



PROVNINGSJÄMFÖRELSE
2009

Bestämning av Petroleumkolväten i
standardlösningar, vatten och jord
med GC/MS

Tomas Alsberg
Anne-Sofie Kärsrud

Magdalena Gleisner

Enheten för analytisk miljökemi i
samarbete med SPIMFAB

Institutionen för tillämpad miljövetenskap

Department of Applied Environmental Science

ITM-rapport 189

Provningsjämförelse 2009 - Bestämning av petroleumkolväten i standardlösningar, vatten och jord med GC/MS

Tomas Alsberg och Anne-Sofie Kärsrud

Enheten för analytisk miljökemi
Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM)
Stockholms universitet, 106 91 Stockholm

Magdalena Gleisner

SPI Miljösaneringsfond AB (SPIMFAB)
Nybrogatan 11, 114 39 Stockholm

November 2009

ISSN 1103-341
Tryckeri ITM, 2009-11-20
ISRN SU-ITM-R-189-SE

ITM-rapport 189

Provningsjämförelse 2009 - Bestämning av petroleumkolväten i standardlösningar, vatten och jord med GC/MS

Tomas Alsberg och Anne-Sofie Kärsrud
 Enheten för analytisk miljökemi, Institutionen för tillämpad miljövetenskap, ITM,
 Stockholms universitet, 106 91 Stockholm.

Magdalena Gleisner
 SPI Miljösaneringsfond AB, SPIMFAB, Nybrogatan 11
 114 39 Stockholm

| <u>Innehållsförteckning</u> | <u>sida</u> |
|---|-------------|
| Sammanfattning..... | 3 |
| Bakgrund..... | 4 |
| Genomförande..... | 4 |
| Analysparametrar..... | 4 |
| Standardlösningar..... | 5 |
| Jordprov..... | 5 |
| Provbehandling..... | 5 |
| Resultat och diskussion..... | 6 |
| Svarstider..... | 6 |
| Dataluckor..... | 7 |
| Noggrannhet..... | 7 |
| Precision..... | 8 |
| Principalkomponentanalys (PCA)..... | 9 |
| Labvisa resultat..... | 10 |
| Jämförelse mellan den nya och den gamla metoden för bestämning av aromatiska kolväten..... | 11 |
| Slutsatser..... | 11 |
| Referenser..... | 12 |

| Tabeller | sida |
|--|-------------|
| Tabell 1. Svarstider och dataluckor..... | 6 |
| Tabell 2. Resultat standardlösningar..... | 13 |
| Tabell 3. Medelvärden standardlösningar..... | 14 |
| Tabell 4. Resultat standardlösningar PAH i etylacetat..... | 15 |
| Tabell 5. Resultat jordprov..... | 17 |
| Tabell 6. Medelvärden jordprov..... | 18 |
| | |
| Figurer | sida |
| Figur 1. Objektplot standardlösningar..... | 19 |
| Figur 2. Objekt- och variabelplot jordprov..... | 19 |
| Figur 3. Jordprov; jämförelse mellan noggrannheten 2007, 2008 och 2009... | 21 |
| Figur 4. Jordprov; jämförelse mellan precisionen 2007, 2008 och 2009..... | 21 |
| Figur 5-12. Resultat Standardlösningar..... | 23 |
| Figur 13-19. Resultat Standardlösningar..... | 24 |
| Figur 20-27. Resultat Jordprov kolväten..... | 25 |
| Figur 28-34. Resultat Jordprov kolväten..... | 26 |
| Figur 35-36. Resultat jordprov, MTBE och oorganiskt bly..... | 27 |

Sammanfattning

En provningsjämförelse avseende bestämning av petroleumkolväten har genomförts inom ramen för SPIMFABs (SPI Miljösaneringsfond AB) arbete med att markundersöka och sanera nedlagda bensinstationer. Bestämningstekniken var GC/MS enligt SPIMFABs Kvalitetsmanual Version 2008/10. En ny metod för bestämning av aromatiska kolväten tillämpades i årets provningsjämförelse. Proverna utgjordes dels av syntetiska standardblandningar i igensmälta glasampuller och head-space-vialer (vatten), och dels av tre certifierade jordprover. Lättflyktiga alifatiska kolväten, >C5-C8 och >C8-C10, MTBE samt flyktiga aromatiska kolväten, dvs bensen, toluen, etylbensen och summa xylener bestämdes med head-space-teknik (HS), antingen statisk eller dynamisk ("Purge and trap") HS. Övriga kolväten bestämdes med split-splitless eller on-column-injektion. Oorganiskt bly bestämdes med ICP-AES eller ICP-MS. Alla bestämningar gjordes i triplikat. Fyra laboratorier deltog i provningsjämförelsen. Resultaten presenteras i tabeller och figurer. Provmängder, provkärl och även val av lösningsmedel till standardlösningar var anpassades till deltagarnas önskemål.

Liksom vid tidigare provningsjämförelser var dataluckorna flest för lättflyktiga kolväten. För övriga alifater var spridningen mellan laboratorierna, 15 % för standardlösningar och för jordprov 27-31 %. Spridningen för bensen, toluen, etylbensen, och xylener i standardlösningar 22-29 % och jordprov var RSD (Relative Standard Deviation) mellan 13 och 19 %, och övriga aromater hade en spridning mellan 14 och 25 % i standardlösningar och 30-51 % i jordprov.

Relativa standardavvikelsen för s:a 16PAH i toluen var 16 % och det samlade medelvärdet avvek med 22 % från det sanna värdet. För PAH i etylacetat var standardavvikelsen mindre, 14 %. Bestämningen av PAH i jord uppvisade bättre noggrannhet (medelvärdet avvek med ca 1 % från det certifierade för S:a 16PAH), och spridningen var bättre än för standardlösningar (RSD: 5 % jämfört med ca 15 % i standardlösningar för s:a 16PAH).

Jämfört med 2007 och 2008 års provningsjämförelser var precisionen bättre 2009, undantaget bensen och aromater >C8-C10, vad gäller jordprov. Även för standardlösningar var precisionen bättre i årets provningsjämförelse. Noggrannheten var i stort sett densamma 2009 som de två tidigare åren, bortsett från bensen för vilken noggrannheten var lägre 2009.

Så långt det låter sig bedömas innebar inte övergången till en ny metod för aromatiska kolväten inte några nackdelar. Precision med den nya metoden var ungefär likvärdig med den äldre metoden. Den stora fördelen med den nya metoden borde vara att analysvärdena bättre avspeglar verkligheten, det vill säga att noggrannheten blir bättre. Det går dock inte att utläsa om så var fallet på grund av ofullständiga referensdata.

Bakgrund

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

Föreliggande rapport redovisar resultaten från en sjunde provningsjämförelse, genomförd i mars 2009. Denna omgång omfattade standardblandningar, i organiska lösningsmedel och vatten, samt certifierade jordprov. Genomförandet anpassades till deltagarnas önskemål avseende provmängder och lösningsmedel för att svara mot respektive laboratoriums normala procedurer. I årets provningsjämförelse infördes en ny indelning avseende de analyserade kolvätena, se nedan under "Genomförande". Synpunkter som framförs i rapporten är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis SPIMFABs åsikter. Undersökningen leddes av **SPIMFAB. ITM** ansvarade för beredning och utskick av standardlösningar och jordprov, sammanställning och utvärdering av resultaten, samt rapportskrivning.

Genomförande

Följande fyra laboratorier deltog i provningsjämförelsen:

ALcontrol Laboratories AB, Linköping; ALS Scandinavia AB, Täby; Eurofins Environment Sweden AB, Lidköping och Milana A/S, Helsingör, Danmark. SPIMFAB anlitar för närvarande alla fyra av dessa laboratorier.

Alla analys svar sändes till Institutionen för Tillämpad Miljövetenskap (ITM) vid Stockholms universitet. ITM sammanställde resultaten och bearbetade dessa statistiskt.

Analysparametrar

Bensen, toluen, etylbensen – analyseras och rapporteras som separata ämnen.

Xylener rapporteras som summan av de tre isomererna

Alifater indelas enligt: Alifat >C5-C8, Alifat >C8-C10, Alifat >C10-C12, Alifat >C12-C16, Alifat >C5-C16, Alifat >C16-C35

Aromater indelas enligt: Aromat >C8-C10, Aromat >C10-C16. Den tidigare metodiken, att bestämma ett relativt begränsat antal substanser och sedan räkna upp halten med hjälp av omräkningsfaktorer har ersatts av en ny. Den nya metodiken omfattar ett utökat antal substanser, 13 st i intervallet >C8-C10 och 31 st i intervallet >C10-C16.

PAH, polycykliska aromatiska kolväten, indelas i tre grupper, PAH-H, PAH-M, PAH-L.

- PAH-L med låg molekylvikt: naftalen, acenaften och acenaftylen
- PAH-M med medelhög molekylvikt: fluoren, fenantren, antracen, fluoranten och pyren
- PAH-H med hög molekylvikt: bens(a)antracen, krysen, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten, bens(a)pyren, dibens(ah)antracen, benso(ghi)perylen och indeno(1,2,3-cd)pyren.

Dessutom bestämdes i jordproverna: **MTBE** (metyl-tertiärbutyl-eter) och **oorganiskt bly**.

Standardlösningar

Standardlösningarna utgjordes av igensmälta glasampuller innehållande kolväteblandningar som späts till lämplig koncentration och satts på ampull vid ITM:

i) alifatiska och aromatiska kolväten i vatten för bestämning av alifater >C5-C8 och >C8-C10 (0.145 ug/ml per komponent), samt bensen (0.5 ug/ml), toluen (0.5 ug/ml), etylbensen (0.5 ug/ml) och xylener (1.49 ug/ml). Lösningarna levererades i head-space-vialer för bestämning med head-space eller purge-and-trapteknik.

ii) alifatiska kolväten i normal-hexan för bestämning av alifater >C8-C35, 4 ug/ml per komponent.

iii) aromatiska kolväten, 44 st i normal-hexan för bestämning av aromater >C8-C10 (70.4 ug/ml) och >C10-C16 (133 ug/ml).

iv) polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i toluen för bestämning av 16 individuella PAH, 0.67 ug/ml per komponent.

v) polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i etylacetat för bestämning av 16 individuella PAH, 0.96 ug/ml per komponent.

Jordprov

Tre olika certifierade jordprov från LGC Standards användes:

1. VOC-jord för bestämning av lättflyktiga alifater, bensen, TEX och MTBE

”BTEX in soil” (CRM308-030) med referensvärden för Bensen (4.42 mg/kg), etylbensen (8.37), toluen (12.3), m+p-xylen (7.33), o-xylen (3.69), xylen total (11.2) och Gasoline Range Organics (C6 – C12, GRO, 186 mg/kg). Detta prov är typiskt för jord som tagits från mark som kontaminerats av läckage från en nedgrävd bensintank.

2. AlAr-jord för bestämning av semi-volatila alifater och aromater

”TPH in Soil” (CRM356-100) med en haltangivelse för TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) på 3810 mg/kg, och för DRO (Diesel Range Organics) på 611 mg/kg (våtvikt). Detta prov är typiskt för jord från mark som kontaminerats av läckage från en nedgrävd dieseltank.

3. PAH-jord för bestämning av polycykliska aromatiska kolväten och oorganiskt bly

”Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil” (ERM-CC013a) med certifierade värden för 13 st PAH i haltområdet 1.14-12.9 mg/kg, se Tabell 6. Provet, en sandjord som lufttorkats och homogeniserats, härstammar från en gasverkstomt i Berlin-Brandenburgområdet.

Provbehandling

Provmängderna anpassades efter deltagarnas önskemål så att de skulle passa in i de vanliga rutinerna vid respektive laboratorium.

Lättflyktiga kolväten i vatten

Varje laboratorium fick tre st head-space-vialer med 10 ml vatten innehållande lättflyktiga alkaner samt bensen, toluen, etylbensen och xylener. De fick också en vial innehållande bara vatten som blankprov.

Standardlösningar i ampull

Varje laboratorium fick 4 st ampuller innehållande standardlösningar, märkta Alifater (i n-hexan), Aromater (i n-hexan) resp. 16 PAH i toluen, samt 16PAH i etylacetat. Varje standard skulle analyseras tre gånger.

Lättflyktiga kolväten i jord

Dessa jordprover levererades i väl förslutna burkar från LGC Standards, varje burk innehöll 30 g jord. Deltagarna erhöll 1, 2 eller 3 st obrutna burkar. Antal burkar baserades på respektive laboratoriums önskemål avseende provmängder. Tre delprover skulle analyseras med statisk, eller dynamisk, head-space-teknik.

