	1,436
12	74,667	587,8	18	441	13	8,322	0,877	1,436
13	76,043	580,5	18	442,6	14	4,889	0,893	1,436
14	76,124	551,1	17	420,7	13	4,956	0,894	1,436

Propen 06A2

2.14. Propen 06B

Propen 06B

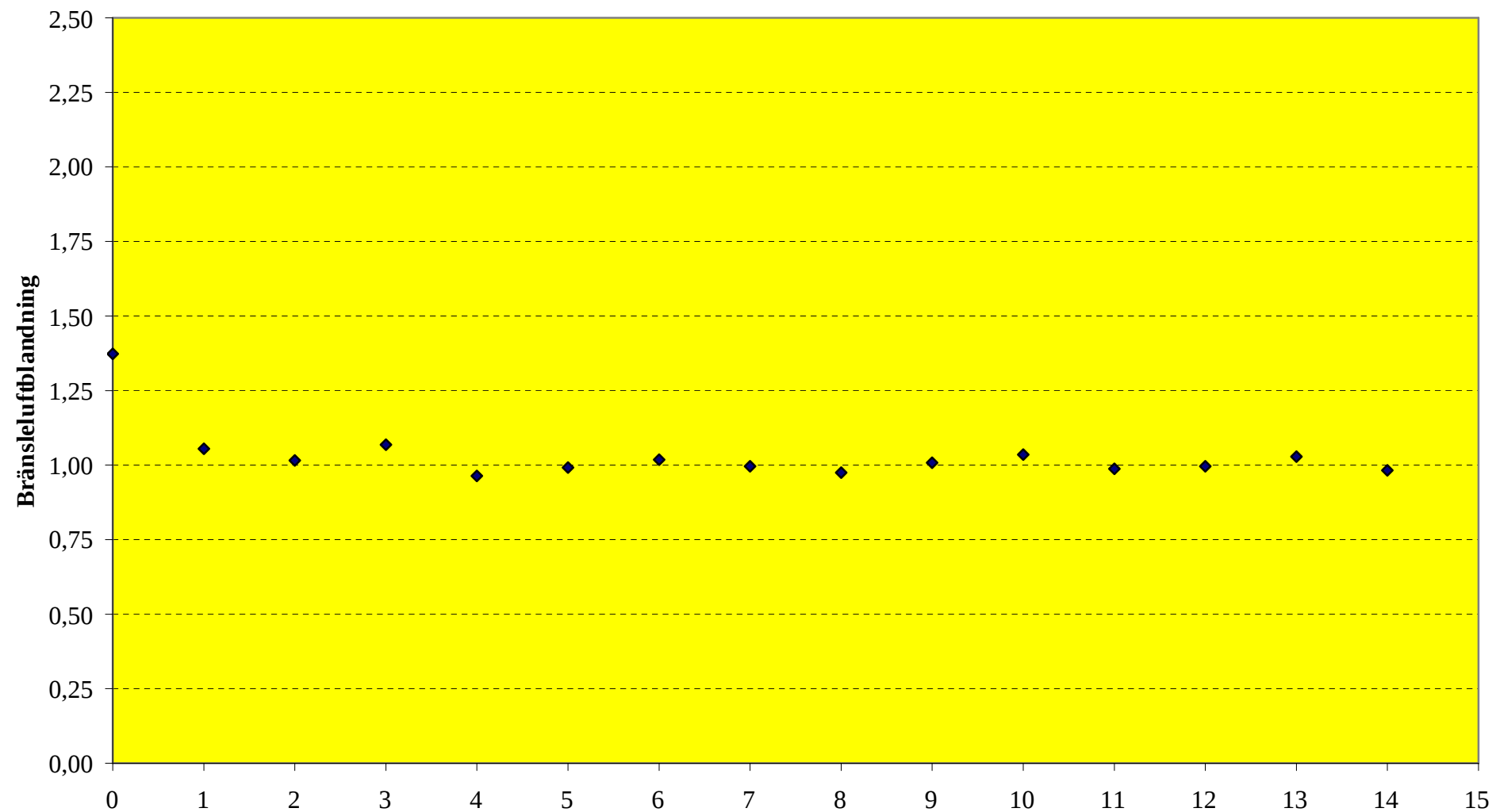
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	108,36	279	18	301,7	12	7,467	1,272	1,817
1	91,583	366,1	18	335,7	12	4,911	1,075	1,817
2	80,092	433,4	19	348,6	13	7,444	0,940	1,817
3	81,043	465,3	18	378	14	4,778	0,951	1,817
4	85,12	455,8	19	388,7	12	4,867	0,999	1,817
5	76,613	518,4	18	399,1	13	8,278	0,899	1,817
6	81,197	524	18	426,4	12	4,933	0,953	1,817
7	82,182	511,6	19	421,3	12	4,8	0,965	1,817
8	76,5	554,7	18	426,3	13	8,322	0,898	1,817
9	80,03	545,5	18	437,5	12	4,7	0,939	1,817
10	82,084	518,8	18	426,7	12	4,733	0,964	1,817

