

Program til måling og beregning af specifik og relativ permeabilitet

Gert Andersen
Kernelaboratoriet



Program til måling og beregning af specifik og relativ permeabilitet

Gert Andersen
Kernelaboratoriet

Indhold

1.	Introduktion	4
2.	Beskrivelse	5
2.1	Generelt	5
2.2	Vejledning til hovedmenuen	14
3.	Eksempler på anvendelse	20
3.1	"Traditionel" drift af Pharmacia pumpe	20
3.2	Kalibrering af Pharmacia pumper	20
3.3	Projekt med konstant opstrømstryk	22
3.4	Projekt med konstant flowrate	23
4.	Dansk metodebeskrivelse	24
4.1	Instrumentering for væskepermeabilitet	24
4.2	Enkelt fase permeabilitet og hydraulisk konduktivitet	25
4.3	Steady state relativ permeabilitet	25
5.	Engelsk metodebeskrivelse	28
5.1	Hardware and setup	28
5.2	Permeability and hydraulic conductivity	29
5.3	Steady-state Relative Permeability	29
6.	Installation og udstyr	31
6.1	Installation og hardware	31
6.2	Udviklingsmiljø og source kode	35
7.	Anbefalinger	36
8.	Referencer	37
9.	Bilags liste	38

1. Introduktion

Denne rapport er en dokumentation for 4 programmer til brug for at bestemme væskepermeabilitet eller steady-state relativ permeabilitet af cylindriske porøse prøver.

Programmerne er designet til styresystemet Windows98, og er videreudviklinger af en første udgave af programmet "DiffPerm" som rapporteret tidligere /1/.

De 4 programmer har den samme opbygning og der er kun små nuancer i funktionerne:

- "DiffPerm" og "AbsPerm" adskiller sig fra hinanden ved at de er designet til forskellige instrumenter. Begge programmer måler enkelt fase permeabilitet temperatur korrigeret til 25°C. De kan også korrigere viskositeten v.h.a. en NAPL* funktion og de kan benyttes til kalibrering og tests af Pharmacia pumperne.
- "DiffRelPerm" og "AbsRelPerm" er videreudviklinger af h.h.v. "DiffPerm" og "AbsPerm". Begge programmer kan måle steady-state relativ permeabilitet, og til gengæld er NAPL-korrektion og kalibrering af Pharmacia pumperne blevet udeladt for overskuelighedens skyld.

Det er fælles for alle 4 programmer, at der kan konfigureres til 3 forskellige forsøgsopstillinger. F.eks. om indløbsreservoirer er placeret på Mettler vægte, og om der er tale om recirkulation eller batch mode.

Ved udviklingen af programmerne er det bl.a. søgt at opnå følgende projektmål:

- Brugervenligt Windows interface.
- Dokumentation for datakvalitet gennem dokumentation for programkode og analysemetode og samtidig sikre muligheden for fremtidige modifikationer.
- Struktureret filhåndtering.
- Temperatur korrektion ved alle beregninger.
- Kalibrering og kontrol af pumpekarakteristik for Pharmacia pumper.
- Maksimal opløselighed for flowrater på Pharmacia pumper.
- Generelt mulighed for flowrater i intervallerne 0.00995-499ml/t, samt begrænset mulighed for også at benytte Pharmacia pumperne i intervallet 499-900ml/t.
- Mulighed for at drive Pharmacia pumpen ved valgfri flowrater udenfor det traditionelle interval, og med valgfrie batch voluminer. Dette svarer til funktionen "solvent change" når der ses bort fra de karakteristiske gentagne stempelskift ved enden af pumpens cylindre.
- Maksimal beskyttelse mod overbelastning af tryktransducere.
- Etablere en metodebeskrivelse som kan kopieres fra denne rapport og direkte ind i kunderapporten (via et word dokument på vedhæftede CD-ROM)

* NAPL: Non Aqueous Phase Liquids, - væsker med viskositeter som funktion af såvel temperatur som tryktabets gradient gennem prøven.

2. Beskrivelse

2.1 Generelt

2.1.1 Enkelt fase permeabilitet

Programmerne DiffPerm og AbsPerm kan kun håndtere enkelt fase permeabilitet, men kan så til gengæld benyttes til også at kalibrere Pharmacia pumperne.

2.1.2 To fase permeabilitet

Programmerne DiffRelPerm og AbsRelPerm er beregnet til at håndtere 2 fase permeabilitet, og forudsætter at der anvendes pumpekalibreringer som er udført med DiffPerm eller AbsPerm, eller at der anvendes en default neutral kalibreringsfil.

2.1.3 System konfiguration

Ved opstarten af et program skal systemet først konfigureres m.h.t. anvendelsen af kommunikationsporte samt parametre til korrektion af måledata. Dette sker gennem et billede med konfigurationsdata som kun vises kortvarigt på skærmen. Billedet vil kunne studeres, og editeres, hvis der bare gøres et klik med musen på en af tabellerne på billedet.

Data på konfigurations billedet indeholder default værdier den første gang programmet anvendes, og hvis der editeres i disse data, så vil programmet huske dette til næste gang. Et reset kan udføres ved blot at fjerne den setup fil hvor konfigurationsdata gemmes. Default værdierne for setup af hardware gælder for en "Siemens Nixdorf PCD-5H 90MHz" maskine.

2.1.4 Pumpe kalibreringer

Efter konfiguration af systemet skal programmet bruge oplysninger om pumpernes kalibreringer. Der skal vælges en kalibreringsfil for hver pumpe, og der kan evt. blot vælges den default neutrale kalibreringsfil som følger med denne rapport. (Filnavn: Neutral.kal).

DiffPerm og AbsPerm kan danne nye kalibreringsfiler. Dette kræver stor omhyggelighed og vil typisk tage flere dage, og det vil ofte være tilstrækkeligt blot at vælge den default leverede kalibreringsfil.

2.1.5 Anvendelse som almindeligt interface til Pharmacia pumper

Når konfiguration og kalibrering er fastlagt, så kan programmerne benyttes som almindeligt interface til Pharmacia pumperne uden at der nødvendigvis skal defineres et setup for måling på en prøve. I den situation udskrives der ikke data til nogen filer, og programmet er kun beskæftiget med at overvåge om transducerne bliver overbelastet. Programmet vil standse fuldstændigt hvis der sker overbelastning af transducerne.

Moniteringen af tryktransducerne er tidskrævende og CPU belastende, og det betyder at computeren generelt er optaget af kommunikationen med instrumenterne, og dermed at det kræver tålmodighed at betjene programmet.

Brugen som simpel kontrol over Pharmacia pumperne vil typisk være nyttig i starten af et projekt hvor der er behov for at renskylle fittings og pumper for gas og fremmede vædske, og hvor der også ofte er behov for at kunne kontrollere systemet for utætheder.

Ved anvendelse som interface til Pharmacia pumpen er det muligt at vælge mellem ubegrænset drift, og begrænset drift (svarende til at programmet kun tillader at pumpe et begrænset volumen fra indløbsbeholderen).

Ved den begrænsede drift skal der angives det volumen som der ønskes skyllet gennem systemet. (Funktionen er analog til Pharmacia pumpens egen funktion "Solvent Change". Brugeren har dog nu selv mulighed for at definere skyllevolumenet samt den flowrate der skal benyttes til skyllingen. Pumpen benytter ikke Mettler vægten til denne drift, og ydelsen bygger alene på den pumpe karakteristik som fremgår af den kalibreringsfil (*.kal) der vælges.

Ved brugen som almindeligt interface er det desuden muligt at overskride pumpens normale maksimale ydelse på 499ml/t således at der kan ydes op til 900ml/t. Det er samtidigt muligt at benytte flowrater ned til 0,00995ml/t.

Ydelser over 499ml/t kan være forbundet med pumpevigt, og ydelser mellem 499 og 900ml/t er kun testet ved pumpning uden systemmodstand. For at kunne garantere kvaliteten i programmets output, så er det derfor kun muligt at overskride 499ml/t så længe der endnu ikke er startet et egentligt permeabilitets projekt.