Mellanflyktiga alifater och aromater i jord

Jorden som skulle analyseras med avseende på mellanflyktiga alifater och aromater levererades till ITM i glasburkar om 100 g. Deltagarna erhöll en sådan obruten burk, med undantag av ett laboratorium som fick 3 obrutna burkar i enlighet med dess önskemål om provmängder. Tre delprover skulle analyseras med GC/MS med split-splitless- eller on-column-teknik.

Polycykliska aromatiska kolväten, PAH, i jord

Jorden som skulle analyseras med avseende på PAH levererades till ITM i glasburkar om 81 g. Deltagarna erhöll en sådan obruten burk, med undantag av ett laboratorium som fick 3 obrutna burkar i enlighet med dess önskemål om provmängder. Tre delprover skulle analyseras med GC/MS med split-splitless- eller on-column-teknik. Denna jord användes även för bestämning av oorganiskt bly.

Resultat och diskussion

Svarstider

Anmodad svarstid var 2 veckor, vilket är något längre än de tio dagar som har varit det normala vid markinventeringar. Svaren skulle vara inne senast 2009.04.03, vilket klarades av Lab 1, 3 och 4, se Tabell 1. Lab 2 anförde sjukdom som anledning till försent inkomna resultat.

Tabell 1. Svarstider och dataluckor

| <i>Labkod</i> | <i>Dataleverans</i> | <i>Kompletteringar</i> | <i>Antal dataluckor el.-värden</i> |
|---------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|
| <i>Lab 1</i> | <i>2009.04.03</i> | | <i>12</i> |
| <i>Lab 2</i> | <i>2009.04.14</i> | <i>05.05,05.26</i> | <i>10 (+11)</i> |
| <i>Lab 3</i> | <i>2009.04.03</i> | | <i>12</i> |
| <i>Lab 4</i> | <i>2009.04.03</i> | | <i>0</i> |

Dataluckor

I detta avsnitt kommenteras de parametrar för vilka rapporteringen inte var fullständig. I Tabell 1 redovisas totala antalet dataluckor (inklusive <-värden) för varje lab. För lab 2 har 11 luckor satts inom parentes, beroende på att två prover utgick för detta lab; ett jordprov för bestämning av VOC på grund av skadad behållare och ett jordprov för bestämning av halvflyktiga alifater och aromater på grund av avvikande innehåll pga felaktig leverans från leverantören. Det senare provet hade en avvikande märkning än övriga prover av samma provtyp.

Standarder (Tab. 2-4, Fig. 5-19)

Alifater >C5-C10: Många dataluckor, endast *Lab4* redovisar halter för både alifater >C5-C8 och >C8-C10. *Lab1* redovisar halter för den sistnämnda gruppen. *Lab2* redovisar lägre än detektionsgränsen (<1) för båda, och *Lab3* har ej analyserat innehållet i HS-vialerna.

PAH i toluen: *Lab1* rapporterade inte PAH i toluen (enl. överenskommelse). *Lab2* rapporterade summan av benso(b)fluoranten och benso(k)fluoranten.

PAH i etylacetat: *Lab2* rapporterade inte PAH i etylacetat (frivillig parameter).

Jordprov (Tab. 5-6, Fig. 20-36)

Alifater >C5-C10: *Lab1*, *Lab2* och *Lab3* rapporterade "under detektionsgränsen" (<, <1 respektive <5).

Aromater >C8-C10: *Lab1* redovisade inga data.

Alla lab rapporterade resultat för alifater >C10-C35 aromater >C10-C16, MTBE, bensen, toluen, etylbensen, xylener, PAH och bly.

Noggrannhet

Noggrannheten, dvs förmågan att bestämma rätt värde kommenteras i detta stycke.

Standarder (Tab. 2-4, Fig. 5-19)

Alifater >C5-C8: få data, medelvärdet långt över Facit, dvs låg noggrannhet

Alifater >C8-C10: få data, medelvärdet en tredjedel av Facit, låg noggrannhet

Alifater >C10-C12: Medelvärdet nära Facit

Alifater >C12-C16: Medelvärdet nära Facit

Alifater >C16-C35: Medelvärdet nära Facit

Bensen, toluen, etylbensen, xylener: Medelvärdet 12, 22, 28 respektive 27 % under Facit

Aromater >C8-C10: Medelvärdet 4.3 % över Facit.

Aromater >C10-C16: Medelvärdet 3.8 % över Facit.

Summa 16PAH i toluen: Medelvärdet var 22 % lägre än Facit

PAH-L i toluen: Medelvärdet var 15 % lägre än Facit

PAH-M i toluen: Medelvärdet var 30% lägre än Facit

PAH-H i toluen: Medelvärdet var 17 % lägre än Facit

Summa 16PAH i etylacetat: Medelvärdet var 20 % lägre än Facit

PAH-L i etylacetat: Medelvärdet var 17 % lägre än Facit

PAH-M i etylacetat: Medelvärdet var 11 % lägre än Facit

PAH-H i etylacetat: Medelvärdet var 27 % lägre än Facit

Jordprov (Tab. 5-6, Fig. 20-36)

Bensen, toluen, etylbensen, xylener: Medelvärdena var 63, 8.4, 6.0 respektive 0 % under Facit

MTBE: Medelvärdet var 28 % under Facit

Summa 16PAH: Medelvärdet var 1.3 % under Facit

PAH-L: Medelvärdet var 25 % lägre än Facit (räknat på naftalen)

PAH-M: Medelvärdet var 2.7 % lägre än Facit

PAH-H: Medelvärdet var 5.6 % lägre än Facit

För övriga parametrar saknas Facit, utom för individuella PAH. I Figur 3 jämförs noggrannheten (=totala medelvärdet/Facit) med den som erhöles i 2007 och 2008 års provningsjämförelser. Av figuren framgår att noggrannheten var lägre 2009 avseende bensen. Referensvärdena för GRO (Gasoline Range Organics, C6-C12), 186 mg/kg i VOC-jorden, och TPH (Total Petroleum Hydrocarbons), 3810 mg/kg, och DRO (diesel Range Organics, C10-C20), 611 mg/kg, i AIAR-jorden omfattar både alifater och aromater och en direkt jämförelse kan inte göras. Det kan ändå vara av intresse att summera ämnesgrupperna rapporterade här för att göra en grov jämförelse med referensvärdena.

En summering av medelvärdena för Alifater >C5-C16, Aromater >C8-C10 och Aromater >C10-C16 ger 216 mg/kg, att jämföra med 186 mg/kg (GRO). Jämförelsen indikerar att ämnena som utgör GRO huvudsakligen fångas upp av parametrarna som använts här, med reservation för att GRO inte omfattar kolväten i intervallet >C12-C16.

En summering av medelvärdena för Alifater >C5-C16, Alifater >C16-C35 och Aromater >C10-C16 ger 365 mg/kg att jämföra med 611 mg/kg (DRO). Jämförelsen indikerar att inte alla ämnen som ingår i begreppet DRO fångats upp här. Det kan också vara skillnader i kalibreringsförfarande i de olika metoderna som ger upphov till skillnader i bestämda koncentrationer. Referensvärdet för TPH (3810 mg/kg) överstiger med bred marginal summan av de här rapporterade kolvätena, och även summan av GRO och DRO (797 mg/kg).

Precision

Precisionen, dvs resultatens spridning framförallt mellan deltagande laboratorier kommenteras nedan.

Standarder (Tab. 2-4, Fig. 5-19)

Alifater >C5-C8: Liten spridning för *Lab4* som ensam dataleverantör

Alifater >C8-C10: Relativt likartade resultat (från *Lab1* och *Lab4*), RSD var 31 %, men få data.

Alifater >C10-C12: Måttlig spridning, RSD 15 %

Alifater >C12-C16: Måttlig spridning, RSD 15 %

Alifater >C16-C35: Måttlig spridning, RSD 17 %

Bensen, toluen, etylbensen och xylener: RSD mellan 23 och 29 %, medelvärdet från *Lab3* var genomgående lägst och medelvärdet från *Lab4* var genomgående högst.

Aromater >C8-C10: Måttlig spridning, RSD 17 %

Aromater >C10-C16: Något högre spridning, RSD 25 %. Medelvärdet från *Lab1* ca hälften av medelvärdet från *Lab3*.

PAH i toluen: Större spridning för PAH-H än för PAH-L och PAH-M (25,12, respektive 9 % RSD). RSD för 16PAH var 16 %.

PAH i etylacetat: Högst spridning för PAH-L, följt av PAH-H och PAH-M, 26, 18, respektive 6.5 %. RSD för 16PAH var 14 %.

Jordprov (Tab. 5-6, Fig. 20-36)

Alifater >C5-C8: Endast *Lab4* redovisade halter över detektionsnivån. Den interna spridningen var 14 % RSD.

Alifater >C8-C10: Samma som ovan, men med bättre precision, 6 % RSD.

Alifater >C10-C12, >C12-C16, och >C16-C35: Likartad spridning, 31, 27 respektive 35 % RSD. *Lab2* genomgående lägre värden än övriga.

Bensen, toluen, etylbensen och xylener: Precisionen var lägre för bensen än för övriga, 31% RSD jämfört med 13, 17 respektive 19 %.

Aromater >C8-C10: Låg precision, dvs stor spridning mellan laben, 51 % RSD, möjligtvis beroende på låg koncentration.

Aromater >C10-C16: Relativt stor spridning mellan laben, 30 % RSD, medelvärdena skilde med en faktor två mellan högsta och lägsta.

MTBE: Måttlig spridning, 19 % RSD.

PAH: PAH-L uppvisade relativt stor spridning, 29 % RSD, jämfört med PAH-M och PAH-H, som hade 10 respektive 8 % RSD.

Oorganiskt bly: Måttlig spridning, 16 % RSD.

I Figur 4 jämförs den totala precisionen, dvs RSD, med den som erhöles i 2007 och 2008 års provningsjämförelser. Av figuren framgår att precisionen var genomgående bättre för alifater 2009, samt även för aromater undantaget bensen och Aromater >C8-C10.

Principalkomponentanalys (PCA)

Principalkomponentanalys användes för att ge en överskådlig bild av datamaterialet. Det går ofta att, utifrån en objektplot eller "score-plot", t ex bedöma förekomsten av systematiska fel i förhållande till tillfälliga fel. Man kan också, från motsvarande variabelplot, relativt enkelt se vilka variabler (= parametrar) det är som påverkar separationen i objektplotten. En objektplot i PCA bygger på att objekten (=varje labs resultat, dvs tre analyser per lab) placeras i en rymd som spänns ut av de ingående variablerna (parametrarna, n st). Objekten (proverna) projiceras sedan i det plan som bäst beskriver punktmängden i den n-dimensionella rymden. Analysen inleds med att parametervärdena skalas för att ge alla variabler samma viktning. Resultatet blir att objekt med likartad profil plottas nära varandra. I Figur 1 och 2 ses resultatet av PCA-analys av standardlösningar respektive jordprover. I figur 1 har alifater bestämda med HS och individuella PAH exkluderats från PCA-modellen. Detta gjordes för att den stora variationen av dessa parametrar annars skulle skymma mer subtila skillnader mellan laben. I modellen för jordprover ingår inte heller lättflyktiga alifater från HS-analysen, eller individuella PAH. I figur 2 har även de parametrar som bidrar mest till variationen indikerats.

Standardlösningar (exkl. individuella PAH, Figur 1)

Lab3 är separerad från de övriga, främst beroende på högre värden för Aromater >C10-C16, PAH-H, PAH-L och 16PAH vilket kan utläsas av variabelploten (visas ej). Placeringen av *Lab1* i plotten styrs av lite högre koncentrationer av alifaterna, och *Lab4*:s placering är

påverkad av dess något högre värden för bensen, toluen, etylbensen och xylener. Internt ligger alla fyra lab relativt väl samlade.

Jordprov (figur 2)

I Figur 2 kombineras objektplotten med variabelplotten för jordproverna, för åskådliggöra vilka variablerna är som styr placeringen av de olika objekten (provresultaten). Av plotten framgår att *Lab1* styrs av alifaterna, *Lab2* av inget speciellt, *Lab3* av PAH-L, 16PAH, bly och Aromater >C10-C16 och *Lab4* av toluen, etylbensen, xylener och PAH-H.

Labvisa resultat

I detta avsnitt kommenteras resultaten lab-vis

Standardlösningar (Tab. 2-4, Fig. 5-19)

Lab1:

- inga värden för Alifater >C5-C8
- tendens till höga värden för alifater
- sammanfaller med totala medelvärdet för aromater utom för Aromater >C10-C16 där *Lab1*:s värden ligger lägst
- nära Facit för PAH.