Propen 06B

2.15. Propen 06C

Propen 06C

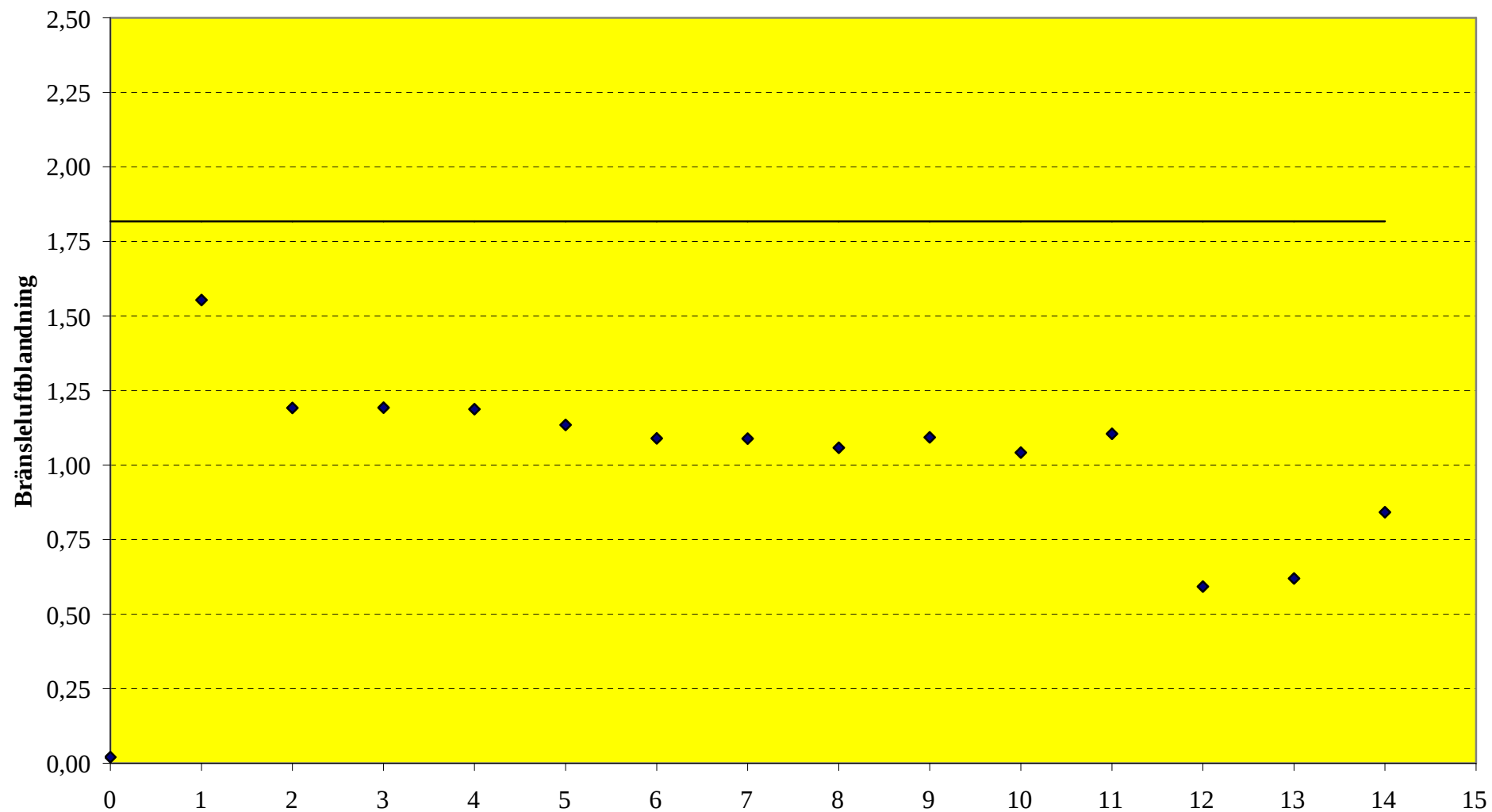
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	116,929	254,1	18	296,3	12	4,822	1,373	0,000
1	89,87	362	18	326,1	12	7,622	1,055	0,000
2	86,526	392,9	18	340,6	12	4,744	1,016	0,000
3	90,973	392,3	18	357,3	12	4,578	1,068	0,000
4	82,109	446,9	18	368,1	13	6,467	0,964	0,000
5	84,445	462	18	391,4	12	8,122	0,991	0,000
6	86,711	461,3	18	400,6	12	4,544	1,018	0,000
7	84,804	493,4	19	419,2	12	5,111	0,996	0,000
8	83,004	503,6	18	419,4	13	8,178	0,974	0,000
9	85,845	505,5	18	434,6	14	4,633	1,008	0,000
10	88,139	492,8	19	434,9	12	4,633	1,035	0,000
11	84,141	521	18	439,4	12	6,467	0,988	0,000
12	84,835	536,1	18	456,1	12	8,567	0,996	0,000
13	87,615	510,8	18	448,1	12	4,522	1,029	0,000
14	83,678	527,3	19	442,2	12	5,922	0,982	0,000

Propen 06C

2.16. Propen 07A

Propen 07A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	1,721	122,1	17	6	11	3,967	0,020	1,817
1	132,364	142,7	18	187,6	12	3,967	1,554	1,817
2	101,543	231,5	19	235	12	4,667	1,192	1,817
3	101,553	251,4	18	255,2	12	6,767	1,192	1,817
4	101,125	261,8	18	264,7	12	4,056	1,187	1,817
5	96,671	295,2	18	285,6	13	6,8	1,135	1,817
6	92,79	323	18	300	14	3,989	1,089	1,817
7	92,756	318,9	19	296,1	13	4,156	1,089	1,817
8	90,143	334,5	18	302,2	13	6,811	1,058	1,817
9	93,081	331,9	19	309,2	13	3,8	1,093	1,817
10	88,749	329	19	292,5	13	4,589	1,042	1,817
11	94,117	326,2	18	307,4	13	6,611	1,105	1,817
12	50,466	260,9	18	132,1	12	0,878	0,592	1,817
13	52,76	25,6	16	14	12	1,044	0,619	1,817
14	71,737	12,2	17	9	12	0,878	0,842	1,817