2.1.6 Definition af et projekt

Efter denne indledende fase kan der evt. fortsættes med opsætning af et egentligt projekt. Ved opsætningen er det fælles for alle programmerne at der er 3 mulige konfigurationer. Valget af konfiguration sker ved at tage stilling til:

- om vægten ønskes benyttet
- om systemet skal drives i batch mode eller v.h.a. recirkulation.

Bilag 3 viser diagrammer over de enkelte konfigurationer, og hvorledes pumper, vægte, transducere og reservoirer skal forbindes. Sammen med disse diagrammer vises også default værdier til setup af hardware og datakorrektioner. Nedenfor vises en tabel over mulige funktioner ved programmerne.

Mulige anvendelser af programmerne:

Program:	DiffPerm	AbsPerm	DiffRelPerm	AbsRelPerm
Pumpedrift uden udskrift til datafiler, enten som begrænset pumpevolumen eller ubegrænset, samt med samlet ydelse op til 900ml/t	1 pumpe	1 pumpe	2 pumper	2 pumper
Kalibrering af Pharmacia pumpe	+	+	-	-
Enkelt fase permeabilitet med udskrift til datafil	+	+	(+)	(+)
Relativ permeabilitet med udskrift til datafil	-	-	+	+
Konfiguration for recirkulation med brug af vægt	-	-	+	+
Konfiguration for recirkulation uden brug af vægt	+	+	-	-
Konfiguration for batch mode både med brug af vægt og uden vægt	+	+	+	+
Brug af differens tryk målere til måling af tryktab over prøven (1 ud af 3 mulige transducere udvælges ved projektstarten)	+	-	+	-
Brug af Panelmeter til måling af temperatur målinger og temperatur korrektion.				
Beregning af differens ved måling af tryk både opstrøms og nedstrøms for prøven	-	+	-	+
Måling af ovntemperatur som grundlag for temperatur målinger og temperatur korrektion.				

Note(): Det anbefales ikke at anvende programmerne til relativ permeabilitet til blot at bestemme enkelt fase permeabilitet.

2.1.7 Skærm layout

Programmerne viser 2 koordinatsystemer samt et datatabel under en projekt afvikling.

Det første koordinatsystem viser de seneste måledata.

Det andet koordinatsystem viser de midlede data. - Ved denne midling er der benyttet det tidsinterval som brugeren har defineret i starten af projektet (default 300s). Midlingen er udført v.h.a. en tidsmæssig integration af flow og trykmålinger, og permeabiliteten er beregnet på baggrund af disse data. Endelig benyttes disse data til udskriften i datafilen.

Ved den tidsmæssig integration af måledata bliver der udført en udglatning af de fluktuationer der måtte være i alle parametrene, og dermed bliver der også taget hensyn til f.eks. kortvarige pumpestop. Koordinatsystemet viser alle disse midlede data fra projektstart til det aktuelle tidspunkt.

Datatabellen vises nederst i skærbilledet, og bilag 3 viser datatabellen som den vil fremgå for hver enkelt af de 4 programmer.

2.1.8 Korrektioner af instrumenternes data

Der bliver udført en lineær korrektion på samtlige de data der aflæses fra instrumenterne. Denne korrektion bliver udført straks efter aflæsningen, og inden den videre anvendelse og skrivning til datafilen.

De anvendte koefficienter er individuelle for hver enkelt sensor og instrument, og der anvendes ligningen:

$$\text{Parameter} = a * \text{aflæsning} + b,$$

hvor $a=1$ og $b=0$ gælder for et perfekt justeret instrument.

Funktionen sikrer, at den certificerede justering af de tilknyttede instrumenter kan forblive intakt, idet eventuelle nulstillinger blot foretages ved tilpasninger af b-værdierne. Tilpasningerne udføres under "**Konfig**" fra hovedmenuen umiddelbart efter starten af programmet, og programmet vil iøvrigt huske a og b værdierne til næste programkørsel. Default værdier for a og b fremgår af bilag 3.

De anvendte a og b værdier noteres altid i datafilen for projektet for at gøre måledata sporbare til de certificerede målinger, og for senere manuelt at kunne korrigerer data. (Hvis der ved en fejl skulle have været anvendt forkerte korrektioner).

Den statiske trykfordeling i fittings omkring transducerne vil typisk kunne påvirke det tilsyneladende differenstryk over prøven. Dette kan måles med de meget følsomme transducere, og der kan her, efter en nøje faglig overvejelse, være behov for en nulstilling gennem datakorrektion.

Ovntemperaturen er en anden parameter, som til tider vil kræve et indgreb. Dette sker hvis kerneholderen opholder sig udenfor ovenen eller hvis ovnen slet ikke er koblet på A/D konverteren. I de tilfælde må programmet snydes til at måle en konstant temperatur, f.eks. 21,3°C, med a og b værdierne h.h.v. 0 og 21.3.

En helt tredje situation kan tænkes hvis der midlertidigt er behov for at montere en anden type sensor med et andet måleinterval på kanalen i A/D konverteren (DPI420). I den situation skal der så blot benyttes et særligt tilpasset sæt værdier for a og b.

2.1.9 Temperatur korrektioner

Til kalibrering af en pumpe, og til afviklingen af et projekt, skal der nødvendigvis indlæses et sæt sammenhængende værdier for temperatur, densitet og viskositet for den, eller de, vædske der skal benyttes. Præcisionen af disse data er afgørende pumpens virkning og deraf beregnede permeabiliteter.

Dette gøres ved at indlæse en fil med fluid data for hver væske der skal benyttes i systemet. Programmet vil benytte disse data til at beregne aktuel vædske densitet og viskositet ud fra målt temperatur og lineær interpolation og ekstrapolation på de temperatur mæssige funktioner.

Filer (*.vsk) med fluiddata er leveret på medfølgende CD-ROM og kan kopieres til biblioteket "(Drev):\Permdata\Fluiddata*.vsk".

Nye filer kan oprettes med en editor når følgende regler overholdes:

- En datalinie begynder med en stjerne "*" og har derefter værdier for temperatur(°C), densitet (g/ml) og viskositet(cP), adskilt med mellemrum eller tabulator.
- Alle andre linier er kommentarlinier og kan indeholde hvad som helst undtagen tegnet stjerne "*".
- Der kan skrives et vilkårligt antal af sådanne kommentarlinier uden tegnet stjerne "*".
- Der er maksimalt plads til 1000 datalinier (datasæt) i hver inddatafil.

2.1.10 Evt. NAPL funktion

Hvis der ønskes korrektion for NAPL egenskaber i programmerne DiffPerm og AbsPerm, så skal der vælges en særlig fluiddata fil til dette formål. Dette sker ved at vælge en knap på skærmbilledet, og i modsat fald blot ved at undlade brugen af denne knap.

En neutral fil (neutral.npl) med NAPL data er leveret på medfølgende CD-ROM og kan kopieres til biblioteket "(Drev):\Permdata\Fluiddata*.npl".

Nye filer kan oprettes med en editor på samme måde som ved oprettelsen af temperatur korrektions data (*.vsk). Blot med formatet:

- Stress(bar/mm) Densitetskorrektion(faktor) Viskositetskorrektion(faktor)

Korrektioner for NAPL foretages på de temperaturkorrigerede densitets- og viskositetsdata.

2.1.11 Overvågning af reservoir indhold

Når der konfigureres for batchmode skal der gives oplysninger til programmet om indholdet i indløbs- og udløbsreservoirer. Programmet vil derpå evaluere værdierne og vælge det mindste af disse volumener som den batch det er muligt at udføre. Dermed skulle det være sikret at målingerne ikke bliver generet af uvedkommende luft i prøven som følge af udtørring af indløbsreservoirerne. Samtidig sikres der imod overløb fra udløbsreservoirret.

Når en batch er løbet til ende, så kan der fyldes mere vædske i indløbene, og afløbene kan tømmes, hvorpå målingerne kan genoptages.