Lab2:

- Alifater >C5-C8 och >C8-C10 var under detektionsgränsen (1.0 ug/ml)
- Övriga alifater relativt nära totala medelvärdet
- Aromatvärdena generellt nära totala medelvärdet
- PAH nära medelvärdena

Lab3:

- Alifater >C5-C8 och >C8-C10: inga resultat
- övriga alifater nära totala medelvärdet med tendens till låga värden
- bensen, toluen, etylbensen, xylener: tendens till låga värden
- aromater >C8-C16: tendens till höga värden

Lab4:

- Alifater >C5-C10: enda lab som lämnade resultat för båda grupperna, om än med stora avvikelser från Facit
- övriga alifater nära totala medelvärdet, med tendens till låga värden för alifater >C16-C35
- bensen, toluen, etylbensen, xylener: nära Facit
- aromater >C8-C16: nära totala medelvärdet
- PAH: nära totala medelvärdet

Jordprov (Tab. 5-6, Fig. 20-36)

Lab1: Värdena för alifater >C5-C10 var under en icke specificerad kvantiteringsgräns. För övriga alifater var *Lab1*:s värden genomgående högst. Värdena för aromater (inkl. PAH) var nära totala medelvärdet, fränsett Aromater >C8-C10 (inga resultat).

Lab2: Värdena för alifater >C10-C12 och aromater >C8-C10 var under kvantiteringsgränsen (1.0 mg/kg). *Lab2*:s medelvärden för alifater var klart lägre än de totala medelvärdena, medan bensen, toluen, etylbensen och xylener låg nära medelvärdena. Aromater >C8-C10 var högre

och Aromater >C10-C16 var lägre än övriga labs resultat. Värdena för PAH var nära de totala medelvärdena.

Lab3: Värdena för alifater >C10-C12 och aromater >C8-C10 var under kvantiteringsgränsen (5.0 mg/kg). Värdena för övriga alifater låg nära totala medelvärdena. *Lab3*:s aromatvärden låg genomgående nära de totala medelvärdena, undantaget PAH-L som var ca 50 % högre.

Lab4: Endast *Lab4* rapporterade värden för Alifater >C5- C8 och Alifater>C8-C10. Övriga alifater var nära totala medelvärdena. BTEX-komponenterna låg när totala medelvärdena medan Aromater >C8-C10 endast var hälften av totala medelvärdet, medan PAH låg nära totala medelvärdena.

Oorganiskt bly hade en total spridning på 16 % RSD, och MTBE hade 19 % RSD.

Jämförelse mellan den nya och gamla metoden för bestämning av aromatiska kolväten

I årets provningsjämförelse användes en modifierad metod för bestämning av aromatiska kolväten i jordprover. Som framgår av Figur 4 var precisionen inte bättre vid bestämning av Aromater >C8-C10 i årets provningsjämförelse med den nya metoden, jämfört med 2008 och 2007 med den gamla metoden. Observera att det inte var samma prov som analyserades de olika åren. Medelvärdena för Aromater >C8-C10 var 1 (år 2009), 1 (år 2008) respektive 46 mg/kg (år 2007). Den lägre precisionen år 2009 beror således inte på att koncentrationerna var exceptionellt låga. Vid bestämning av Aromater >C10-C35 (dvs >C10-C16 år 2009) var precisionen ungefär lika god för de tre åren, och medelvärdena var också de ganska lika: 39, 40 och 26 mg/kg för 2009, 2008 respektive 2007. Det går inte att jämföra noggrannheten mellan de olika metoderna, eftersom referensvärde saknas för aromatiska kolväten i jordprovet.

Slutsatser

Liksom vid tidigare provningsjämförelser var resultaten för lättflyktiga alifatiska kolväten minst tillfredsställande. Svarefrekvensen, liksom noggrannheten var låg för dessa parametrar både vad gäller standardlösningar och jordprov. Precisionen (den totala standardavvikelsen) för de övriga parametrarna var i de flesta fall bättre än föregående två års provningsjämförelser både för standardlösningar och jordprover. Vad gäller noggrannheten syntes ingen liknande trend. Jämfört med 2008 års provningsjämförelse var precisionen bättre 2009 vad gäller jordprov, medan ingen liknande trend kunde ses för noggrannheten.

Referenser

1. Odham, G. och Alsberg, T. Provningsjämförelse 2003 – Bestämning av petroleumkolväten, MTBE och oorganiskt bly i jord med GC/MS respektive AA, ITM rapport 119 (2003), ISSN 1103-341.
2. Alsberg, T. och Kärsrud, A-S. Provningsjämförelse 2004 - Bestämning av petroleumkolväten med GC/MS, ITM-rapport 120 (2004), ISSN 1103-341, ISRN SU-ITM-R-120-SE.
3. Alsberg, T., Kärsrud, A-S. och Broms, S. Provningsjämförelse 2004 - Bestämning av petroleumkolväten i standardlösningar och jord med GC/MS, ITM-rapport 141 (2005), ISSN 1103-341, ISRN SU-ITM-R-141-SE.
4. Alsberg, T., Kärsrud, A-S. och Broms, S. Provningsjämförelse 2005 - Bestämning av petroleumkolväten i standardlösningar och jord med GC/MS, ITM-rapport 148 (2006), ISSN 1103-341, ISRN SU-ITM-R-148-SE.
5. Alsberg, T., Kärsrud, A-S. och Gleisner, M. Provningsjämförelse 2007 - Bestämning av petroleumkolväten i standardlösningar, vatten och jord med GC/MS, ITM-rapport 172x (2007), ISSN 1103-341, ISRN SU-ITM-R-172x-SE.
6. Alsberg, T., Kärsrud, A-S. och Gleisner, M. Bestämning av Petroleumkolväten i standardlösningar, vatten och jord med GC/MS, ITM-rapport 179 (2008), ISSN 1103-341, ISRN SU-ITM-R-179-SE.
7. Tilläggsinstruktion för kalibrering och kvantifiering i samband med analys av kolväten i mark i SPIMFABs prov. SPIMFABs Kvalitetsmanual Version 2008/10, 9pp.
8. Elert, M. (april 2006), Riktvärden för ämnen i grundvatten vid bensinstationer, Kemakta Konsult AB, Kemakta AR 2005-31, (www.spimfab.se).
9. Elert, M. (april 2008), Förslag på analyser av aromatiska ämnen i jord och grundvatten vid bensinstationer, Kemakta Konsult AB, Kemakta AR 2008-05.

| Teknik | Standardlösningar Alifater | ug/ml Facit | Lab 1 | | | Lab 2 | | | Lab 3 | | | Lab 4 | | | |
|---------|-------------------------------|----------------|----------------|------|----------------|-------|----------------|------|-------|----------------|------|-------|----------------|------|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| HS | >C5-C8 | 0.44 | na | na | na | <1,0 | <1,0 | <1,0 | na | na | na | 3.6 | 3.7 | 3.6 | |
| HS | >C8-C10 | 0.29 | 0.06 | 0.12 | 0.05 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | na | na | na | 0.10 | 0.08 | 0.10 | |
| inj | >C10-C12 | 4.0 | 5.3 | 5.4 | 4.9 | 4.3 | 4.2 | 4.0 | 3.4 | 3.6 | 3.4 | 4.1 | 4.2 | 4.2 | |
| inj | >C12-C16 | 8.0 | 9.8 | 11 | 10 | 10 | 9.4 | 9.3 | 7.3 | 7.6 | 7.1 | 7.6 | 7.7 | 7.9 | |
| | S:a >C5-C16 | 12 | 15 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 | 11 | 11 | 10 | 15 | 16 | 16 | |
| inj | >C16-C35 | 36 | 45 | 45 | 46 | 46 | 45 | 44 | 34.9 | 37.1 | 34.7 | 28 | 32 | 32 | |
| | Aromater | | | | | | | | | | | | | | |
| HS | Bensen | 0.50 | 0.43 | 0.42 | 0.42 | 0.50 | 0.49 | 0.50 | 0.29 | 0.29 | 0.28 | 0.53 | 0.54 | 0.52 | |
| HS | Toluen | 0.50 | 0.4 | 0.41 | 0.42 | 0.39 | 0.41 | 0.40 | 0.25 | 0.26 | 0.25 | 0.49 | 0.49 | 0.48 | |
| HS | Etylbensen | 0.50 | 0.33 | 0.4 | 0.34 | 0.34 | 0.34 | 0.35 | 0.23 | 0.24 | 0.23 | 0.51 | 0.50 | 0.50 | |
| HS | Xylener | 1.5 | 1.0 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.72 | 0.73 | 0.71 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | |
| inj | >C8-C10 | 70 | 75 | 74 | 80 | 61 | 62 | 62 | 82 | 93 | 87 | 69 | 68 | 68 | |
| inj | >C10-C16 | 133 | 97 | 94 | 92 | 131 | 130 | 131 | 172 | 203 | 179 | 146 | 144 | 143 | |
| HS | Övriga | | | | | | | | | | | | | | |
| HS | MTBE | | | | | | | | | | | | | | |
| ICP-AES | Bly (oorg.i PAH-jord) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 16PAH i toluen | | 16PAH i toluen | | 16PAH i toluen | | | 16PAH i toluen | | | 16PAH i toluen | | |
| inj | S:a 16PAH | 11 | | | | 7.7 | 7.4 | 7.7 | 11.09 | 10.5 | 9.6 | 7.9 | 7.6 | 7.9 | |
| inj | PAH-L | 2.0 | | | | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 2.2 | 1.9 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | |
| inj | PAH-M | 3.4 | | | | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 2.8 | 2.5 | 2.3 | 2.5 | 2.4 | 2.6 | |
| inj | PAH-H | 5.4 | | | | 3.9 | 3.8 | 3.9 | 6.17 | 6.1 | 5.7 | 3.8 | 3.6 | 3.7 | |
| inj | +Fluoren (M) | 0.67 | | | | 0.45 | 0.43 | 0.44 | 0.42 | 0.36 | 0.31 | 0.51 | 0.48 | 0.51 | |
| inj | +Fenantren (M) | 0.67 | | | | 0.48 | 0.43 | 0.43 | 0.61 | 0.57 | 0.52 | 0.53 | 0.50 | 0.53 | |
| inj | +Antracen (M) | 0.67 | | | | 0.47 | 0.39 | 0.39 | 0.56 | 0.54 | 0.46 | 0.45 | 0.43 | 0.45 | |
| inj | +Fluoranten (M) | 0.67 | | | | 0.55 | 0.56 | 0.58 | 0.58 | 0.54 | 0.5 | 0.50 | 0.49 | 0.52 | |
| inj | +Pyren (M) | 0.67 | | | | 0.3 | 0.3 | 0.31 | 0.58 | 0.53 | 0.5 | 0.52 | 0.51 | 0.54 | |
| inj | +B(a)antracen (H) | 0.67 | | | | 0.35 | 0.38 | 0.36 | 0.5 | 0.47 | 0.45 | 0.42 | 0.44 | 0.43 | |
| inj | +Chrysen (H) | 0.67 | | | | 0.46 | 0.43 | 0.43 | 0.63 | 0.59 | 0.54 | 0.47 | 0.44 | 0.47 | |
| inj | +B(b)fluoranten (H) | 0.67 | | | | 1.07 | 1.01 | 1.03 | 0.72 | 0.64 | 0.63 | 0.52 | 0.49 | 0.51 | |
| inj | +B(k)fluoranten (H) | 0.67 | | | | 0 | 0 | 0 | 0.7 | 0.66 | 0.64 | 0.50 | 0.48 | 0.49 | |
| inj | +B(a)pyren (H) | 0.67 | | | | 0.42 | 0.41 | 0.45 | 0.77 | 0.71 | 0.66 | 0.46 | 0.43 | 0.44 | |
| inj | +B(ghi)P (H) | 0.67 | | | | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.95 | 0.98 | 0.94 | 0.48 | 0.45 | 0.48 | |
| inj | +DB(a,h)antracen (H) | 0.67 | | | | 0.57 | 0.55 | 0.58 | 0.9 | 0.94 | 0.92 | 0.44 | 0.41 | 0.44 | |
| inj | | | | | | | | | | | | | | | |
| inj | Naftalen (L) | 0.67 | | | | 0.71 | 0.72 | 0.74 | 0.9 | 0.84 | 0.74 | 0.65 | 0.64 | 0.69 | |
| inj | Acenaftylen (L) | 0.67 | | | | 0.42 | 0.43 | 0.44 | 0.95 | 0.76 | 0.64 | 0.50 | 0.48 | 0.52 | |
| inj | Acenaften (L) | 0.67 | | | | 0.46 | 0.45 | 0.47 | 0.32 | 0.28 | 0.23 | 0.48 | 0.46 | 0.48 | |
| inj | Ind(1,2,3-cd)pyren (H) | 0.67 | | | | 0.57 | 0.58 | 0.6 | 1.0 | 1.09 | 0.92 | 0.47 | 0.44 | 0.46 | |