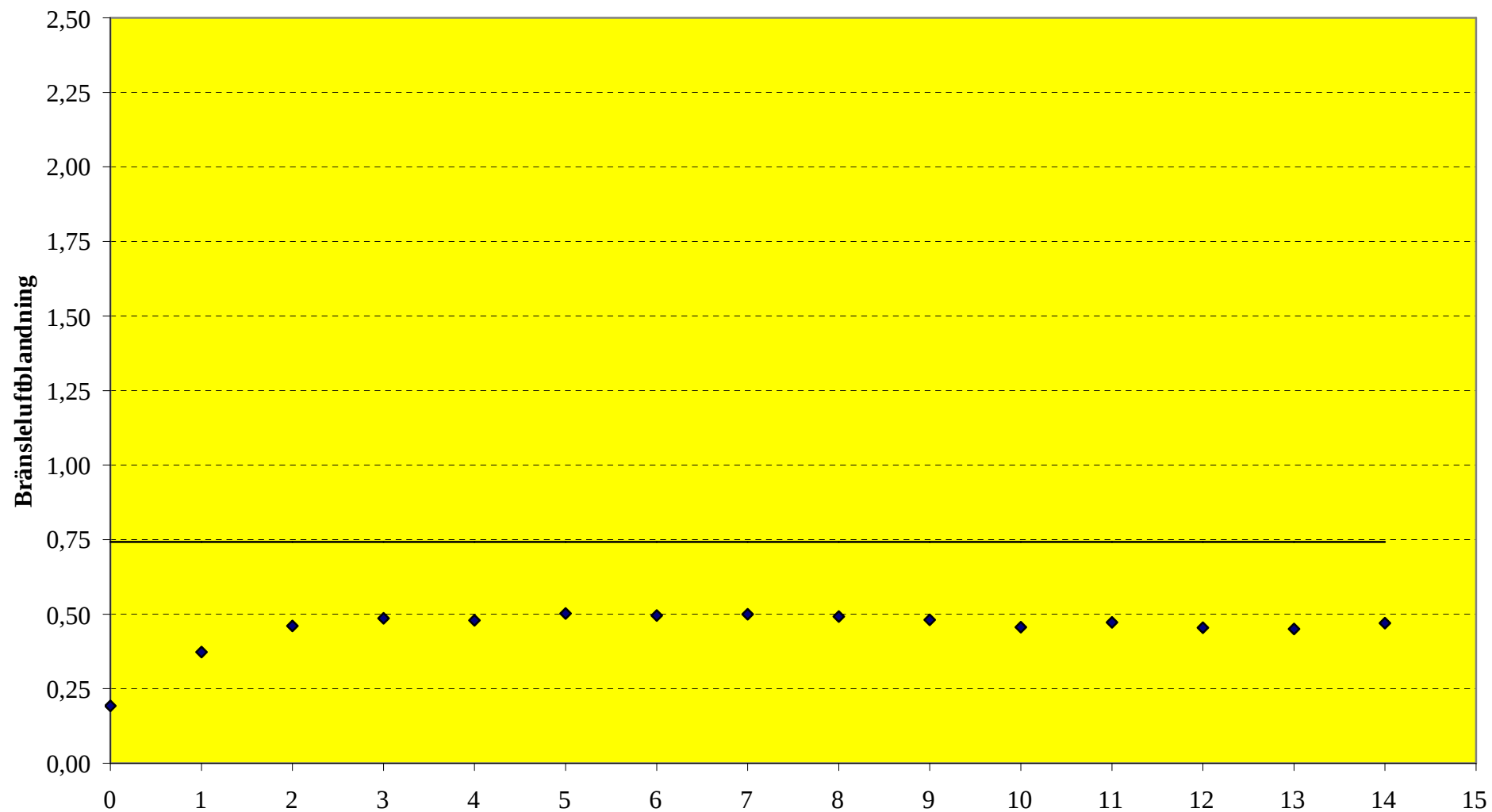
Propen 07A

3. Sot

3.1. Sot 01A

Sot 01A

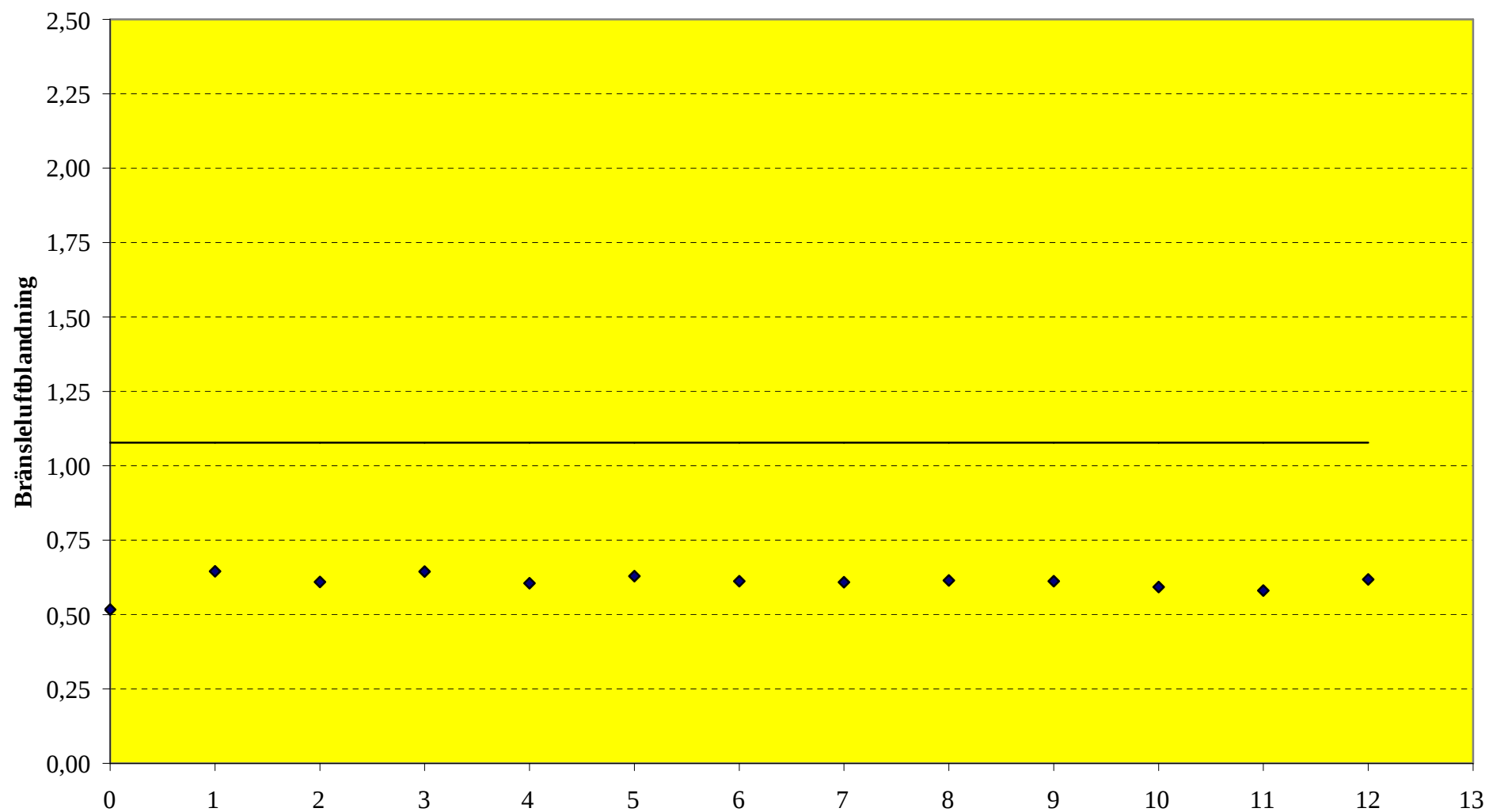
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	16,412	417,8	16	70	12	1,711	0,193	0,742
1	31,77	373,4	17	120,7	13	3,033	0,373	0,742
2	39,217	432,7	17	170,8	12	1,822	0,460	0,742
3	41,371	520,9	17	217,1	12	2,722	0,486	0,742
4	40,81	580,4	18	239,4	13	4,289	0,479	0,742
5	42,81	576,1	18	247,7	12	1,878	0,503	0,742
6	42,191	580,2	17	246,8	12	3,478	0,495	0,742
7	42,559	595,4	18	256	12	4,533	0,500	0,742
8	41,9	615,6	18	259	12	1,833	0,492	0,742
9	40,99	602,9	17	248,9	12	3	0,481	0,742
10	38,891	617,4	17	242,8	12	4,4	0,457	0,742
11	40,231	602,8	18	243,8	12	2,156	0,472	0,742
12	38,718	601,6	17	234,7	12	2,889	0,455	0,742