Det er vigtigt, at de indtastede volumener er reduceret for det dødvolumen der vil være nedenunder indløbspunktet i indløbs reservoirerne. - Gerne med en vis sikkerhedsmargin også.

Under indtastningen hjælper programmet iøvrigt med til at omregne volumen til antal gram v.h.a. oplysningerne fra fluiddatafilen om vædskedensitet. Derved kan det direkte kontrolleres om volumenet matcher med vægtens visning. (Husk at tarere vægten).

2.1.12 Valg af tryktransducere

Ved DiffPerm og DiffRelPerm er det nødvendigt at tage stilling hvilken af de 3 differenstrøkmålere der skal benyttes til beregningerne i programmet.

Programmet vil også måle på de 2 øvrige transducere, men kun med det formål at overvåge om de ved en fejl skulle blive overbelastet. (F.eks. ved utætheder i afspærringsventiler, eller hvis en ventil ved en fejl ikke skulle være lukket). Programmet vil stoppe pumperne og lukke fuldstændigt ned hvis der sker overbelastninger.

2.1.13 Flow- og tryk kontrol

Ved projekt definitionen skal det vælges om pumperne skal drives med konstante flowrater, eller om programmet skal forsøge at opretholde et bestemt opstrømstryk på prøven gennem variende flowrater.

Når der vælges konstant opstrømstryk vil dette ske ved at flowraterne løbende justeres via feedback fra opstrømstrykket. Til denne styring anvendes algoritmer som beskrevet i bilag 4. Algoritmen har et sæt hjælpeparametre som løbende kan justeres af brugeren.

Hvis der vælges konstant flowrate vil programmet lade Pharmacia pumperne pumpe ved den ønskede flowrate så længe transducerne ikke overbelastes, og så længe opstrømstrykket er passende mindre end sleevestrykket. Der er mulighed for flowrater mellem 0.00995ml/t og 499ml/t.

Det er fælles for begge styremetoder, at flowraten dæmpes, ellers stoppes fuldstændigt, hvis det konstateres, at opstrømstrykket er i alvorlig risiko for at overskride sleevestrykket (v.h.a. en trykmargen defineret af brugeren ved opstarten af projektet). Dette er for at sikre mod skader på prøven.

Hvis der anvendes batchmode, og flowstyring samtidig vælges som "konstant tryk mode", så anbefales det så vidt muligt også at anvende vægte, idet beregningerne af det reelle flow så vil blive baseret på forbruget fra vægtene. Dette giver den fordel, at programmet vil beregne korrekte flowrater og permeabiliteter til datafilerne selv om Pharmacia pumperne skulle være gået i "Limit mode".

Benyttelsen af vægtene som grundlag for beregning af flowrater forudsætter dog at:

- Vægten er nøje kalibreret.
- Vægten er afbalanceret så libellen perfekt centreret.
- Væsken på vægten er korrekt beskrevet v.h.a. indlæste datafiler for temperatur, densitet og viskositet.
- Der ikke sker fordampningstab fra beholderen og slangerne på vægten
- Slangerne til beholderen på vægten ikke påvirker vægtens visninger.
- Præcisionen af flowberegningerne forringes hvis der ikke anvendes præcis det samme fysiske setup af fitting m.v. ved vægtene som under kalibreringerne af pumperne.

VIGTIGT

Når en Pharmacia pumpe stopper p.g.a. "Limit mode" så må der ikke bare trykkes på pumpens "Reset" knap inden brugeren har givet programmet en kraftigt reduceret ydelse (f.eks. 1 ml/t), og inden programmet er færdig med at gennemføre 2 måleserier og reelt har skiftet til denne nye ydelse på pumperne. Dette er for at undgå den situation hvor pumpen vil begynde med 499ml/t, og med sikkerhed give anledning til endnu en "Limit mode" situation, og måske også en kraftigt overbelastning af transducerne.

2.1.14 Kalibrering af Pharmacia pumper

Funktionen for kalibreringen af Pharmacia pumpen gælder kun for DiffPerm og AbsPerm, og giver mulighed for:

- Løbende at checke pumpernes funktion m.h.p. vedligeholdelse (selv kalibreringen er en logfil med udskrift af ydelse som funktion af tiden, og dermed også med mulighed for at afsløre eventuelle irregulariteter i stemplerne). Og det skal her nævnes at filnavne for kalibreringsfiler er unikke m.h.t. pumpenavn, dato og tidspunkt.
- Udføre kalibreringer designet til specielle forhold. Der kan f.eks. tænkes at blive udført kalibreringer ved særligt høje opstrømstryk, og kalibreringer ved meget lave opstrømstryk. Eller der kan tænkes udført kalibreringer på væsker med forskellige viskositeter samt molekylestørrelser.

Kalibreringer forudsætter, at:

- Vægten er nøje kalibreret.
- Vægten er afbalanceret så libellen perfekt centreret.
- Væsken på vægten er korrekt beskrevet v.h.a. indlæste datafiler for temperatur, densitet og viskositet.
- Der ikke sker fordampningstab fra beholderen og slangerne på vægten
- Slangerne til beholderen på vægten ikke påvirker vægtens visninger.
- Præcisionen af flowberegningerne ved efterfølgende projekt forringes hvis ikke det fysiske setup ved vægtene stemmer fuldstændigt overens med det aktuelt anvendte.
- Det fysiske setup af fitting m.v. ved vægtene beskrives meget nøje, og at præcist det samme setup anvendes i de efterfølgende projekter for at opnå korrekte flowberegninger.

2.1.15 Specielle valg for styring af relativ permeabilitet

Ved måling af relativ permeabilitet benyttes kun programmerne DiffRelPerm og AbsRelPerm, og der skal således kun udføres indtastninger til nedenstående funktioner ved disse 2 programmer.

Ved relativ permeabilitet pumpes der bestemte blandinger af de 2 vædsker gennem prøven. Hvis der anvendes trykstyring vil den samlede flowrate varieres, mens blandingsforholdet stadig vil være uændret.

Dette blandingsforhold vil dog blive ændret til en ny værdi når der er pumpet et vist volumen gennem prøven og når brugeren har givet tilladelse til dette gennem styringen af programmet. Når der er givet tilladelse gennem styringen, og når der er pumpet tilstrækkeligt volumen gennem prøven, så vil programmet automatisk skifte til et nyt trin for blandingsforholdet. Dette sker i forbindelse med permeabilitetsberegningerne hvor der samtidig gøres status over gennempumpede mængder.

Der skal fastlægges en strategi for denne automatik ved projektstarten, og brugeren kan senere ændre denne vilkårligt under målingerne.

Ved programstarten skal der derfor angives data for prøvens længde, diameter og den skønnede porøsitet således at programmet kan beregne porevolumen. Samtidig skal brugeren også angive antallet af porevolumener som skal pumpes gennem prøven for hvert enkelt trin. Der skal både angives det antal porevolumener der generelt skal pumpes igennem prøven, og det antal der skal pumpes igennem prøven i den specielle situation hvor blandingsforholdet er 0% eller 100%.

Der skal desuden angives hvilket blandingsforhold programmet skal starte med. Dette angives som en faktor mellem 0 og 1 gældende for den andel der skal pumpes fra pumpe 1.

Der skal angives størrelsen på de spring som programmets automatik skal bruge når der skal skiftes trin for den relative permeabilitet. Dette angives som et tal mellem 0 og 1 (positivt tal!) som det tal der skal tillægges den andel pumpe 1 havde i det forrige trin.

Endvidere skal der angives det fortegn som programmet skal anvende til beregningen af det næste trin. Dette gøres ved at angive om der skal ske en reduktion eller en øgning af pumpens andel. Hvis programmet derved kommer til at beregne en værdi over 1 eller under 0, og hvis det forrige trin ikke i forvejen var 1 eller 0, så vælges h.h.v. 1 eller 0 således at den relative permeabilitet ved disse 2 endepunkter under alle omstændigheder vil blive målt. Hvis der netop har været målt ved en af disse 2 endepunkter, så vil programmet skifte retning(fortegn) således at den næste værdi kommer til at ligge mellem 0 og 1.