Tabell 2. Resultat standardlösningar

| Medelvärden | | Standardlösningar, ug/ml | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------|------|------|-------|------|---------|--|
| Teknik | Alifater | Facit | Lab1 | Lab2 | Lab3 | Lab4 | Alla | RSD (%) | |
| HS | >C5-C8 | 0.44 | na | <1,0 | na | 3.6 | 3.6 | 0.85 | |
| HS | >C8-C10 | 0.29 | 0.077 | <1,0 | na | 0.091 | 0.08 | 31 | |
| inj | >C10-C12 | 4.0 | 5.2 | 4.2 | 3.5 | 4.2 | 4.3 | 15 | |
| inj | >C12-C16 | 8.0 | 10 | 9.4 | 7 | 7.7 | 8.7 | 15 | |
| | S:a >C5-C16 | 12 | 16 | 14 | 11 | 16 | 14 | 15 | |
| inj | >C16-C35 | 36 | 46 | 45 | 36 | 31 | 39 | 17 | |
| Aromater | | | | | | | | | |
| HS | Bensen | 0.50 | 0.42 | 0.50 | 0.29 | 0.53 | 0.4 | 23 | |
| HS | Toluen | 0.50 | 0.41 | 0.40 | 0.26 | 0.48 | 0.4 | 22 | |
| HS | Etylbensen | 0.50 | 0.36 | 0.35 | 0.23 | 0.51 | 0.4 | 29 | |
| HS | Xylener | 1.5 | 1.1 | 1.1 | 0.7 | 1.4 | 1.1 | 24 | |
| inj | >C8-C10 | 70 | 76 | 61 | 87 | 68 | 73 | 14 | |
| inj | >C10-C16 | 133 | 94 | 131 | 185 | 144 | 138 | 25 | |
| HS | Övriga | | | | | | | | |
| | MTBE | | | | | | | | |
| ICP-AES | Bly (oorg.i PAH-jord) | | | | | | | | |
| | | 16PAH i toluen | 16PAH i toluen | | | | Alla | RSD (%) | |
| inj | S:a 16PAH | 11 | | 7.6 | 10.4 | 7.8 | 8.6 | 16 | |
| inj | PAH-L | 2.0 | | 1.6 | 1.9 | 1.6 | 1.7 | 12 | |
| inj | PAH-M | 3.4 | | 2.2 | 2.5 | 2.5 | 2.4 | 9 | |
| inj | PAH-H | 5.4 | | 3.8 | 6.0 | 3.7 | 4.5 | 25 | |
| inj | +Fluoren (M) | 0.67 | | 0.44 | 0.36 | 0.50 | 0.43 | 15 | |
| inj | +Fenantren (M) | 0.67 | | 0.45 | 0.57 | 0.52 | 0.51 | 12 | |
| inj | +Antracen (M) | 0.67 | | 0.42 | 0.52 | 0.44 | 0.46 | 13 | |
| inj | +Fluoranten (M) | 0.67 | | 0.56 | 0.54 | 0.50 | 0.54 | 7 | |
| inj | +Pyren (M) | 0.67 | | 0.30 | 0.54 | 0.52 | 0.45 | 25 | |
| inj | +B(a)antracen (H) | 0.67 | | 0.36 | 0.47 | 0.43 | 0.42 | 12 | |
| inj | +Chrysen (H) | 0.67 | | 0.44 | 0.59 | 0.46 | 0.49 | 15 | |
| inj | +B(b)fluoranten (H) | 0.67 | | 1.0 | 0.66 | 0.51 | 0.74 | 32 | |
| inj | +B(k)fluoranten (H) | 0.67 | | 0.00 | 0.67 | 0.49 | 0.39 | 78 | |
| inj | +B(a)pyren (H) | 0.67 | | 0.43 | 0.71 | 0.44 | 0.53 | 27 | |
| inj | +B(ghi)P (H) | 0.67 | | 0.41 | 1.0 | 0.5 | 0.61 | 42 | |
| inj | +DB(a,h)antracen (H) | 0.67 | | 0.57 | 0.92 | 0.43 | 0.64 | 34 | |
| inj | Naftalen (L) | 0.67 | | 0.72 | 0.83 | 0.66 | 0.74 | 11 | |
| inj | Acenaftylen (L) | 0.67 | | 0.43 | 0.78 | 0.50 | 0.57 | 32 | |
| inj | Acenaften (L) | 0.67 | | 0.46 | 0.28 | 0.47 | 0.40 | 24 | |
| inj | Ind(1,2,3-cd)pyren (H) | 0.67 | | 0.58 | 1.00 | 0.46 | 0.68 | 37 | |

Tabell 3. Medelvärden standardlösningar

| 16PAH i etylacetat ug/ml | Facit | Lab 1 | | | Lab 2 | | | Lab 3 | | | Lab 4 | | | M.V | RSD,% |
|-----------------------------|-------|-------|------|------|-------|---|---|-------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| S:a 16PAH | 15 | 15 | 14 | 14 | | | | 15 | 16 | 15 | 12 | 12 | 12 | 14 | 12 |
| PAH-L | 2.9 | 2.8 | 2.7 | 2.6 | | | | 3.6 | 3.9 | 3.8 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.9 | 21 |
| PAH-M | 4.8 | 4.4 | 4.3 | 4.3 | | | | 3.9 | 4.4 | 4.1 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 4.1 | 6.1 |
| PAH-H | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | | | | 7.9 | 7.9 | 7.6 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 7.0 | 14 |
| +Fluoren (M) | 0.96 | 0.90 | 0.88 | 0.86 | | | | 0.73 | 0.81 | 0.8 | 0.74 | 0.73 | 0.73 | 0.80 | 8.6 |
| +Fenantren (M) | 0.96 | 0.97 | 0.94 | 0.94 | | | | 0.74 | 0.84 | 0.8 | 0.84 | 0.83 | 0.83 | 0.86 | 8.8 |
| +Antracen (M) | 0.96 | 0.62 | 0.60 | 0.60 | | | | 0.69 | 0.77 | 0.72 | 0.54 | 0.53 | 0.54 | 0.62 | 14 |
| +Fluoranten (M) | 0.96 | 0.99 | 0.95 | 0.97 | | | | 0.90 | 0.98 | 0.92 | 0.85 | 0.83 | 0.83 | 0.91 | 7.0 |
| +Pyren (M) | 0.96 | 0.93 | 0.91 | 0.93 | | | | 0.88 | 0.95 | 0.9 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.90 | 3.0 |
| +B(a)antracen (H) | 0.96 | 0.90 | 0.88 | 0.83 | | | | 0.73 | 0.76 | 0.77 | 0.69 | 0.67 | 0.65 | 0.76 | 12 |
| +Chrysen (H) | 0.96 | 0.96 | 0.95 | 0.96 | | | | 0.89 | 0.91 | 0.89 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.88 | 8.7 |
| +B(b)fluoranten (H) | 0.96 | 0.96 | 1.00 | 0.98 | | | | 0.94 | 0.98 | 0.94 | 0.76 | 0.78 | 0.75 | 0.90 | 12 |
| +B(k)fluoranten (H) | 0.96 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | | | | 0.98 | 1.02 | 0.99 | 0.83 | 0.81 | 0.80 | 0.94 | 10 |
| +B(a)pyren (H) | 0.96 | 0.74 | 0.73 | 0.72 | | | | 0.79 | 0.83 | 0.8 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.70 | 15 |
| +B(ghi)P (H) | 0.96 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | | | | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.78 | 0.75 | 0.75 | 0.96 | 16 |
| +DB(a,h)antracen (H) | 0.96 | 1 | 0.95 | 0.93 | | | | 1.2 | 1.11 | 1.0 | 0.66 | 0.63 | 0.63 | 0.90 | 24 |
| Naftalen (L) | 0.96 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | | | | 0.75 | 0.86 | 0.87 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.89 | 6.8 |
| Acenaftylen (L) | 0.96 | 1.01 | 0.83 | 0.82 | | | | 2.0 | 2.1 | 2.0 | 0.69 | 0.68 | 0.69 | 1.2 | 53 |
| Acenaften (L) | 0.96 | 0.87 | 0.90 | 0.86 | | | | 0.80 | 0.89 | 0.85 | 0.77 | 0.77 | 0.77 | 0.83 | 6.4 |
| Ind(1,2,3-cd)pyren (H) | 0.96 | 0.99 | 0.93 | 0.94 | | | | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 0.69 | 0.68 | 0.68 | 0.94 | 23 |

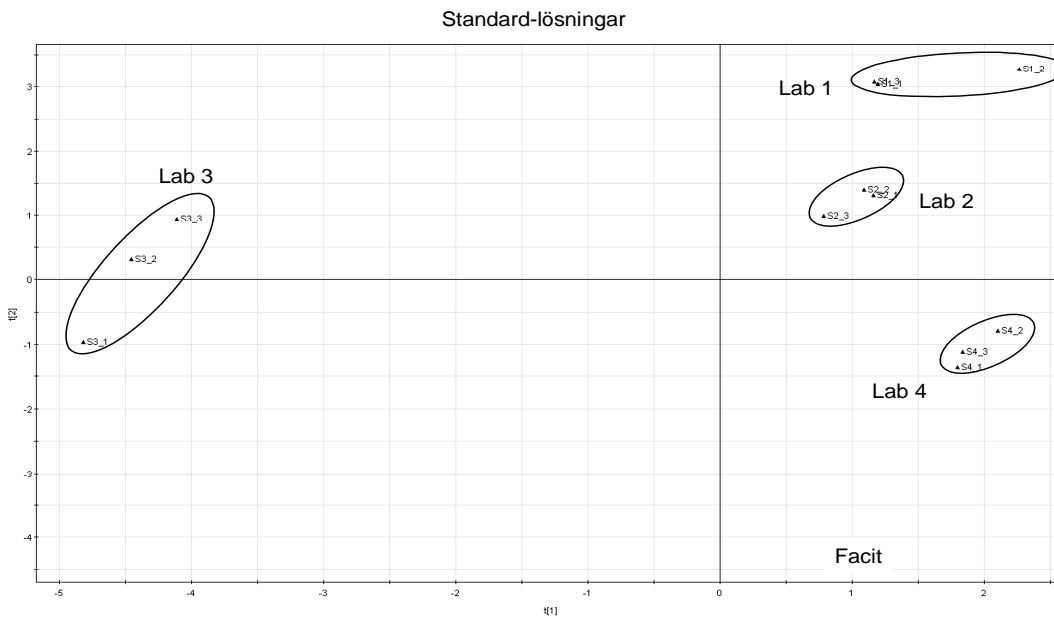
Tabell 4. Resultat standardlösningar PAH i etylacetat