13	38,351	622,9	17	241,6	12	4,4	0,450	0,742
14	40,01	581	18	233,8	12	2,233	0,470	0,742

Sot 01A

3.2. Sot 01B

Sot 01B

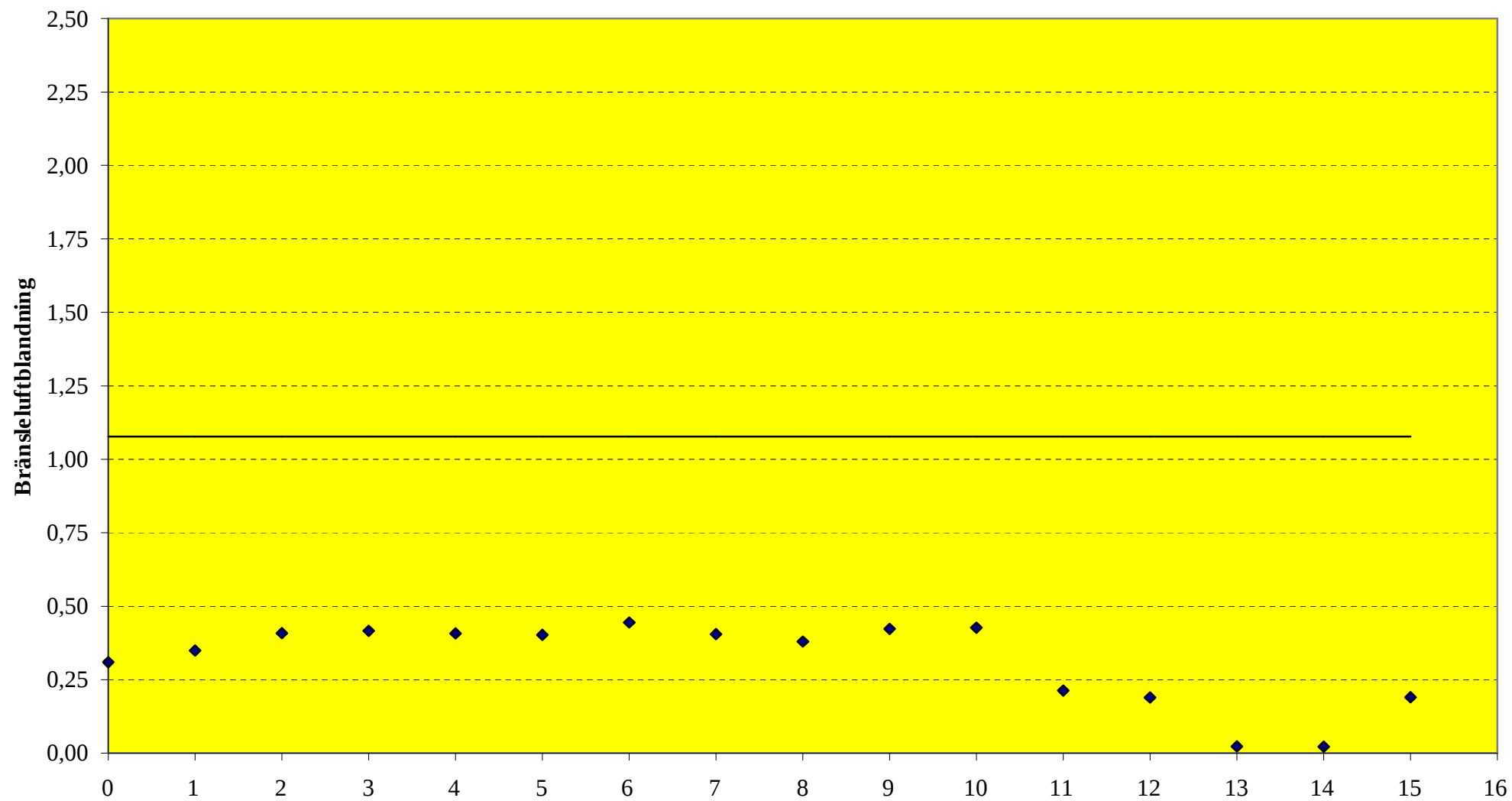
Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	44,031	497,8	16	220,4	11	2,167	0,517	1,077
1	54,953	510,3	17	282,6	12	4,833	0,645	1,077
2	51,917	570,8	18	297,4	12	2,2	0,609	1,077
3	54,91	572,9	18	315,6	13	2,267	0,645	1,077
4	51,54	601,4	17	312,5	12	5,233	0,605	1,077
5	53,575	571,5	17	307,2	11	2,2	0,629	1,077
6	52,12	587,4	18	307,3	12	2,4	0,612	1,077
7	51,87	598,9	17	312,4	12	3,633	0,609	1,077
8	52,319	577,1	17	304,4	13	5,178	0,614	1,077
9	52,153	580,4	18	303,9	12	2,522	0,612	1,077
10	50,461	587,8	17	298,2	12	3,211	0,592	1,077
11	49,488	576	17	287,6	13	5,044	0,581	1,077
12	52,646	547,2	18	289,2	12	2,367	0,618	1,077