Denne proces med at skifte retning fortsætter i en uendelig cyklus med mindre programmet har fået anden information som beskrevet nedenfor:

Fiksering:

Brugeren kan vælge mellem "Låst" og "Åben", og ved låst fiksering kan programmet ikke skifte til en ny relativ fordeling mellem ydelsen på de 2 pumper. Programmet vil så blot fortsætte med at pumpe den samme fordeling gennem prøven selv om der er pumpet et tilstrækkeligt antal porevolumener gennem prøven.

Sidenhen, når der skiftes til "Åben", så er der åbnet op funktionerne "Cyklus" og "Retning for relative step".

Retning for relative step:

Der kan vælges mellem at "Reducere fase 1" eller at "Øge fase 1". Hvis det vælges at reducere fase 1, vil programmet fratække den positive værdi som er indtastet som step mellem hvert enkelt trin.

Cyklus:

Brugeren kan vælge mellem "Ja" og "Nej", og hvis der vælges "Nej", så vil programmet låse sig fast på fordelingen 0% eller 100% næste gang en af disse 2 fordelinger opnås. I modsat fald vil programmet gennemføre en måling på dette trin, og fortsætte i den uendelige cyklus.

2.1.16 Beregning af mætninger ved relativ permeabilitet

Ved valg af recirkulation vil programmerne DiffRelPerm og AbsRelPerm løbende beregne foreløbige værdier for prøvens mætning af fase 1. Beregningerne bygger på en massebalance af vægtens "friktionsløse" visning, på vædskens egenskaber og på prøvens porevolumen, prøvens skønnede startmætning, og forudsætter (fejlagtigt) at volumen af fittings er lig med nul.

Beregningerne benyttes til den grafiske præsentation på skærmbilledet således at brugeren har mulighed for at evaluere prøvens tilstand m.h.p. strategien for den videre programafvikling.

Efter programafviklingen er det op til brugeren at gennemføre en faglig vurdering af data, ligesom det er brugerens eget ansvar at tilrettelægge en passende strategi for programafviklingen. Dette bør særligt ske m.h.p. efterfølgende genberegninger af de mere korrekte mætningsforhold som funktion af tiden. (Se mere om dette under afsnittet om "Dansk metodebeskrivelse".)

2.1.17 Genbrug

Programmet husker den sidst anvendte projektopstilling i en speciel ASCII fil således at denne opsætning eventuelt kan genbruges ved næste programafvikling. Et reset kan udføres ved at slette denne ASCII fil. Filerne hedder:

- \permdata\setupdata\setup_diffperm.prn
- \permdata\setupdata\setup_diffrelperm.prn
- \permdata\setupdata\setup_absperm.prn
- \permdata\setupdata\setup_absrelperm.prn

Ved genbrug skal brugeren dog under alle omstændigheder indtaste plug identifikation og plugparametre.

2.1.18 Hovedmenuen

Programmet har en hovedmenu, hvor menuens punkter løbende tændes og slukkes efter behov. Brugeren har således hele tiden kun adgang til de funktioner der aktuelt er brugbare.

Som hovedregel skal menuens punkter gennemløbes fra venstre mod højre, som når man læser en bog.

Programmet er generelt søgt sikret mod de u hensigtsmæssige konflikter der kunne opstå som følge af "multitasking" i Windows, herunder at der kun er en enkelt underprocedure ad gangen som vil kunne skrive i datafilen, og at programmet kan færdiggøre en cyklus af målinger, beregninger og udskrift inden det lukkes ned, eller der sker andre ændringer i programafviklingen.

2.1.19 Filstruktur

Programmet opretter det nedenstående system af biblioteker og filer i roden på det samme drev hvor programmet er installeret. Hvis dette bibliotekssystem, eller dele af det, ikke findes i forvejen, så oprettes det af programmet.

Der er generelt sikret mod, at programmet overskriver eksisterende datafiler.

Nogen af filerne **setup_*.prn** og **genbrug_*.prn** bliver genereret første gang programmet anvendes. **Setup_*.prn** etableres med default værdier, og revideres hvis brugeren ændrer disse. **Genbrug_*.prn** bliver oprettet og revideret for hver gang et nyt projekt startes.

Filen **Pumpenavn.prn** indeholder navne på alle laboratoriets Pharmacia pumper. Hvis nye pumpe navne skrives ved starten af en ny kalibrering, så vil dette navn også blive tilføjet i listen, eller rettere som endnu en linie i filen **Pumpenavn.prn**. Pumpenavnet indgår i opbygningen af et filnavn til en kalibreringsfil (sammen med det aktuelle tidspunkt) til en fil af typen ***.kal**. Derved fremgår pumpe navn og kalibreringstidspunkt altid direkte af navnet på kalibreringsfilen, og derved lettes valget af eksisterende kalibreringsfil.

Et eventuel reset af programmet kan således foretages ved blot at slette filerne, og filstrukturen kan ses i tabellen nedenfor, eller under stien "\\Permdata\\" på vedlagte CD-ROM.

Filstruktur for DiffPerm, AbsPerm, DiffRelPerm og AbsRelPerm:

Strukturen oprettes på samme drev som programmet er installeret, f.eks. "C:\Permdata", og med følgende underbiblioteker og filnavne:

Underbibliotek:	Filnavne:
Fejlmeddelelser	Fejlmeddelelser.prn
Fluiddata	*.vsk *.npl
Kalibreringer	Pumpenavn-År-Dag-Md-Ti-Mi-Se- Se/00.prn *.prn
Outputdata_diffperm	*.prn
Outputdata_diffrelperm	*.prn
Outputdata_absperm	*.prn
Outputdata_absrelperm	*.prn
Setupdata	Pumpenavn.prn Setup_diffperm.prn Setup_diffrelperm.prn Setup_absperm.prn Setup_absrelperm.prn
Tempdata	Genbrug_diffperm.prn Genbrug_diffrelperm.prn Genbrug_absperm.prn Genbrug_absrelperm.prn Kalibtempfil.prn Temp.dat

2.1.20 Uddata

Data skrives til den output datafil som brugeren specificerer ved starten af et projekt. I denne fil skrives samtlige de oplysninger der er tilgængelige, herunder indholdet af de anvendte kalibreringsfiler, fluiddatafiler, og eventuelt NAPL-datafiler, således at det til enhver tid er muligt at kontrollere og evt. korrigere data.

Kalibreringsfilerne for pumperne indeholder på samme måde alle de målinger der ligger til grund for beregningen af de korrektionsfaktorer som benyttes under afviklingen af et projekt. Det giver mulighed for mere detaljeret at analysere funktionen af Pharmacia pumpen. Og det giver mulighed for mere målrettet problemløsning ved f.eks. at identificere utætheder som følge af slitage på o-ringe, eller på den ene af cylindrene.

Overskrifter og søjler i output datafilen er struktureret således at data både er læsevenlige ved direkte udskrift, og samtidigt smidige at importere i et regneark (I Excell skal der f.eks. blot benyttes "mellemlinje" som særlig separator under import processen).

2.2 Vejledning til hovedmenuen

Programmets menu har følgende emner:

- Konfigurer
- Kalibrering
- Pharmacia pumpe
- Projekt opsætning
- Start automatikken
- Styring
- Graf
- Fortsæt
- Stop

2.2.1 Konfigurer

Konfigurer kalder kortvarigt et billede der viser hvorledes de serielle porte er konfigureret. Den aktuelle konfiguration findes gemt i ASCII filen "Drev:\permdata\setupdata\setup_*.prn".

Hvis brugeren ønsker at editere, eller gennemse denne opsætning, så skal der trykkes på billedet i det korte øjeblik det vises på skærmen. Alternativt kan der editeres i ASCII filen "Setup_*.prn".