| Teknik | Jordprover, mg/kg Alifater | Facit | Lab 1 | | | Lab 2 | | | Lab 3 | | | Lab 4 | | |
|---------|-------------------------------|-------|-----------------------|------|------|-------|-------------|-----|-------|----------------|------|-------|------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| HS | >C5-C8 | | <5 | <5 | <5 | <1,0 | <1,0 | | <5 | <5 | <5 | 0.53 | 0.41 | 0.42 |
| HS | >C8-C10 | | <5 | <5 | <5 | <1,0 | <1,0 | | <5 | <5 | <5 | 0.54 | 0.55 | 0.60 |
| inj | >C10-C12 | | 26 | 26 | 25 | 8.8 | 8.8 | | 20 | 19 | 18.4 | 18 | 19 | 19 |
| inj | >C12-C16 | | 208 | 201 | 219 | 91 | 90 | | 203 | 187 | 172 | 144 | 155 | 152 |
| | S:a >C5-C16 | 186 | 234 | 227 | 244 | 100 | 99 | | 223 | 206 | 190 | 163 | 175 | 172 |
| inj | >C16-C35 | | 211 | 198 | 172 | 51 | 52 | | 188 | 161 | 170 | 146 | 153 | 153 |
| | Aromater | | | | | | | | | | | | | |
| HS | Bensen | 8.4 | 3.8 | 3.9 | 3.4 | 4.3 | 4.4 | | 3.1 | 3.2 | 2.9 | 2.1 | 1.5 | 1.8 |
| HS | Toluen | 12 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | | 9.2 | 9.8 | 8.7 | 12 | 10 | 11 |
| HS | Etylbensen | 8.4 | 8.2 | 7.9 | 8.8 | 7.3 | 7.1 | | 6.4 | 6.8 | 6.0 | 10 | 9 | 10 |
| HS | Xylener | 11 | 11 | 11 | 12 | 9.5 | 9.8 | | 8.3 | 8.7 | 7.8 | 14 | 12 | 13 |
| inj | >C8-C10 | | na | na | na | 1.6 | 1.8 | | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.46 | 0.51 | 0.50 |
| inj | >C10-C16 | | 40 | 39 | 42 | 22 | 23 | | 56 | 52 | 54 | 32 | 35 | 34 |
| | Övriga | | | | | | | | | | | | | |
| HS | MTBE | 8.6 | 7.9 | 6.8 | 6.8 | 6.9 | 6.4 | | 5.9 | 6.3 | 5.6 | 5.3 | 3.9 | 4.5 |
| ICP-AES | Bly (oorg.i PAH-jord) | | 52 | 49 | 56 | 54 | 54 | 54 | 62 | 73 | 61 | 48 | 48 | 38 |
| inj | S:a 16PAH | 76 | 79 | 79 | 78 | 74 | 73 | 72 | 77 | 79 | 75 | 70 | 70 | 70 |
| inj | PAH-L | 2.40 | 3.3 | 3.4 | 3.3 | 3 | 3 | 3 | 5.9 | 5.9 | 5.8 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| inj | PAH-M | 37 | 38 | 38 | 38 | 33 | 32 | 32 | 41 | 41 | 39 | 34 | 34 | 34 |
| inj | PAH-H | 36 | 37 | 38 | 36 | 37 | 37 | 37 | 31 | 32 | 30 | 33 | 32 | 33 |
| inj | +Fluoren (M) | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| inj | +Fenantren (M) | 12 | 12 | 12 | 13 | 11 | 11 | 10 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 |
| inj | +Antracen (M) | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| inj | +Fluoranten (M) | 13 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 | 12 |
| inj | +Pyren (M) | 9.6 | 9.8 | 9.9 | 9.8 | 5.9 | 5.9 | 5.9 | 11 | 11 | 11 | 9.1 | 9.0 | 9.0 |
| inj | +B(a)antracen (H) | 5.6 | 5.5 | 5.5 | 5.3 | 6.0 | 5.9 | 5.9 | 5.1 | 5.2 | 5 | 4.8 | 5.0 | 4.8 |
| inj | +Chrysen (H) | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.2 | 5.5 | 5.4 | 5.3 | 4.6 | 4.7 | 4.6 | 5.4 | 5.3 | 5.1 |
| inj | +B(b)fluoranten (H) | 7.1 | 7.2 | 7.8 | 7.5 | 12 | 12 | 12 | 6.5 | 6.4 | 6.4 | 7.1 | 6.7 | 7.4 |
| inj | +B(k)fluoranten (H) | 3.4 | 3.5 | 3.5 | 3.2 | 0 | 0 | 0 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.8 | 2.5 | 2.6 |
| inj | +B(a)pyren (H) | 4.9 | 4.7 | 4.6 | 4.6 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.7 | 4.0 | 3.7 | 4.2 | 4.1 | 4.2 |
| inj | +B(ghi)P (H) | 4.6 | 4.6 | 4.7 | 4.2 | 3.6 | 3.6 | 3.7 | 3.3 | 3.5 | 3.1 | 3.8 | 3.9 | 3.9 |
| inj | +DB(a,h)antracen (H) | | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 0.59 | 0.63 | 0.6 | 0.88 | 0.93 | 0.93 |
| inj | | | | | | | | | | | | | | |
| inj | Naftalen (L) | 2.4 | 1.7 | 1.8 | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 2.6 | 2.5 | 2.5 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| inj | Acenaftylen (L) | | 0.78 | 0.82 | 0.8 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 2.5 | 2.6 | 2.5 | 1.1 | 1.2 | 1.2 |
| inj | Acenaften (L) | | 0.8 | 0.8 | 0.78 | 0.75 | 0.71 | 0.7 | 0.79 | 0.86 | 0.84 | 0.68 | 0.69 | 0.68 |
| inj | Ind(1,2,3-cd)pyren (H) | 5.20 | 5.3 | 5.1 | 5.3 | 4.36 | 4.4 | 4.4 | 4.8 | 5.4 | 4.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| Facit: | GRO (C6-C12) | 186 | DRO (C10-C20): | | | 611 | TPH: | | 3810 | Felaktigt prov | | | | |

Tabell 5. Resultat jordprov, mg/kg våtvikt (ett lab bestämde bly med ICP-MS)

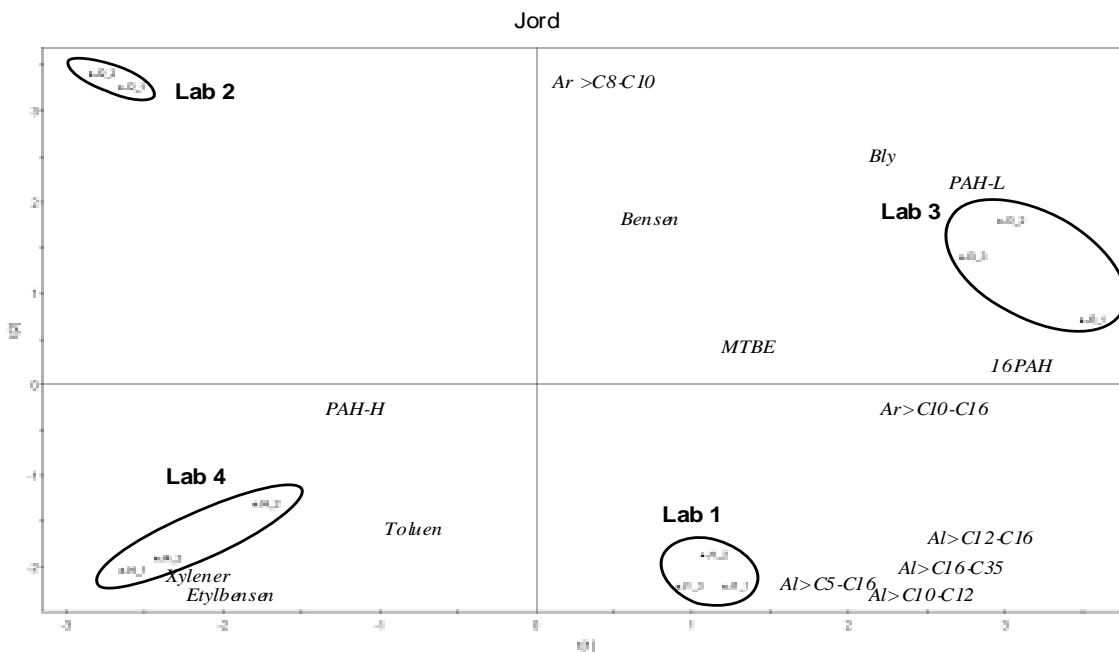
| Teknik | Jordprover, mg/kg | | Medelvärden | | | | | |
|---------------|------------------------|------------|-----------------------|------|------|------------|------------------|---------|
| | Alifater | Facit | Lab1 | Lab2 | Lab3 | Lab4 | Alla | RSD (%) |
| HS | >C5-C8 | | <5 | <1 | <5 | 0.45 | 0.45 | 14 |
| HS | >C8-C10 | | <5 | <1 | <5 | 0.56 | 0.56 | 6.2 |
| inj | >C10-C12 | | 26 | 8.8 | 19 | 18 | 19 | 31 |
| inj | >C12-C16 | | 209 | 90 | 187 | 150 | 166 | 27 |
| | S:a >C5-C16 | 186 | 235 | 99 | 206 | 170 | 185 | 27 |
| inj | >C16-C35 | | 194 | 51 | 173 | 151 | 150 | 35 |
| | Aromater | | | | | | | |
| HS | Bensen | 8.4 | 3.7 | 4.4 | 3.1 | 1.8 | 3 | 31 |
| HS | Toluen | 12 | 13 | 11 | 9 | 11 | 11 | 13 |
| HS | Etylbensen | 8.4 | 8.3 | 7.2 | 6.4 | 9.6 | 8 | 17 |
| HS | Xylener | 11 | 11 | 10 | 8 | 13 | 11 | 19 |
| inj | >C8-C10 | | na | 1.7 | 1.1 | 0.5 | 1 | 51 |
| inj | >C10-C16 | | 40 | 22 | 54 | 33 | 39 | 30 |
| | Övriga | | | | | | | |
| HS | MTBE | 8.6 | 7.2 | 6.6 | 5.9 | 4.6 | 6 | 19 |
| ICP-AES | Bly (oorg.i PAH-jord) | | 52 | 54 | 65 | 45 | 54 | 16 |
| inj | S:a 16PAH | 76 | 79 | 73 | 77 | 70 | 75 | 5 |
| inj | PAH-L | 2.4 | 3.3 | 3.4 | 5.9 | 3.2 | 4 | 29 |
| inj | PAH-M | 37 | 38 | 32 | 40 | 34 | 36 | 10 |
| inj | PAH-H | 36 | 37 | 37 | 31 | 33 | 34 | 8.5 |
| inj | +Fluoren (M) | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 4.6 |
| inj | +Fenantren (M) | 12 | 12 | 11 | 12 | 11 | 11 | 8.3 |
| inj | +Antracen (M) | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.9 | 1.4 | 1.6 | 12 |
| inj | +Fluoranten (M) | 13 | 13.3 | 13 | 14 | 12 | 13 | 6 |
| inj | +Pyren (M) | 9.6 | 9.8 | 6 | 11 | 9.0 | 8.9 | 22 |
| inj | +B(a)antracen (H) | 5.6 | 5.4 | 5.9 | 5.1 | 4.9 | 5.3 | 8.0 |
| inj | +Chrysen (H) | 5.3 | 5.4 | 5.4 | 4.6 | 5.3 | 5.2 | 6.6 |
| | +B(b)fluoranten (H) | 7.1 | 7.5 | 12 | 6.4 | 7.1 | 8.3 | 29 |
| inj | +B(k)fluoranten (H) | 3.4 | 3.4 | 0.0 | 2.1 | 2.6 | 2.0 | 65 |
| inj | +B(a)pyren (H) | 4.9 | 4.6 | 4.0 | 3.8 | 4.2 | 4.1 | 8.1 |
| inj | +B(ghi)P (H) | 4.6 | 4.5 | 3.6 | 3.3 | 3.9 | 3.8 | 13 |
| inj | +DB(a,h)antracen (H) | | 1.1 | 1.5 | 0.61 | 0.91 | 1.0 | 33 |
| inj | Naftalen (L) | 2.4 | 1.7 | 1.5 | 2.5 | 1.4 | 1.8 | 26 |
| inj | Acenaftylen (L) | | 0.80 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 1.4 | 48 |
| inj | Acenaften (L) | | 0.79 | 0.72 | 0.83 | 0.68 | 0.8 | 8.5 |
| inj | Ind(1,2,3-cd)pyren (H) | 5.2 | 5.2 | 4.4 | 5.0 | 3.8 | 4.6 | 13 |
| Facit: | GRO (C6-C12) | 186 | DRO (C10-C20): | | | 611 | TPH: 3810 | |

Tabell 6. Medelvärden jordprov, mg/kg våtvikt (ett lab bestämde bly med ICP-MS)



Figur 1. Objektplot standardlösningar
(exkl. Alifater>C5-C8, Alifater>C8-C10 och individuella PAH)

