

Lars Andersson

Andningsmönstrets betydelse vid alkoholutandningsprov

Abstract

The influence of the breath pattern on breath-alcohol analyses

Curves depicting concentration-time profiles of breath-alcohol normally exhibit an increase of the ethanol concentration throughout the exhalation period. Evidential breath-alcohol instruments, used e.g. in the enforcement of drunk driving laws, hence must be capable of deriving results for the breath-alcohol concentration that are not significantly affected by this continuous change in ethanol concentration.

The investigation reported here pertains to the type of instrument used as evidential breath-alcohol analyser by the Swedish police, Intoxilyzer 5000 S. The study consists of a laboratory test involving 18 individuals and a scrutiny of field data from 28 000 breath-alcohol tests in the period 91-07 through 92-12.

In the laboratory experiment the influence from slight hyper, as well as hypo ventilation was investigated. These are breath patterns that may occur in real tests without the officer in charge rejecting the test, or even noticing the occurrence. In addition, the resulting breath-alcohol curves have been studied where the subjects were asked for maximum inhalation followed by maximum exhalation through the instrument.

For the field data from the period 91-07 through 92-12 the relation was evaluated between the duration of the exhalation period and the ethanol concentration attained for duplicate tests. Furthermore, for field data from 89-11 through 90-02 a comparison has been made of the ratio between blood- and breath-alcohol concentrations.

The results show that the evidential instruments used in Sweden since the autumn of 1989 have been adjusted in such a way regarding minimum allowable volume and shortest expiration time that the influence from various breath patterns has been well within acceptable limits. For persons with an extremely large vital capacity (expiration volume) it is, however, possible that the presently used evidential analysers tend to yield low results.

Key words: breath alcohol, Intoxilyzer 5000 S, breath pattern, hypo ventilation, hyper ventilation.

SP
SP Rapport 1993:25
ISBN 91-7848-410-3
ISSN 0284-5172
Borås 1993

**Swedish National Testing and
Research Institute**
SP Report 1993:25

Postal address:
Box 857, S-501 15 BORÅS
Sweden
Telephone + 46 33 16 50 00
Telex 36252 Testing S
Telefax + 46 33 13 55 02

Innehållsförteckning

Abstract

Innehållsförteckning

Sammanfattning

- 1 Inledning**
- 2 Instrumentets inverkan på mätresultatet**
 - 2.1 Inverkan från instrumentets fysiska konstruktion
 - 2.2 Inverkan från instrumentets elektronik
- 3 Utandningskurvor från laboratorieförsök**
 - 3.1 Normalförsöket
 - 3.2 Mätutrustning för registrering av utandningskurvan
 - 3.3 Vitalkapaciteten
 - 3.4 Lätt hypo- och hyperventilering
 - 3.5 Maximal inandning/utandning
 - 3.6 Bearbetning av mätdata
- 4 Resultat**
 - 4.1 Hypoventilering, hyperventilering
 - 4.2 Maximal inandning och utandning
- 5 Fältdata**
 - 5.1 Inverkan från tidsskillnader delprov 1 och delprov 2
 - 5.2 Ålderns betydelse
 - 5.3 Jämförelse blodprov/luftprov
- 6 Diskussion**
 - 6.1 Slutsatser av gjorda undersökningar
 - 6.2 Förslag till fortsatta försök
- Bilaga 1 Figurer 1-19**
- Bilaga 2 Tabeller 1 - 9**

Sammanfattning

När det finns alkohol i en människas utandningsluft uppvisar alkoholhalten som funktion av utandningstiden normalt ett stigande förlopp under hela utandningen. Därför är det viktigt att de instrument som används för alkoholutandningsprov vid t ex trafiknykterhetskontroller är i alla avseenden så konstruerade att inverkan på mätresultatet från den varierande alkoholhalten under utandningen minimeras.

Den undersökning som redovisas här gäller de bevisinstrument som används av den svenska polisen och omfattar laboratorieförsök med 18 personer, samt studier av fältdata från ca 28 000 luftprov under perioden 91-07 till 92-12.

Vid laboratorieförsöket studerades inverkan från lätt hyperventilering och lätt hypoventilering, dvs andningsformer som kan antas förekomma vid verkliga prov utan att provtagaren underkänner, eller kanske alls observerar dem.

Dessutom undersöktes utandningskurvan vid uppmaning om maximal inandning med påföljande maximal utandning i instrumentet.

I fältdata från perioden 91-07 till 92-12 har sambandet mellan utandningsprovets längd och uppnådd alkoholhalt studerats, och i fältdata från perioden 89-11 till 90-02 har jämförelser gjorts mellan uppmätta halter alkohol i blodet och i utandningsluften.

Samtliga resultat visar att de bevisinstrument som används i Sverige fr o m hösten 1989 har varit så justerade vad gäller minsta tillåtna luftflöde och kortaste utandningstid att inverkan från olika andningsmönster vid alkoholutandningsprov har väl hållit sig inom acceptabla gränser.

För personer med extremt stor vitalkapacitet (utandningsvolym) kan det tänkas att nuvarande instrument ger något för låga resultat.

1 Inledning

Den vanligaste formen av alkoholutandningsprov är sållningsprovet, vilket skall ange om alkoholhalten ligger över minsta tillåtna nivå. Alkoholutandningsprov kan även kallas luftalkoholprov när det framgår av sammanhanget att med luft avses utandningsluft. Luftalkoholprov som sållningsprov har funnits under lång tid tillbaka. Från och med 1 juli 1989 gäller dessutom att resultat från luftalkoholprov får användas som bevismedel på samma sätt som resultat från blodalkoholprov. Om sållningsprovet indikerar över minsta tillåtna nivå är det därför numera vanligt att nästa steg blir luftalkoholprov i ett bevisinstrument, vilket mäter alkoholhalten med högre noggrannhet, och under mer kontrollerade betingelser.

Att mäta alkoholhalten i utandningsluften är emellertid inte alldeles problemfritt. Den kanske främsta svårigheten är att alkoholhalten i normala fall stiger under hela utandningen, vilket ger frågan: på vilken del av utandningsluften skall alkoholhalten mätas, för att få resultat som bäst avspeglar alkoholhalten i blodet?

Att använda alkoholhalten i utandningsluften som ett mått på graden av påverkan har ändå i flera länder bedömts som praktiskt möjligt därför att halten alkohol i den djupa lungluften står i ett bestämt förhållande till halten alkohol i blodet. Om man dividerar blodalkoholhalten med luftalkoholhalten erhålles den s/k blod/luft-kvoten. Som ett allmänt accepterat medelvärde på denna kvot används talet 2100, vilket innebär att i lika volymer av blod och djup lungluft är mängden alkohol i blodet 2100 gånger större än mängden alkohol i den djupa lungluften.

I Sverige mäts blodalkoholhalten i mg etylalkohol per mL blod och räknas om till mg per g, d v s promille vikt/vikt. Eftersom blodets densitet är ca 1,055 g/mL blir en promille vikt/vikt 1,055 ggr lägre än en promille vikt/volym. Om man därför använder resultat från svenska mätningar bör riktvärdet för blod/luft-kvoten vara ca 2000.

Fältdata erhållna med de tilltänkta bevisinstrumenten under olika försöksperioder före hösten 1989 gav medelvärden på blod/luft-kvoten som indikerade att luftresultaten var oacceptabelt låga. Under hösten 1989 modifierades därför bevisinstrumenten vad gäller minsta tillåtna luftflöde och kortaste utandningstid i avsikt att höja gränsen för minsta utandade volym. Dessa modifieringar resulterade i blod/luft-kvoter som visade att luftresultaten nått acceptabel nivå. Den genomsnittliga höjningen var ca 10 %. Men trots att medelvärdet förbättrades gällde fortfarande att spridningen i blod/luft-kvoterna från ett stort antal personer är större än vad som rimligen kan förklaras av skillnader i blodets sammansättning och skillnader i kroppstemperatur.

Mot denna bakgrund bedömdes det som värdefullt att studera utandningskurvan närmare vad gäller alkoholprofilen under utandningsförloppet.

Med utandningskurvan avses i denna undersökning halten alkohol i utandningsluften just när den lämnar munnen vid en given utandningstid (s), eller vid en given utandad volym. Volymen kan anges i liter (L) eller i procent av den totalt utandade slutvolymen. I Sverige mäts halten alkohol i utandningsluften i milligram etylalkohol per liter luft vid rådande lufttryck, och temperaturen i utandningsluften antas vara 34,0 °C.

2 Instrumentets inverkan på mätresultatet

Intoxilyzer 5000 S, den svenska polisens bevisinstrument, mäter förekomsten av etanol m h a IR-absorption vid våglängderna 3,80 μm , 3,48 μm och 3,39 μm . Denna teknik påverkar i sig inte utandningskurvan. Däremot påverkas den uppmätta alkoholhalten av instrumentets fysiska och elektroniska konstruktion. Som uppmätt alkoholhalt anges medelvärde av det högsta uppmätta värdet under utandningen och ett värde, som mäts ca 2,4 s efter avslutad utandning. I de flesta fall är det högsta värdet även lika med det sista värdet under utandningen.

2.1 Inverkan från instrumentets fysiska konstruktion

Den utandade luften passerar i tur och ordning salivfälla (engångstyp), uppvärmd inblåsningsslang, inre uppvärmd slang, växlingsventil, mätkammare och backventil.

Det i konstruktionen som främst påverkar koncentrationen etanol i mätkammaren, och därmed den uppmätta alkoholprofilen är den inre volymen hos slangar och mätkammare, och hur väl dessa rensas vid genomspolningen av provluften.

Någon direkt mätning av systemets rensningstid har inte gjorts därför att elektroniken är så långsam att den maskerar det man vill mäta. Sannolikt är dock inverkan från instrumentets fysiska tidskonstant inte större än acceptabelt.

2.2 Inverkan från instrumentets elektronik

Det som främst orsakar att den uppmätta utandningskurvan skiljer sig från den faktiska är att signalbehandlingen är långsam med moderna mått mätt. Den elektroniska tidskonstanten är ca 1 s.

Figur 1 visar en tänkt idealiserad utandningskurva och hur ett instrument med tidskonstanten 1 s uppfattar den. Denna tänkta kurva bör stämma ganska väl med verkligt förekommande utandningskurvor, eftersom den ger ett instrumentsvar som liknar uppmätta kurvor från försökspersoner. Efter ca 6 s har instrumentet nått så nära den lutande linjen som det förmår, vilket i detta fall innebär 2 % lägre än den tänkta kurvans värde.

Figur 2 visar samma sak som figur 1 men med en annan lutning på den tänkta utandningskurvan. Efter ca 6 s ligger instrumentet 4 % under den tänkta kurvan.

Det finns skäl för antagandet att de flesta verkliga utandningskurvorna ligger någonstans i området mellan de tänkta kurvorna i figur 1 och figur 2.

Vid kalibreringen av instrumentet och vid den externa kalibreringskontrollen används en sk våtgassimulator. Alkoholkoncentrationen i den luft som cirkulerar genom mätkammare och simulator är nominellt 0,50 mg etanol per liter luft.

Figur 3 visar instrumentets respons vid kalibrering med simulator. Efter ca 6 s har instrumentet nått det verkliga värdet. Eftersom det är svårt att åstadkomma en noggrann kalibreringskurva med stigande alkoholhalt använder man en simulator vilken omedelbart ger högsta koncentration enligt figur 3. Detta innebär att instrumentet visar "rätt värde" vid prov med simulator, men sannolikt 2 % till 5 % för lågt vid verkliga utandningsprov.

Anledningen till att simulatorkurvan går över 100 % i början av ett simulatorprov är att den gas som finns över vätskeytan vid starten av försöket komprimeras ca 4 %. Detta medför en temporär höjning av etanolhalten innan den nya jämvikten hunnit etablera sig. Fenomenet kan utgöra ett problem vid kalibrering av moderna instrument med mycket kort tidskonstant. Det problem som uppstår är att instrumentet anger "munalkohol" och underkänner provet därför att etanolhalten uppvisar ett maximum i början av försöket.

3 Utandningskurvor från laborieförsök

Den 20 och 21 april 1990 utfördes vid SP i Borås under ledning av professor Leonard Goldberg ett alkoholförsök med 18 försökspersoner där den primära avsikten var att studera förhållandet mellan alkoholhalten i utandningsluft och i blod vid låga halter alkohol, ett s k lågpromilleförsök. I samband med detta försök studerades även utandningskurvan under olika betingelser.