Sot 01B

3.3. Sot 02A

Sot 02A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	26,337	805,2	18	213,9	11	2,489	0,309	1,077
1	29,744	1000	17	297,7	12	0,367	0,349	1,077
2	34,785	1000	16	348,1	13	0,389	0,408	1,077
3	35,438	1000	16	355,1	13	1,111	0,416	1,077
4	34,73	1000	17	349,5	14	3,378	0,408	1,077
5	34,313	962,6	18	330,5	14	0,311	0,403	1,077
6	37,877	890,3	18	337,4	13	0,289	0,445	1,077
7	34,503	937,7	18	325,7	13	3,311	0,405	1,077
8	32,306	863,4	17	279,1	14	0,256	0,379	1,077
9	36,026	926,5	18	334,1	13	0,5	0,423	1,077
10	36,387	830,8	17	303,2	13	1,411	0,427	1,077
11	18,16	577,5	18	105,5	13	0,767	0,213	1,077
12	16,113	451,7	18	73,1	0	0,378	0,189	1,077
13	1,937	427,8	19	8,7	12	0,422	0,023	1,077
14	1,875	422,7	17	8,2	0	0,278	0,022	1,077
15	16,228	392,4	16	64,6	0	1,1	0,190	1,077

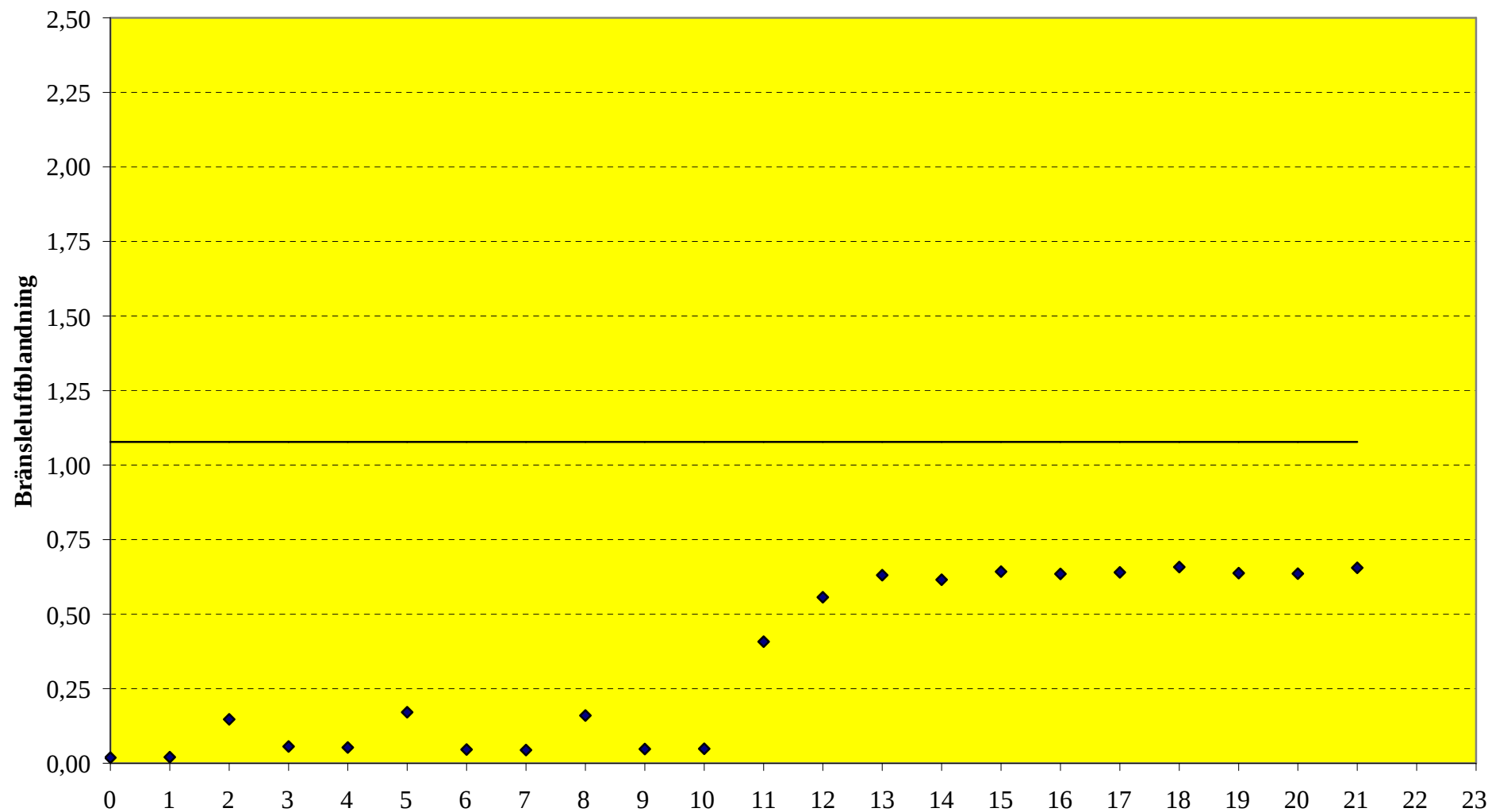
Sot 02A

3.4. Sot 03A

Sot 03A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	1,578	730,2	16	15,7	12	4,244	0,019	1,077