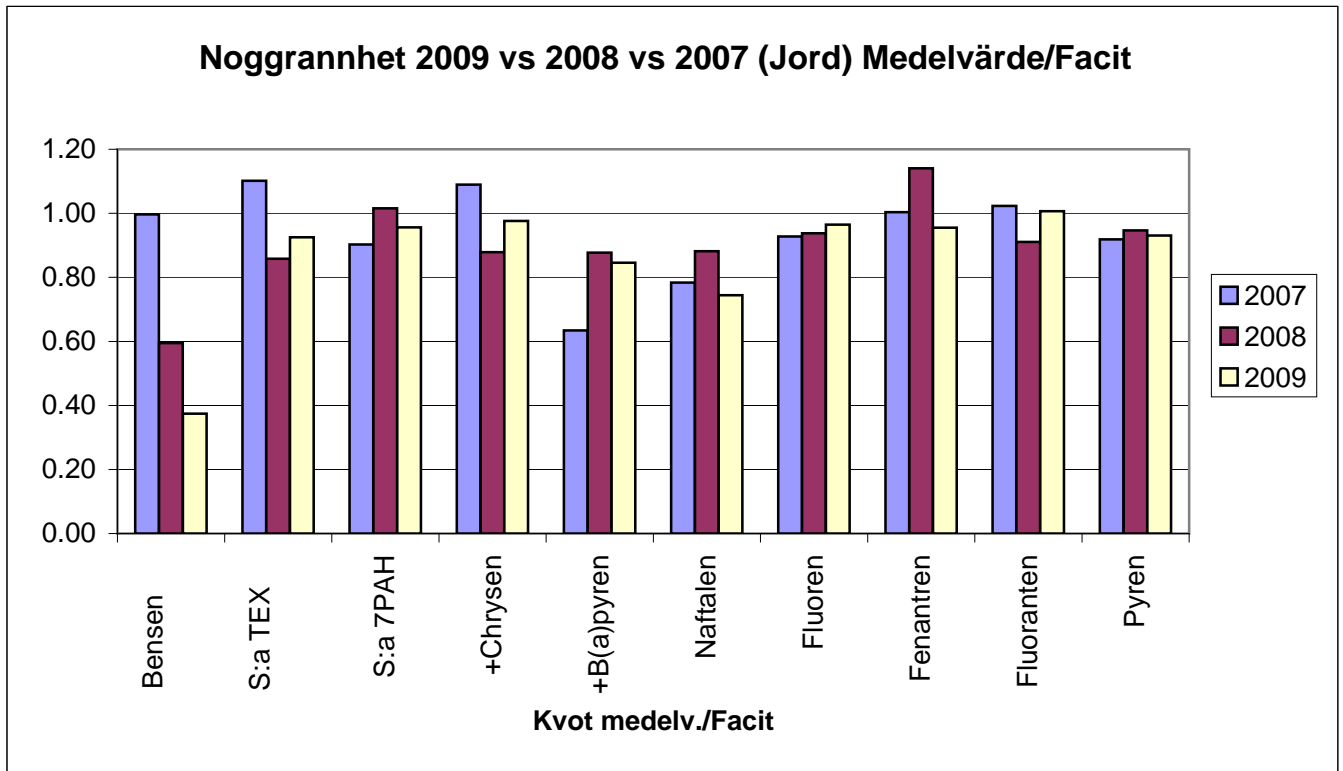
Exempel på tolkning: Inomlab-variationen är mindre än mellanlab-variationen, vilket innebär att systematiska fel påverkar den totala precisionen.



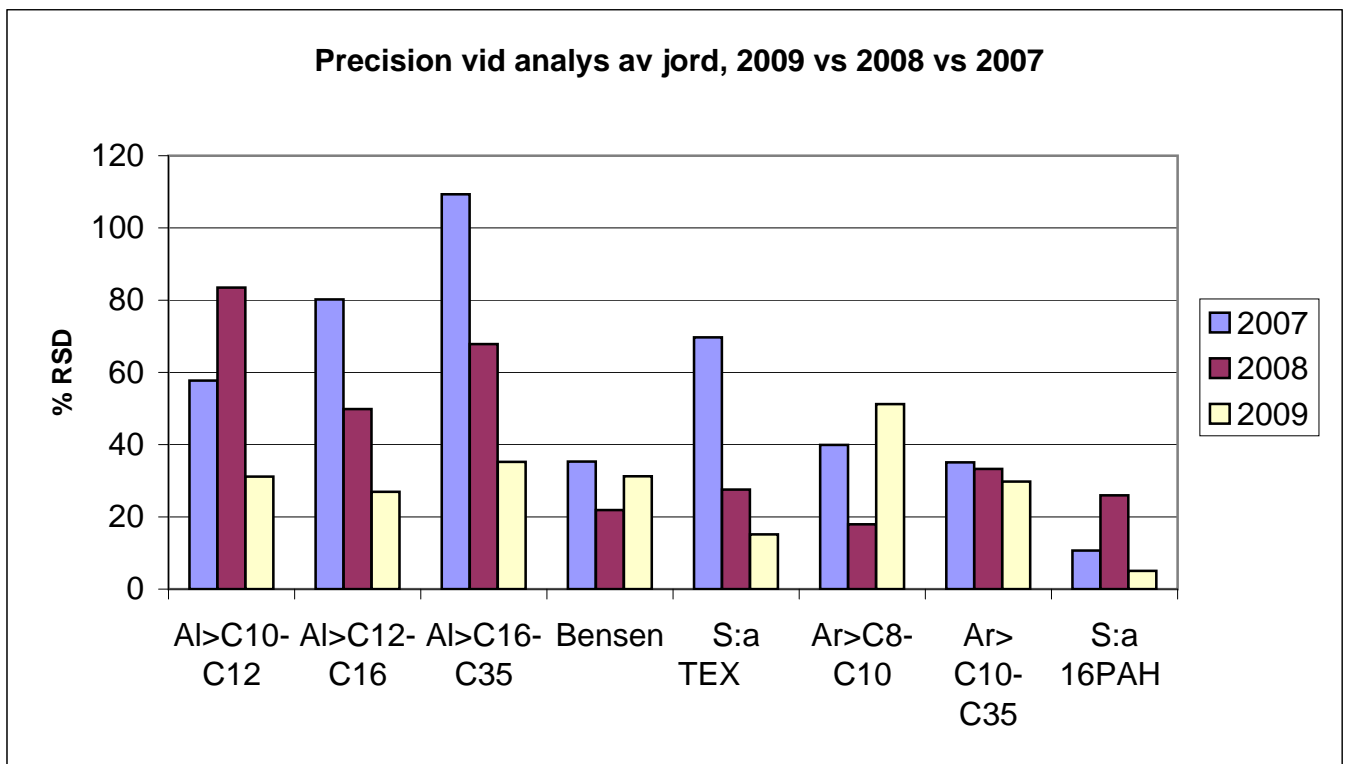
Figur 2. Kombinerad objekt- och variabelplot jordprov
(exkl. Alifater>C5-C8, Alifater>C8-C10 och individuella PAH)
Figuren visar i vilka riktningar de olika variablerna spänner ut planet.

Exempel på tolkning: Lab 4 rapporterade högre relativa halter av PAH-H, toluen, xylener och etylbensen än övriga lab, och Lab 1 rapporterade högre relativa halter av alifater.