3.1 Normalförsöket

Vid det ordinarie försöket deltog nio personer första dagen och nio den andra dagen. Varje person försågs med "besöksbricka", vilken märktes med en kod bestående av två bokstäver. De nio personerna delades in i tre grupper, vilka genomförde försöket med tio minuters tidsförskjutning mellan grupperna. Efter lätt frukost startade försöket för dagens grupp nr ett kl 9.00 med intagande av alkoholhaltig dryck under 30 min. Kl 10.00 togs första utandningsprovet och omedelbart därefter första blodprovet. Därefter togs luftprov och blodprov med ca 30 minuters mellanrum. Provtagningarna upphörde när luftproven angav att alkohol saknades i utandningsluften. Varje försöksperson lämnade luftprov omväxlande vid tre olika stationer.

Resultaten från det ordinarie försöket används i denna undersökning som ett jämförelsematerial, och benämns som resultaten från "normalförsöket", eftersom provtagningen sköttes av vana provtagare från polisen, och instruktionerna vid utandningsproven var de vanliga, vilka går ut på att undvika inverkan från hyper- och hypoventilation.

Bearbetning av resultaten från det ordinarie försöket, lågpromilleförsöket, har gjorts av professor Leonard Goldberg, och finns redovisad i RPS RAPPORT 1991:2 Pb I.

3.2 Mätutrustning för registrering av utandningskurvan

Mätutrustningen utgjordes av en AT-dator kopplad via RS-232 porten till en datalogger (Black Star). Två av dataloggerens analoga mätkanaler användes, en för mätning av alkoholsignalen, och en för mätning av trycket under utandningen.

Alkoholsignalen mättes över R127 på det s k 3-kanalkortet. Trycket mättes som differens till rummets lufttryck. Mellan engångsmunstycket och inblåsningsslangen placerades ett T-rör med slang till en tryckgivare, Fujikura FMP 05 PG, vilken kalibrerats mot vattenpelare i området 0,0 kPa till 10,0 kPa. För att kunna registrera luftflödet kalibrerades tryckgivaren även mot kända flöden, vilka bestämdes med en gasur och kronometer.

Båda kanalerna loggades med intervallet 0,22 s, vilket mättes med Basic-funktionen "Timer". Programmet för mätningarna skrevs i Quick Basic 4.5.

3.3 Vitalkapaciteten

Med en persons vitalkapacitet avses den mängd luft som personen kan avge efter en maximal inandning. Varje deltagare i försöket fick sin vitalkapacitet bestämd m h a torrgasur. Detta är en enkel metod, men den ger dock mindre fel än $\pm 0,2$ L.

3.4 Lätt hypo- och hyperventilering

Den första försöksdagens grupp bestod av 5 män och 4 kvinnor, vilka lämnade luftprov, dels efter lätt hypoventilering, dels efter lätt hyperventilering.

Instruktionen vid lätt hypoventilering var: "Tag ett medeldjupt andetag och håll andan i 5 s, blås därefter omedelbart i instrumentet!" Tiden mättes av försöksledaren, som efter 5 s uppmanade till blåsning.

Instruktionen vid lätt hyperventilering var: "Tag ett djupt andetag och blås ut, tag därefter omedelbart ett nytt djupt andetag och blås omedelbart i instrumentet!"

Avsikten med detta försök var att skatta inverkan av lätt hypo- och hyperventilering, vilken man kan tänka sig att provtagaren (vid verkliga fältprov) inte observerar, eller inte finner anledning att reagera emot.

3.5 Maximal inandning/utandning

Den andra dagen deltog 4 män och 5 kvinnor, vilka lämnade ett luftprov vid varje provtillfälle, totalt från 4 till 6 provtillfällen per person.

Instruktionen denna dag var: "Tag ett djupt andetag och blås omedelbart i instrumentet så länge Du orkar!"

Avsikten med detta försök var att undersöka skillnaden mellan resultaten från de normala proven med resultaten från maximal utandning för att kunna bedöma om minsta blåstiden i dåvarande program i bevisinstrumenten var tillräckligt lång.

3.6 Bearbetning av mätdata

Figur 4 visar totalt utandade volymer i % av vitalkapaciteten avsatta mot utandningstiden för hyper/hypo-gruppen, och figur 5 visar samma sak för max-gruppen.

Man kan klart se att slutvolymen från max-gruppens medlemmar ligger genomsnittligt närmare vitalkapaciteten, och att utandningen pågått under längre tid.

För att reducera mängden data och göra studiet av utandningskurvan enklare anpassades konstanterna k_1 t o m k_4 i uttrycket

$$\text{BrAC}(V) = (1 - e^{-(V_0 - V)/k_1})^{k_2} + (1 - e^{-(V_0 - V)/k_3})^{k_4}$$

så att uttrycket avbildade mätdata med god noggrannhet.

Figur 6 visar hur summan av de båda exponentialfunktionerna A och B ger $BrAC(V)$.

$$A = (1 - e^{-(V_0 - V)/k_1})^{k_2} \quad B = (1 - e^{-(V_0 - V)/k_3})^{k_4}$$

$BrAC(V)$ står för etanolkoncentrationen i procent av nivån vid kurvans högsta punkt i slutet av utandningen, och $BrAC(V)$ avbildas mot utandad volym. V står för utandad volym i procent av den totalt utandade volymen. V_0 är instrumentets "dödvolum", dvs den volym man måste blåsa innan instrumentet reagerar. Uttrycket bör inte användas för $V < 10\%$, och gäller givetvis inte för $V < V_0$.

Samma procedur användes för att bestämma etanolkoncentrationen som funktion av använd blåstid, vilket kan ge något annorlunda värden på konstanterna eftersom utandad volym inte behöver vara helt proportionell mot använd blåstid, beroende på att utandningens tryck (och därmed flödet) kan variera.

Bestämningen av konstanterna gjordes genom grafisk prövning i ett kalkylprogram.

Tabellerna 1 t o m 3 visar konstanterna anpassade till $BrAC$ som funktion av utandad volym, och tabellerna 4 t o m 6 visar konstanterna där utandningstiden varit parameter. Tabellerna 7 t o m 9 visar uppmätta etanolhalter i luft och blod, samt utandningstider och volymer.

4 Resultat

Resultaten redovisas huvudsakligen grafiskt i bilaga 1, och i tabellform i bilaga 2. Förtydligande av tabellernas kolumnrubriker finns på sidan före tabellerna.

4.1 Hypoventilering, hyperventilering

Figur 7 visar kurvorna från samtliga 9 försökspersoner i denna grupp. Y-axeln i varje delbild är graderad från 60 % till 120 %. Y-värdet 100 % utgör det interpolerade värdet från ett normalt utandningsprov före kurvprovet och ett normalt utandningsprov efter kurvprovet. Dessa normala prov togs vid två av de tre försöksstationerna i det ordinarie försöket, vilka sköttes av vana provtagare från polisen. X-axeln är graderad från 0 % till 100 % utandad volym, där 100 % alltså utgör den totalt utandade volymen under provet.

Figur 8 visar kurvorna med störst och minst lutning i gruppen av hypo-kurvor resp hyperkurvor.

Figur 9 slutligen visar att den maximala skillnaden mellan de två andningstyperna var mindre än 20 % i detta försök.

4.2 Maximal inandning och utandning

Figur 10 visar kurvorna med största och minsta lutning i max-gruppen. Intressant är att kurvorna från män och kvinnor inte uppvisar någon nämnvärd skillnad. Dessutom kan konstateras att kurvorna från denna grupp ligger närmast hyperkurvorna i figur 8.

Som antydde i inledningen motiverades denna undersökning av misstanken att olika personer avgav väsentligt olika djup lungluft vid ett luftalkoholprov.

Vid max-gruppens försök avgav merparten av försökspersonerna nära nog maximalt djup lungluft. Trots detta visar figur 11 att förhållandet mellan blodalkoholhalten och luftalkoholhalten, den s k blod/luft-kvoten, varierade från ca 1700 till ca 2500. Antalet värdepar är 4 till 6 per försöksperson. Blodalkoholhalterna har beräknats genom interpolation från blodalkoholresultat närmast före och närmast efter luftalkoholprovet.

Denna relativt stora variation i blod/luft-kvoter kan inte förklaras på annat sätt än att alkoholhalten i blodet från armbågsvenen inte tillräckligt väl avbildar alkoholhalten i utandningsluften, eller vice versa. En bidragande orsak till detta är den s k artäriovenösa differensen, dvs det faktum att venblodets koncentration av ett ämne som kroppen eliminerar alltid är något högre än artärblodets koncentration av ämnet. Om ämnet anrikas i kroppen (t ex alkohol som uppsugs från mag-tarmkanalen) är det istället artärblodets koncentration av ämnet som är den högsta. Eftersom luftalkoholprovet ger resultat som närmast speglar artärblodets koncentration av alkohol är det naturligt att luftresultaten når nollnivån före venblodsresultaten. En annan bidragande orsak är att de använda bevisinstrumenten ger resultat som vid låga nivåer är ca 0,02 mg/L för låga, beroende på en allt för enkel programvara, som ej kompenserar för fuktens inverkan på mätresultatet.

5 Fältdata

Vid tiden för lågpromilleförsöket saknade bevisinstrumenten möjlighet att mäta tiden för ett utandningsprov. Numera lagrar instrumenten tiden för varje delprov i form av antalet mätcykler under provet. Tiden för en mätcykel ligger i området 0,65 s till 0,70 s. Tiden bestäms av filterhjulets varvtal och varierar något mellan instrumenten.

Delprov med olika blåstider från samma person kan användas för att bedöma blåstidens betydelse för uppnådd etanolhalt.

5.1 Inverkan från tidsskillnader delprov 1 och delprov 2

Figur 12 visar den relativa skillnaden mellan resultaten från delprov 1 och delprov 2 som funktion av skillnaden i blåstid mellan delprov 1 och delprov 2. Beräkningarna visar medelvärdet för olika tidsskillnader. Materialet utgör ca 19 000 prov från perioden 91-07 till 92-12.

Av figuren framgår att vid lika långa blåstider ligger delprov 1 ca 1 % högre än delprov 2. Detta beror delvis på en viss minneseffekt i instrumentet, orsakad av ofullständig renspolning.

Lutningen hos linjen i figur 12 är ca 1 % per sekund, vilket är väsentligt lägre än lutningen för en genomsnittlig utandningskurva. Detta kan bara förklaras av att en längre utandningstid vanligen är kopplad till en djupare inandning före utandningsprovet, vilket är ganska naturligt. Den minsta och största lutningen noterad i laboratorieförsöket, se figur 8, var 0,7 % per s, respektive 3,0 % per s, beräknat på de sista 30 % av utandningstiden.

Figur 13 visar spridningen hos de ca 800 fall där tidsskillnaden mellan utandningstiderna för delproven varit större än 2 s.

Fältdata från 1992 visar att standardavvikelsen för skillnaden mellan resultaten från delproven är ca 9,0 % av medelvärdet, inom klassen 0,03 till 0,15 mg/L, beräknat på samtliga prov. Värdet sjunker med stigande halter, eftersom inverkan från instrumentets mätosäkerhet får mindre betydelse. I klassen över 0,80 mg/L är standardavvikelsen mellan resultaten från delproven ca 3,7 % av resultatens medelvärde.

5.2 Ålderns betydelse

Figur 14 visar hur utandningstiden fördelar sig över olika åldersgrupper. Av dem som blåst kortare tid än 7,3 s (så länge tonen ljuder) ökar andelen med åldern. Man kan också se att åldersfördelningen bland dem som blåst mer än 7,3 s är relativt jämn.

Figur 15 visar andelen ofullständiga prov i olika åldersgrupper. I gruppen 71 tom 80 år kan man märka en markant ökning av svårigheterna att lämna ett godkänt utandningsprov. Å andra sidan utgör denna grupp mindre än 0,7 % av samtliga.

5.3 Jämförelse blodprov/luftprov

När man jämför resultat från de två delproven med varann får man ett mått på spridningen inom i huvudsak samma typ av andningsmönster. Eftersom instrumenten inte registrerar utandad volym eller utandningsluftens temperatur och endast slutvärdet på utandningskurvan är det svårt att bestämma inverkan från olika andningsmönster när det gäller fältdata.

En viss vägledning kan dock erhållas genom att jämföra blodvärden och luftvärden från fältdata och lågpromilleförsöket.