1	1,753	671,3	17	15,7	12	4	0,021	1,077
2	12,575	529,8	18	69	0	2,722	0,148	1,077
3	4,778	431,3	17	23	13	2,511	0,056	1,077
4	4,476	501,9	18	25,3	0	2,967	0,053	1,077
5	14,551	553,8	19	83,3	0	3,178	0,171	1,077
6	3,929	582,8	18	25,5	13	2,711	0,046	1,077
7	3,797	638,3	18	27,2	0	3,078	0,045	1,077
8	13,616	658,2	18	92,2	0	2,989	0,160	1,077
9	4,046	709,7	18	31,5	13	2,9	0,047	1,077
10	4,127	730,9	18	33,2	0	3,167	0,048	1,077
11	34,741	829,6	18	290,5	12	3,511	0,408	1,077
12	47,442	929,9	17	444,7	13	6,722	0,557	1,077
13	53,747	957,9	18	518,1	12	7,044	0,631	1,077
14	52,451	975,8	18	513,5	12	3,544	0,616	1,077
15	54,739	944,4	17	518,9	12	4,3	0,643	1,077
16	54,088	971,2	17	528,7	11	7,4	0,635	1,077

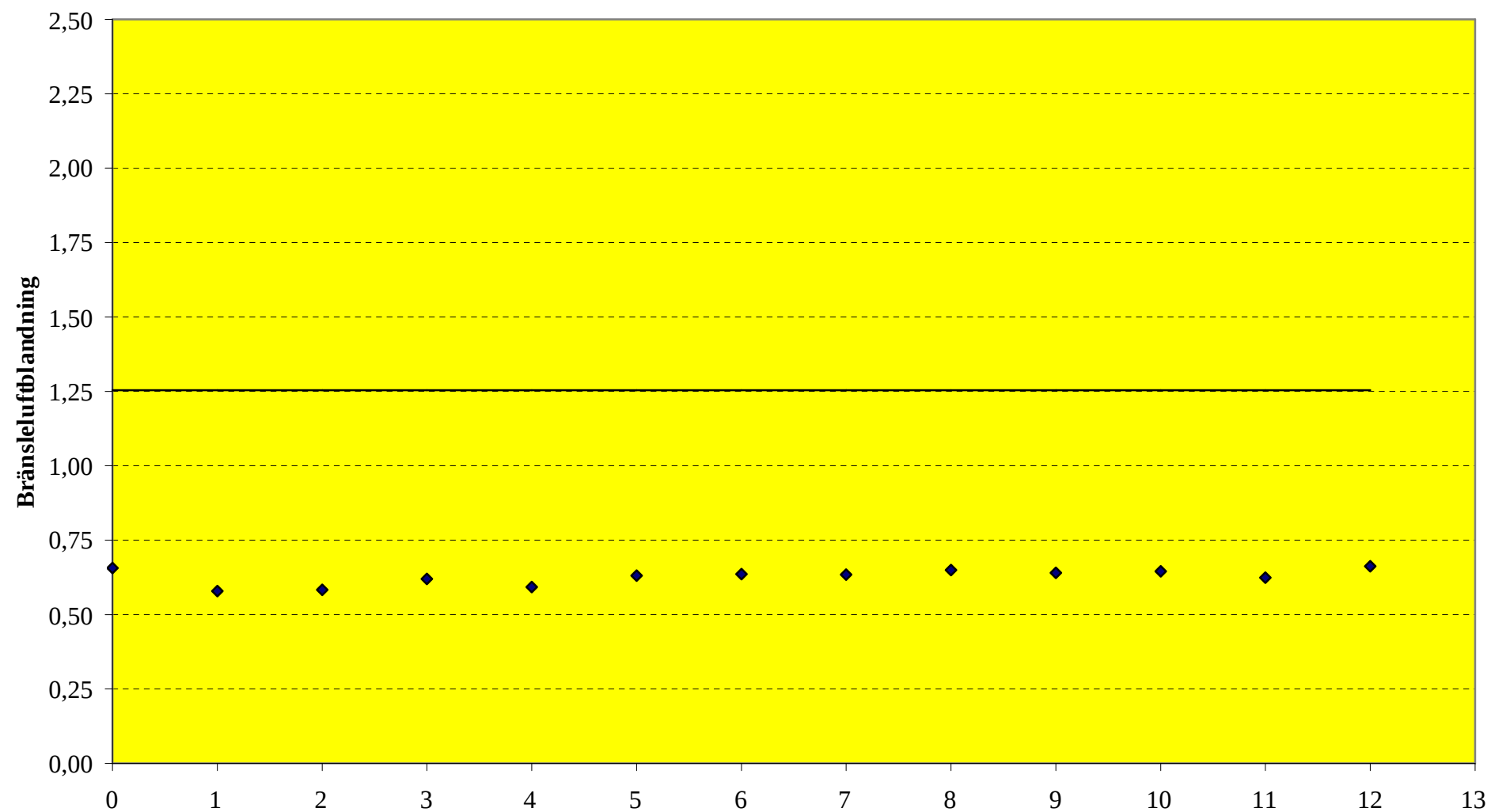
17	54,544	959,8	17	525,1	12	3,489	0,640	1,077
18	56,032	926,9	17	521,2	12	4,189	0,658	1,077
19	54,299	917,1	17	501,2	11	7,044	0,637	1,077
20	54,133	932,2	17	506,2	12	3,422	0,635	1,077
21	55,829	871,6	18	488,3	11	3,833	0,655	1,077