Hvis der ikke findes en "setup_*.prn" fil, så vil programmet generere en ny fil som er default gældende for en Siemens Nixdorf PCD-5H 90MHz maskine med følgende tilslutninger:

Der findes desuden et sæt parametre til brug for hver enkelt af de serielle kommunikationsporte og tilkoblede instrumenter. Herunder et nødvendigt antal lagtime konstanter og en timeout konstant hvis værdier er forskelligt fra instrument til instrument og fra PC til PC.

Ved PC'ere med andre processor hastigheder skal nogen af disse værdier formodentligt blot multipliseres med forholdet mellem F/90, hvor F er frekvensen i Hertz på den aktuelle maskine.

2.2.2 Pumpe kalibrering

Hvad det går ud på

En kalibrering er en pumpekaraktistik for Pharmacia pumpen, og der genereres korrektionsfaktorer som funktion af pumpeydelsen. Kalibreringsfilerne indeholder oplysninger om aktuelle temperaturer og opstrømstryk under kalibreringen, og der er derved også mulighed for at generere kalibreringsfiler til brug under specielle temperatur og trykforhold.

Ved kalibrering skal der enten vælges en tidligere kalibrering af Pharmacia pumpen, eller også skal der genereres en helt ny.

Hvorledes pumpen virker

Programmet er designet således at de fleste Pharmaciapumper vil fungere korrekt ved korrektionsfaktoren 1. Men små afvigelser kan forekomme fra pumpe til pumpe, og efterhånden som o-ringe m.m. bliver slidt eller udskiftet med andre typer.

Pharmacia pumpen drives ved hjælp af en frekvens af on/off TTL spændinger (transistor-transistor logic) der sendes fra et counterkort (ComputerBoards CIO-CTR) som er installeret på computeren. Og ved en kalibrering bestemmes der en sammenhæng mellem den frekvens der sendes til pumpen, og det volumen der derved pr tidsenhed fjernes fra vægten.

Counterkortet skifter TTL spændingen til Pharmacia pumpens interface med cyklus som har en vis bølgelængde, d.v.s. en bølgelængde der beregnes ud fra den ønskede flowrate (korrigeret for pumpens virkningsgrad). Counterkortet har en bestemt grundfrekvens, og bølgelængden kan kun bestemmes som et multiplum af grundfrekvensens bølgelængde. Dette giver især begrænsninger for valg af den flowrate der reelt kan bruges. Og der vil derfor næsten altid ved små flowrater være en mindre afvigelse mellem det flow brugeren og programmet ønsker, og så det reelle flow som pumpen kan levere.

Kalibreringen korrigerer således for pumpens virkningsgrad, eller pumpekarakteristik, mens de to parametre "Flow" og "TrueFlow" som løbende afbildes på skærmen viser sammenhængen mellem det ønskede flow, og det reelle flow.

Brug eksisterende kalibrering:

Ved at vælge "Brug eksisterende kalibrering" bliver brugeren bedt om at vælge en fil fra roden "Drev:\permdata\kalibreringer*.kal". Her vil der typisk være lagret en række filer med filnavne efter nomenklaturen: "pumpenavn-år-måned-dag-time-minut-sekund-sekund/100.kal".

Pumpenavn angiver hvilken pumpe kalibreringen gælder for.

År, måned,dag,time,sekund,sekund/100 i filnavnet angiver hvornår kalibreringen er udført.

Andre filnavne kan også forekomme hvis brugere har omdøbt kalibreringsfiler til specielle projektnavne eller specielle væsker og tryksituationer. Endelig kan brugere også have sammensat flere kalibreringsfiler til filer med højere detaljeringsgrad, og dermed fra filer fra forskellige datoer. (Kalibreringer ved meget små flowrater kan komme til at tage flere dage).

VIGTIGT:

Programmet sorterer selv data fra kalibreringsfilen under indlæsningen af de sammenhørende værdier for korrektionsfaktorer og flowrater. Denne sortering sker m.h.t. flowraterne, og sikrer, at der altid vil blive interpoleret på et monotont voksende datasæt.

Programmet **kontrollerer dog ikke** om der er 2 datalinier der gælder for den samme pumpeydelse, og brugeren skal derfor være meget omhyggelig med at frasortere eventuelle dubletter i de tilfælde hvor flere kalibreringsfiler lægges sammen.

Ny kalibrering:

Under en kalibrering anvendes korrektionsfaktoren 1, svarende til en perfekt pumpe. Samtidig så pumpes der fra et reservoir på Mettlervægten, hvor vædskens data på reservoiret skal være meget nøje bestemt. D.v.s. at densiteten som funktion af temperaturen skal være indlæst. Samtidig skal det være sikret at:

- Indløbet til Pharmacia pumpen er placeret på en Mettlervægt.
- Fitting til indtaget fra vægten til Pharmacia pumpen er udført friktionsløst og med minimal mulighed for fordampning.
- Mettler vægten er justeret så libellen er perfekt centreret.
- Indløbsbeholderen er sikret mod fordampningstab.

Ved dette system er det muligt at sætte pumpen til at køre ved en given nominel ydelse, og samtidig beregne hvilket volumen der så reelt forbruges fra vægten. Korrektionsfaktoren bestemmes så som forholdet mellem den nominelle ydelse og det reelle forbrug.

Når "Ny kalibrering" vælges skal der indtastes disse oplysninger:

- Navn på pumpen
- Indlæsning af filnavn med væskedata
- 1, 2 eller 3 forskellige flowrater mellem 0.00995 og 499 ml/t
- Kalibreringsvolumen for hver flowrate

Stemplerne i Pharmacia pumperne indeholder ca 20ml tilsammen, og et rimeligt kalibreringsvolumen må derfor være mindst 60ml for at pumpen får lejlighed til at blive kalibreret i forbindelse med skift af stempelretningerne. - Programmet har 4 checkbokse som skal afkrydses inden der kan fortsættes. En af disse angiver hvor meget volumen der mindst være på Mettlervægten beregnet ud fra det volumen som brugeren netop har indtastet.

En computer genereret fil indeholder først oplysninger om pumpenavnet. Derefter oplysninger om den vædske der er anvendt og endelig starttidspunktet for kalibreringen, og derefter igen 3 sekvenser med data for de 3 flowrater med kalibrering.

Hver sekvens starter med en række datalinier med målinger af flow, temperatur, tryk m.m. som funktion af tid. Derefter en datalinie med det resultat af kalibreringen som programmet benytter som inddata i det efterfølgende projekt. Linien starter med en stjerne (*) som er det tegn programmet benytter som indikator for sådan en resultatlinie. Efter stjernen følger de reelle tal for "Nominelflow", "CalcFlow", "Virkningsgrad", "Opstr.tryk" og "Temperatur".

Principielt kunne kalibreringsfilen blot nøjes med at indholde datalinierne med resultaterne af kalibreringerne (begyndende med en stjerne), og brugeren kan eventuelt bortditere alt andet end disse linier for at få et bedre overblik over resultatet. Eventuelt kan brugeren kontrollere målingerne inden disse editeres bort. Ved denne kontrol er det muligt at kontrollere der har været uhensigtsmæssige fluktuationer under kalibreringen. F.eks. om der har været problemer i forbindelse med skift af stempelretning i Pharmacia pumperne, eller om et af stemplerne måske skulle have fået en ridse i den ene ende, og dermed give anledning til dårligere virkningsgrad når stemplet passere ridsen.

Nedenfor vises indholdet af en kalibreringsfil som kun indeholder det minimum af data der skal til for en anvendelig kalibreringsfil:

Minimum af data for en pumpe kalibrering (perfekt pumpe):

Nominelflow	CalcFlow	Virkningsgrad	Opstr.tryk	Temperatur
*0.00	0.0	1.0	0.0	22.00
*10.00	10.0	1.0	0.0	22.00
*50.00	50.0	1.0	0.0	22.00
*100.00	100.0	1.0	0.0	22.00
*499.00	499.0	1.0	0.0	22.00
*1000.00	1000.0	1.0	0.0	22.00

Det ses, at det nominelle flow overskrider pumpernes maksimale ydelse. Dette ændrer dog ikke på pumpens maksimumsydelse, men bidrager blot til at den aktuelle virkningsgrad bliver bestemt v.h.a. interpolation i stedet for ekstrapolation.