Figurerna 16 t o m 19 visar luftvärdet plottat mot blodvärdet, och med linjen för blod/luft-kvoten 2000 inlagd som vägledning. Data kommer från hypo/hyper-gruppen, max-gruppen, och från det ordinarie försöket. I figur 19 visas fältdata från årsskiftet 89/90 omfattande fall från 7 instrument.

Som framgår av jämförelse mellan figur 18 och övriga 3 figurer är inverkan från olika sätt att andas inte större än vad som kan accepteras.

Till detta bör läggas att hypoventilering, dvs att någon håller andan före provet, sannolikt är en sällsynt förekomst. Det mest sannolika är olika grader av hyperventilering, vilket enligt denna undersökning inte ger upphov till några större skillnader i resultat med nuvarande inställning av bevisinstrumenten.

6 Diskussion

6.1 Slutsatser av gjorda undersökningar

Såväl resultaten från det kontrollerade försöket som från fältdata visar att olika andningsmönster vid alkoholutandningsprov med nuvarande bevisinstrument i praktiken påverkar resultatet med mindre än $\pm 10\%$. Endast personer med extremt stor vitalkapacitet (utandningsvolym) kan tänkas sänka sitt resultat med mer än 10% .

Det bör dock betonas att detta är giltigt endast om bevisinstrumenten är justerade vad gäller lägsta luftflöde och kortaste blåstid på det sätt som gällt fr o m hösten 1989.

Eftersom de använda instrumentens elektroniska tidskonstant är så hög som 1 s är det inte lämpligt att minska blåstiden, eftersom det skulle ge för låga resultat, även om detta kunde minska andelen ofullständiga prov. Att sänka tidskonstanten är möjligt, men inte lämpligt då detta medför ökad brusnivå, om inte instrumenten förses med kyld detektor. Troligen är de nu använda instrumenten för närvarande optimala vad gäller balansen mellan ofullständiga prov och tillräckligt stor avgiven provvolym.

Sist men inte minst bör det betonas att de utandningskurvor som redovisats från detta försök är starkt påverkade av mätinstrumentens tidskonstant, och att alkoholprofilen i en verklig utandningskurva sannolikt mer liknar de tänkta kurvorna i figur 1 eller 2.

6.2 Förslag till fortsatta försök

Visserligen kan inte så mycket mer göras till rimliga kostnader då det gäller de nuvarande bevisinstrumenten som används i Sverige, men i avsikt att öka kunskapen inför nästa instrumentköp, och därmed öka möjligheten att välja ett mera effektivt instrument, bör man undersöka sambandet mellan temperaturprofilen och alkoholprofilen i utandningskurvor.

Enligt flera forskare beror sänkningen av alkoholhalten vid hyperventilation inte på att alkoholfri luft blandar upp den alkoholrika luften, utan på att hyperventileringen sänker temperaturen i andningsvägarna, vilket ger en lägre temperatur i utandningsluften, vilket i sin tur förskjuter jämvikten mot lägre fukthalt och lägre alkoholhalt.

Detta borde kunna undersökas genom att låta försökspersoner andas luft av olika temperatur och fuktighet så att hyperventilering ändrar temperaturen i andningsvägarna olika mycket. Om en sådan undersökning ger belägg för att temperaturen är den största orsaken till ändrade alkoholhalter ökar kravet på att ett bevisinstrument bör mäta temperaturen i utandningsluften och använda uppmätta temperaturer på bästa sätt.

Till detta kommer att det finns en naturlig variation mellan människor när det gäller utandningsluftens temperatur, vilket möjligen också bidrar till spridningen i mätdata. Temperaturmätning av utandningsluften kan dels ge luftresultat som bättre avbildar alkoholhalten i blodet, och dels ge möjlighet till större intervall i avgivna luftvolym, och därmed ge möjlighet till mindre andel ofullständiga prov, vid samma mätsäkerhet.

