



# PROVNINGSJÄMFÖRELSE

2003

Bestämning av

Petroleumkolväten, MTBE och oorganiskt bly i jord

med GC/MS respektive AA

Göran Odham

Tomas Alsberg

Laboratoriet för analytisk miljökemi i  
samarbete med SPIMFAB

Institutet för tillämpad miljöforskning

Institute of Applied Environmental Research



# **ITM Rapport 119**

## **Bestämning av petroleumkolväten, MTBE och oorganiskt bly i jord med GC/MS respektive AA– en provningsjämförelse**

**Göran Odham och Tomas Alsberg**

**Laboratoriet för Analytisk Miljökemi, Institutet för Tillämpad  
Miljöforskning (ITM), Stockholms universitet  
106 91 Stockholm**

**Oktober 2003**

ISSN 1103-341  
Tryckeri: ITM, 2003-10-15  
ISRN SU-ITM-R-119-SE

| <b>Innehållsförteckning</b>  | <b>sida</b> |
|--|-------------|
| Sammanfattning.....  | 2           |
| Bakgrund.....  | 3           |
| Genomförande.....  | 3           |
| Resultat.....  | 4           |
| Snabbanalys.....   | 4           |
| Resultatpresentation.....  | 4           |
| Kommentarer.....   | 5           |
| Relativa avvikelser från medelvärdet.....                                      | 5           |
| Högnivåvärden för samtliga substansklasser.....                                | 5           |
| Lågnivåvärden för samtliga substansklasser.....                                | 6           |
| Kvot högnivå / lågnivå.....  | 6           |
| MTBE och oorganiskt bly.....   | 6           |
| Slutsatser och rekommendationer.....   | 7           |
| Tack.....  | 7           |
| <br>   |             |
| <b>Tabeller</b>  |             |
| Tabell 1: Högnivåprov rådata.....  | 8           |
| Tabell 2: Lågnivåprov rådata.....  | 9           |
| Tabell 3: Högnivåprov statistik.....   | 10          |
| Tabell 3: Lågnivåprov statistik.....   | 11          |
| <br>   |             |
| <b>Figurer</b>   |             |
| Figur 1:1 och 1:2. Kvot $(MV_{Lab})/(MV_{alla})$ , alifater resp aromater..... | 12          |
| Figur 2:1 och 2:2. Högnivåprov alifater >C5-C8 resp >C8-C10.....               | 13          |
| Figur 2:3 och 2:4. Högnivåprov alifater >C10-C12 resp >C12-C16.....            | 14          |
| Figur 2:5 och 2:6. Högnivåprov alifater >C16-C35 resp S:a TEX.....             | 15          |
| Figur 2:7 och 2:8. Högnivåprov aromater >C8-C10 resp >C10-C35.....             | 16          |
| Figur 2:9 och 2:10. Högnivåprov S:a övriga PAH resp Fenantren.....             | 17          |
| Figur 3:1 och 3:2. Lågnivåprov alifater >C8-C10 resp >C10-C12.....             | 18          |
| Figur 3:3 och 3:4. Lågnivåprov alifater >C12-C16 resp >C16-C35.....            | 19          |
| Figur 3:5 och 3:6. Lågnivåprov aromater >C8-C10 resp >C10-C35.....             | 20          |
| Figur 3:7 och 4. Lågnivåprov Fenantren resp Kvot Högnivå/Lågnivå.....          | 21          |

## Sammanfattning

En provningsjämförelse har genomförts inom ramen för SPIMFABs (Svenska Petroleuminstitutets Miljösaneringsfond AB) arbete med att markundersöka och sanera nedlagda bensinstationer. Bestämningstekniken för petroleumkolväten och MTBE var GC/MS enligt SPIMFABs standard för analyser 3.6. Tre replikat av jord med två kontamineringsgrader (hög- respektive lågkontaminerad), förpackade i glasburkar sändes kylda till analyslaboratorierna. Fem laboratorier deltog i provningsjämförelsen. Resultaten presenteras i tabeller och figurer. Variationen mellan laboratorierna var stor ( $\pm 1 \times$  medelvärdet), men var i de flesta fall liten inom laboratorierna, vilket tolkades som att proverna var homogena. Variationerna var ungefär lika stora för aromater och alifater. Åtgärder för att erhålla bättre samstämmighet i analyserna borde vara: 1) Frekventa ringtester, 2) utarbetande av en detaljerad och handfast manual för extraktion, upparbetning och slutbestämning, 3) frekvent kontroll av standardlösningar (kommersiella standarder är att föredra) och instrumentkondition.

## Bakgrund

Inom ramen för SPIMFABs (Svenska Petroleuminstitutets Miljösaneringsfond AB) arbete med att markundersöka och sanera nedlagda bensinstationer genomförs kemiska analyser av jord och vattenprover. Analystjänsterna upphandlas centralt av SPIMFAB.

Det är av största vikt att rimligt likalydande analysresultat erhålles från de anlidade analyslaboratorierna. Då Naturvårdsverkets rapport 4889 ”Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer” gav utrymme för stor variation i analysförfarandet medförde detta i tidiga tester stor variation även i analysresultaten.

En tilläggsinstruktion framtofs därför, genom vilken ökad klarhet i instruktionen samt begränsning i metodval erhöles. Tilläggsinstruktionen innebar särskilt att GC/MS skulle användas som bestämningsteknik vid analyserna (SPIMFABs standard för analyser 3.6). Denna analysteknik medger större möjligheter till identifiering och kvantifiering av olika petroleumfraktioner. Användningen av GC/MS-analysteknik medför dock en kraftig begränsning i antalet analysoperatörer.

Tre år har gått sedan SPIMFABs förra laboratoriekontroll och det var angeläget att på nytt se om de anlidade laboratorierna levererar samstämmiga resultat.

## Genomförande

Denna gång användes ”riktig jord” hämtat från ett av SPIMFABs saneringsområden i Uppsalatrakten. Provberedningen utfördes av Golder Associates AB, Uppsala genom att 20 kg kontaminerat något ”siltig stenig sand” homogeniserades i ett nytt/oanvänt 50 liter oljefat med löstagbart lock. Jorden omblandades omgående genom att fatet rullades på hjulen av två uppochnervända lastpirror under 15 min. En del av det homogeniserade materialet ”späddes” med jord från området med en kontaminationsgrad betydligt lägre än KM-värdet samt homogeniserades på nytt. Tre replikat vardera av jord med de två kontamineringsgraderna förpackades i glasburkar och sändes kylda till analyslaboratorierna.

I enlighet med SNV 4889 ”riktvärden för petroleumprodukter i jord” bestämdes följande parametrar:

Alifater: >C5-C8; >C8-C10; >C10-C12; >C12-C16; S:a>C5-C16; S:a>C16-C35

Aromater: Bensen; S:a TEX; >C8-C10; >C10-C35; 16 enskilda PAH; S:a Cancerogena PAH; S:a Övriga PAH

Förutom kolväten bestämdes MTBE, oorganiskt bly samt torrsbstans (TS).

Eftersom ringtestet denna gång innehöll oförutsägbara faktorer p.g.a att ”riktig” förorenad jord utnyttjades som matris utfördes en s.k.”snabbanalys” före det egentliga ringtestet för att kontrollera haltnivåerna. Denna utfördes av ett av de deltagande laboratorierna.

Sex analyslaboratorier tillfrågades om man ville delta i ringtestet. Alla sex accepterade varav följande fem fullföljde:

Alcontrol AB, Linköping; AnalyCen Nordic AB, Lidköping; Analytica AB, Täby; Milana A/S, Helsingör, Danmark; Sweco Ecoanalys, Stockholm. Dessa fem är de laboratorier som SPIMFAB för närvarande anlitar.

Alla analys svar sändes till Institutet för Tillämpad Miljöforskning (ITM) vid Stockholms Universitet. ITM sammanställde resultaten och bearbetade dessa statistiskt.

## Resultat

### Snabbanalys

En snabbanalys för att säkerställa haltnivåerna i högnivåproverna utfördes under slutet av maj 2003. Värden för representativa fraktioner av alifater, aromater (bensen och TEX, pyren och PAH summa övriga, samt oorganiskt bly analyserades redan två dagar efter provtagningen). Härvid konstaterades halter för ickeflyktiga alifater och aromater väl över 500 ppm. Det beslutades att detta högnivåprov kunde ”spädas” med lågkontaminerad jord från området till en slutkoncentration på c:a en tiondel av högnivåprovet.

### Resultatpresentation

De fem deltagande laboratorierna numrerades enligt Lab 1-5. Proverna A, E, och F utgjordes av högnivåprover, proverna B, C, och D av lågnivåprover (”spädda” med nio viktsdelar lågförorenad jord från provtagningsområdet).

Inlämnade analysdata återfinns i Tabell 1 och 2. Bearbetade resultat återfinns i Tabell 3 och 4.. Resultatet presenteras även grafiskt i figurena 1-4:

- a) Fig. 1:1 och 1:2 visar kvoten mellan respektive labs medelvärde och medelvärdet för alla lab avseende högnivåproverna, för grupperna av alifater respektive aromater, samt för fenantren.
- b) Fig. 2:1-10 visar resultaten för högnivåproverna för alifater och aromater, inklusive fenantren och ”summa övriga PAH”. Figurerna visar spridningen inom det enskilda laboratoriet, spridningen mellan laboratorierna samt avvikelser från totala medelvärdet.
- c) Fig 3:1-7 visar på motsvarande sätt resultat för lågnivåproverna som ses i fig 2 för högnivåproverna. På grund av ofullständigt material har parametrarna alifater > C5-C8 och ”summa övriga PAH” utelämnats.
- d) Fig 4. Visar kvoterna mellan medelvärdena för halterna i högnivå- respektive lågnivåproverna för alla lab.

## Kommentarer

### Relativa avvikelser från medelvärdet

I Fig 1 redovisas kvoten mellan medelvärdet för respektive lab och medelvärdet för alla lab för den högkontaminerade jorden. För ett mätresultat som är lika med medelvärdet blir denna kvot således lika med ett.

För alifater observeras en minskning i avvikelserna med minskande substansflyktighet (fig.1:1). Tre av laboratorierna lämnar resultat, som är mindre än hälften av medelvärdet för fraktionen >C5-C8. Bland dessa tycks lab1 förlorat så mycket att man hamnat under detektionsgränsen. Noterbart är resultatet för lab 3, som närmar sig medelvärdet från en kraftig positiv avvikelse. För alifatiska kolväten >C8 är spridningen ungefär +/- 75 % av medelvärdet. Avvikelsen är större för de mer lättflyktiga komponenterna.

För aromater är bilden likartad. Även här konstateras en viss negativ avvikelse för majoriteten av lab för den flyktiga fraktionen (>C8-C10) medan värdena för fenantren ligger nära medelvärdet. Lab 3 synes oförklarligt missat fenantren i analysen av högnivåproverna (men inte av lågnivåproverna). Lab1 uppvisar en stor positiv avvikelse från medelvärdet för flyktiga komponenter. Liksom för alifater är avvikelserna från medelvärdet stora avseende aromater (+/- ca 90 %).

### Högnivåvärden för samtliga substansklasser

Fig 2:1-10, visar värdena för högnivåproverna avseende alifater och aromater inklusive S:a övriga PAH och fenantren. Fig 2:2 och 2:8, alifater >C8-C10, respektive aromater >C10-C35, visar analysvärden typiska för flera av substansklasserna. Som synes är spridningen inom respektive laboratorium för de tre replikaten liten, men mellan de fem laboratorierna mycket stor. Två av laboratorierna (lab 1 och lab 3) erhöll medelvärden 4 gånger högre än övriga laboratorier vad gäller alifaterna medan medelvärdena är mer jämnt spridda vad gäller aromaterna. Anmärkningsvärt är att för normaltät jord och känslig markanvändning klassar lab1 och lab 3 marken fyra gånger över riktvärdet för alifater >C8-C10, medan lab 2 och lab 4 anger värden strax under riktvärdet. Värdena för de flyktiga komponenterna (alifater >C5-C8) mellan laboratorierna ligger i intervallet "ej detekterbart"- 25 mg/kg, att jämföra med riktvärdet för känslig markanvändning som är 50 mg/kg.

Spridningen av analysvärden för t.ex aromater >C10-C35 visar en likartad bild: liten spridning inom laboratoriet-stor spridning mellan laboratorierna. En faktor 35 mellan max.och min.- värdena observeras. Samtliga lab utom ett ger värden väl över riktvärdet för känslig markanvändning. En relativt stor spridning för S:a TEX, såväl internt som mellan laboratorierna noteras även, men alla värden är klart under riktvärdet.



## Lågnivåvärden för samtliga substansklasser

Fig 3:1-6 visar lågnivåvärden för de parametrar som medger en meningsfull jämförelse. Här har alla laboratorier utom lab 3 hamnat under detektionsgränsen för >C5-C8, och alla lab utom lab 1 och lab 5 under detektionsgränsen för S:a TEX. Tre lab (lab 2, lab 3 och lab 5) rapporterar värden över detektionsgränsen för S:a PAH, se Tabell 2. Liksom för högnivåproverna är samstämmigheten genomgående god för replikaten inom laboratoriet men en uttalad spridning mellan laboratorierna noteras. För alifater >C8-C10 skiljer en faktor 6 mellan högsta och lägsta labmedelvärde, för >C10-C12 en faktor 4, och för >C12-C16 en faktor 2.