2.2.3 Pharmacia pumpe

Dette menupunkt har 2 forskellige funktioner afhængig af om:

- A: Før et projekt er påbegyndt
- B: Når et projekt er sat igang

A:

Når "Pharmacia pumpe" benyttes inden igangsætningen af et projekt vil den fungere med konstant flowrate, og der vil kunne vælges flowrater helt op til 900ml/t. Samtidig skal der dog først vælges om pumpen bare skal køre ubegrænset eller om den skal stoppe efter et vist volumen.

Det ønskede og det aktuelle flow fremgår af skærbilledet, og ved et klik på checkboksen "Sluk Pharmacia pumpen igen" vil pumpen stoppe næste gang en målecyklus er færdig.

Programmet tager hele tiden målinger samtidigt med at Pharmacia pumpen kører, og programmet vil lukke hvis det konstateres, at tryktransducerene bliver overbelaste. Derfor skal der ventes med tålmodighed når der klikkes på funktionerne mens pumpen kører. Og hvis "Begrænset volumen" er valgt, vil det begrænsede volumen som regel være overskredet inden programmet opdaterer og stopper pumpen.

B:

Når menupunktet vælges mens der er et projekt igang, så vil de indtastede data blive anvendt som nye værdier i projekt afviklingen.

Ved styring efter konstant flowrate vil programmet beholde den nye indtastede værdi, men ved automatisk styring med konstant opstrømstryk betyder dette, at programmet blot midlertidigt får en ny værdi for flowraten, og at programmet straks efter vil begynde at modificeret denne v.h.a. flowstyringen. Faciliteten er særligt anvendelig i starten af et projekt, hvor brugeren aktivt kan hjælpe programmet med hurtigt at iterere sig frem til en stabil flowrate.

2.2.4 Projekt opsætning

En dialog fremkommer når "Projekt opsætning" vælges. Og programafviklingen kommer ikke videre inden denne er udfyldt tilfredsstillende.

Brugeren kan vælge at indtaste alle de nødvendige oplysninger succesivt, eller der kan skydes genvej med knappen "Genbrug". Ved "Genbrug" skal brugeren som minimum indtaste plugnavn, længde og diameter. Og brugeren bør også kontrollere de indlæste oplysninger. Specielt bør det kontrolleres om den anvendte væske er korrekt, om voluminerne i indløb og afløb stadig svarer til det indtastede.

Ved successiv indtastning vil programmet selv tænde og slukke de relevante felter, og samtidig vil programmet sørge for at flytte fokus til næste relevante felt når der trykkes return.

Data bliver kontrolleret for hvert eneste tast der bliver udført på tastaturet. Hvis der sker fejl under indtastningen i et felt, f.eks. ved at indtaste et bogstav hvor der skulle have været et reelt tal, så bliver det hidtidige straks slettet fra feltet.

Der er 2 særlige knapper som benyttes til at indlæse fluiddata. Der trykkes på knapperne, og en "åben fil" dialog vil fremkomme. Dialogen kan kun indlæse fra den definerede filstruktur under "Drev:\permdata\". Hvis dialogen ikke viser tilgængelige datafiler, så kan det skyldes, at der mangler filer med fluid data. Problemet kan afhjæpes ved kopiering af filer fra den vedlagte CD-ROM.

Ud over disse funktioner, så er der diverse andre kontrolrutiner i programmet. Bl.a. er det ikke muligt at indtaste styretryk større end det maksimale differenstryk for den valgte differenstryktransducer.

Ved valg af styretryk og differenstryktransducer er det særligt vigtigt, at limit på Pharmacia pumpen sættes på et langt højere niveau (gerne maksimum) således at Pharmacia umuligt kan gå i "limitmode".

"Radioknapper" til valg af differenstrykmålerne 7 bar og 700 mbar har begge fået en speciel farve som en ekstra påmindelse til brugeren om nøje at kontrollere om ventilerne til disse 2 transducere reelt er frakoblet/tilkoblet som angivet i projektdefinitionen.

For relativ permeabilitet skal der specielt angives:

- Skønnet startmætning
- Skønnet porøsitet
- Relativ ydelse fra pumpe 1 ved starten
- Planlagte step for de spring der skal ske i den relative ydelse af pumpe 1
- Antal porevolumener der generelt skal pumpes gennem prøven ved hvert step
- Antal porevolumener der specielt skal pumpes gennem prøven når den relative ydelse af pumpe 1 er 0% og 100%.
- Om programmet indtil videre skal være fikseret på den relative ydelse fra pumpe 1.
- Om programmet næste gang skal reducere eller øge den relative ydelse af pumpe 1.
- Om programmet skal låse sig fast på 0% eller 100% næste gang en af disse relative ydelser opnås.

Fordelinger, mætning og porøsitet angives i indtastninger generelt som tal mellem 0 og 1, og ikke i procent.

2.2.5 Start automatikken

Når denne funktion vælges, så vil programmet påbegynde processen. Og det anbefales at overvåge opstarten visuelt indtil der er opnået et stabilt styretryk. Og evt. gribe ind ved at bruge menuen "Pharmacia pumpe" hvis programmet har svært ved at finde en stabil flowrate.

Hvis Pharmacia pumpen alligevel går i limit, så vil programmet og counterkortet være i en tilstand hvor der hele tiden sendes besked om at pumpe med 499ml/t. Derfor må "Reset/Limit" knappen ikke uden videre udløses på Pharmacia pumpen. - Der skal først udføres et kontrolleret reset gennem programmet:

- Benyt "Pharmacia pumpe" til at ændre flowet til 0 eller i hvert fald passende lavt.
- Vent indtil TrueFlow på skærmbillet viser en værdi nær ved den indtastede.
- Giv pumpen et reset så den ikke længere er blokeret i limitmode.
- Benyt evt. "Pharmacia pumpe" til at tildele et nyt og mere passende flow, eller lad programmet ordne resten selv.

2.2.6 Styring

Vælger man menupunktet Styring fås der lejlighed til at justere på

- styretrykket
- trykmarginen
- øvrige parametre til de funktioner der styrer flowraten

I bilag 4 gives en detaljeret beskrivelse af styringsmekanismerne til at opretholde konstant tryk på prøvens opstrømsside.

Det skal her kort nævnes at følsomheden af styringen især kan kontrolleres ved at justere på parameteren "Grundtal".

2.2.7 Graf

De kurver m.m. som programmet tegner på skærmen er ikke låst fast på programmet. Det betyder at det der er optegnet på skærmen vil forsvinde når en eventuel screen saver har været i funktion, hvis programmet har været minimeret eller hvis et andet program i Windows midlertidigt har været i fokus. (Grafikken i DiffPerm er ikke fast knyttet til skærmbilleden, og skal gendrages da den helt forsvinder i disse situationer.)

Ved at trykke på "Graf" vil der ske sådan en opdatering af koordinatsystemerne og alle graferne.

2.2.8 Fortsæt

Hvis programmet kører i batch mode, og processen er løbet til ende. Så kan det vælges at benytte funktionen "Fortsæt" hvis det hidtidige forløb ikke har været tilstrækkeligt.

Når der trykkes på knappen skal der ventes tålmodigt på at programmet får gennemført en cyklus af dataopsamling fra alle instrumenterne. Og ordrerne på den lille dialogboks skal derefter følges. Der er en serie checkbokse som skal afkrydses før end dialogboksen kan slukkes, og programkørslen bliver genoptaget. Det er vigtigt, at alle instrukserne følges nøje, og at der ikke bare afkrydses for at komme videre. - Vægten, eller indløbsreservoiret, skal bl.a. genfyldes, og afløbsbægeret skal tømmes.

Fortsæt funktionen kan kun kaldes når programmet har gennemført den første batch. Dette skyldes, at der skal holdes regnskab med vægtændringen før og efter genfyldningen.