Sot 03A

3.5. Sot 03B

Sot 03B

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	55,923	717,9	17	403,2	12	3,922	0,656	1,254
1	49,306	884	18	439,4	13	6,967	0,579	1,254
2	49,696	962,5	18	480,1	13	3,522	0,583	1,254
3	52,805	904	17	479,2	12	3,9	0,620	1,254
4	50,441	939,9	18	477,6	13	7,078	0,592	1,254
5	53,746	862	18	464,9	12	3,489	0,631	1,254
6	54,197	854,9	18	465,1	12	3,856	0,636	1,254
7	54,019	863,7	17	469,8	13	7,044	0,634	1,254
8	55,311	835,5	17	465,4	13	7,333	0,649	1,254
9	54,558	832,4	18	455,9	12	3,878	0,640	1,254
10	54,936	819,4	19	452,1	12	4,333	0,645	1,254
11	53,148	870,3	18	466	13	7,367	0,624	1,254
12	56,428	796,1	18	450,9	12	3,844	0,662	1,254

Sot 03B

3.6. Sot 03C

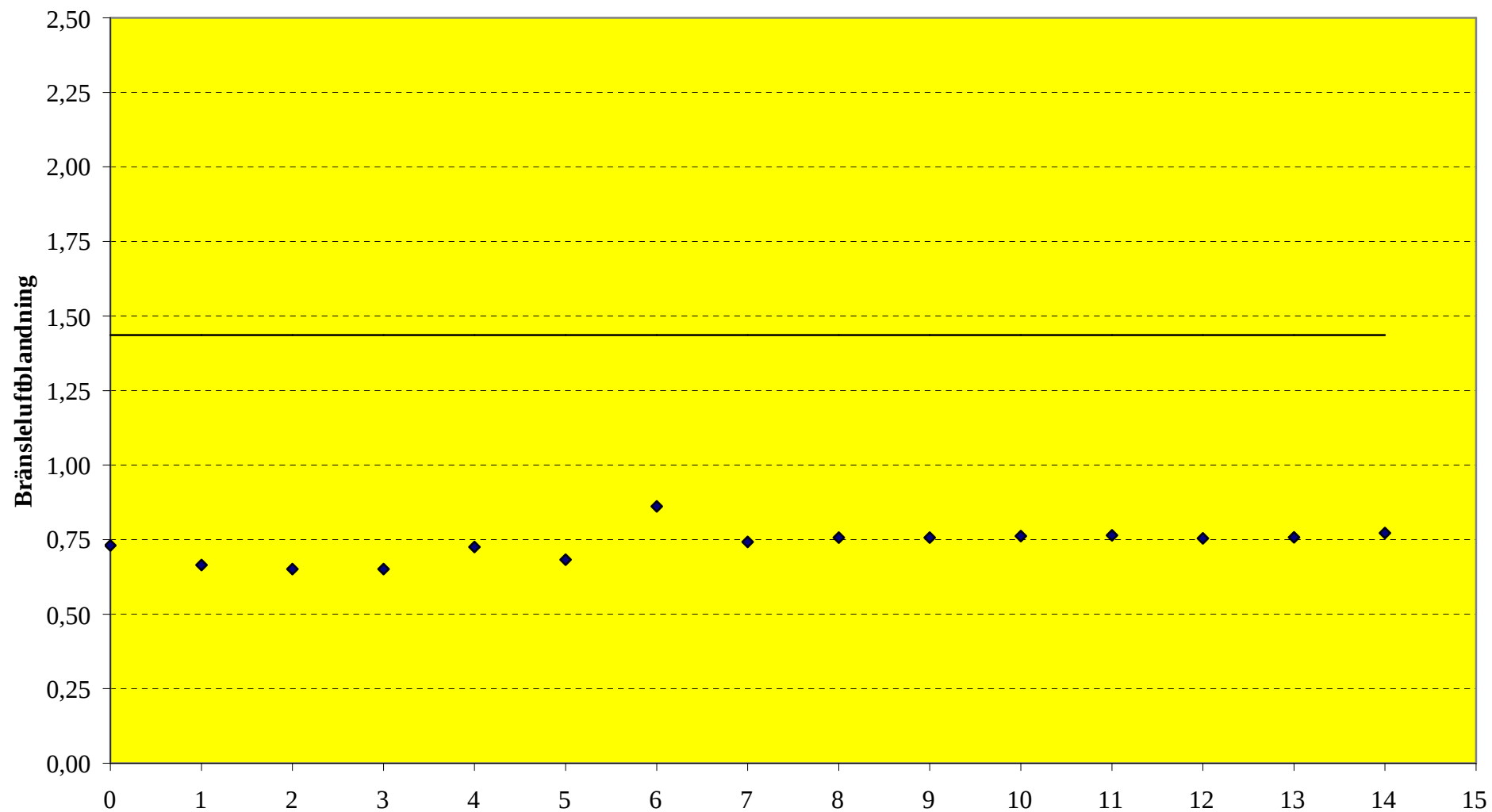
Sot 03C

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	62,208	587,3	19	367	12	4,378	0,730	1,436
1	56,631	731,2	18	417,1	13	6,944	0,665	1,436
2	55,458	795,5	18	442,8	12	3,667	0,651	1,436
3	55,464	775,5	19	432,3	13	4,889	0,651	1,436
4	61,788	699,2	18	434,7	13	7,011	0,725	1,436
5	58,183	714,4	18	417,2	12	3,678	0,683	1,436
6	73,399	671,5	18	493,9	13	3,867	0,862	1,436
7	63,198	647,5	18	411,7	13	6,767	0,742	1,436
8	64,489	625,5	18	404,7	12	3,722	0,757	1,436
9	64,48	619,1	18	400,5	12	3,678	0,757	1,436
10	64,863	596,2	18	389	13	6,511	0,761	1,436
11	65,101	605,5	18	395,5	11	3,756	0,764	1,436
12	64,241	578,8	18	373,2	12	3,844	0,754	1,436
13	64,518	563,2	18	365,7	12	6,578	0,757	1,436
14	65,765	559,4	17	370,1	12	6,456	0,772	1,436

3.7. Sot 03C

Sot 03C

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenekv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	62,208	587,3	19	367	12	4,378	0,730	1,436
1	56,631	731,2	18	417,1	13	6,944	0,665	1,436
2	55,458	795,5	18	442,8	12	3,667	0,651	1,436
3	55,464	775,5	19	432,3	13	4,889	0,651	1,436
4	61,788	699,2	18	434,7	13	7,011	0,725	1,436
5	58,183	714,4	18	417,2	12	3,678	0,683	1,436
6	73,399	671,5	18	493,9	13	3,867	0,862	1,436
7	63,198	647,5	18	411,7	13	6,767	0,742	1,436
8	64,489	625,5	18	404,7	12	3,722	0,757	1,436