2009

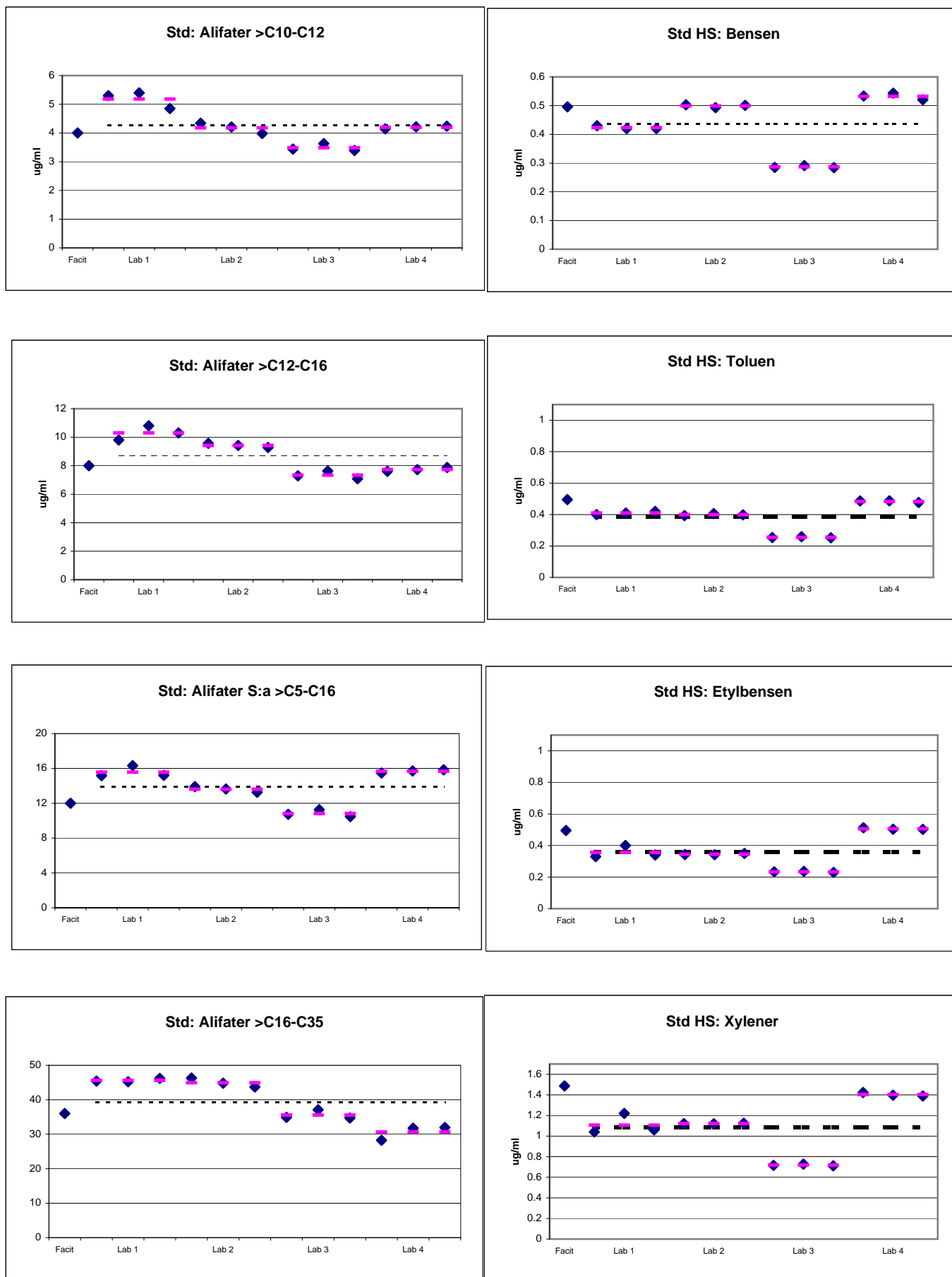


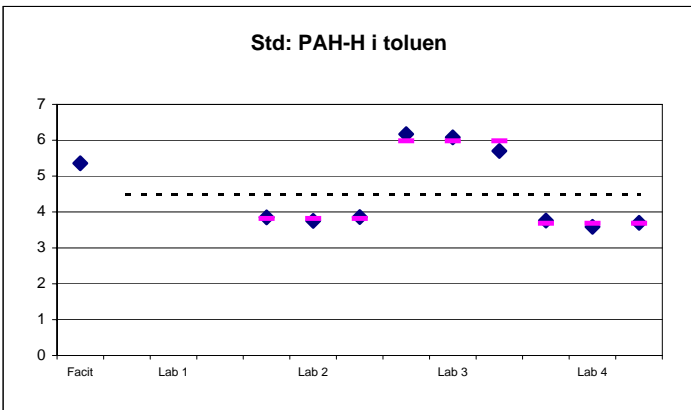
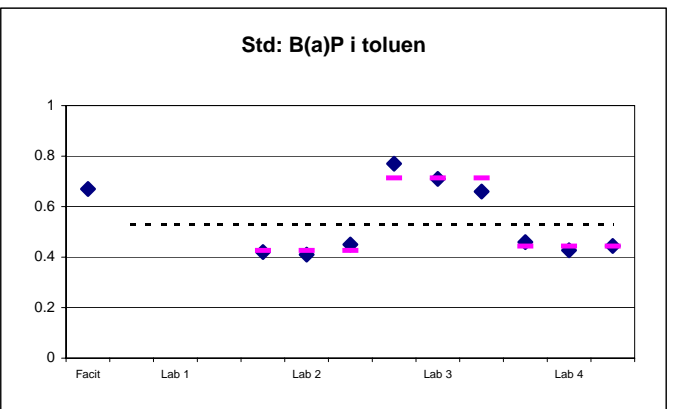
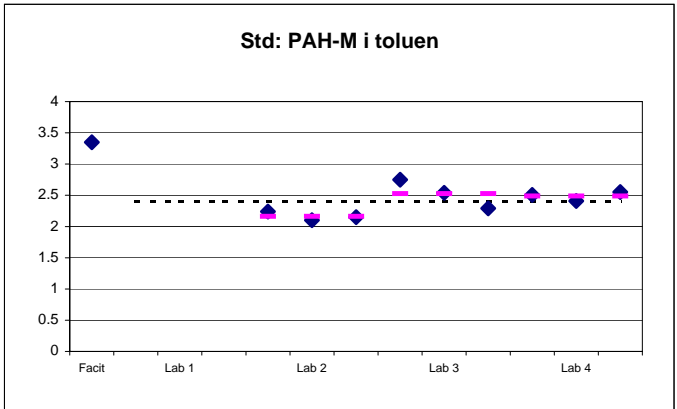
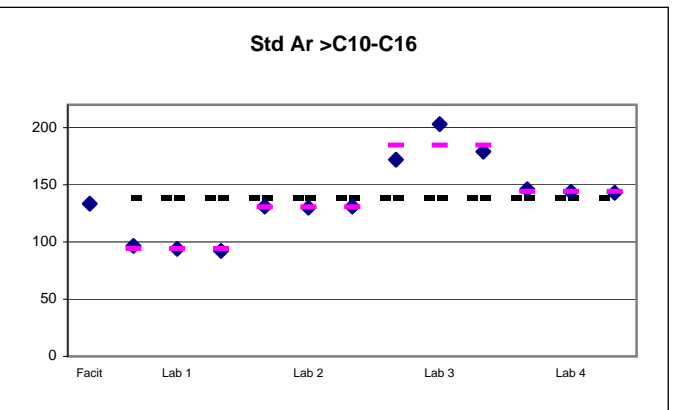
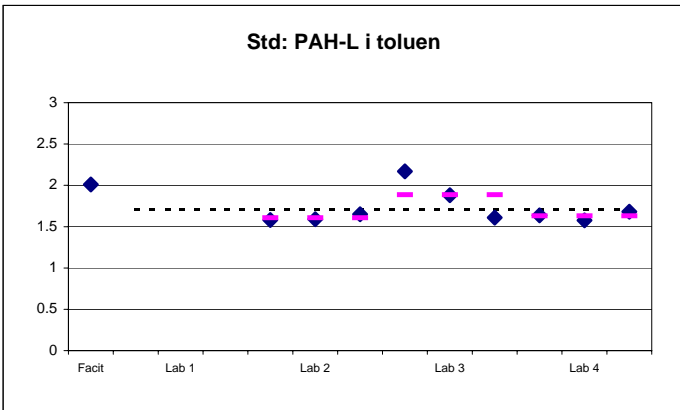
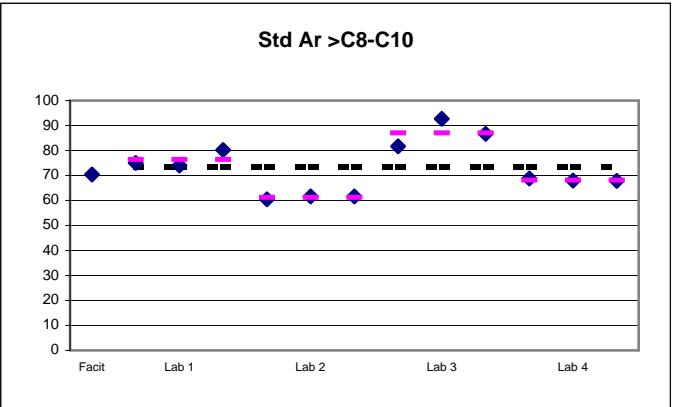
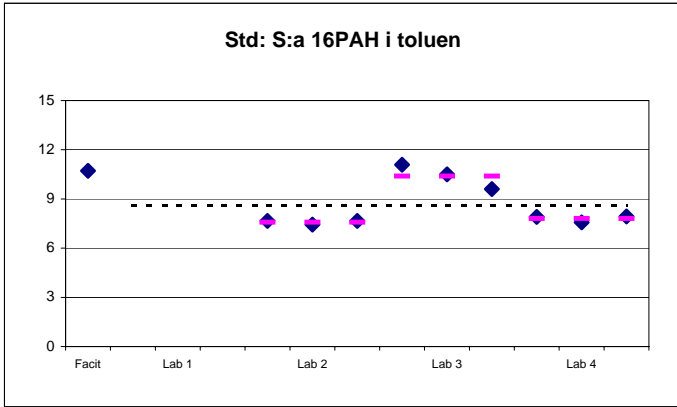
Figur 3. Jordprov; jämförelse mellan noggrannheten år 2007, 2008 respektive 2009
Totala Medelvärdet / Facit



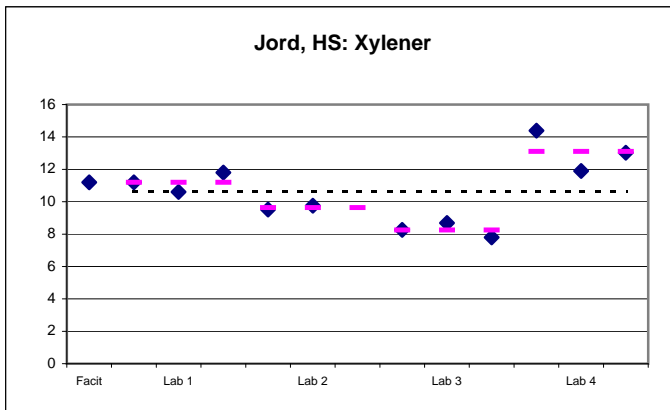
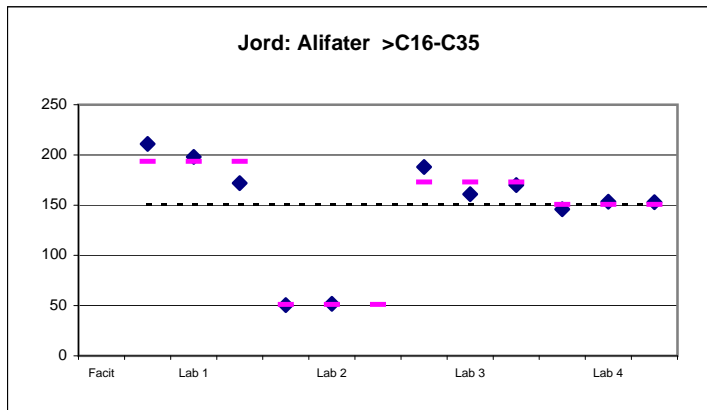
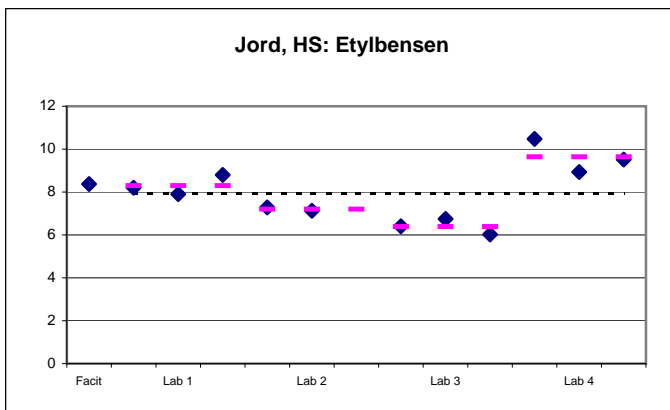
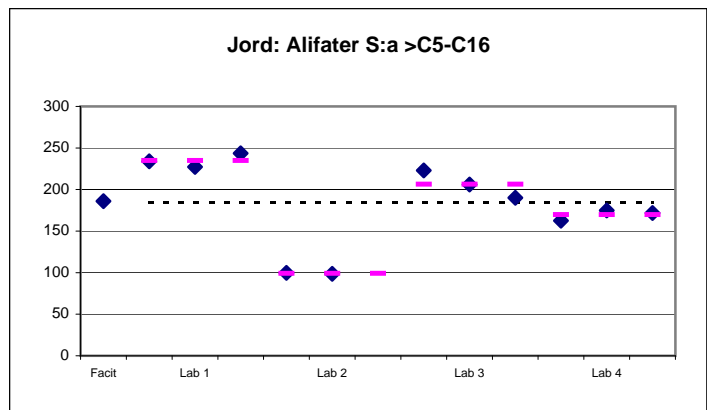
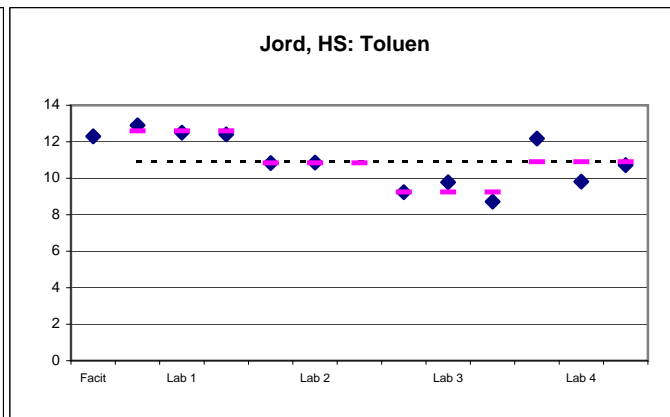
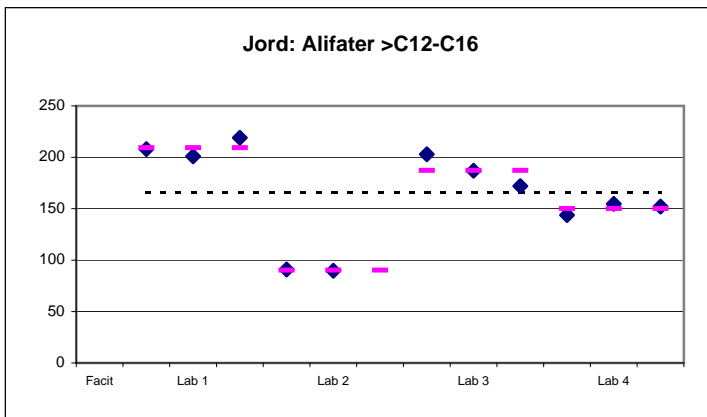
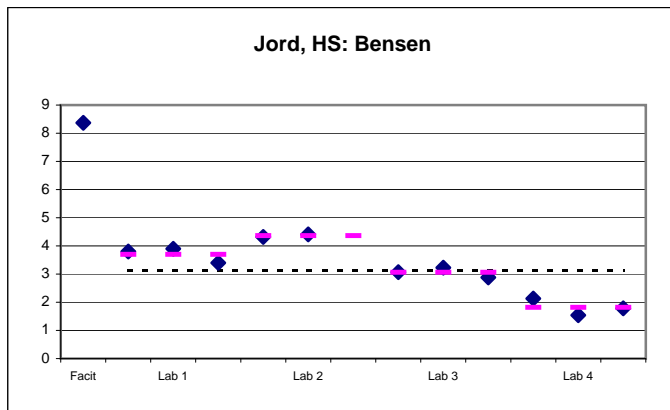
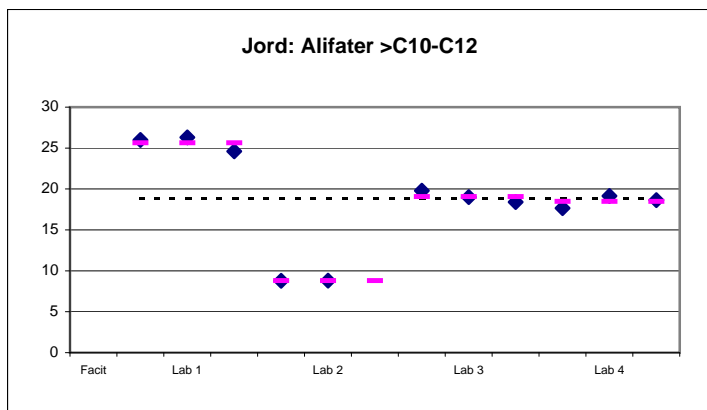
Figur 4. Jordprov; jämförelse mellan totala precisionen år 2007, 2008 respektive 2009