2.2.9 Stop

Ved **Stop** afsluttes programmet pænt således at alle datasæt i filerne er komplette. Der kan derfor gå et stykke tid mens programmet afslutter en eventuel igangværende målecyklus.

3. Eksempler på anvendelse

Nedenfor følger eksempler der er beregnet som en hjælp til hurtigt at komme igang med at afprøve programmerne. Programmerne burde generelt være tilstrækkeligt selvforklarende, således at det skulle være overflødig med en egentlig manual.

(Der skal selvfølgelig være den tilhørende hardware som vist i bilag 3, og instrumenterne skal være opsat til den korrekte form for seriel kommunikation, og med de parametre der er angivet i bilag 3.)

3.1 "Traditionel" drift af Pharmacia pumpe

Der sidder en shunt internt i kablet som blokerer for den normale manuelle drift af Pharmacia pumperne. For at undgå en måske skadelig montage og demontage af kablerne, så kan menupunktet "Pharmacia pumpe" vælges i stedet for. Dette giver stort set de samme funktionsmuligheder plus et par ekstra fordele idet der er mulighed for at vælge flowrater med reelle tal i intervallet 0.00995 - 900 ml/t (i modsætning til heltalsværdier fra 0 til 499ml/t). Samtidig er det også muligt at angive et maksimalt tilladeligt pumpevolumen.

Gør følgende:

- 1) Sørg for at "Neutral.kal" er kopieret fra CD-ROM og til stien "(Drev bogstav):\permdata\kalibreringer\nneutral.kal".
- 2) Start et af de 4 programmer.
- 3) Vælg **Konfigurer**. Ved et klik på en af tabellerne på Konfig billedet (som vises meget kort), vil der være mulighed for at editere i system opsætningen og værdier for datakorrektion.
- 4) Vælg **Kalibrering**. Ved "DiffPerm" og "AbsPerm" vælges "Brug eksisterende kalibrering".
- 5) Vælg "Neutral.kal" som kalibreringsfil for Pharmacia pumpen. Bemærk, at der skal vælges 2 gang hvis der er fra "AbsRelPerm" eller "DiffRelPerm", da der jo er 2 pumper, og at der godt kan vælges 2 forskellige kalibreringsfiler hvis det er nødvendigt.
- 4) Vælg **Pharmacia Pumpe** fra menuen, og vælg og indtast de ønskede parametre på skærbilledet. Start med at vælge om pumperne skal køre uafbrudt, eller om der kun må pumpes et begrænset volumen. Gule felter skal udfyldes inden programmet sender besked til pumperne, og cursoren springer generelt selv videre til det næste felt der skal udfyldes.
- 5) Pumperne kan slukkes igen ved at afkrydse den checkboks der er til samme formål.

I begge situationer vil programmet gennemføre en tidskrævende overvågning af instrumenterne, og computeren vil derfor være blokeret et stykke tid for hver gang der har været trykket på en tast.

3.2 Kalibrering af Pharmacia pumper

Minimums filen "Neutral.kal"

CD-ROM indeholder filen "Neutral.kal" som kan kopieres til stien "(Drev bogstav):\permdata\kalibreringer\nneutral.kal". Filen indeholder det minimum af data som programmerne behøver for at korrekt brug af pumperne. Filens opbygning ses nedenfor, og det vi kunne ses, at der i filen skal være datalinier begyndende med en stjerne, og derefter 5 reelle tal. Programmerne læser udelukkende disse linier, og springer alle linier over som ikke starter med en stjerne. Endvidere vil programmet sortere data efter læsning af filen, og derved har det ikke betydning om data listes i monotont voksende eller faldende orden.

Brugeren skal dog selv kontrollere om der er flere datasæt gældende for den samme pumpeydelse.

Eksempel på kalibreringsfil til Pharmacia pumpe, - filen "Neutral.kal" med et minimum indhold af data. Bemærk især at der er en stjerne i starten af ethvert sammenhængende datasæt.				
Neutralt datasæt til simulering af perfekt pumpe				
Nominelflow	CalcFlow	Virkningsgrad	Opstr.tryk	Temperatur
*0.00	0.0	1.0	0.0	22.00
*10.00	10.0	1.0	0.0	22.00
*20.00	20.0	1.0	0.0	22.00
*30.00	30.0	1.0	0.0	22.00
*40.00	40.0	1.0	0.0	22.00
*50.00	50.0	1.0	0.0	22.00
*60.00	60.0	1.0	0.0	22.00
*70.00	70.0	1.0	0.0	22.00
*80.00	80.0	1.0	0.0	22.00
*90.00	90.0	1.0	0.0	22.00
*100.00	100.0	1.0	0.0	22.00
*200.00	200.0	1.0	0.0	22.00
*300.00	300.0	1.0	0.0	22.00
*400.00	400.0	1.0	0.0	22.00
*499.00	499.0	1.0	0.0	22.00
*1000.00	1000.0	1.0	0.0	22.00
*5000.00	5000.0	1.0	0.0	22.00
*10000.00	10000.0	1.0	0.0	22.00

Danne en individuel kalibreringsfil

Ved faciliteten "Kalibrering - Ny kalibrering" er det muligt at kontrollere Pharmacia pumpernes virkningsgrad, og samtidig generere en ny kalibreringsfil der er tilpasset individuelt til den enkelte pumpe, til den aktuelle vædske og til brug for de opstrømstryk hvorved pumpen senere skal benyttes.

Det er tanken med denne kalibrering at der kan tages højde for:

- backflow gennem fittings internt i pumpen, samt omkring O-ringe i stemplerne
- effekten af væske egenskaber som f.eks. molekylstørrelser, viskositet, temperatur
- fordampning gennem slanger m.v.

Der vil blive dannet 3 datalinier for hver kalibrering der bliver udført, og datalinierne gemmes i en "*.kal" fil hvor starten af filnavnet er en kombination af pumpe navn og starttidspunktet.

De 3 datalinier i kalibreringsfilen har samme format som datalinierne i "Neutral.kal" filen, og desuden indeholder filen samtlige optagne data under kalibreringen. Dette giver mulighed for at analysere detaljer omkring pumpens funktion. Specielt effekter i forbindelse med skift af stempel retning, og i forbindelse med eventuel slitage eller fejl på cylindrene omkring stemplerne. (Det kunne f.eks. tænkes at den ene ende af en cylinder er slidt, eller at en partikel har ridset indvendigt på denne cylinder).

Succesfuld kalibrering forudsætter, at der er præcise data for væsken på den tilhørende vægt, og at vægten fungerer perfekt. Der skal specielt tages hensyn til, at der anvendes friktionsløse slanger mellem pumpe og vægt, og at disse er placeret på samme måde under både ved kalibrering og i et efterfølgende projekt hvor pumpen er i brug.

3.2.1 Danne fil med 3 datasæt

Gør følgende:

- 1) Start et af programmerne "DiffPerm" eller "AbsPerm".
- 2) Vælg: **Konfigurer - Kalibrering - Ny kalibrering.**
- 3) Indtast derefter pumpe navn.
- 4) 3 gyldige flowrater.
- 5) Ønsket kalibreringsvolumen.

6) Udfør kontrollerne som anvist på skærmen, og afkryds de relevante felter efterhånden som dette finder sted.

7) Tryk **OK**, og lad programmet ordne resten.

Efter fuldendt kalibrering skriver programmet på skærmen at kalibreringen er afsluttet, og en ny ASCII kalibreringsfil vil kunne findes i stien "(drevbokstav):\permdata\kalibreringer\".

For overskuelighedens skyld kan alt andet bortediteres end de 3 datalinier der begynder med en stjerne.

3.2.2 Komponere fil med mange datasæt

Der gennemføres først et antal processer v.h.a. **Konfigurer - Kalibrering - Ny kalibrering** fra enten "DiffPerm" eller "AbsPerm" som omtalt ovenfor.

Herefter kan der dannes en ny og mere detaljeret kalibreringsfil ved blot at appende kalibreringsfilerne. *Brugeren skal blot passe på, at der ikke er flere datasæt for den samme flowrate!*

Det kan tilrådes først at udføre kalibreringer ved høje flowrater, idet disse tager kortest tid. Derpå kan kalibreringer ved små flowrater udføres, - typisk ved at lade programmet arbejde med disse kalibreringer om natten.