För aromater är förhållandet beträffande spridning mellan laboratorierna likartat och i ungefär samma storleksordning som för alifater. Stor spridning (en faktor 5) ses för aromater >C10-C35 medan spridningen för fenantren är förhållandevis liten (en faktor 2).

## Kvot högnivå / lågnivå

Medelvärdet för kvoterna mellan högnivå- och lågnivåvärdena för flertalet parametrar framgår av fig.4. Om ”spädningssjorden” vore okontaminerad skulle den sanna kvoten vara 10 för alla fraktioner. I det här fallet, där ”spädningen” skett med mycket lågkontaminerad jord kan man förvänta sig kvoter något lägre än den sanna. Vidare leder förluster vid analys av högnivåproverna till lägre kvoter, och förluster från lågnivåproverna till högre kvoter.

Vi ser att samstämmigheten är god för TS (torrsubstans) och oorganiskt bly, men att spridningen för övriga kvoter är stor. De observerade avvikelserna är inte entydiga, och därför svåra att hitta förklaringar till. Då spridningen inom respektive laboratorium i samtliga fall är liten kan man anta att provernas homogenitet efter ”spädningen” är god. Kvoterna synes avvika i större utsträckning för de mer flyktiga fraktionerna. Figur 4 kan användas av labben som en hjälp i kvalitetskontrollen. Exempelvis har Lab 2 och 5 låg kvot för alifater >C8-C10, Lab 5 även för aromater >C10-C35, Lab 3 har en hög kvot för aromater >C8-C10. Lab 1 och 5 har höga kvoter för naftalen. För alifater >C5-C8 har endast lab 4 lämnat underlag som medger en beräkning av kvoten.

## MTBE och oorganiskt bly

Inget av laboratorierna rapporterar detekterbara mängder MTBE. Vad gäller oorganiskt bly visar kvoterna mellan högnivå och lågnivå intressanta skillnader jämfört med kolvätena. Kvoterna är här avsevärt lägre, c:a 1, med liten intern spridning men också liten spridning mellan laboratorierna. Man kan dra slutsatserna att metallen går bra att analysera med god precision men också att ”spädningen” inte innebär samma minskning i nivåerna som för petroleumfraktionerna. Sannolikt har kontamineringen med bly en, åtminstone delvis, annan bakgrund än den för petroleumkolvätena.

## Slutsatser och rekommendationer

Den goda samstämmigheten mellan de tre replikaten för samtliga laboratorier indikerar att både hög-och lågnivåproverna har god homogenitet, m.a.o. laboratorierna har fått burkar med identiskt innehåll. Under förutsättning att provberedningen skett på samma sätt för alla utskick bör den observerade större interna spridningen för flyktiga fraktioner bero på handhavandet under analysen. Risken för förluster vid lagring och provuttag bör ej förbises.

Den observerade, oacceptabla skillnaden i analysvärden mellan laboratorierna bör därför falla tillbaka på handhavandet under analysgången på laboratorierna, eller att metoderna inte är optimala. Tre omständigheter under analysen som är av stor betydelse för resultatet utgöres av 1) upparbetning, 2) standardriktighet, 3) instrumentkondition. Man kan också ifrågasätta det lämpliga i att, som metoden föreskriver, bestämma summaparametrar med GC-MS. Möjligen skulle bestämning av enskilda komponenter, t ex normal-alkaner istället för grupper av alkaner, ge ett mer samstämmigt resultat. Ett förhållande som dock motsäger detta är att spridningen i resultat är av samma storleksordning för alifater och aromater, trots att aromatanalysen baseras på bestämning av enskilda komponenter. Det är inte möjligt att avgöra om någon av dessa omständigheter dominerar i detta ringtest eller om det finns fler omständigheter som spelar in bakom de observerade skillnaderna.

ITM har deltagit i ett flertal internationella ringtester för andra miljögifter och haft anledning att studera betydelsen av ovannämnda omständigheter. Kontroll av standarder och instrumentkondition visade sig därvid vara väl så betydelsefullt för slutresultatet som upparbetsgången. Åtgärder för att erhålla bättre samstämmighet i analyserna borde vara: 1) Frekventa ringtester, 2) utarbetande av en detaljerad och handfast manual för extraktion, upparbetning och slutbestämning, 3) frekvent kontroll av standardlösningar (kommersiella standarder är att föredra) och instrumentkondition.

## Tack

Författarna vill tacka deltagande laboratorier för synpunkter på innehållet rapporten.

| enhet: mg/kg TS        |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Prov                   | Lab 1 |       |       | Lab 2  |        |        | Lab 3  |        |        | Lab 4  |        |        | Lab 5 |       |       |
|                        | A     | E     | F     | A      | E      | F      | A      | E      | F      | A      | E      | F      | A     | E     | F     |
| <b>Alifater</b>        |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| >C5-C8                 | <10   | <10   | <10   | 5.3    | <5,00  | 6.85   | 28     | 28     | 31     | <5     | 5.9    | <5     | 14    | 9.6   | 9     |
| >C8-C10                | 426   | 369   | 419   | 139    | 125    | 15     | 360    | 410    | 420    | 79     | 110    | 48     | 150   | 160   | 130   |
| >C10-C12               | 747   | 705   | 829   | 224    | 166    | 220    | 820    | 870    | 880    | 250    | 260    | 150    | 650   | 600   | 550   |
| >C12-C16               | 1870  | 1900  | 2100  | 871    | 840    | 892    | 3100   | 2900   | 3100   | 1600   | 1500   | 1700   | 2200  | 2100  | 2000  |
| S:a >C5-C16            | 3040  | 2970  | 3350  | 1240   | 1130   | 1270   | 4400   | 4250   | 4480   | 1900   | 1900   | 1900   | 3010  | 2870  | 2690  |
| S:a >C16-C35           | 1310  | 1290  | 1470  | 871    | 604    | 648    | 2550   | 2400   | 2700   | 1200   | 1100   | 1300   | 130   | 120   | 120   |
| <b>Aromater</b>        |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| Bensen                 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| S:a TEX                | 1.61  | 0.155 | 0.177 | 0.061  | <0,080 | <0,080 | 1.04   | 0.39   | 1.6    | <1     | <1     | <1     | 2.6   | 0.77  | 1.9   |
| >C8-C10                | 1280  | 1090  | 1370  | 216    | 216    | 220    | 1100   | 1300   | 1400   | 520    | 410    | 420    | 220   | 230   | 240   |
| >C10-C35               | 624   | 527   | 657   | 264    | 228    | 316    | 650    | 700    | 720    | 470    | 390    | 410    | 25    | 17    | 16    |
| Summa Canc. PAH        | <0,3  | <0,3  | <0,3  | <0,2   | <0,2   | <0,2   | 0.012  | 0.011  | 0.012  | <0,15  | 0.15   | <0,15  | <0,30 | <0,30 | <0,30 |
| Summa övriga PAH       | 8.0   | 4.0   | 6.2   | 10     | 8.7    | 10     | 4.6    | 4.5    | 4.3    | 13     | 8.2    | 8.8    | 7.8   | 5.4   | 5.0   |
| <b>Övriga</b>          |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| MTBE                   | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,20  | <0,20  | <0,20  | <0,3   | <0,3   | <0,3   | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Bly (oorganiskt)       | 8.3   | 8.9   | 9.4   | 11     | <10    | 11     | 14     | 12     | 14     | 10     | 9.5    | 11     | 5.8   | 6.2   | 6.3   |
| TS (%)                 | 85    | 86    | 87    | 85     | 85     | 82     | 86     | 87     | 84     | 88     | 86     | 87     | 86    | 87    | 86    |
| <b>PAH</b>             |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| Naftalen               | 4.4   | 0.90  | 2.2   | 1.8    | 1.1    | 1.7    | 2.4    | 2.5    | 2.2    | 3.6    | 0.68   | 0.84   | 2.5   | 0.55  | 1.1   |
| Acenaftylen            | 0.13  | <0,10 | 0.11  | 0.42   | 0.47   | 0.67   | 2.1    | 1.9    | 2      | 1.5    | 1.2    | 0.95   | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Acenaften              | 0.53  | 0.51  | 0.59  | 0.79   | 0.75   | 0.79   | 0.27   | 0.22   | 0.19   | 0.58   | 0.44   | 0.42   | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Fluoren                | 0.31  | 0.29  | 0.38  | 4.5    | 3.7    | 4      | 4.2    | 4.3    | 4.6    | 3.8    | 3.2    | 3.5    | 2.5   | 2.4   | 1.8   |
| Fenantren              | 2.5   | 2.2   | 2.7   | 2.4    | 2.1    | 2.2    | 3.1    | 3      | 3.1    | 3      | 2.6    | 2.9    | 2.5   | 2.2   | 1.9   |
| Antracen               | 0.14  | 0.107 | 0.157 | 0.36   | 0.45   | 0.45   | 0.046  | 0.046  | 0.054  | 0.083  | 0.11   | 0.085  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Fluoranten             | <0,1  | <0,10 | <0,10 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0.027  | 0.037  | 0.048  | 0.041  | 0.037  | 0.039  | 0.1   | 0.06  | 0.06  |
| Pyren                  | <0,1  | <0,10 | 0.108 | 0.068  | 0.08   | 0.067  | 0.061  | 0.059  | 0.069  | 0.094  | 0.06   | 0.096  | 0.16  | 0.11  | 0.12  |
| +Benso(a)antracen      | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | 0.06  | <0,03 | 0.06  |
| +Chrysen               | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | 0.06  | 0.06  | 0.06  |
| +Benso(b)fluoranten    | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | 0.032  | 0.06  | <0,03 | 0.06  |
| +Benso(k)fluoranten    | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Benso(a)pyren         | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0.012  | 0.011  | 0.012  | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Indeno(1,2,3-cd)pyren | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Dibens(a,h)antracen   | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Benso(ghi)perylen     | <0,1  | <0,1  | <0,1  | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | 0.032  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |

Tabell 1. Högnivåprov rådata

| enhet: mg/kg TS        | Lab 1 |       |       | Lab 2  |        |        | Lab 3  |        |        | Lab 4  |        |        | Lab 5 |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Prov                   | B     | C     | D     | B      | C      | D      | B      | C      | D      | B      | C      | D      | B     | C     | D     |
| <b>Alifater</b>        |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| >C5-C8                 | <10   | <10   | <10   | <5,00  | <5,00  | <5,00  | 4.6    | 4.8    | 4.3    | <5     | <5     | <5     | <5    | <5    | <5    |
| >C8-C10                | 46    | 49    | 44    | 22     | 23     | 22     | 45     | 40     | 38     | 5.9    | 9.5    | 8.7    | 30    | 40    | 42    |
| >C10-C12               | 116   | 124   | 114   | 33     | 40     | 43     | 110    | 98     | 110    | 24     | 39     | 26     | 68    | 57    | 81    |
| >C12-C16               | 351   | 379   | 351   | 125    | 147    | 215    | 420    | 350    | 360    | 360    | 300    | 320    | 240   | 210   | 310   |
| S:a >C5-C16            | 513   | 552   | 509   | 180    | 210    | 280    | 601    | 513    | 537    | 390    | 350    | 360    | 341   | 310   | 436   |
| S:a >C16-C35           | 238   | 241   | 227   | 64     | 74     | 100    | 225    | 195    | 200    | 260    | 220    | 230    | 150   | 94    | 160   |
| <b>Aromater</b>        |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| Bensen                 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| S:a TEX                | 0.030 | 0.055 | 0.021 | <0,080 | <0,080 | <0,080 | <0,20  | <0,20  | <0,20  | <1     | <1     | <1     | 0.16  | 0.16  | 0.16  |
| >C8-C10                | 133   | 142   | 123   | 56     | 44     | 48     | 84     | 86     | 77     | 68     | 49     | 53     | 33    | 28    | 31    |
| >C10-C35               | 77    | 85    | 70    | 22     | 22     | 34     | 110    | 93     | 90     | 67     | 52     | 51     | 20    | 17    | 26    |
| Summa Canc. PAH        | <0,3  | <0,3  | <0,3  | <0,2   | <0,2   | <0,2   | 0.01   | 0.018  | 0.032  | <0,15  | <0,15  | <0,15  | <0,30 | <0,30 | <0,30 |
| Summa övriga PAH       | <1    | <1    | <1    | 0.64   | 0.72   | 1.1    | 1      | 0.93   | 0.83   | <2     | <2     | <2     | 0.64  | 0.54  | 0.65  |
| <b>Övriga</b>          |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| MTBE                   | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,20  | <0,20  | <0,20  | <0,3   | <0,3   | <0,3   | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Bly (oorganiskt)       | 7.9   | 6.7   | 6.2   | <10    | <10    | 12     | 10.1   | 11.2   | 11     | 11     | 12     | 13     | 6.6   | 7.8   | 6.4   |
| TS                     | 90    | 90    | 88    | 88     | 88     | 88     | 91     | 92     | 90     | 90     | 90     | 89     | 90    | 90    | 90    |
| <b>PAH</b>             |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |
| Naftalen               | 0.11  | <0,10 | <0,10 | 0.13   | 0.14   | 0.2    | 0.29   | 0.27   | 0.23   | 0.26   | 0.15   | 0.15   | 0.09  | 0.06  | 0.1   |
| Acenaftalen            | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0.06   | 0.048  | 0.045  | 0.1    | 0.15   | 0.04   | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Acenaften              | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0.072  | 0.083  | 0.12   | 0.055  | 0.067  | 0.061  | 0.12   | 0.083  | 0.092  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Fluoren                | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 0.3    | 0.35   | 0.5    | 0.33   | 0.3    | 0.24   | 0.48   | 0.4    | 0.38   | 0.25  | 0.22  | 0.24  |
| Fenantren              | 0.191 | 0.221 | 0.161 | 0.14   | 0.15   | 0.23   | 0.22   | 0.19   | 0.17   | 0.32   | 0.23   | 0.25   | 0.19  | 0.17  | 0.2   |
| Antracen               | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,050 | <0,050 | 0.057  | 0.031  | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Fluoranten             | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0.014  | 0.029  | 0.043  | <0,03  | 0.04   | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Pyren                  | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0.02   | 0.027  | 0.039  | 0.035  | 0.037  | 0.036  | 0.03  | <0,03 | 0.03  |
| +Benso(a)antracen      | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Chrysen               | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Benso(b)fluoranten    | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Benso(k)fluoranten    | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Benso(a)pyren         | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0.01   | 0.018  | 0.032  | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Indeno(1,2,3-cd)pyren | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Dibens(a,h)antracen   | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| +Benso(ghi)perylene    | <0,1  | <0,1  | <0,1  | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,03  | <0,03  | <0,03  | <0,03 | <0,03 | <0,03 |