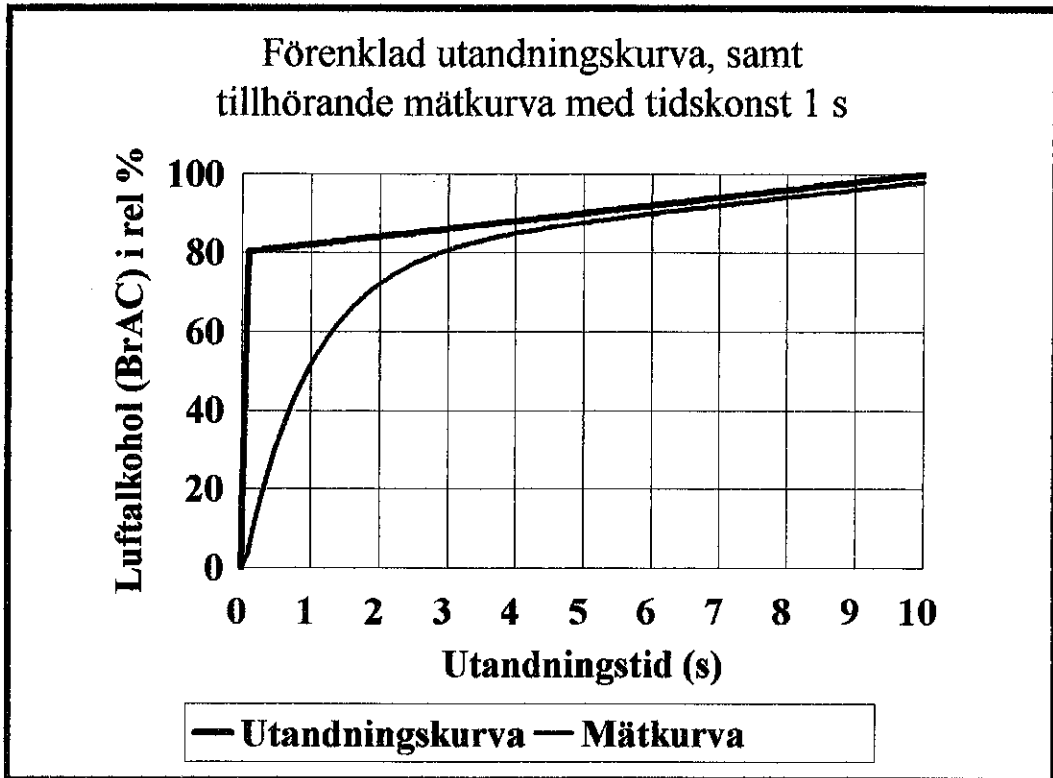


Fig 1

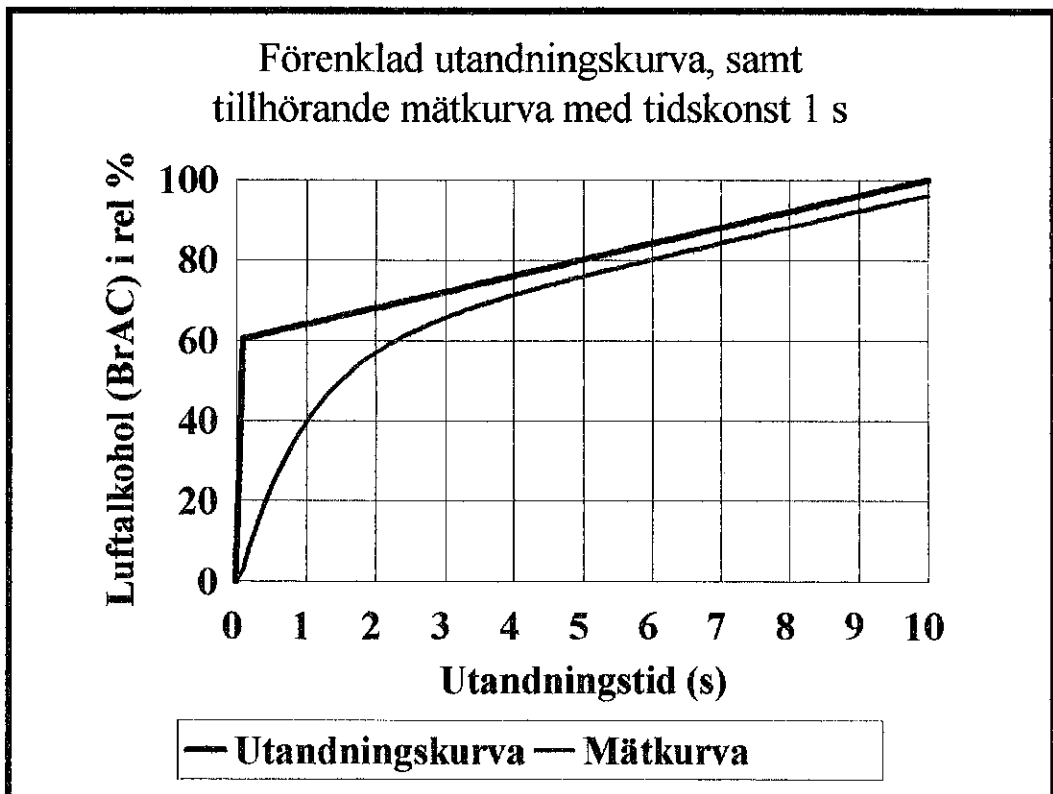


Fig 2

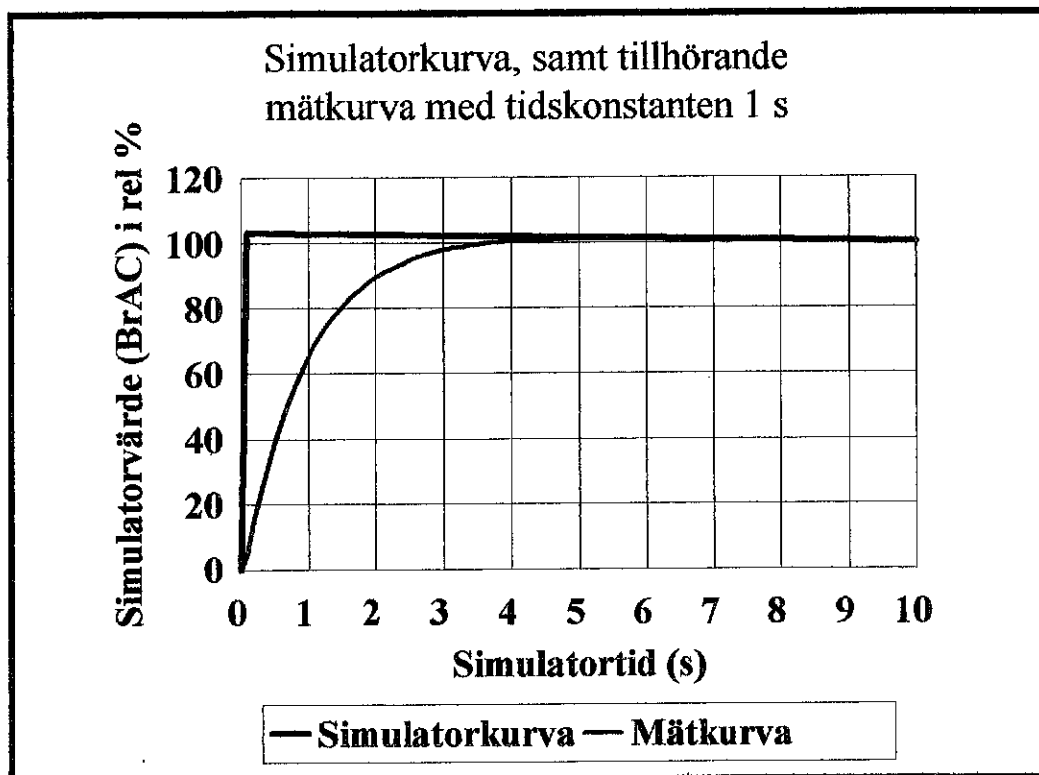


Fig 3

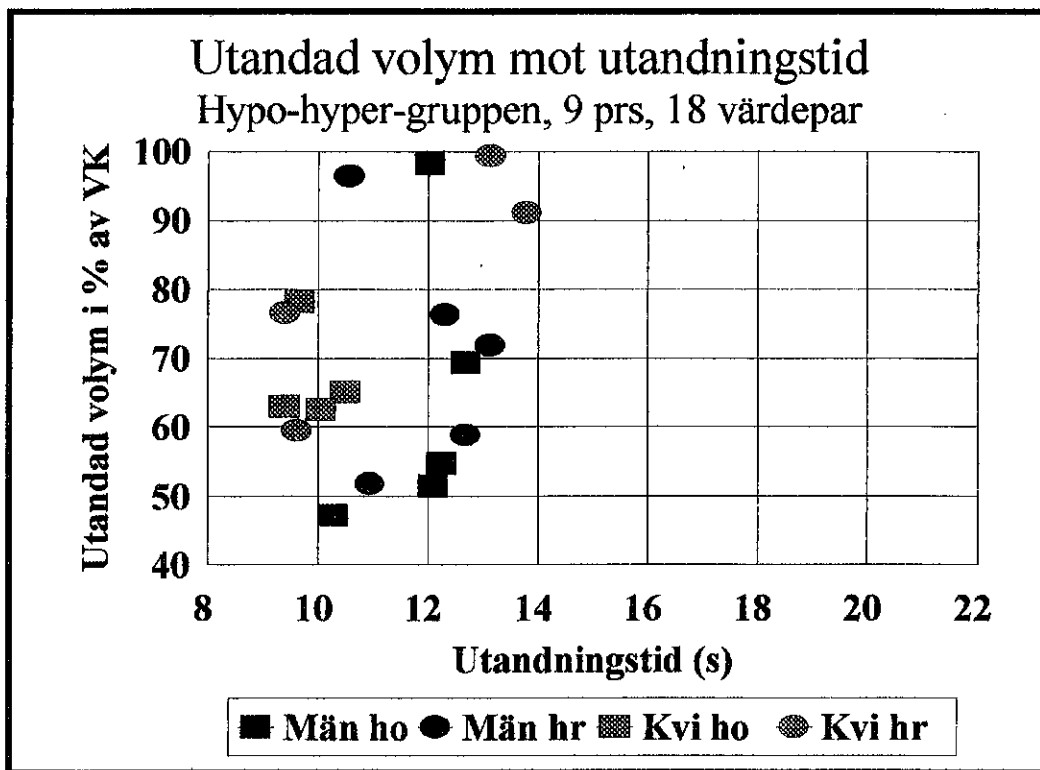


Fig 4

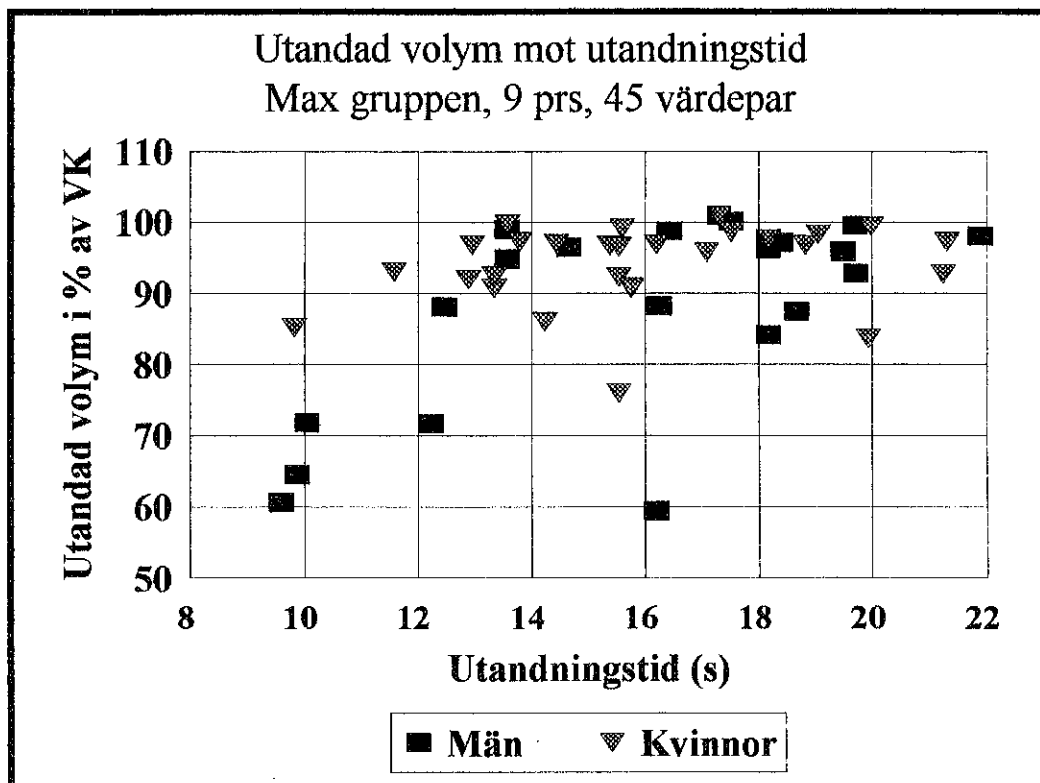


Fig 5

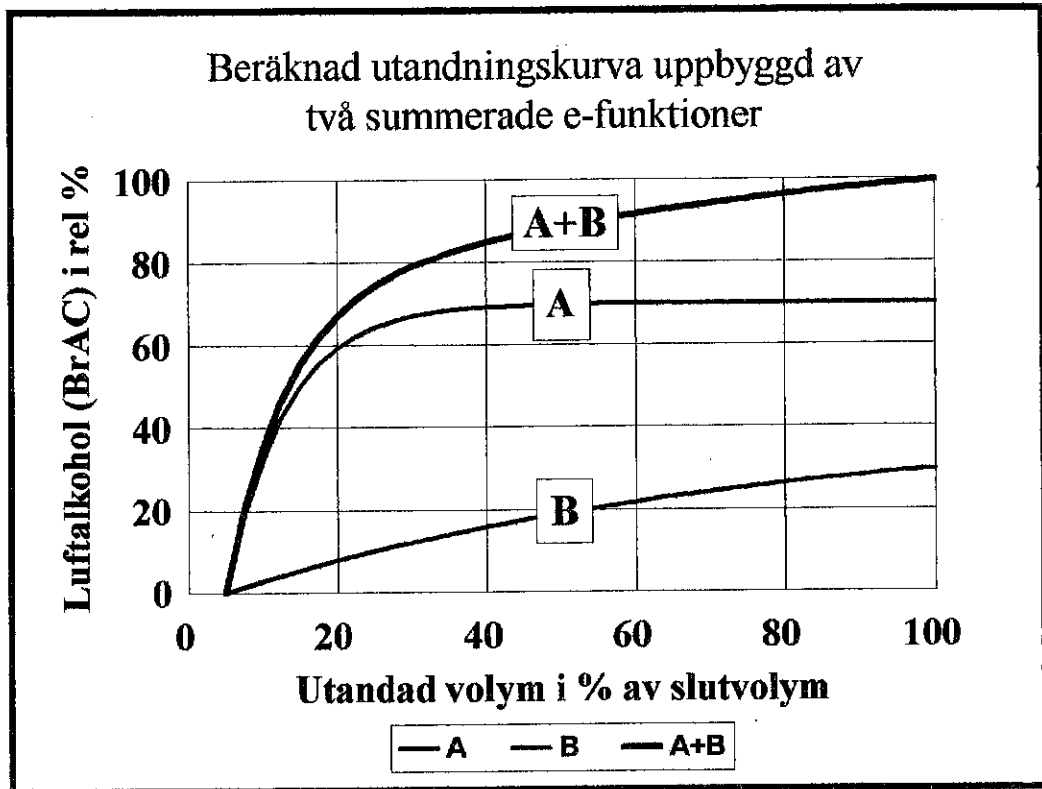


Fig 6

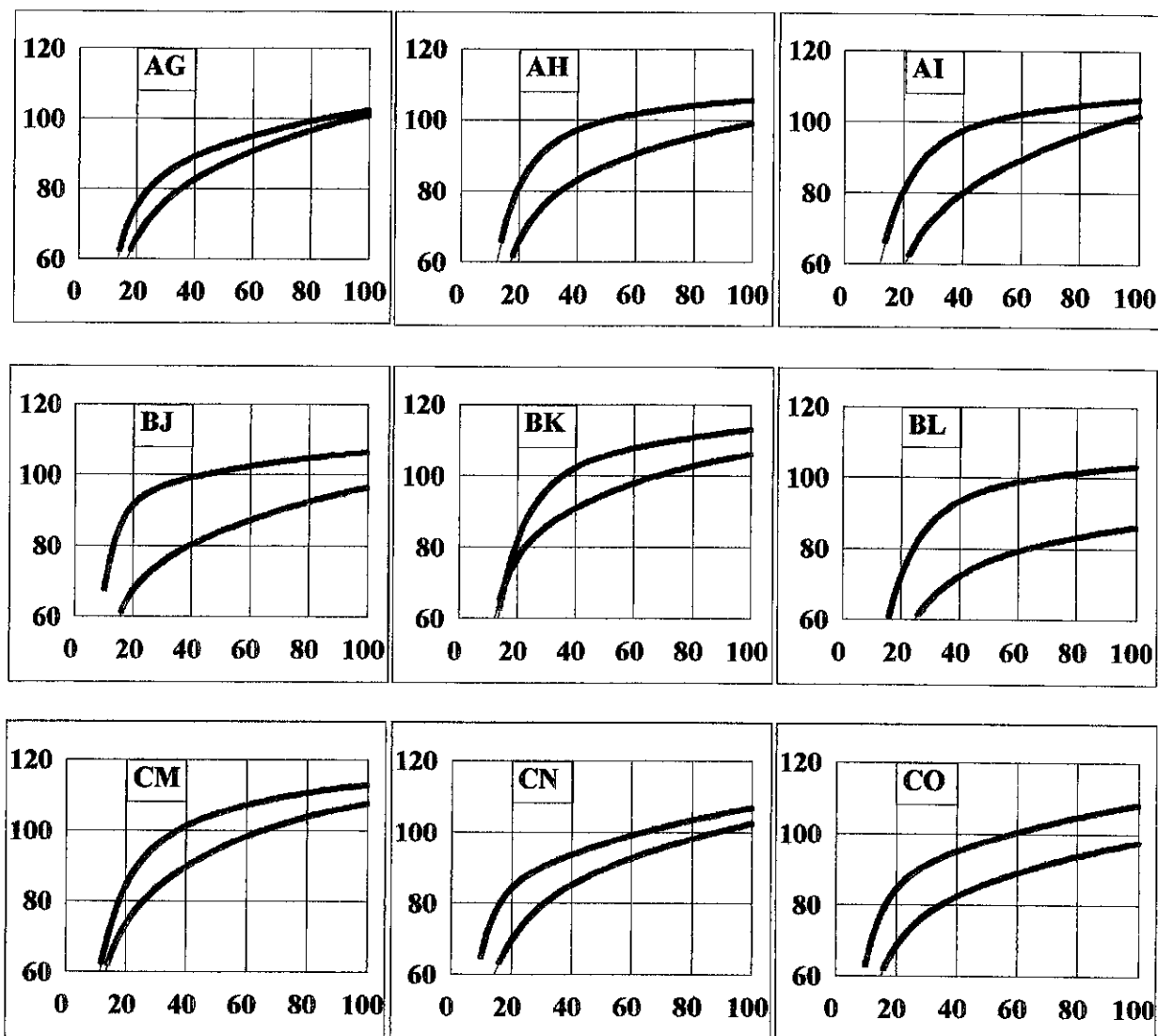


Fig 7

Denna bild visar kurvorna från samtliga personer i hypo/hyper-gruppen.
Den övre kurvan i varje delbild är en hypo-kurva, och den undre således en hyper-kurva.

X-axeln är graderad från 0 till 100, och avser utandad volym i procent av slutvolymen.

Y-axeln är graderad från 60 till 120, och avser alkoholhalten i procent av normalvärde.

Med normalvärde avses de halter som uppmättes vid motsvarande tidpunkt under det ordinarie försöket.