2009

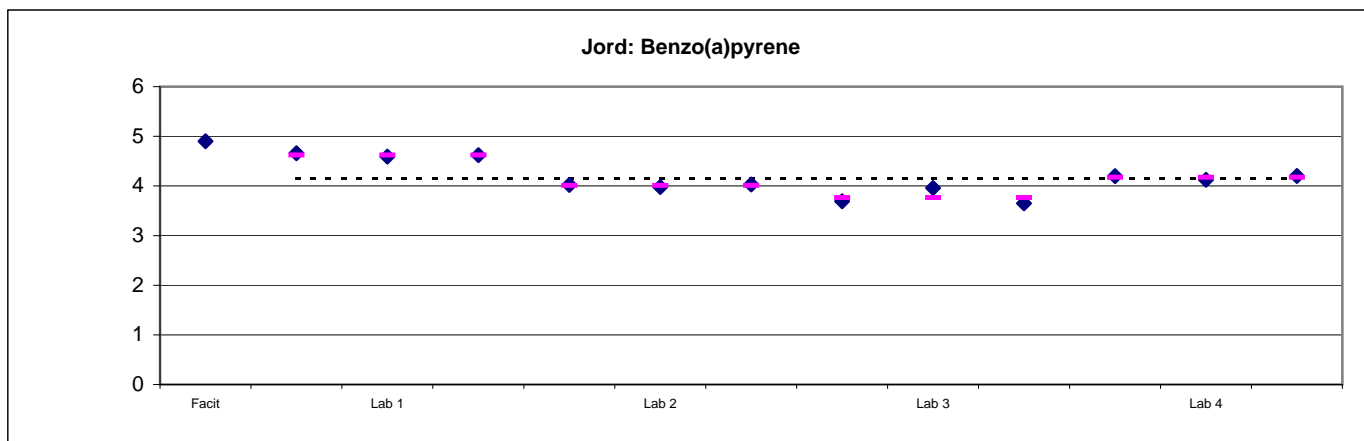
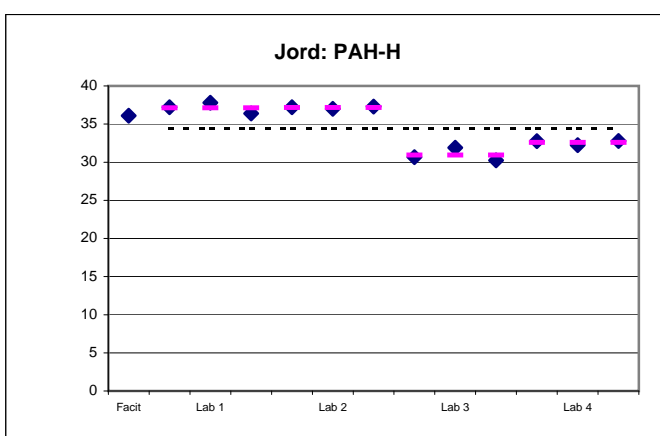
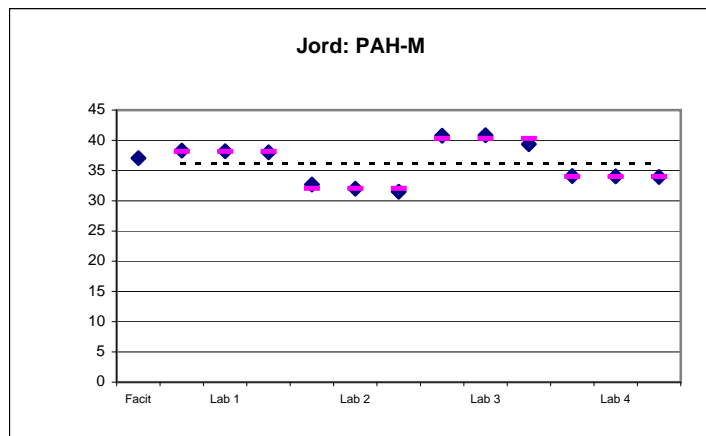
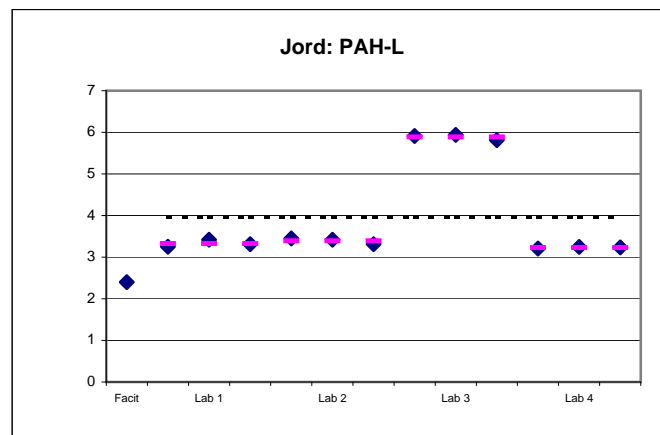
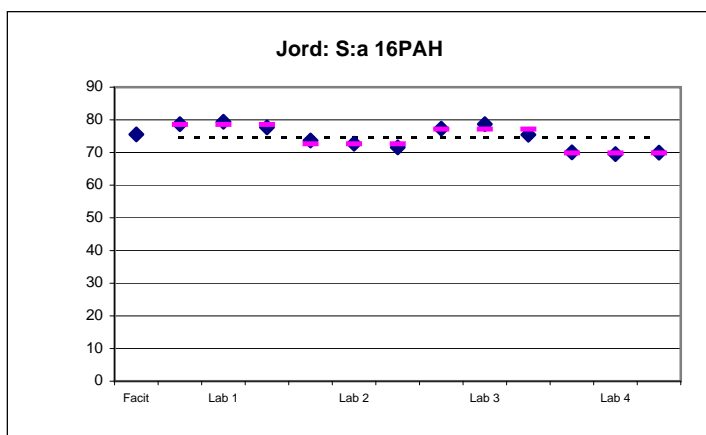
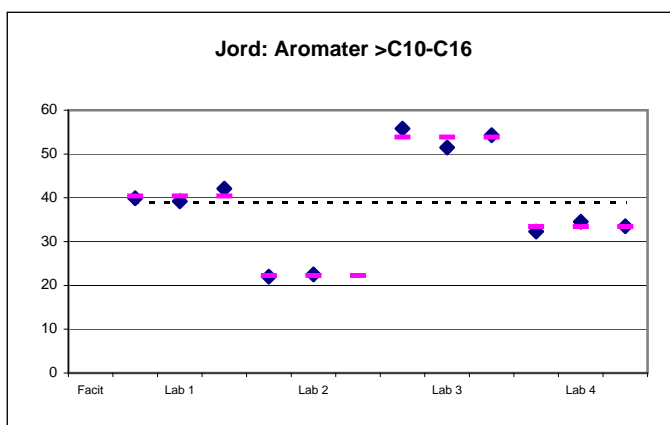
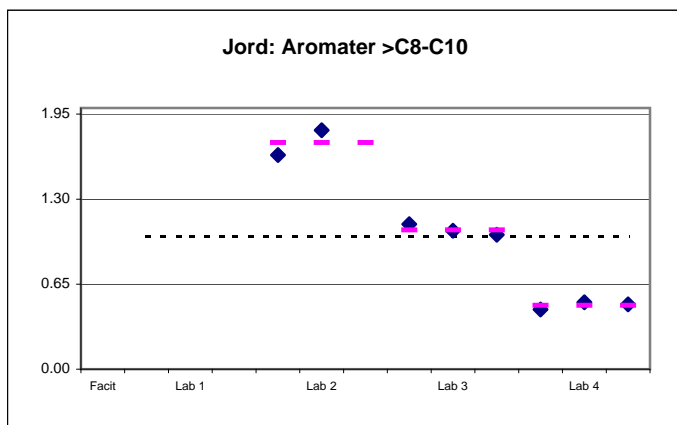
Figur 5-12. Resultat Standardlösningar, $\mu\text{g/ml}$



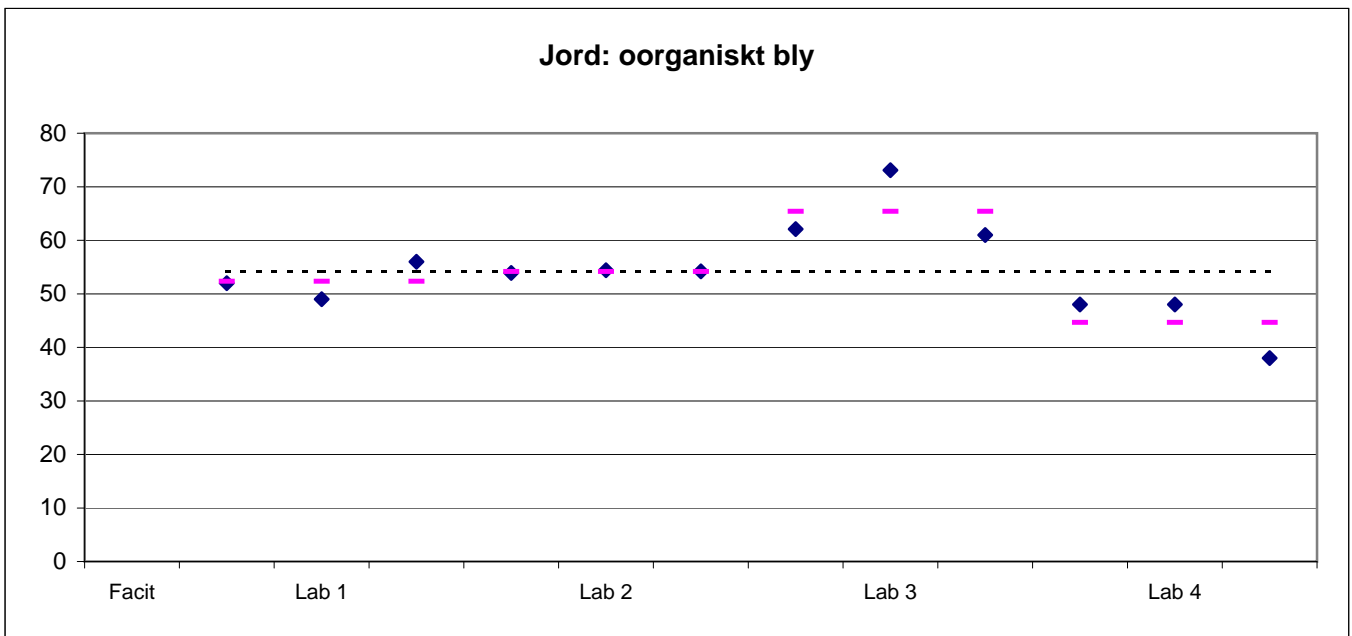
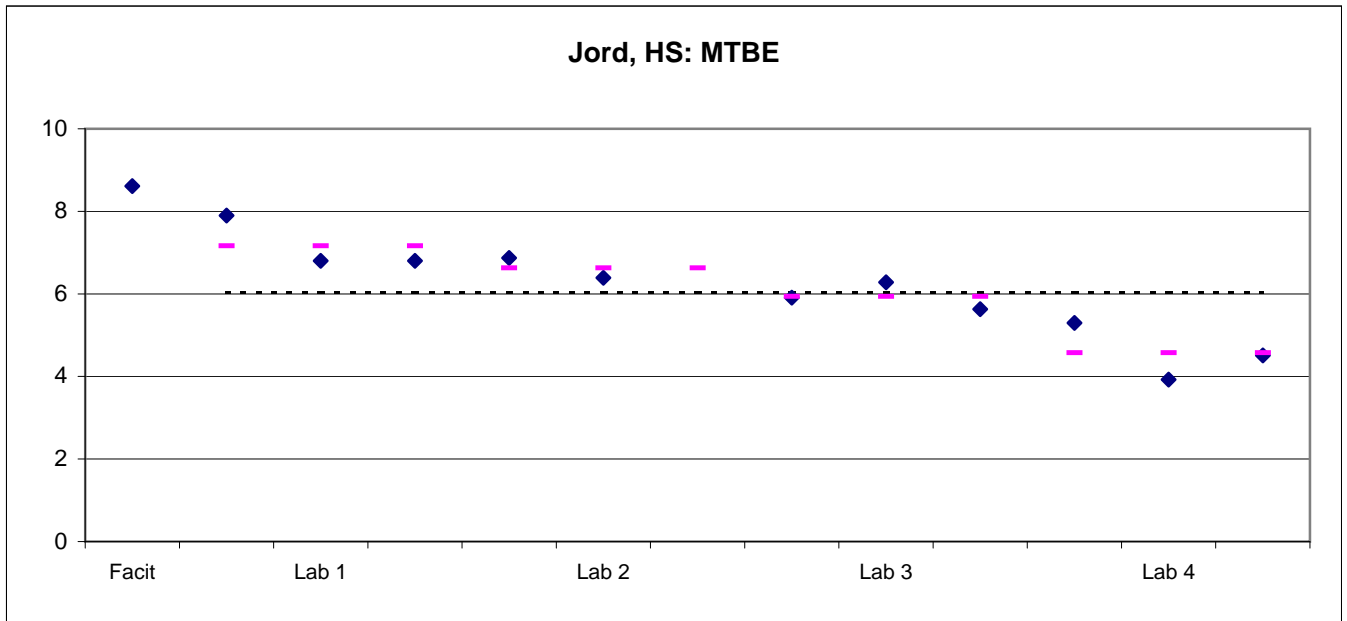
Figur 13-19. Resultat Standardlösningar, ug/ml



Figur 20-27. Resultat Jordprov kolväten, mg/kg



Figur 28-34. Resultat Jordprov kolväten, mg/kg



Figur 35-36. Resultat Jordprov, MTBE och oorganiskt bly, mg/kg