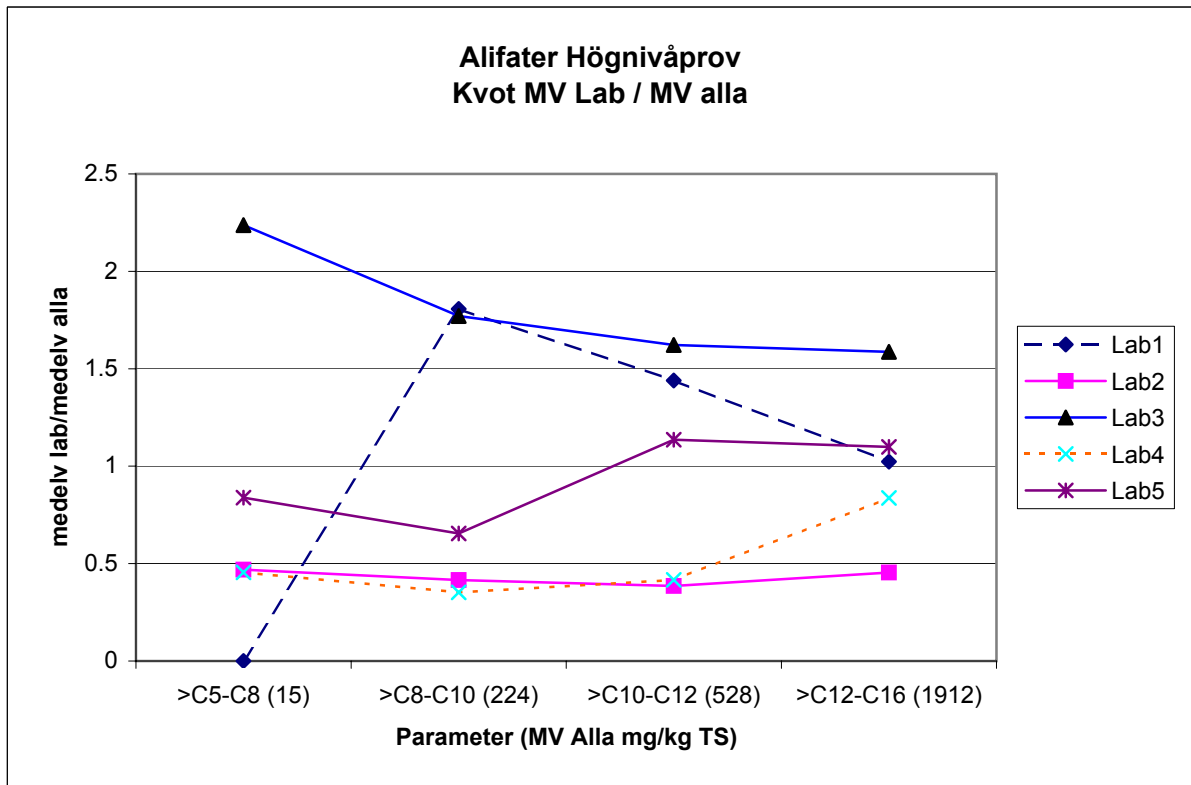
Tabell 2. Lågnivåprov rådata

|                                     | Medelvärde Högnivåprov |      |      |       |      | Relativ standardavvikelse Högnivåprov (%) |      |      |      |      | Medelv. | RSD (%) |
|-------------------------------------|------------------------|------|------|-------|------|---|------|------|------|------|---------|---------|
| enhet: mg/kg TS                     | Lab1                   | Lab2 | Lab3 | Lab4  | Lab5 | Lab1                                      | Lab2 | Lab3 | Lab4 | Lab5 | Alla    | Alla    |
| <b>Alifater</b>                     |                        |      |      |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| >C5-C8                              | n/a                    | 6    | 29   | 6     | 11   | n/a                                       | 18   | 6    | n/a  | 25   | 15      | 69      |
| >C8-C10                             | 405                    | 93   | 397  | 79    | 147  | 8   | 73   | 8    | 39   | 10   | 224     | 69      |
| >C10-C12                            | 760                    | 203  | 857  | 220   | 600  | 8   | 16   | 4    | 28   | 8    | 528     | 54      |
| >C12-C16                            | 1957                   | 868  | 3033 | 1600  | 2100 | 6   | 3    | 4    | 6    | 5    | 1912    | 38      |
| S:a >C5-C16                         | 3121                   | 1213 | 4377 | 1900  | 2858 | 6   | 6    | 3    | 0    | 6    | 2693    | 42      |
| S:a >C16-C35                        | 1357                   | 708  | 2550 | 1200  | 123  | 7   | 20   | 6    | 8    | 5    | 1188    | 71      |
| <b>Aromater</b>                     |                        |      |      |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| Bensen                              | n/a                    | n/a  | n/a  | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| S:a TEX                             | 0.6                    | 0.1  | 1.0  | n/a   | 1.8  | 129                                       | n/a  | 60   | n/a  | 53   | 1.03    | 85      |
| >C8-C10                             | 1247                   | 217  | 1267 | 450   | 230  | 11  | 12   | 12   | 14   | 4    | 682     | 73      |
| >C10-C35                            | 603                    | 269  | 690  | 423   | 19   | 11  | 5    | 5    | 10   | 26   | 401     | 63      |
| Summa Canc. PAH                     | n/a                    | n/a  | 0.0  | 0.2   | n/a  | n/a                                       | n/a  | 5    | n/a  | n/a  | 0.05    | 150     |
| Summa övriga PAH                    | 6.1                    | 9.6  | 12.2 | 10.0  | 6.1  | 33  | 8.9  | 0.5  | 26   | 25   | 7.2     | 37      |
| <b>Övriga</b>                       |                        |      |      |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| MTBE                                | n/a                    | n/a  | n/a  | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| Bly (oorganiskt)                    | 9                      | 11   | 13   | 10    | 6    | 6   | 0    | 10   | 8    | 4    | 9.8     | 27      |
| TS (%)                              | 86                     | 84   | 86   | 87    | 86   | 1   | 2    | 2    | 1    | 1    | 86      | 1.8     |
| <b>PAH</b>                          |                        |      |      |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| Naftalen                            | 2.5                    | 1.5  | 2.4  | 1.7   | 1.4  | 72  | 25   | 6.5  | 96   | 73   | 1.9     | 58      |
| Acenaftylen                         | 0.12                   | 0.52 | 2.0  | 1.2   | n/a  | 11  | 25   | 5    | 23   | n/a  | 1.0     | 72      |
| Acenaften                           | 0.5                    | 0.8  | 0.2  | 0.48  | n/a  | 7.9                                       | 3.0  | 18   | 18   | n/a  | 0.51    | 41      |
| Fluoren                             | 0.3                    | 4.1  | 4.4  | 3.5   | 2.2  | 15  | 9.9  | 5    | 9    | 17   | 2.9     | 54      |
| Fenantren                           | 2.4                    | 2.2  | 3.1  | 2.8   | 2.2  | 9.6                                       | 6.8  | 2    | 7    | 14   | 2.6     | 15      |
| Antracen                            | 0.1                    | 0.42 | 0    | 0.1   | n/a  | 19  | 12   | 9    | 16   | n/a  | 0.17    | 89      |
| Fluoranten                          | n/a                    | n/a  | 0.0  | 0.0   | 0.1  | n/a                                       | n/a  | 28   | 5    | 31   | 0.050   | 44      |
| Pyren                               | 0.1                    | 0.1  | 0.1  | 0.1   | 0.13 | n/a                                       | 10.1 | 8.4  | 24   | 20   | 0.089   | 34      |
| +Benso(a)antracen                   | n/a                    | n/a  | n/a  | n/a   | 0.06 | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Chrysen                            | n/a                    | n/a  | n/a  | n/a   | 0.06 | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Benso(b)fluoranten                 | n/a                    | n/a  | n/a  | 0.032 | 0.06 | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | 0    | n/a     | n/a     |
| +Benso(k)fluoranten                 | n/a                    | n/a  | n/a  | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Benso(a)pyren                      | n/a                    | n/a  | 0.01 | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | 4.9  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Indeno(1,2,3-cd)pyren              | n/a                    | n/a  | n/a  | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Dibens(a,h)antracen                | n/a                    | n/a  | n/a  | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Benso(ghi)perylen                  | n/a                    | n/a  | n/a  | 0.032 | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| n/a: not applicable (ej tillämbart) |                        |      |      |       |      |   |      |      |      |      |         |         |