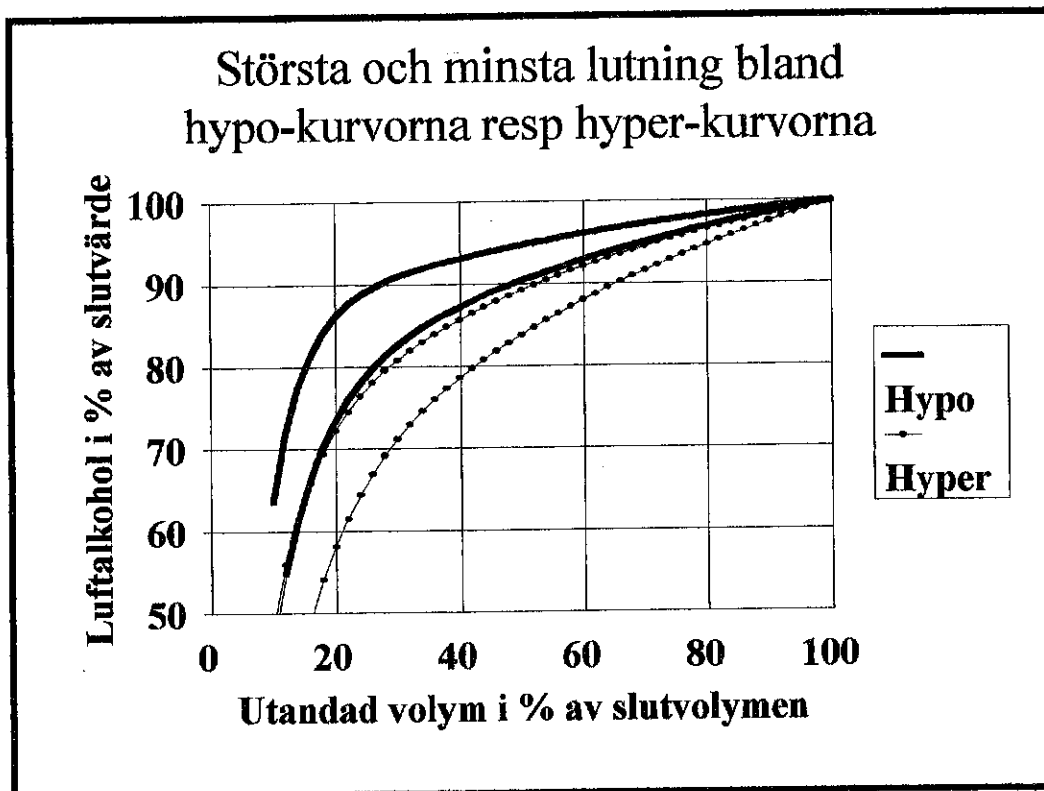


Fig 8

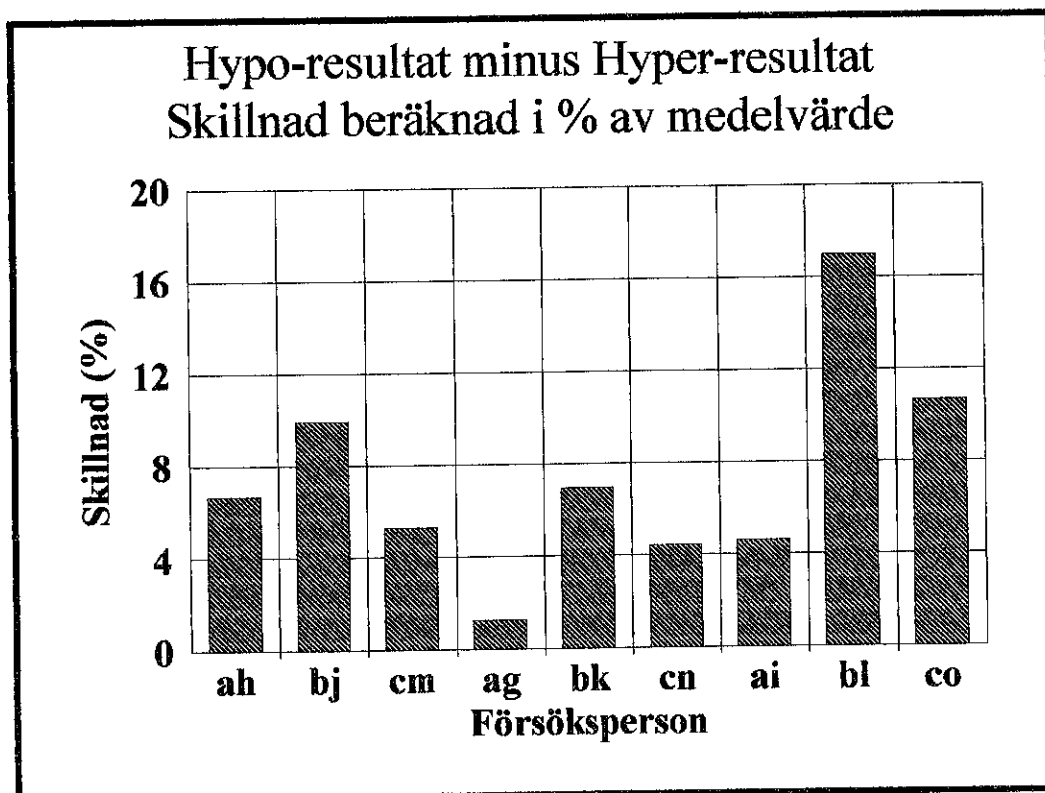


Fig 9

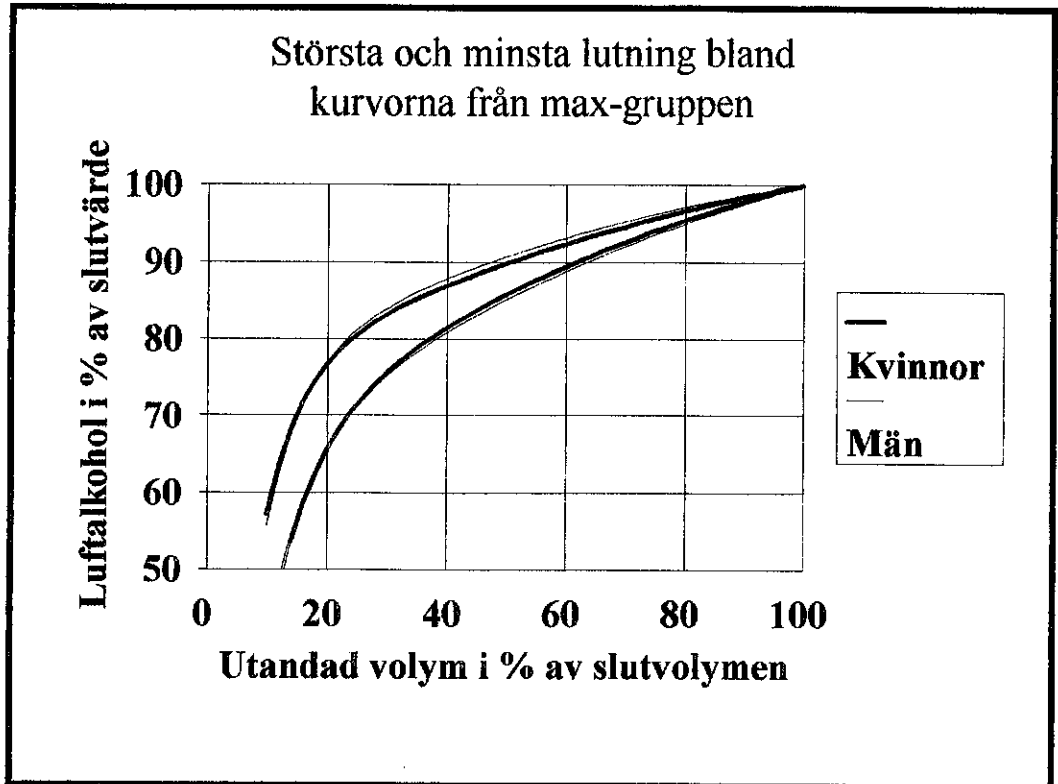


Fig 10

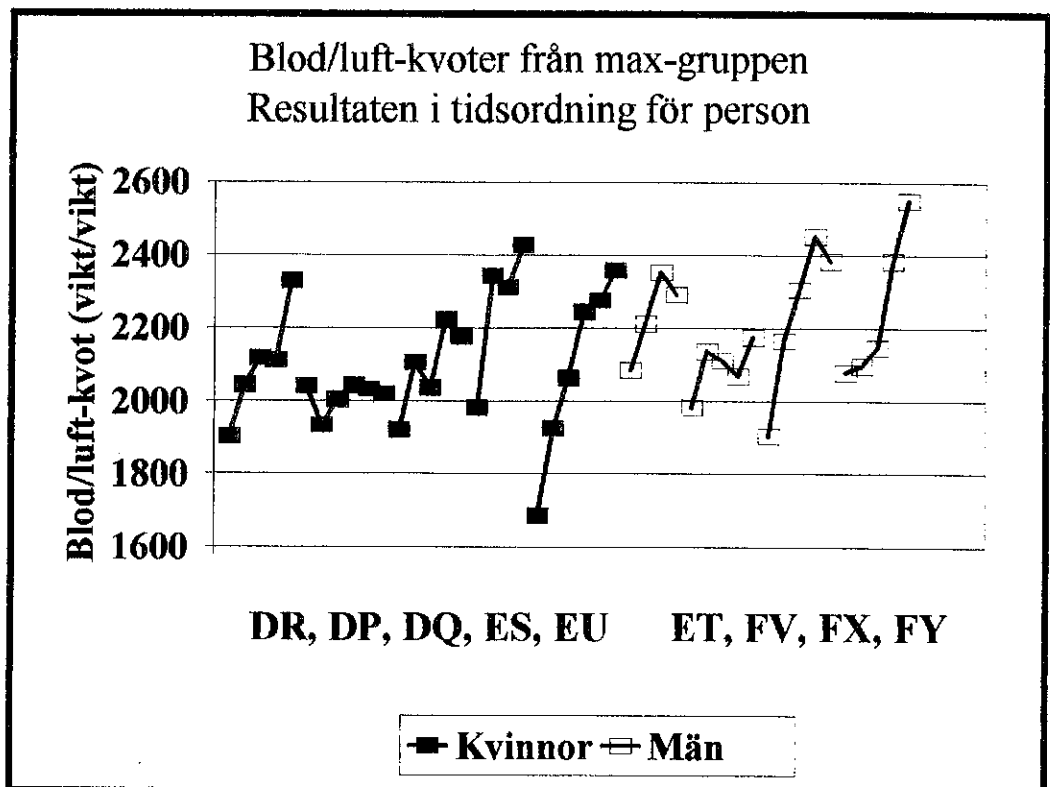


Fig 11

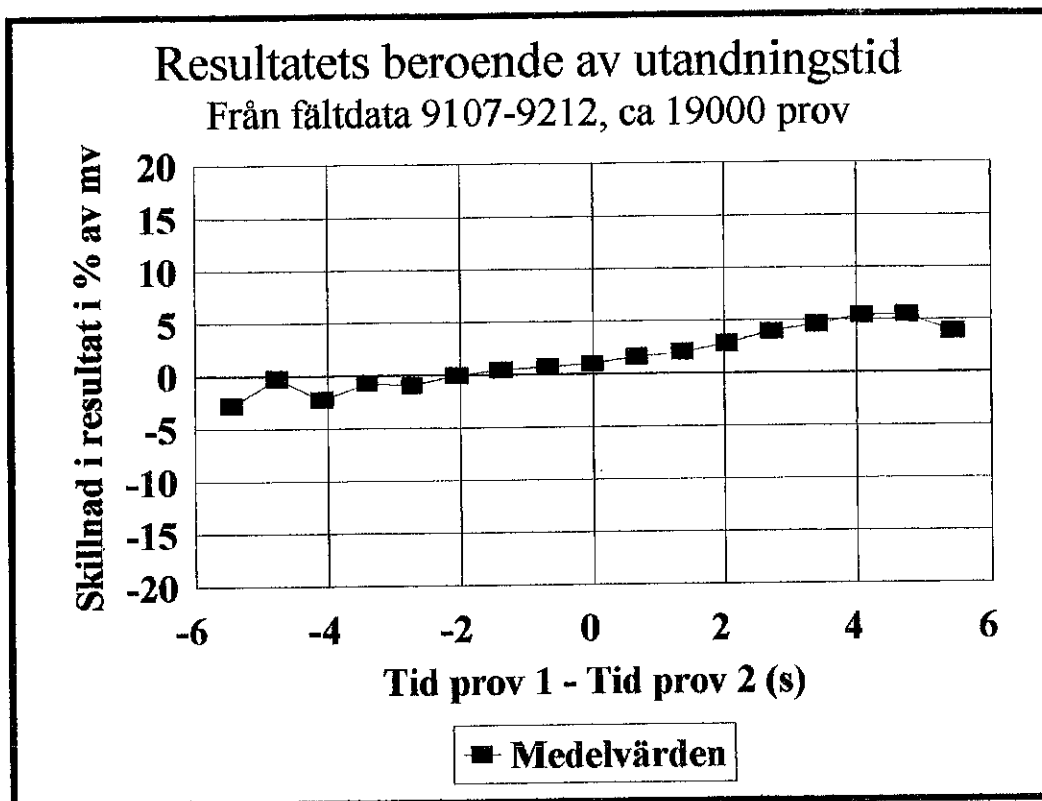


Fig 12

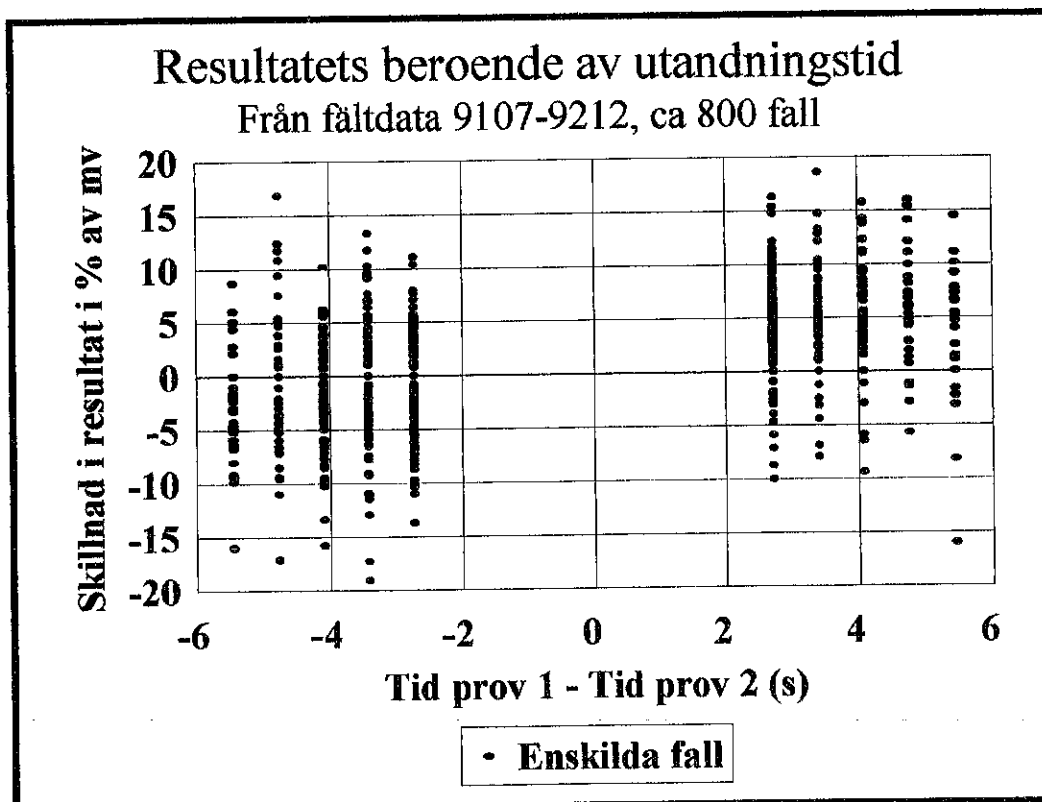


Fig 13

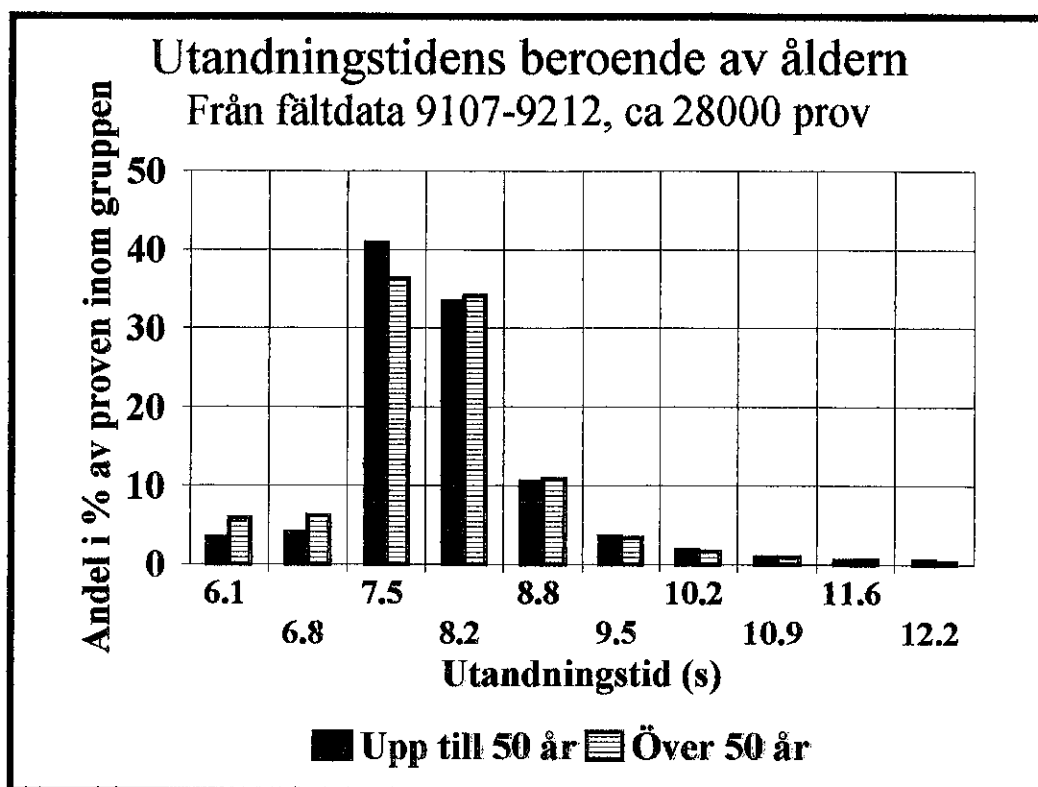


Fig 14

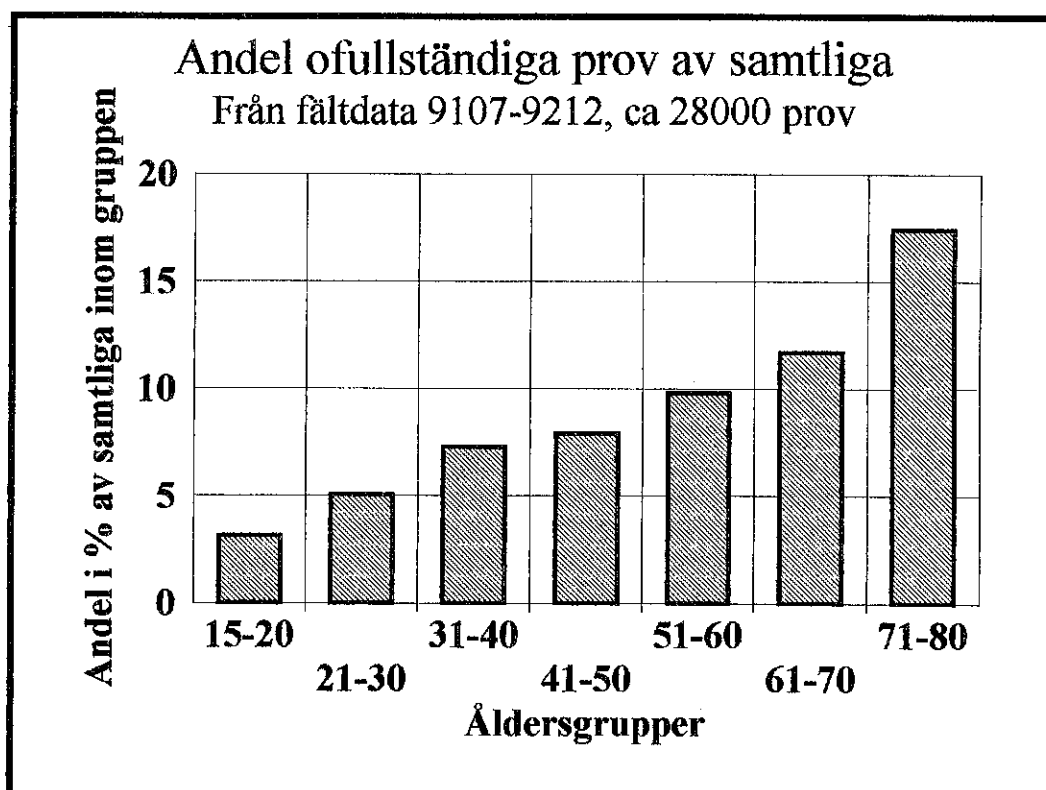


Fig 15

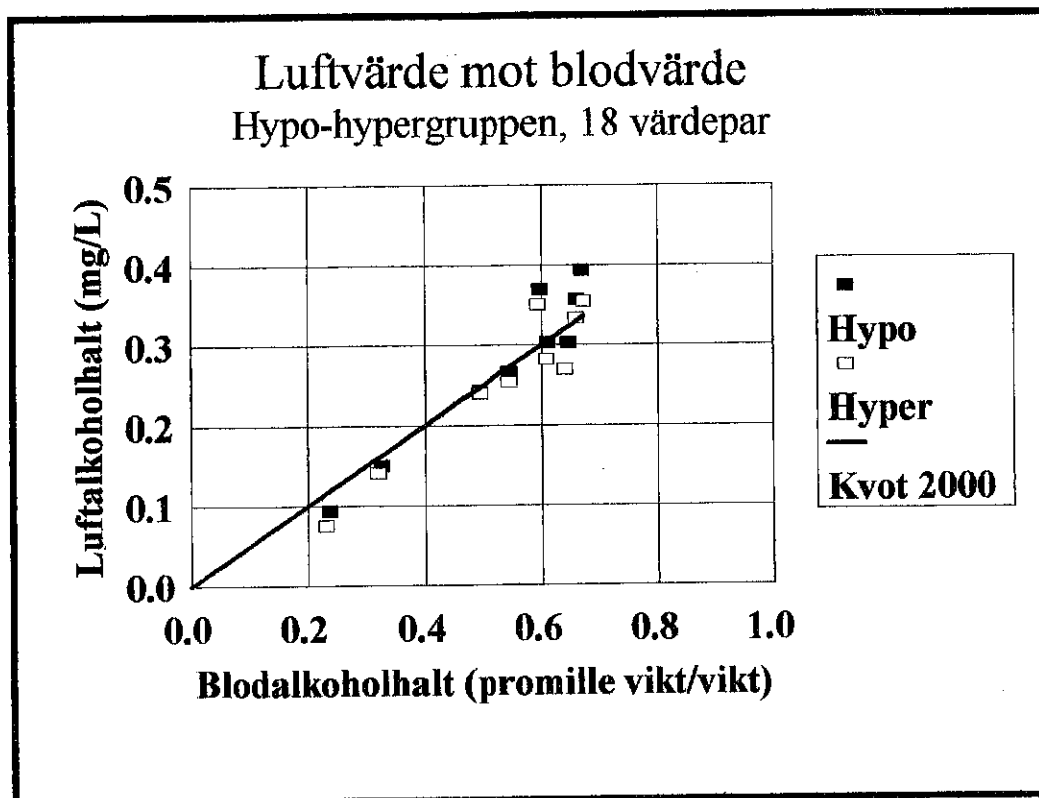


Fig 16

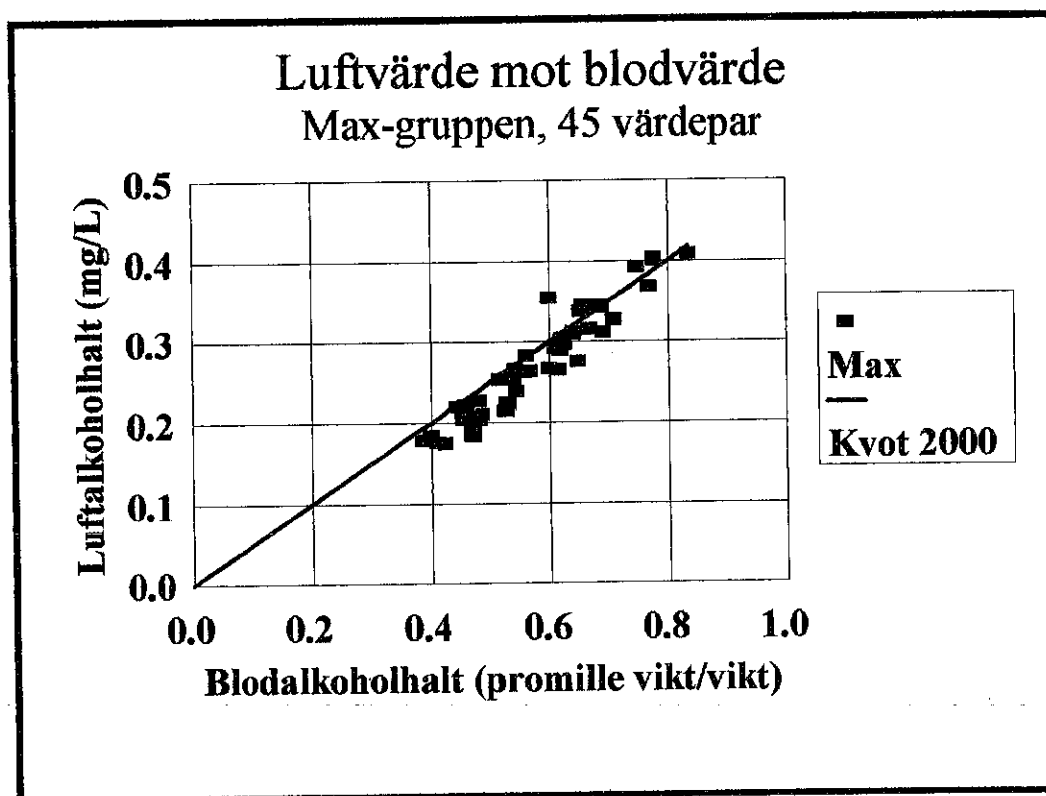


Fig 17

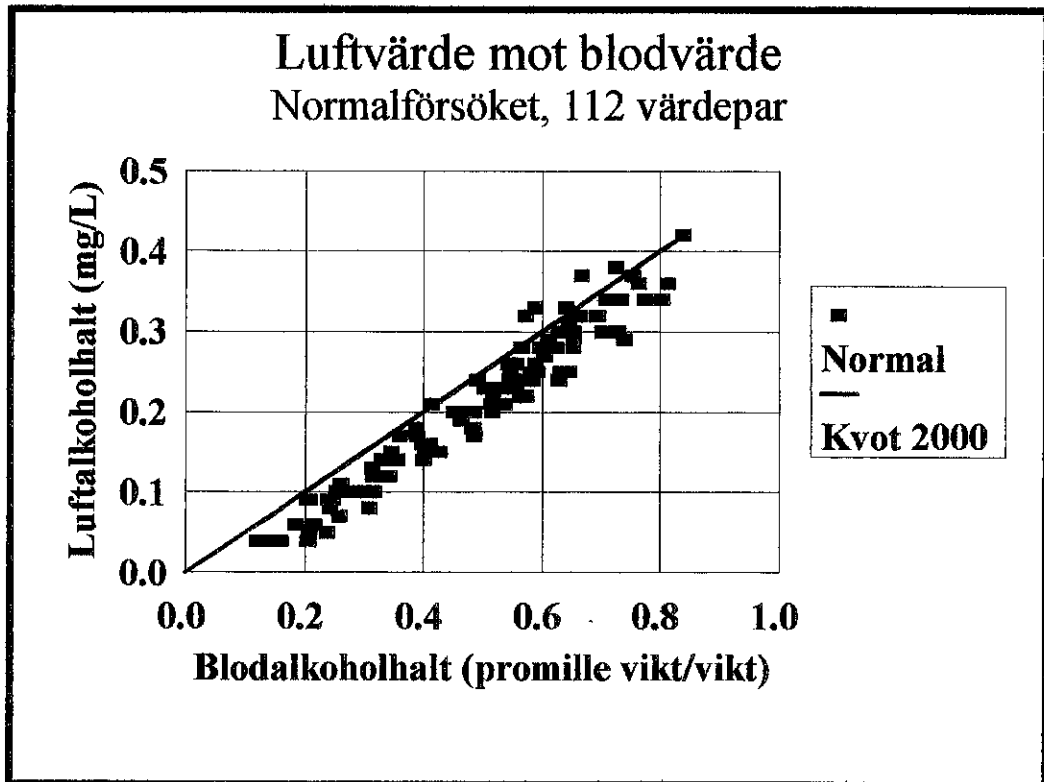


Fig 18

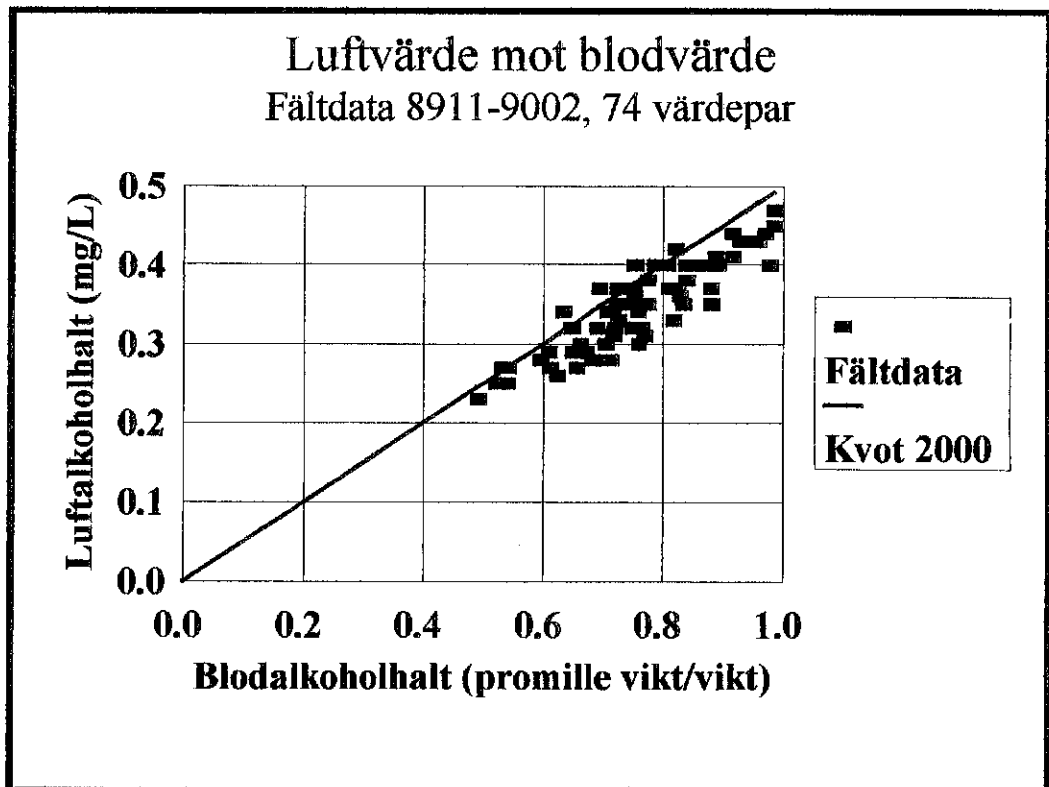


Fig 19



Kolumnrubriker för tabellerna 1 till och med 9

Tabellerna 1 t o m 9

Person = försöksperson (kod)

Kön, M/K = kön, man/kvinna

VK, L = vitalkapacitet, L (VK= maximalt avgivbar volym efter maximal inandning)

Kurv, nr = kurva, nr (av samtliga uppmätta)

Uta, nr = Utandning, nr (av försökspersonen)

Typ, hypo, hyper, max = Typ av andning

Tabellerna 1 t o m 3

V0 = "dödvoly" (den volym som krävs för att kurvan skall "starta")

Tabellerna 4 t o m 6

T0 = "dödtid" (den tid som krävs för att kurvan skall "starta")

Tabellerna 1 t o m 6

k1 tom k4 = konstanterna för ekvationen på sid 7

Tabellerna 7 t o m 9

Uta, vol, L = utandad volym i liter

Uta, tid, s = totala utandningstiden i sekunder

Luft, norm, mg/L = tidsinterpolerat luftvärde i mg/L från normalförsöket