9	64,48	619,1	18	400,5	12	3,678	0,757	1,436
10	64,863	596,2	18	389	13	6,511	0,761	1,436
11	65,101	605,5	18	395,5	11	3,756	0,764	1,436
12	64,241	578,8	18	373,2	12	3,844	0,754	1,436
13	64,518	563,2	18	365,7	12	6,578	0,757	1,436
14	65,765	559,4	17	370,1	12	6,456	0,772	1,436

Sot 03C

3.8. Sot 04A

Sot 04A

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenkv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	0,932	515,5	18	5,4	10	0,6	0,011	1,623
1	9,527	665,1	18	63,9	0	0,589	0,112	1,623
2	27,966	942,7	19	264,4	14	1,056	0,328	1,623
3	52,03	1000	15	522,5	13	4,589	0,611	1,623
4	60,61	1000	13	609	13	7,367	0,711	1,623
5	61,259	1000	14	612,8	12	0,533	0,719	1,623
6	64,214	1000	14	642,4	13	0,733	0,754	1,623
7	61,557	1000	15	615,9	13	0,856	0,723	1,623
8	58,58	1000	15	588,2	13	5,8	0,688	1,623
9	57,1	1000	16	573,8	13	6,522	0,670	1,623
10	54,514	1000	15	545,5	12	0,8	0,640	1,623
11	51,874	1000	16	519,1	12	0,744	0,609	1,623
12	46,903	1000	19	469,9	13	1,633	0,551	1,623
13	48,283	918,7	18	446	13	4,689	0,567	1,623
14	52,761	795,9	18	420,4	14	1,011	0,619	1,623

3.9. Sot 04B

Sot 04B

Nummer	Koldioxid/ Kväve	Kväve Max	Kväve Index	Koldioxid Max	Koldioxid Index	Nollnivå Medelvärde	Bränsleluftblandn. Propenекv.	Bränsleluftblandn. Teoretisk
0	67,416	337,8	18	228	12	0,822	0,791	1,623
1	67,377	462,4	19	312,6	13	3,211	0,791	1,623
2	65,21	571,6	18	373,1	14	1,033	0,765	1,623
3	70,92	573	19	406,7	13	1,133	0,833	1,623
4	68,021	608,1	18	414,9	13	3,956	0,798	1,623
5	72,164	591,5	18	427,2	14	1,267	0,847	1,623
6	71,163	584	18	416	13	1,422	0,835	1,623
7	74,017	558,8	18	414,9	13	4,967	0,869	1,623
8	93,987	548,8	18	515,9	14	1,633	1,103	1,623
9	77,212	651,1	18	503,1	13	1,644	0,906	1,623
10	71,223	644,8	18	460,9	13	5,756	0,836	1,623
11	76,134	561,4	18	427,8	12	1,611	0,894	1,623
12	80,334	559,9	18	450,1	12	1,567	0,943	1,623
13	79,319	521,5	17	414,6	13	4,589	0,931	1,623
14	83,628	509,7	18	426,5	12	1,522	0,982	1,623
15	80,85	506,1	18	409,5	13	1,656	0,949	1,623
16	81,604	491,8	17	402	13	3,644	0,958	1,623

Sot 04A