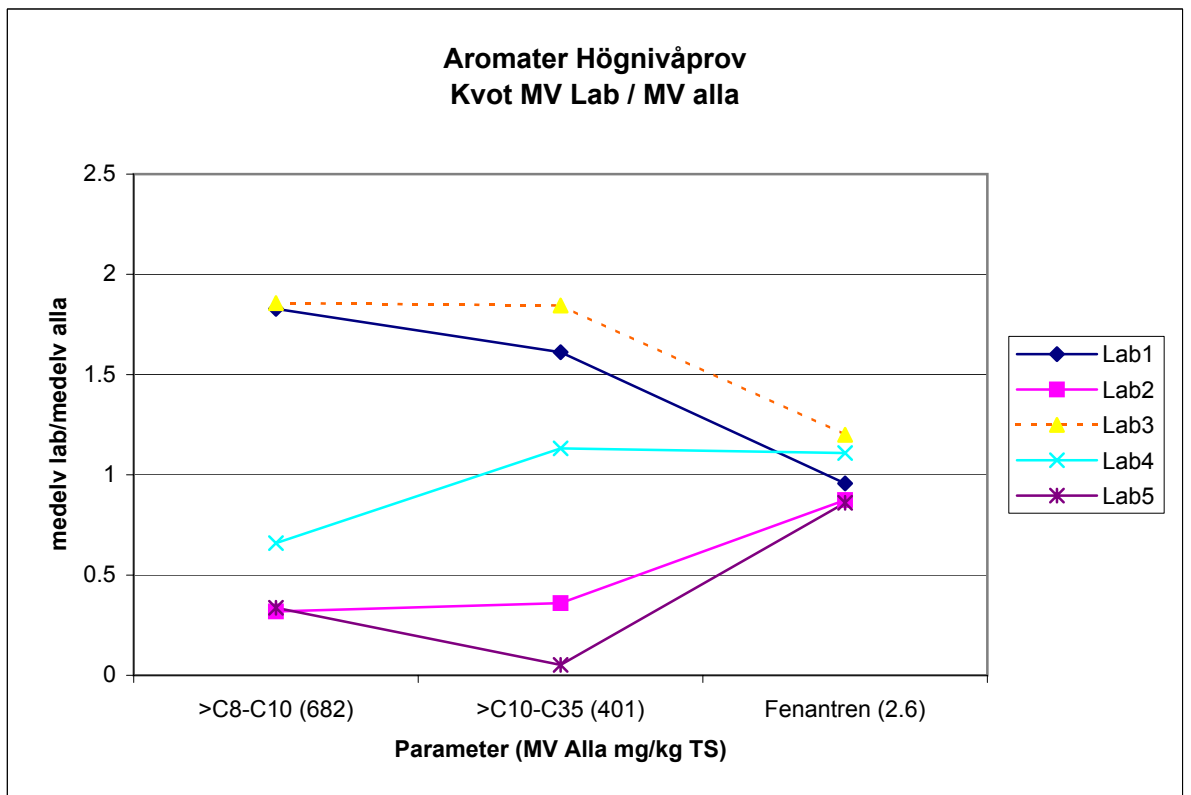
Tabell 3. Högnivåprov statistik

|                                     | Medelvärde Lågnivåprov |       |       |       |      | Relativ standardavvikelse Lågnivåprov (%) |      |      |      |      | Medelv. | RSD (%) |
|-------------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|------|---|------|------|------|------|---------|---------|
| enhet: mg/kg TS                     | Lab1                   | Lab2  | Lab3  | Lab4  | Lab5 | Lab1                                      | Lab2 | Lab3 | Lab4 | Lab5 | Alla    | Alla    |
| <b>Alifater</b>                     |                        |       |       |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| >C5-C8                              | n/a                    | n/a   | 4.6   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | 5.5  | n/a  | n/a  | n/a     |         |
| >C8-C10                             | 46                     | 22    | 41    | 8     | 37   | 6   | 3    | 9    | 24   | 17   | 31      | 48      |
| >C10-C12                            | 118                    | 39    | 106   | 30    | 69   | 4   | 13   | 7    | 27   | 17   | 72      | 51      |
| >C12-C16                            | 360                    | 162   | 377   | 327   | 253  | 4   | 29   | 10   | 9    | 20   | 296     | 30      |
| S:a >C5-C16                         | 525                    | 223   | 550   | 367   | 362  | 5   | 23   | 8    | 6    | 18   | 405     | 32      |
| S:a >C16-C35                        | 235                    | 79    | 207   | 237   | 135  | 3   | 23   | 8    | 9    | 26   | 179     | 37      |
| <b>Aromater</b>                     |                        |       |       |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| Bensen                              | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| S:a TEX                             | 0.035                  | n/a   | n/a   | n/a   | 0.16 | 51  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| >C8-C10                             | 133                    | 49    | 82    | 57    | 31   | 7   | 12   | 6    | 18   | 8    | 70      | 53      |
| >C10-C35                            | 77                     | 26    | 98    | 57    | 21   | 10  | 27   | 11   | 16   | 22   | 56      | 56      |
| Summa Canc. PAH                     | n/a                    | n/a   | 0.02  | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | 56   | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| Summa övriga PAH                    | n/a                    | 0.83  | 0.92  | n/a   | 0.61 | n/a                                       | 30   | 9    | n/a  | 10   | 0.77    | 24      |
| <b>Övriga</b>                       |                        |       |       |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| MTBE                                | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| Bly (oorganiskt)                    | 7                      | 12    | 11    | 12    | 7    | 13  | n/a  | 5    | 8    | 11   | 9.4     | 27      |
| TS (%)                              | 89                     | 88    | 91    | 90    | 90   | 1   | 0.3  | 1    | 1    | 0.3  | 90      | 1.2     |
| <b>PAH</b>                          |                        |       |       |       |      |   |      |      |      |      |         |         |
| Naftalen                            | 0.11                   | 0.16  | 0.26  | 0.19  | 0.08 | n/a                                       | 24   | 12   | 34   | 25   | 0.17    | 45      |
| Acenaftalen                         | n/a                    | n/a   | 0.051 | 0.10  | n/a  | n/a                                       | n/a  | 16   | 57   | n/a  | 0.074   | 58      |
| Acenaften                           | n/a                    | 0.09  | 0.061 | 0.10  | n/a  | n/a                                       | 27   | 10   | 20   | n/a  | 0.08    | 28      |
| Fluoren                             | n/a                    | 0.38  | 0.29  | 0.42  | 0.24 | n/a                                       | 27   | 16   | 13   | 6    | 0.33    | 28      |
| Fenantren                           | 0.19                   | 0.17  | 0.19  | 0.27  | 0.19 | 16  | 28   | 13   | 18   | 8    | 0.20    | 23      |
| Antracen                            | n/a                    | 0.057 | 0.031 | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | 0.044   | n/a     |
| Fluoranten                          | n/a                    | n/a   | 0.029 | 0.04  | n/a  | n/a                                       | n/a  | 51   | n/a  | n/a  | 0.032   | n/a     |
| Pyren                               | n/a                    | n/a   | 0.029 | 0.036 | 0.03 | n/a                                       | n/a  | 34   | 3    | n/a  | 0.032   | n/a     |
| +Benso(a)antracen                   | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Chrysen                            | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Benso(b)fluoranten                 | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Benso(k)fluoranten                 | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Benso(a)pyren                      | n/a                    | n/a   | 0.02  | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Indeno(1,2,3-cd)pyren              | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Dibens(a,h)antracen                | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| +Benso(ghi)perylene                 | n/a                    | n/a   | n/a   | n/a   | n/a  | n/a                                       | n/a  | n/a  | n/a  | n/a  | n/a     | n/a     |
| n/a: not applicable (ej tillämbart) |                        |       |       |       |      |   |      |      |      |      |         |         |