Blod, proml, w/w = tidinterpolerat blodvärde i promille (vikt/vikt)

Luft, denna, mg/L = luftvärde i mg/L från denna undersökning

Pers	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	V0 vol %	k1	k2	k3	k4
h	M	4.3	1	1	ho	4.0	8.0	82	50	21
h	M	4.3	2	2	hr	4.5	8.0	67	69	44
j	M	5.1	3	1	ho	3.5	5.0	85	70	20
j	M	5.1	4	2	hr	3.0	6.5	65	81	50
cn	K	3.1	5	1	hr	3.0	6.0	57	49	50
cn	K	3.1	6	2	ho	3.0	8.0	75	49	29
g	M	4.3	8	1	ho	3.7	7.0	73	70	36
g	M	4.3	9	2	hr	3.0	8.0	62	74	52
k	K	3.1	10	1	ho	5.0	9.0	84	80	23
k	K	3.1	11	2	hr	3.0	6.5	67	60	41
cn	M	4.0	12	1	ho	2.5	5.0	74	89	39
cn	M	4.0	13	2	hr	0.4	9.0	65	89	52
ai	K	3.0	14	1	ho	2.3	10.0	87	92	20
ai	K	3.0	15	2	hr	5.0	9.0	60	89	61
bl	K	2.9	16	1	ho	5.4	10.0	87	90	20
bl	K	2.9	17	2	hr	4.0	12.0	75	90	38
co	M	4.5	18	1	ho	2.0	6.0	75	91	38
co	M	4.5	19	2	hr	2.0	8.0	69	91	47

Tabell 1

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	VO vol %	k1	k2	k3	k4
dr	K	3.6	37	1	mx	2.0	6.0	73	91	41
dr	K	3.6	47	2	mx	2.5	6.0	68	89	48
dr	K	3.6	55	3	mx	3.5	6.0	69	90	47
dr	K	3.6	64	4	mx	2.0	6.0	71	80	41
dr	K	3.6	74	5	mx	3.0	6.7	67	60	41
dr	K	3.6	85	6	mx	2.5	6.7	67	60	41
dp	K	3.5	38	1	mx	3.0	6.0	68	88	48
dp	K	3.5	48	2	mx	2.0	6.0	66	89	51
dp	K	3.5	57	3	mx	3.5	6.5	68	91	49
dp	K	3.5	65	4	mx	3.5	6.5	72	92	43
dp	K	3.5	76	5	mx	4.0	6.5	70	91	46
dp	K	3.5	84	6	mx	1.7	6.5	71	91	44
dq	K	3.4	39	1	mx	3.0	6.5	68	88	48