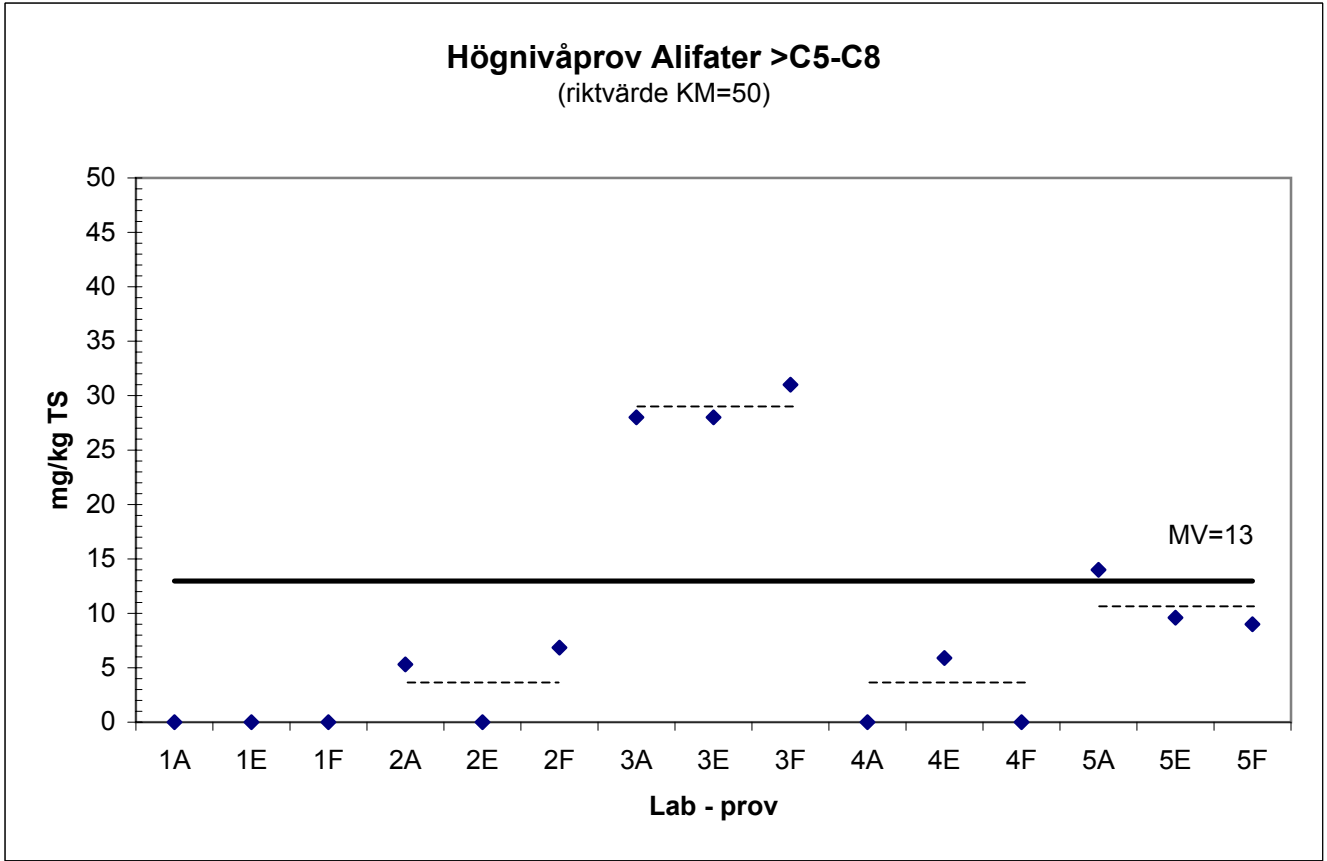
Tabell 4. Lågnivåprov statistik



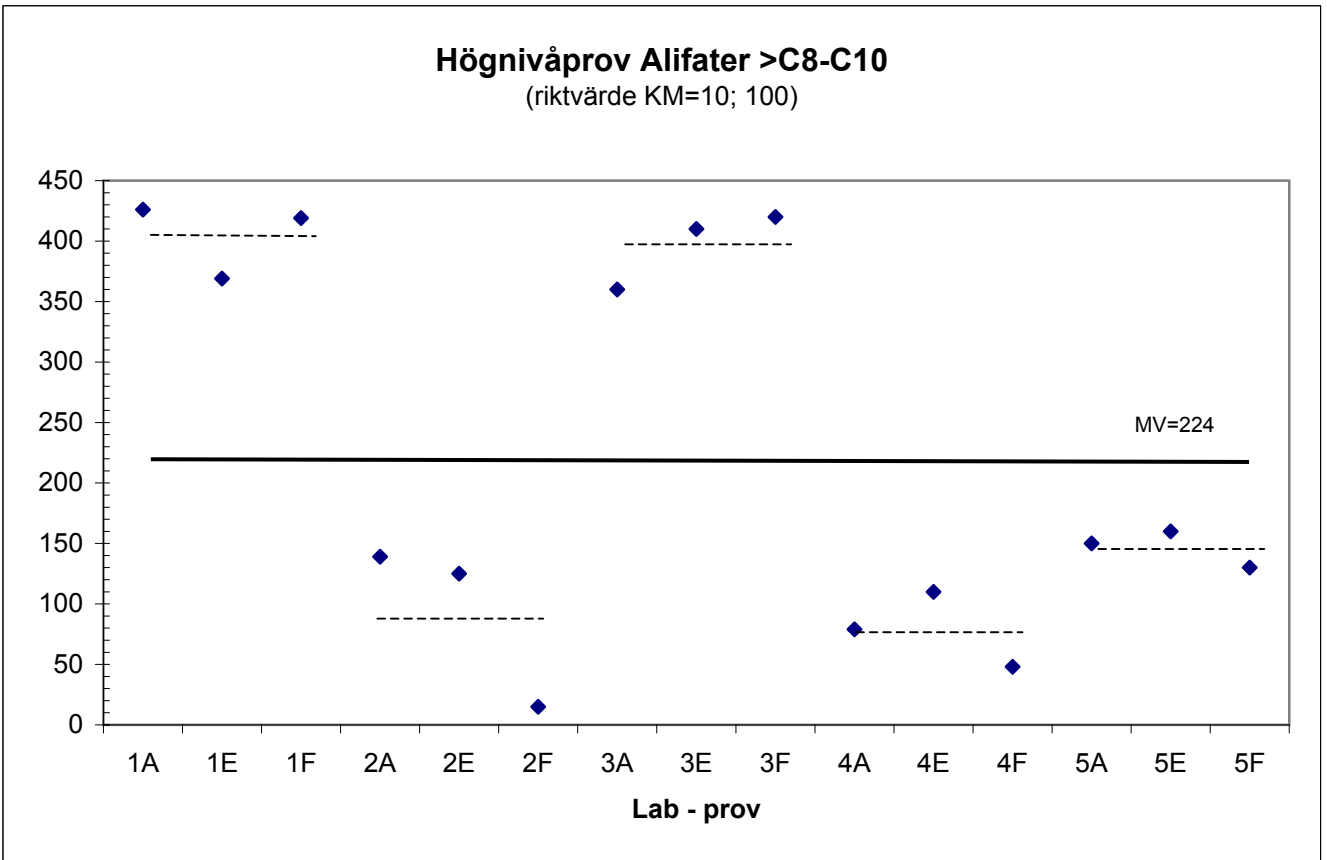
Figur 1:1



Figur 1:2

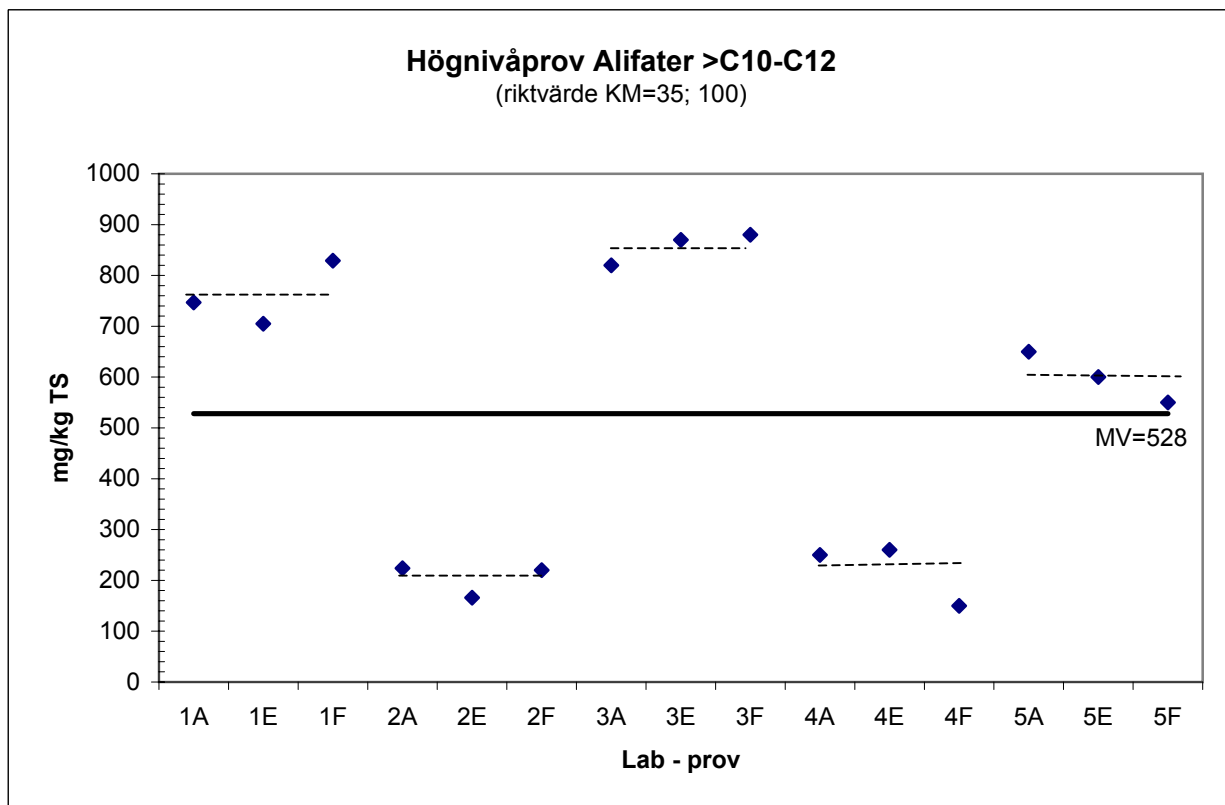


Figur 2:1

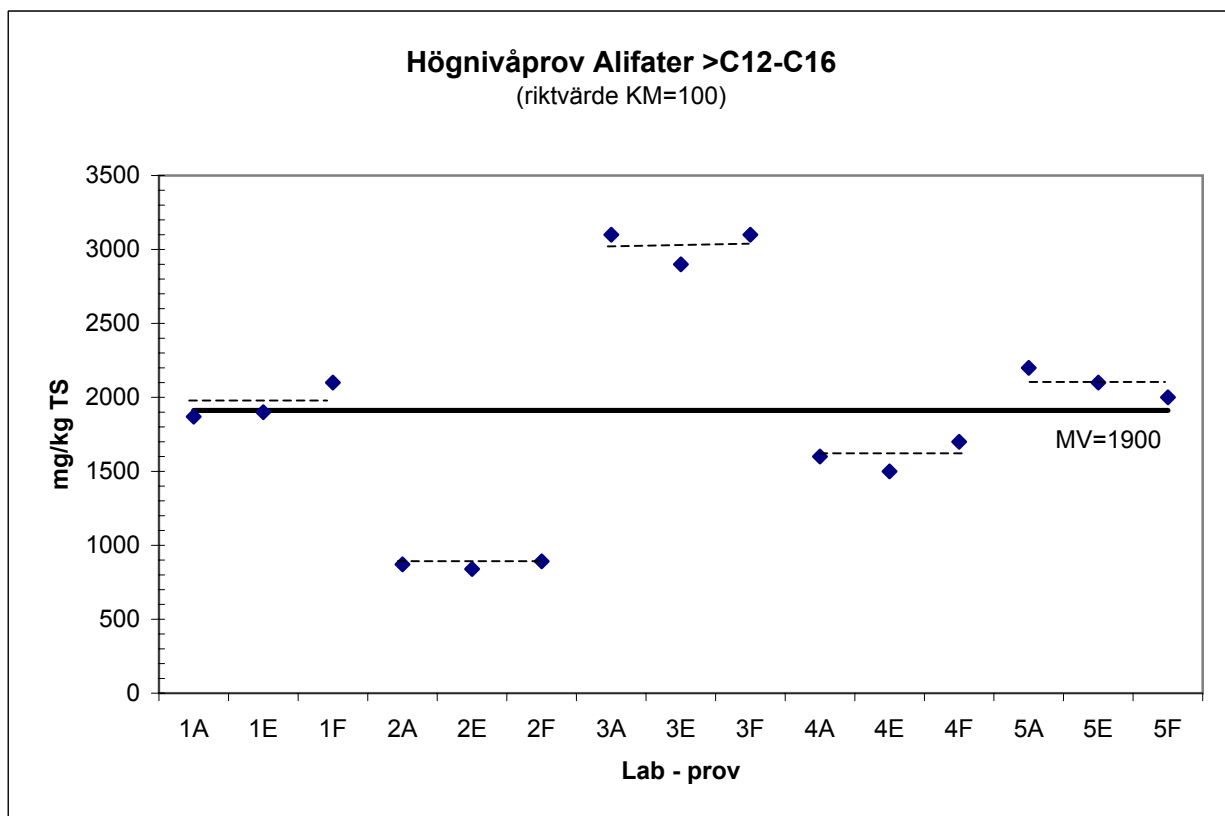


Figur 2:2

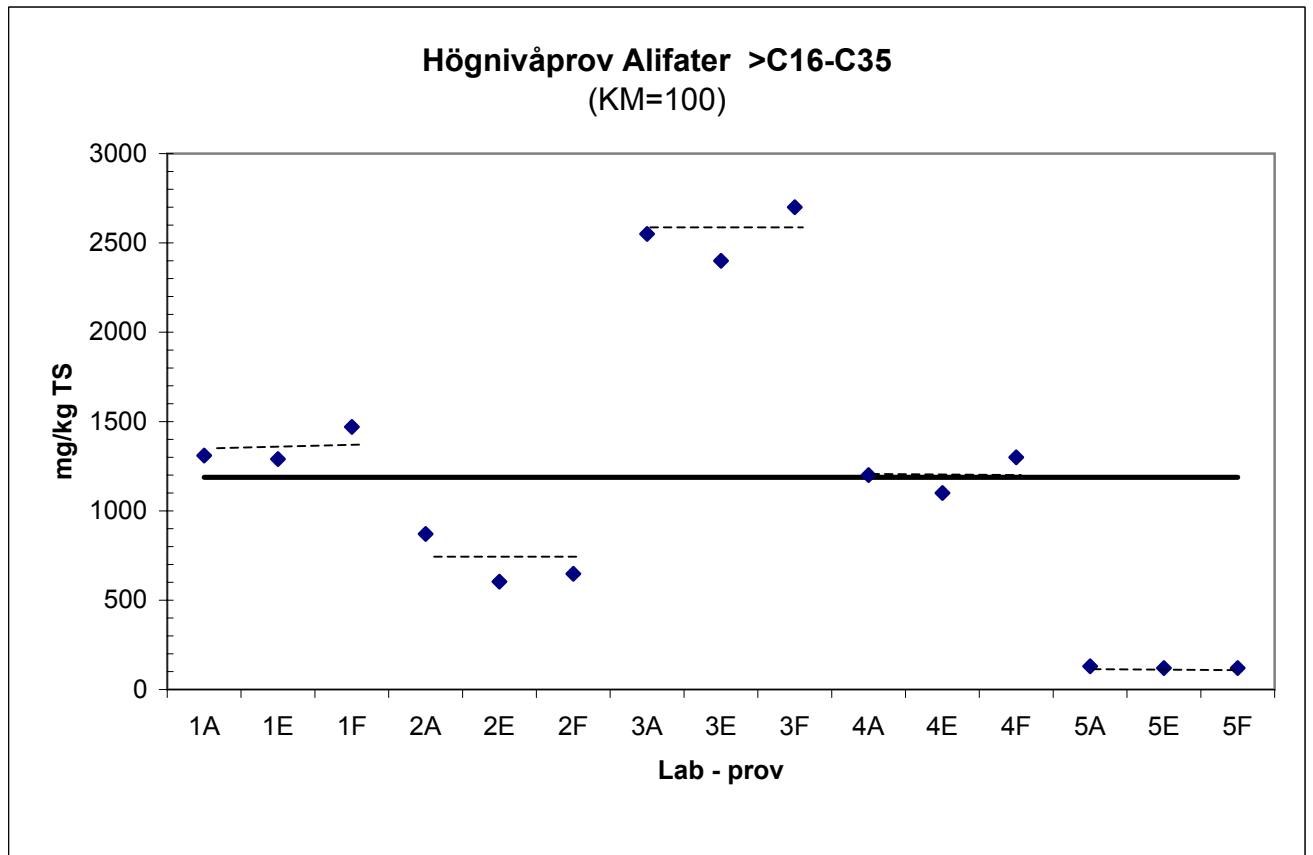




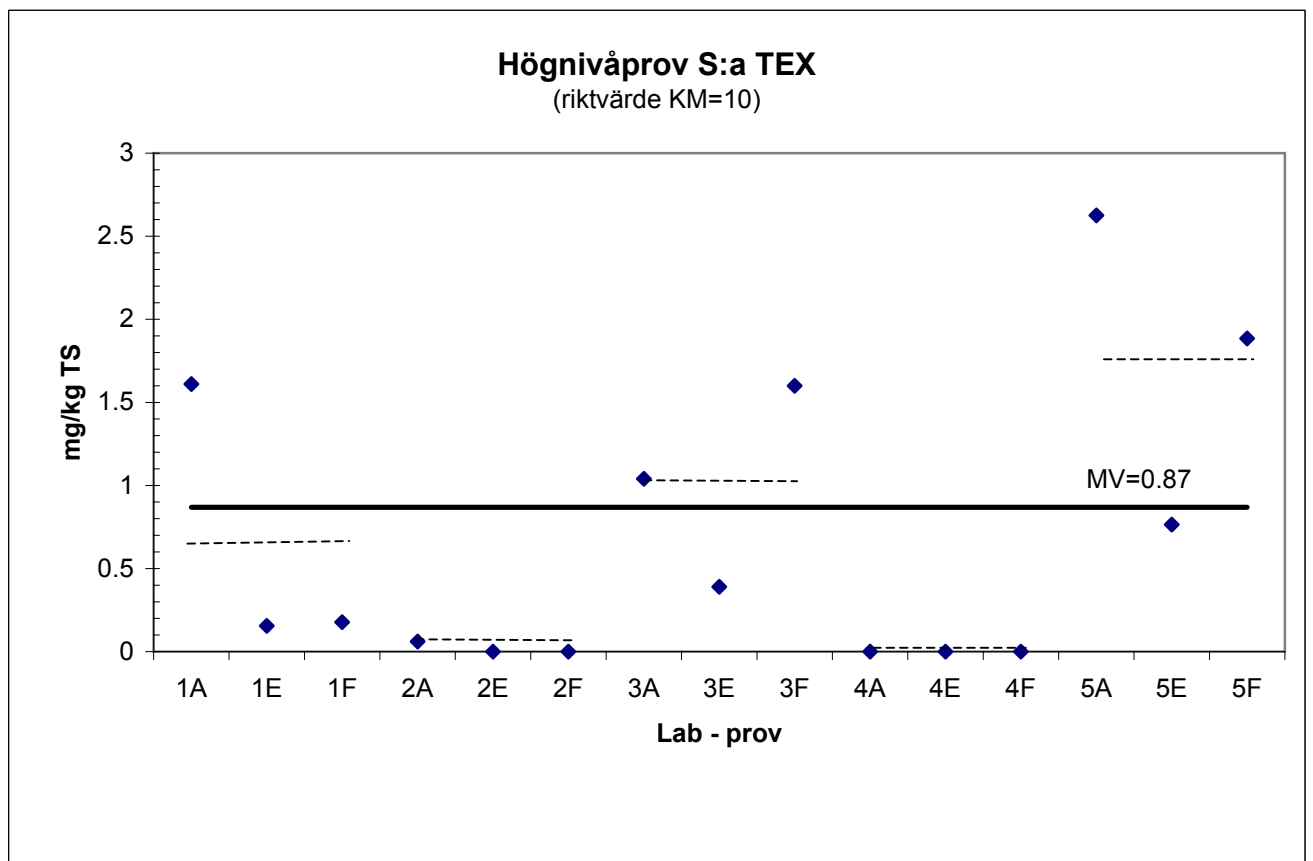
Figur 2:3



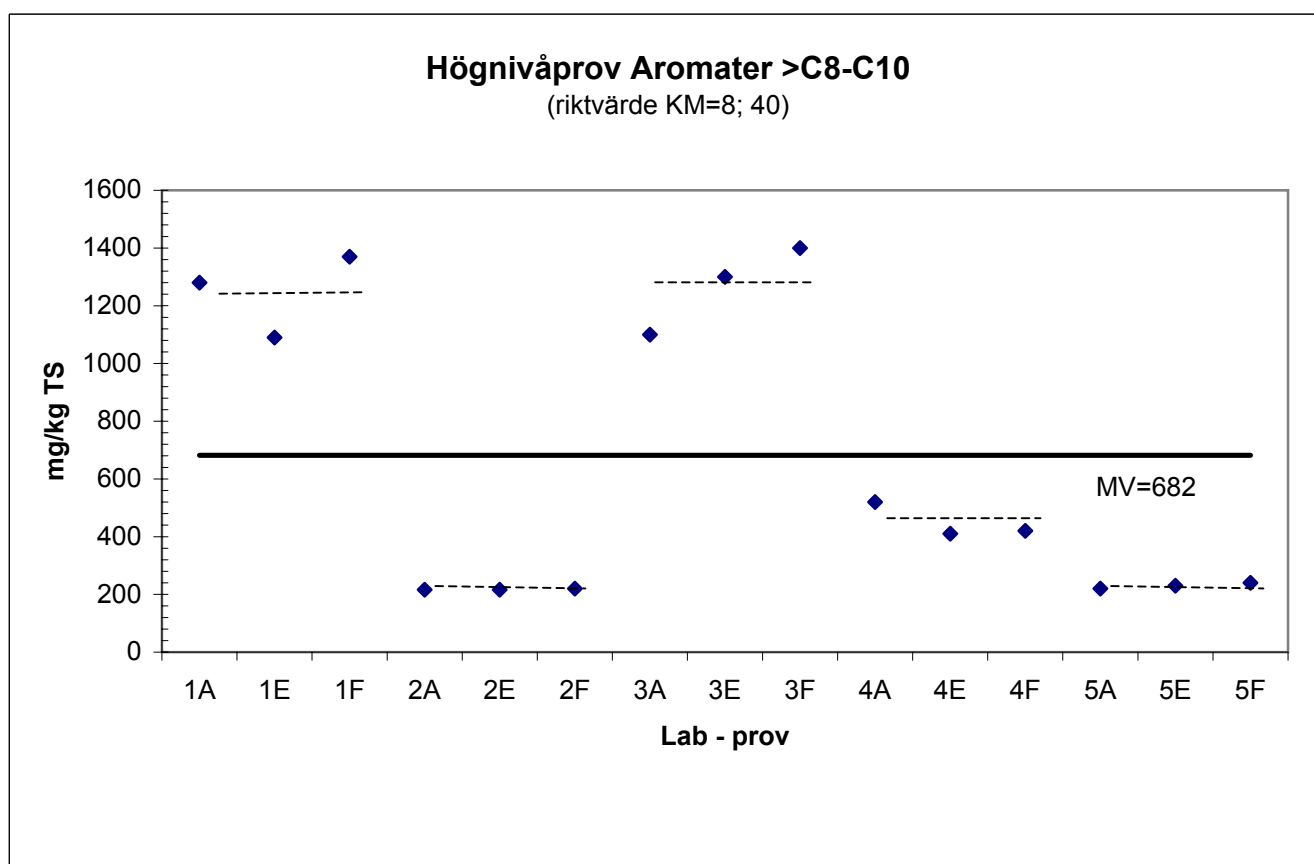
Figur 2:4



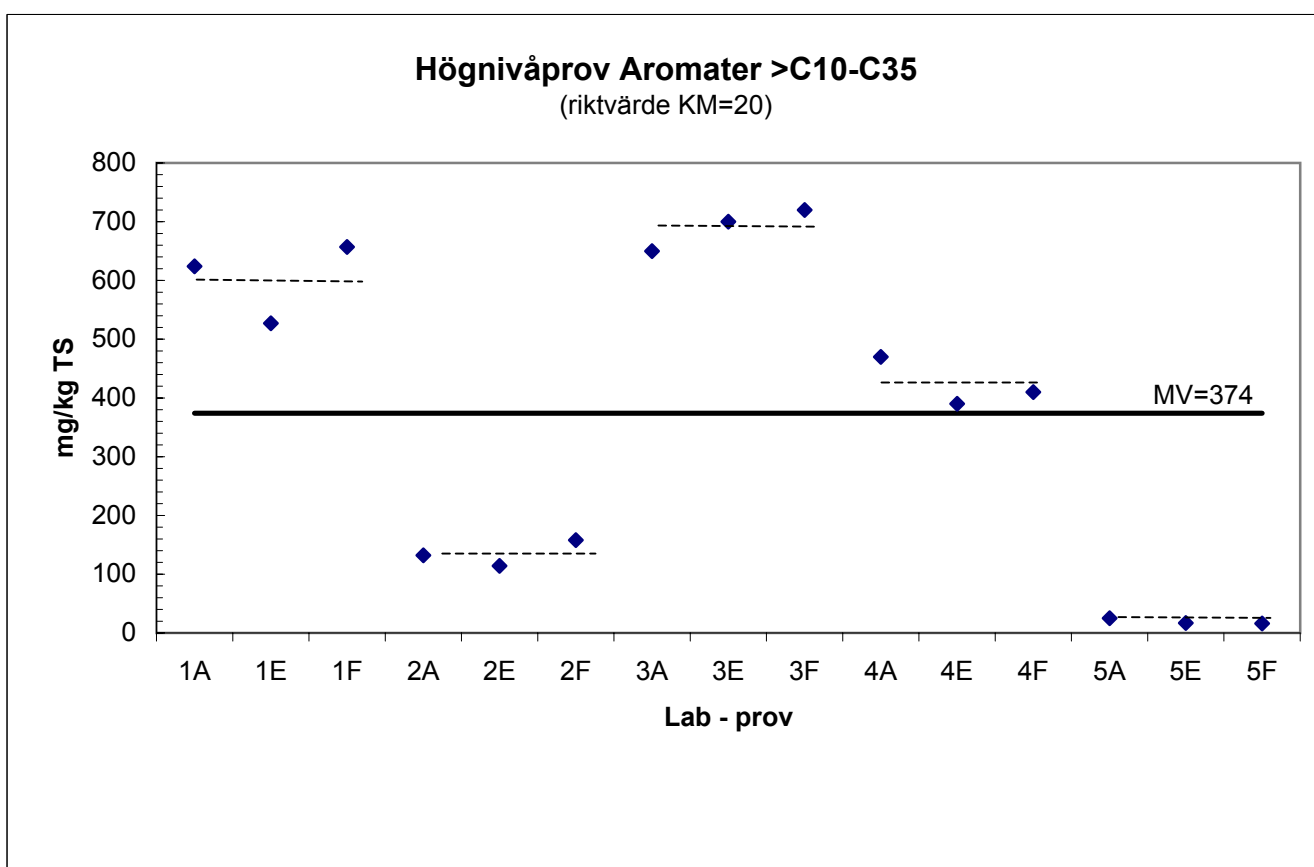
Figur 2:5



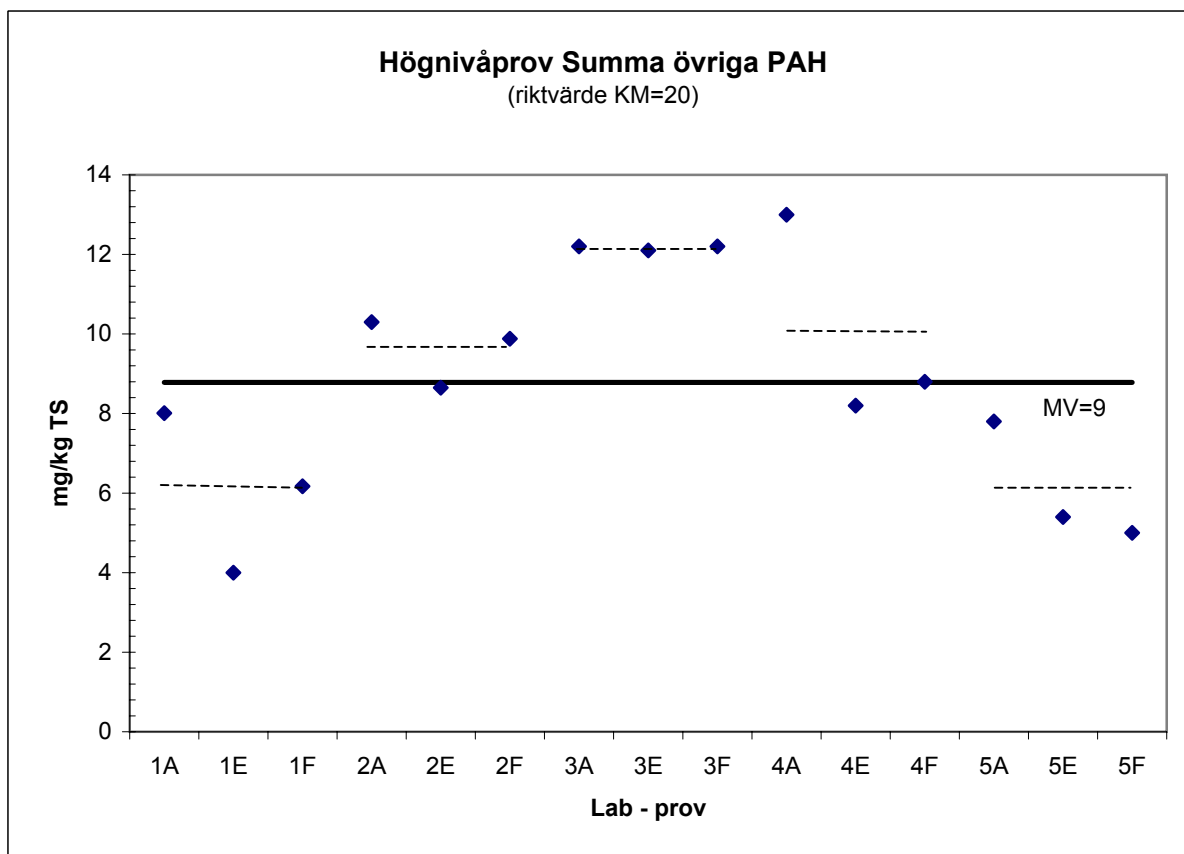
Figur 2:6