dq	K	3.4	56	2	mx	3.5	6.5	69	90	47
dq	K	3.4	66	3	mx	2.0	6.5	67	91	50
dq	K	3.4	75	4	mx	1.5	7.0	67	92	50
dq	K	3.4	83	5	mx	2.0	6.0	70	90	45
es	K	3.1	40	1	mx	3.0	6.5	69	90	47
es	K	3.1	49	2	mx	5.0	5.0	68	90	49
es	K	3.1	70	3	mx	3.0	6.0	58	59	52
es	K	3.1	77	4	mx	3.5	6.0	60	60	50
es	K	3.1	88	5	mx	3.0	5.0	58	59	52
eu	K	3.5	41	1	mx	2.0	5.0	63	60	46
eu	K	3.5	50	2	mx	2.0	6.5	64	71	48
eu	K	3.5	58	3	mx	2.5	6.5	64	64	46
eu	K	3.5	68	4	mx	4.0	7.0	62	79	54
eu	K	3.5	79	5	mx	5.0	7.0	64	59	45
eu	K	3.5	86	6	mx	1.5	7.0	64	61	45

Tabell 2

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	V0 vol %	k1	k2	k3	k4
et	M	4.9	42	1	mx	1.5	4.0	66	60	42
et	M	4.9	51	2	mx	1.5	4.0	66	60	42
et	M	4.9	69	3	mx	2.0	4.0	66	59	42
et	M	4.9	78	4	mx	2.0	4.0	66	59	42
et	M	4.9	87	5	mx	2.0	4.5	60	61	50
fv	M	4.3	43	1	mx	1.5	5.0	58	60	52
fv	M	4.3	52	2	mx	4.0	6.0	65	70	47
fv	M	4.3	61	3	mx	1.0	5.0	66	70	45
fv	M	4.3	72	4	mx	1.5	5.0	65	69	46
fv	M	4.3	80	5	mx	2.5	8.0	66	69	45
fv	M	4.3	89	6	mx	2.5	5.0	63	90	56
fx	M	4.0	44	1	mx	2.5	6.0	63	90	56
fx	M	4.0	54	2	mx	2.0	6.0	62	89	57
fx	M	4.0	63	3	mx	2.0	6.0	62	89	57
fx	M	4.0	73	4	mx	3.5	7.0	62	91	58
fx	M	4.0	81	5	mx	2.5	7.0	62	92	58
fx	M	4.0	90	6	mx	2.0	8.0	62	89	57
fy	M	4.0	45	1	mx	3.0	6.0	73	90	41
fy	M	4.0	53	2	mx	2.5	6.0	73	70	36
fy	M	4.0	62	3	mx	4.0	7.0	72	72	38
fy	M	4.0	71	4	mx	4.0	8.0	72	72	38
fy	M	4.0	82	5	mx	2.0	5.5	56	49	51
fy	M	4.0	91	6	mx	2.0	8.0	73	70	36