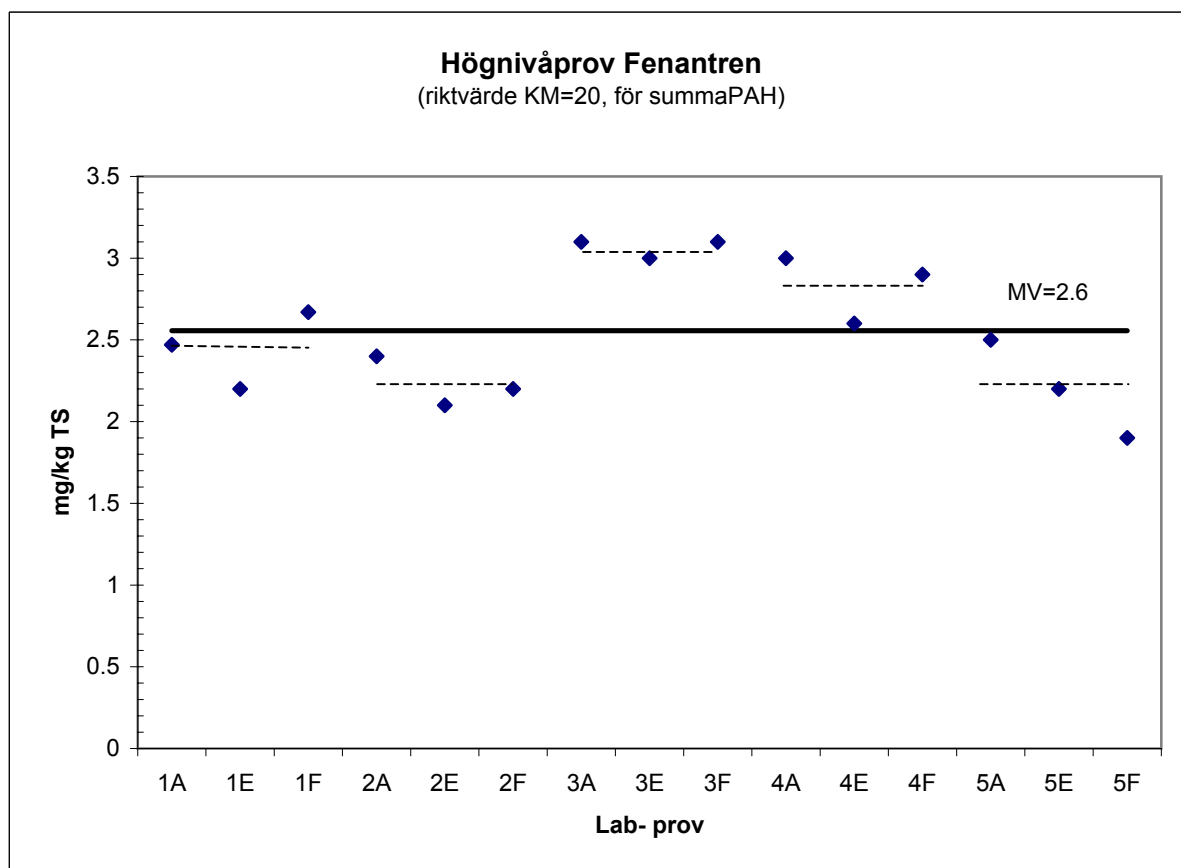
Figur 2:7



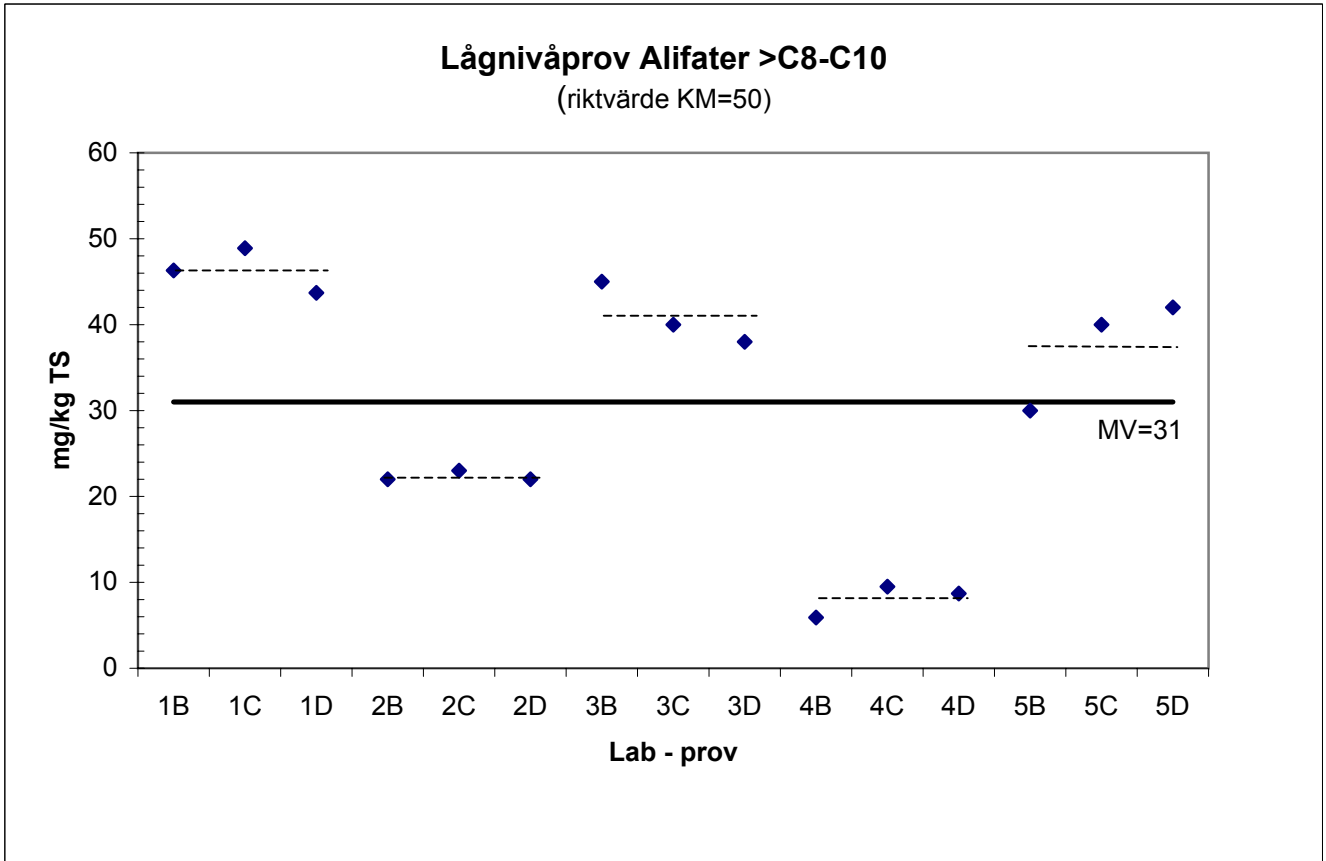
Figur 2:8



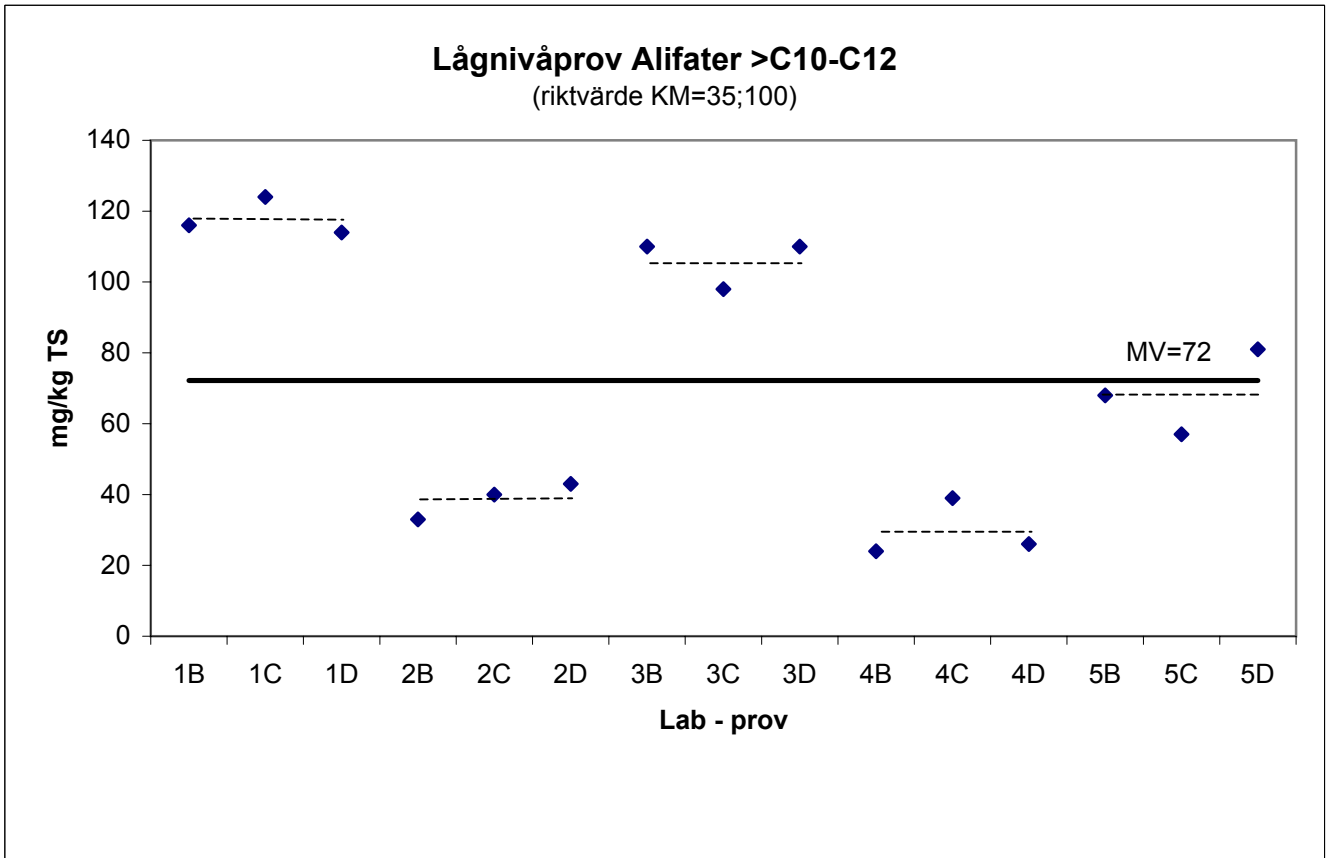
Figur 2:9



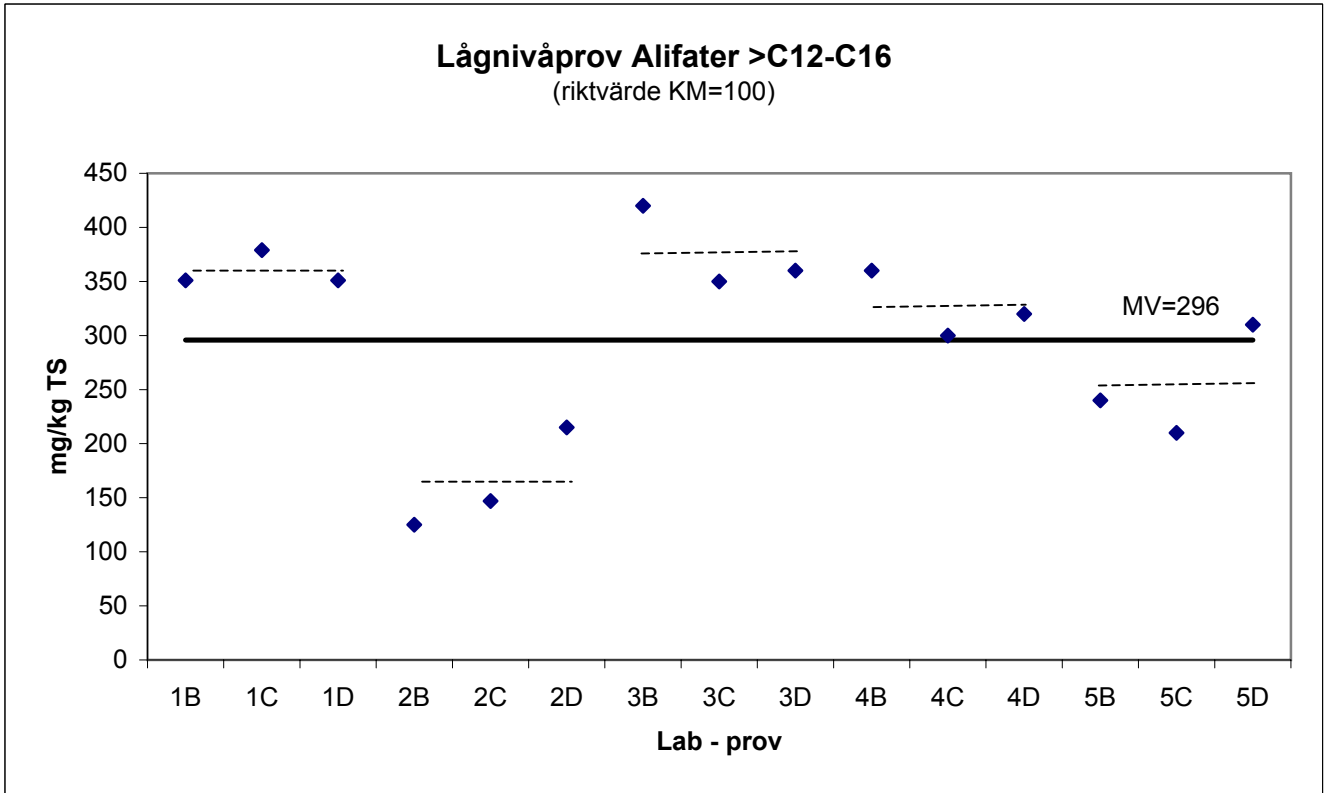
Figur 2:10



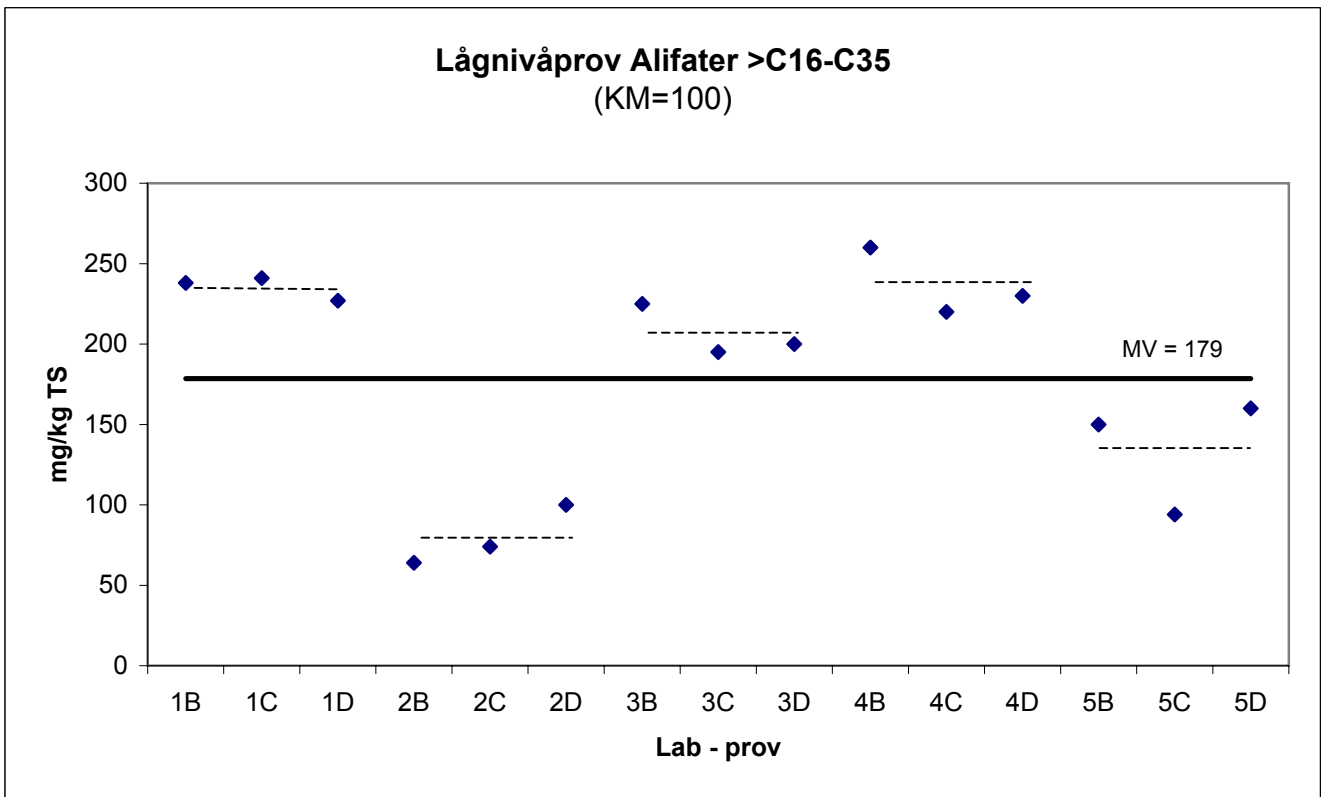
Figur 3:1



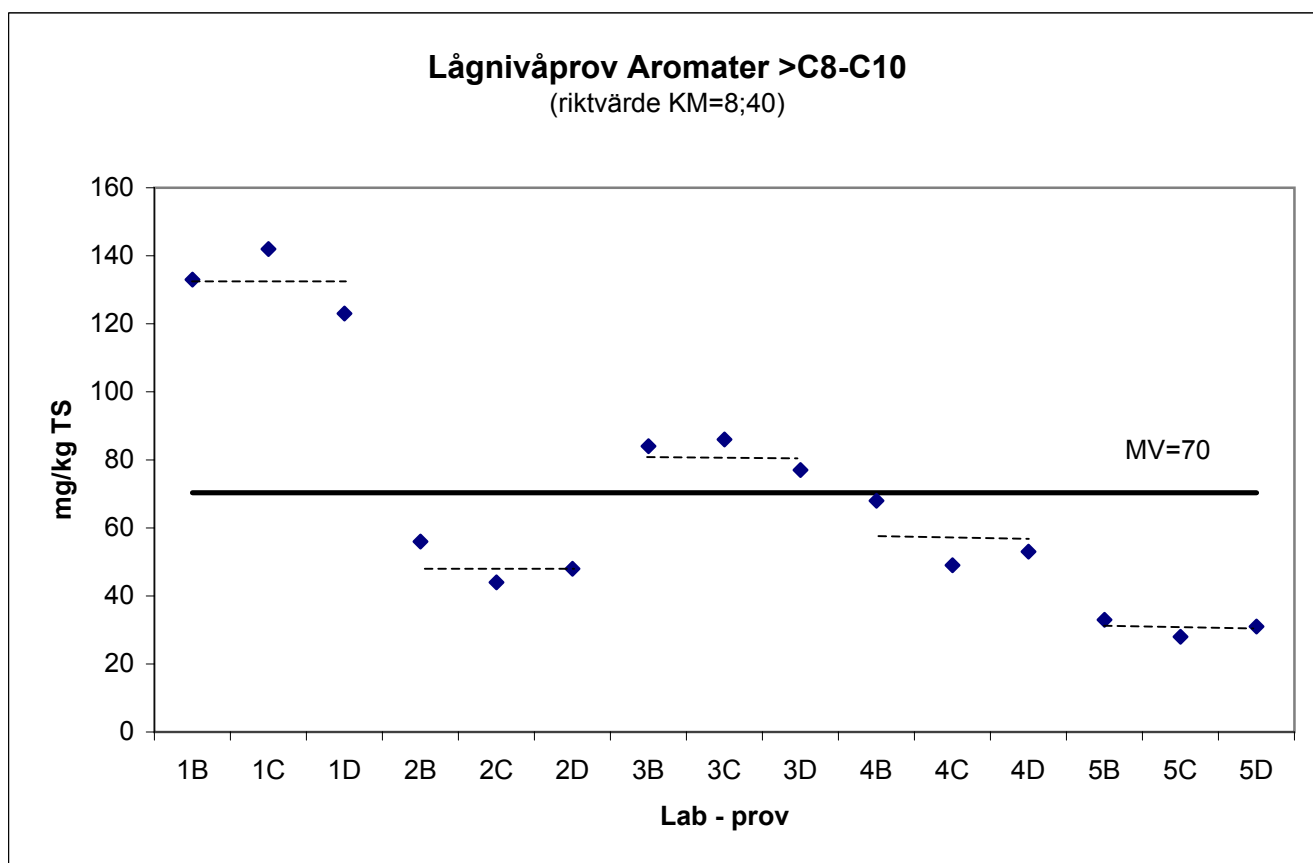
Figur 3:2



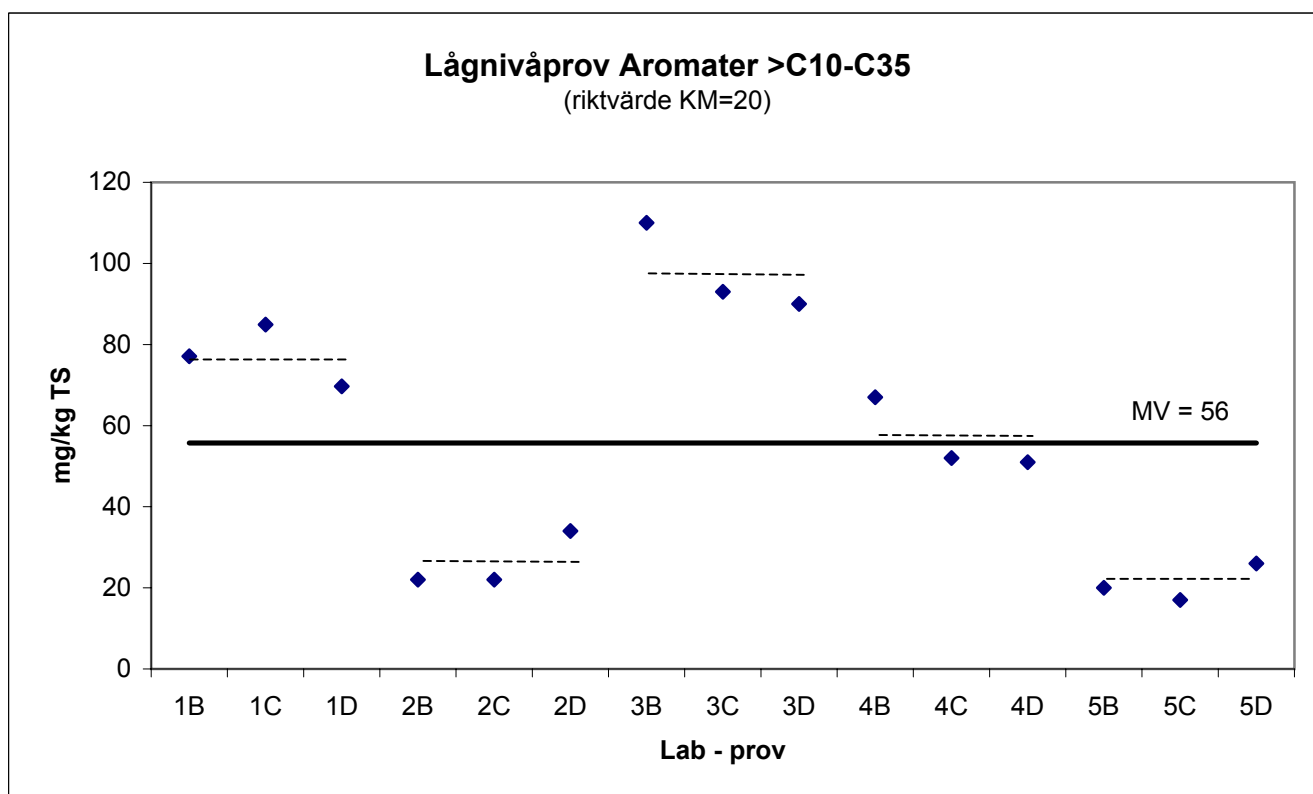
Figur 3:3



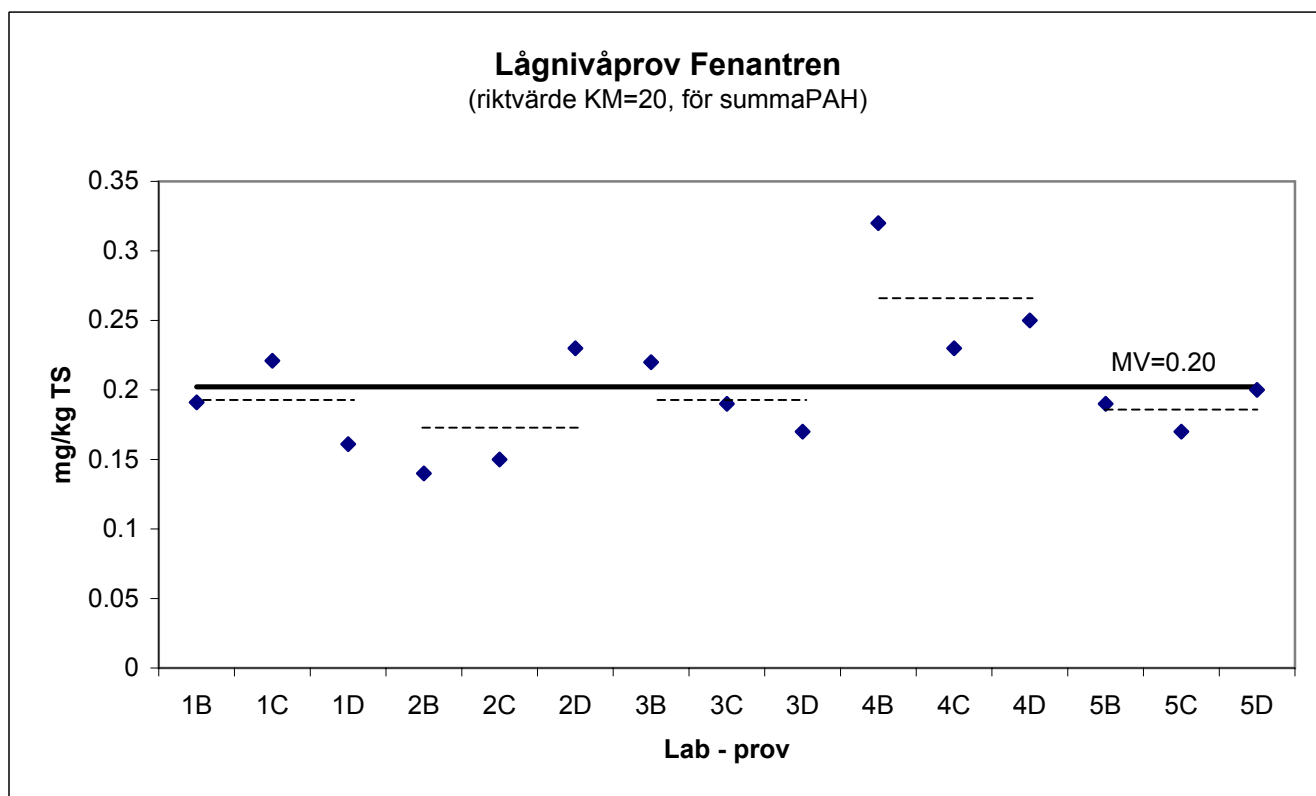
Figur 3:4



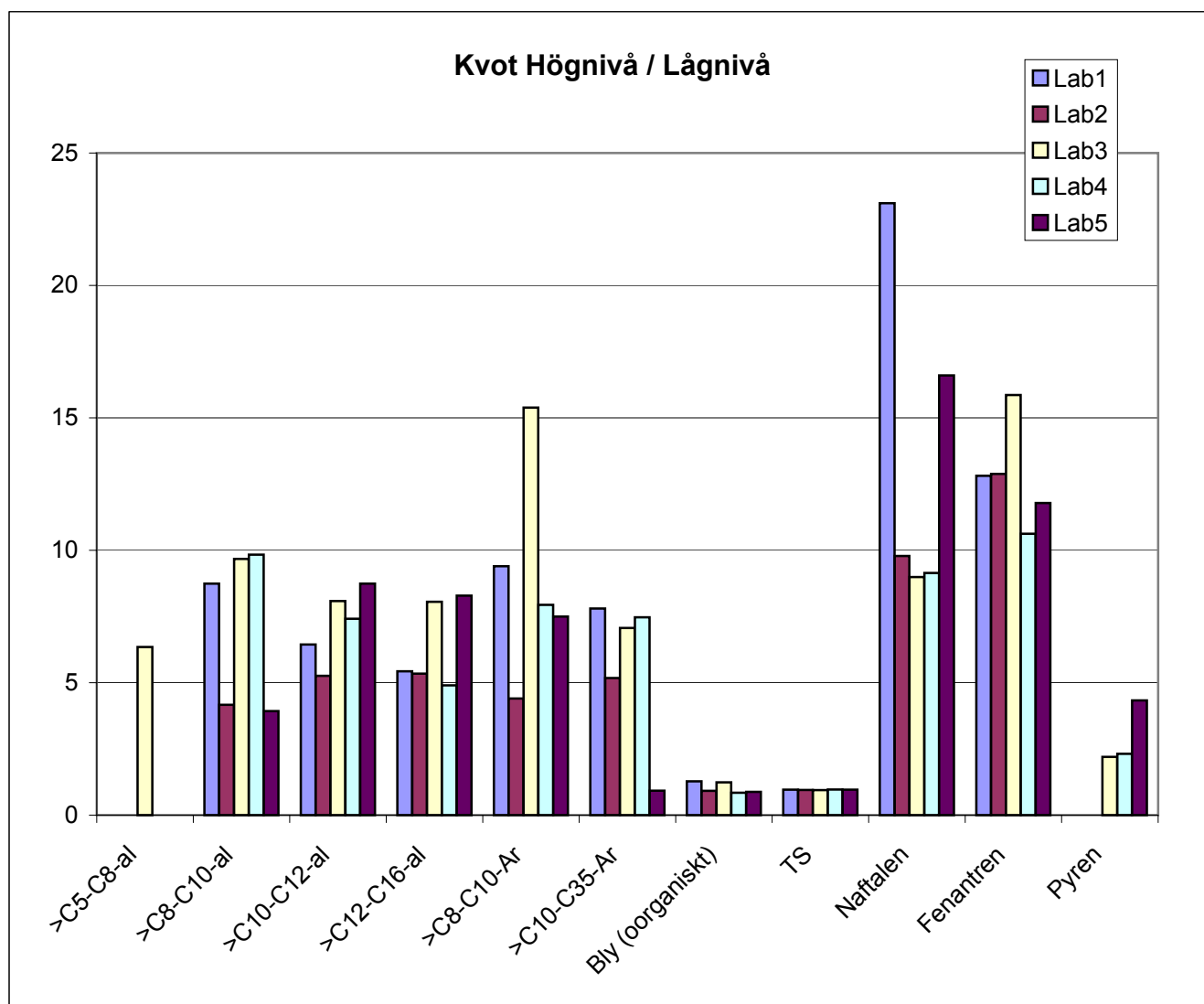
Figur 3:5



Figur 3:6



Figur 3:7



Figur 4