Tabell 3

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	T0 tid %	k1	k2	k3	k4
ah	M	4.3	1	1	ho	3.0	6.0	83	50	20
ah	M	4.3	2	2	hr	3.5	7.0	70	70	40
bj	M	5.1	3	1	ho	4.5	6.0	85	70	20
bj	M	5.1	4	2	hr	1.5	5.5	70	90	45
cm	K	3.1	5	1	hr	4.0	5.0	60	50	47
cm	K	3.1	6	2	ho	3.0	6.5	75	50	29
ag	M	4.3	8	1	ho	3.7	7.0	74	70	35
ag	M	4.3	9	2	hr	2.0	7.5	65	75	48
bk	K	3.1	10	1	ho	5.0	7.5	85	80	22
bk	K	3.1	11	2	hr	3.0	6.0	68	60	40
cn	M	4.0	12	1	ho	2.5	5.0	74	90	39
cn	M	4.0	13	2	hr	0.5	9.0	65	90	52
ai	K	3.0	14	1	ho	1.5	8.0	87	90	20
ai	K	3.0	15	2	hr	3.5	8.5	60	90	61
bl	K	2.9	16	1	ho	3.5	10.0	93	90	11
bl	K	2.9	17	2	hr	3.0	5.5	55	40	50
co	M	4.5	18	1	ho	2.5	6.0	61	40	43
co	M	4.5	19	2	hr	2.0	7.0	65	50	41

Tabell 4

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	T0 tid %	k1	k2	k3	k4
dr	K	3.6	37	1	mx	1.5	5.3	73	50	32
dr	K	3.6	47	2	mx	1.5	5.0	70	90	45
dr	K	3.6	55	3	mx	2.4	5.0	72	90	42
dr	K	3.6	64	4	mx	1.5	5.0	71	50	34
dr	K	3.6	74	5	mx	2.0	6.0	70	60	37
dr	K	3.6	85	6	mx	1.5	4.5	64	43	40
dp	K	3.5	38	1	mx	2.0	5.5	68	90	48
dp	K	3.5	48	2	mx	1.0	5.0	70	90	45
dp	K	3.5	57	3	mx	2.5	6.0	70	92	46
dp	K	3.5	65	4	mx	2.0	5.5	73	83	39
dp	K	3.5	76	5	mx	1.8	5.5	70	89	45
dp	K	3.5	84	6	mx	1.2	5.8	68	82	46
dq	K	3.4	39	1	mx	1.5	5.5	71	91	44
dq	K	3.4	56	2	mx	2.0	4.8	62	68	50
dq	K	3.4	66	3	mx	1.5	5.5	67	60	41
dq	K	3.4	75	4	mx	1.0	6.5	67	88	49
dq	K	3.4	83	5	mx	1.0	5.5	66	60	42
es	K	3.1	40	1	mx	2.5	5.5	70	89	45
es	K	3.1	49	2	mx	3.5	5.5	68	91	49
es	K	3.1	70	3	mx	2.5	6.0	63	81	53
es	K	3.1	77	4	mx	3.0	6.0	63	69	49
es	K	3.1	88	5	mx	1.5	4.5	53	51	55
eu	K	3.5	41	1	mx	1.0	5.0	71	92	44
eu	K	3.5	50	2	mx	1.2	6.0	68	61	40
eu	K	3.5	58	3	mx	1.5	6.0	68	61	40
eu	K	3.5	68	4	mx	2.5	8.0	67	80	47
eu	K	3.5	79	5	mx	3.0	6.0	67	59	41
eu	K	3.5	86	6	mx	1.2	6.0	62	59	47

Tabell 5

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	T0 tid %	k1	k2	k3	k4
et	M	4.9	42	1	mx	1.6	4.5	65	59	43
et	M	4.9	51	2	mx	1.5	5.0	65	55	42
et	M	4.9	69	3	mx	2.0	4.0	66	55	41
et	M	4.9	78	4	mx	1.2	4.5	66	56	41
et	M	4.9	87	5	mx	1.5	6.0	60	55	48
fv	M	4.3	43	1	mx	1.5	5.0	59	60	51
fv	M	4.3	52	2	mx	2.5	5.0	73	87	40
fv	M	4.3	61	3	mx	1.5	3.5	60	33	42
fv	M	4.3	72	4	mx	1.0	5.5	68	80	45
fv	M	4.3	80	5	mx	2.5	7.5	68	79	45
fv	M	4.3	89	6	mx	2.5	4.5	61	70	52
fx	M	4.0	44	1	mx	3.0	6.0	61	70	52
fx	M	4.0	54	2	mx	1.0	5.5	61	71	52
fx	M	4.0	63	3	mx	2.0	6.0	61	52	46
fx	M	4.0	73	4	mx	3.5	6.0	61	70	52
fx	M	4.0	81	5	mx	2.0	6.0	61	70	52
fx	M	4.0	90	6	mx	2.0	6.0	61	70	52
fy	M	4.0	45	1	mx	2.0	6.0	77	91	35
fy	M	4.0	53	2	mx	2.0	5.5	76	93	37
fy	M	4.0	62	3	mx	3.5	6.5	76	92	37
fy	M	4.0	71	4	mx	3.0	9.0	82	88	27
fy	M	4.0	82	5	mx	2.0	5.0	60	55	48
fy	M	4.0	91	6	mx	2.0	7.5	75	70	33

Tabell 6

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	Uta vol L	Uta tid s	Luft norm mg/L	Blod prml w/w	Luft denna mg/L
ah	M	4.3	1	1	ho	2.0	10.3	0.29	0.61	0.30
ah	M	4.3	2	2	hr	2.2	10.9	0.29	0.61	0.28
bj	M	5.1	3	1	ho	2.6	12.1	0.37	0.67	0.39
bj	M	5.1	4	2	hr	3.7	13.1	0.37	0.67	0.36
cm	K	3.1	5	1	hr	2.8	13.8	0.33	0.59	0.35
cm	K	3.1	6	2	ho	2.4	9.7	0.33	0.60	0.37
ag	M	4.3	8	1	ho	2.4	12.3	0.24	0.49	0.24
ag	M	4.3	9	2	hr	2.5	12.7	0.24	0.50	0.24
bk	K	3.1	10	1	ho	2.0	10.5	0.32	0.66	0.36
bk	K	3.1	11	2	hr	3.1	13.1	0.31	0.66	0.33
cn	M	4.0	12	1	ho	3.9	12.0	0.25	0.55	0.27
cn	M	4.0	13	2	hr	3.9	10.6	0.25	0.55	0.25
ai	K	3.0	14	1	ho	1.9	9.4	0.14	0.33	0.15
ai	K	3.0	15	2	hr	2.3	9.4	0.14	0.32	0.14
bl	K	2.9	16	1	ho	1.8	10.1	0.09	0.24	0.09
bl	K	2.9	17	2	hr	1.7	9.6	0.09	0.23	0.08
co	M	4.5	18	1	ho	3.1	12.7	0.28	0.65	0.30
co	M	4.5	19	2	hr	3.4	12.3	0.28	0.64	0.27

Tabell 7

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	Uta vol L	Uta tid s	Luft norm mg/L	Blod prml w/w	Luft denna mg/L
dr	K	3.6	37	1	mx	3.5	21.3	0.37	0.75	0.39
dr	K	3.6	47	2	mx	3.0	19.9	0.29	0.64	0.31
dr	K	3.6	55	3	mx	3.3	21.3	0.23	0.56	0.26
dr	K	3.6	64	4	mx	3.6	20.0	0.20	0.48	0.23
dr	K	3.6	74	5	mx	2.7	15.5	0.17	0.41	0.18
dr	K	3.6	85	6	mx	3.5	19.1	0.13	0.32	0.14
dp	K	3.5	38	1	mx	3.4	17.1	0.41	0.83	0.41
dp	K	3.5	48	2	mx	3.4	18.8	0.36	0.78	0.40
dp	K	3.5	57	3	mx	3.5	15.6	0.33	0.69	0.34
dp	K	3.5	65	4	mx	3.4	16.2	0.29	0.62	0.30
dp	K	3.5	76	5	mx	3.2	15.8	0.22	0.52	0.25
dp	K	3.5	84	6	mx	3.0	14.2	0.19	0.45	0.22
dq	K	3.4	39	1	mx	3.4	17.5	0.35	0.78	0.40
dq	K	3.4	56	2	mx	3.3	18.2	0.30	0.67	0.32
dq	K	3.4	66	3	mx	3.3	15.5	0.23	0.54	0.27
dq	K	3.4	75	4	mx	3.1	13.4	0.20	0.46	0.21
dq	K	3.4	83	5	mx	3.1	15.8	0.14	0.39	0.18
es	K	3.1	40	1	mx	3.1	13.6	0.30	0.56	0.28
es	K	3.1	49	2	mx	2.9	15.5	0.29	0.65	0.28
es	K	3.1	70	3	mx	3.0	15.4	0.19	0.49	0.21
es	K	3.1	77	4	mx	2.9	12.9	0.17	0.42	0.18
es	K	3.1	88	5	mx	3.0	14.4	0.11	0.31	0.12
eu	K	3.5	41	1	mx	3.5	17.3	0.33	0.60	0.36
eu	K	3.5	50	2	mx	3.4	13.8	0.31	0.65	0.34
eu	K	3.5	58	3	mx	3.4	13.0	0.30	0.64	0.31
eu	K	3.5	68	4	mx	3.3	11.6	0.26	0.60	0.27
eu	K	3.5	79	5	mx	3.2	13.4	0.22	0.54	0.24
eu	K	3.5	86	6	mx	3.0	9.8	0.19	0.48	0.21

Tabell 8

Person	Kön M/K	VK L	Kurv nr	Uta nr	Typ hypo hypr max	Uta vol L	Uta tid s	Luft norm mg/L	Blod prml w/w	Luft denna mg/L
et	M	4.9	42	1	mx	4.8	18.4	0.34	0.77	0.37
et	M	4.9	51	2	mx	4.7	18.2	0.29	0.69	0.31
et	M	4.9	69	3	mx	4.7	18.2	0.21	0.53	0.23
et	M	4.9	78	4	mx	4.8	18.2	0.18	0.48	0.21
et	M	4.9	87	5	mx	4.9	17.3	0.14	0.39	0.16
fv	M	4.3	43	1	mx	4.2	21.9	0.30	0.68	0.35
fv	M	4.3	52	2	mx	2.6	16.2	0.28	0.62	0.29
fv	M	4.3	61	3	mx	4.3	19.7	0.23	0.54	0.26
fv	M	4.3	72	4	mx	4.1	19.5	0.19	0.46	0.22
fv	M	4.3	80	5	mx	2.6	9.6	0.17	0.40	0.18
fv	M	4.3	89	6	mx	3.8	18.7	0.11	0.31	0.14
fx	M	4.0	44	1	mx	4.0	13.6	0.26	0.66	0.35
fx	M	4.0	54	2	mx	4.0	17.5	0.28	0.71	0.33
fx	M	4.0	63	3	mx	3.9	16.4	0.24	0.61	0.27
fx	M	4.0	73	4	mx	3.8	13.6	0.21	0.53	0.22
fx	M	4.0	81	5	mx	3.9	14.7	0.17	0.47	0.20
fx	M	4.0	90	6	mx	3.5	12.5	0.15	0.40	0.16
fy	M	4.0	45	1	mx	3.4	18.2	0.28	0.61	0.29
fy	M	4.0	53	2	mx	3.5	16.3	0.29	0.62	0.30
fy	M	4.0	62	3	mx	2.9	12.3	0.24	0.57	0.26
fy	M	4.0	71	4	mx	2.6	9.9	0.23	0.53	0.22
fy	M	4.0	82	5	mx	3.7	19.7	0.19	0.47	0.18
fy	M	4.0	91	6	mx	2.9	10.1	0.16	0.41	0.16

Tabell 9