3.3 Projekt med konstant opstrømstryk

Gør følgende:

- 1) Vælg **Projekt opsætning**
- 2) Vælg **Konfigurer - Kalibrering - (Vælg en kalibreringsfil, f.eks. "Neutral.kal")**.
- 3) Vælg **Projekt opsætning**.
- 4) I det fremkomne billede "Projekt" skal felterne udfyldes med data. Der vil fremkomme nye felter for hver gang data er indtastet i et felt og der er trykket return.

Programmet kan i alle tilfælde ikke fortsætte inden skemaet er udfyldt korrekt med data, og programmet vil undervejs selv ændre data der ville kunne være katastrofale for udstyret. (F.eks. ved at bede om et styretryk der er højere end det tilladelige for den valgte tryktransducer.)

De fleste felter kan udfyldes i en fart hvis programmet netop har udført et andet tilsvarende projekt. Dette gøres ved at vælge knappen **Genbrug**, og derpå blot udfylde felterne pluggnavn, længde og diameter.

VIGTIGT:

Ved programmerne DiffPerm og DiffRelPerm skal det specielt kontrolleres om ventilerne til de 3 differenstransducere er stillet i overensstemmelse med transducervalget inden der trykkes på OK.

5) Når skemaet er fejlfrit udfyldt, skal der trykkes på **OK**. Hvis der er tale om en fejlfrit udfyldning, så vil slukkes skemaet/billede, og der spørges efter et filnavn til projektet. Der kan her oprettes underbiblioteker til det enkelte projekt. Programmet er sikret mod overskrivning af eksisterende filer.

6) Lav et sidste visuelt check af opstillingen og vælg derefter **Start automatikken**.

7) Bliv ved opstillingen og hold øje med de første målinger. I specielle situationer kan være en fordel at hjælpe programmet med at finde en passende flowrate. Eventuelt også justere på følsomheden af styringen:

Flowraten justeres ved at vælge **Pharmacia pumpe** fra hovedmenuen. Derpå indtaste en mere passende flowrate. Efter 1 målecyklus vil indtastningsfeltet slukkes igen, og den nye værdi vil blive aktuel efter endnu en målecyklus. Dog vil værdien være modificeret lidt p.g.a. matematikken i styreprocessen.

Følsomheden skal justeres hvis programmet har svært ved at opnå en stabil flowrate. Brug menupunktet **Styring** til denne styring. Parameteren **Grundtal** er den mest vigtige i denne sammenhæng, og giver mere afdæmpede korrektioner af flowraten hvis den reduceres (og omvendt).

3.4 Projekt med konstant flowrate

Gør som ovenfor, men vælg "Ønsket konstant flow(ml/t)" i stedet for "Ønsket konstant opstrømstryk(bar)" fra "Projekt" billedet.

4. Dansk metodebeskrivelse

Måling af væskepermeabilitet er dokumenteret i GEUS rapport nr. 2001/83, "Diffperm. Program til måling og beregning af væskepermeabilitet. Version 1.0. G. Andersen.

4.1 Instrumentering for væskepermeabilitet

GEUS måler permeabilitet ved egen udviklet forsøgsopstilling. Opstillingen styres af en computer, og samtlige data logges til datafiler. Programmet der styrer forsøgsopstillingen kan indstilles til forskellige driftsformer, og til forskellige konfigurationer af forsøgsopstillinger.

Der er generelt to driftsformer ved bestemmelse af permeabilitet:

- Konstant flowrate med deraf følgende varierende opstrøms- og differenstryk.
- Konstant opstrømstryk med deraf følgende varierende flowrater.

Der er desuden tre generelle konfigurationer for forsøgsopstillinger:

- Recirkulation
- Batch med måling af flowrate ud fra vejedata for indløbsreservoir
- Batch med bestemmelse af flowrate ud fra defineret pumpekaraktistik.

Det gælder generelt for forsøgsopstillingen, at der kan justeres på flowrater, trykstyring og andre parametre samtidig med et projektførløb. Dette betyder, at der trinvist kan måles ved forskellige sleevestryk, flowrater, opstrømstryk o.s.v.

Data skrives i en ASCII fil i kolonneform som er venlig overfor import i regneark. Der skal benyttes mellemrum som separator for at opnå en smidig indlæsning. Indholdet af kolonnerne fremgår af datafilen.

Øverst i datafilerne beskrives forsøgsomstændighederne, ligesom kalibreringsfiler og filer for væskedata alle er indlæst inden de egentlige resultater. I visse tilfælde kan disse data dog være editeret bort a.h.t. overskueligheden for rekvirenten.

Programmet korrigerer måledata for den aktuelt målte temperatur. Dette gælder for såvel dynamisk viskositet som for densitet.

Hvis der er anvendt "Non Aquaceous Phase Liquids" (NAPL væsker), så vil dette fremgå af datafilen, og data vil være korrigeret for de non-lineære egenskaber for væsken.

4.2 Enkelt fase permeabilitet og hydraulisk konduktivitet

Pluggen placeres i en Hassler kerneholder med et omsluttende sleeve tryk. Den specifikke væske permeabilitet måles ved et flow af væske gennem pluggen. Med pluggens kendte dimensioner, længde og diameter, med kendt væskeviskositet og væskedensitet, samt målt strømning og målt tryktab ved denne strømning kan pluggens specifikke væskepermeabilitet beregnes ud fra Darcy's lov.

Væskepermeabilitet bestemmes v.h.a. Darcy's lov:

$$k = \mu * q * l / (dp * a), \text{ hvor}$$

Symbol	Parameter	Enhed
k	Permeabilitet	Darcy, D
μ	Viskositet	cP, g/(cm*s)
q	Flow	cm ³ /s
l	Længde	cm
dp	Differenstryk	atm
a	Tværsnitsareal	cm ²

Og hydraulisk konduktivitet defineres ved følgende definition:

$$K = Q * L / (A * dH), \text{ hvor}$$

Symbol	Parameter	Enhed
K	Hydraulisk konduktivitet	m/s
Q	Flow	m ³ /s
L	Længde	m
A	Tværsnitsareal	m ²
dH	Tryk af vandsøjle	m

Der er følgende relation mellem de 2 parametre væskepermeabilitet og hydraulisk konduktivitet:

$$K(\text{m/s}) = k(\text{D}) * \rho(\text{kg/m}^3) * g(\text{m/s}^2) * \text{m}^2 / (\mu(\text{cP}) * 10^9 * 1.013250 (\text{Pa/atm}) * \text{cm}^2)$$

hvor

Symbol	Parameter	Enhed
K	Hydraulisk konduktivitet	m/s
k(D)	Permeabilitet	Darcy
$\mu(\text{cP})$	Viskositet	cP, g/(cm*s)
$\rho(\text{kg/m}^3)$	Fluid densitet	kg/m ³
$g(\text{m/s}^2)$	Tyngdeaccelerationen	m/s ²

Ved fluid densiteten 999.973kg/m³, tyngdeacceleration 9.806650 m/s², og viskositeten 1cP fås:

$$K(\text{m/s}) = 9.678 * 10^{-6} (\text{m/s/D}) * k(\text{D})$$

eller

$$K(\text{m/s}) = 9.678 * 10^{-9} (\text{m/s/mD}) * k(\text{mD})$$

4.3 Steady state relativ permeabilitet

Ved beregning af 2 fase relativ permeabilitet bestemmes sammehørende værdier for den aktuelle mætning af de 2 faser, og de tilhørende permeabiliteter for hver af de 2 faser. Disse permeabiliteter bestemmes ud fra følgende ligninger:

Væskepermeabilitet bestemmes v.h.a. Darcy's lov for fase n (n er h.h.v. 1 og 2):

$$k_n = \mu_n \cdot q_n \cdot l / (dp \cdot a), \text{ hvor}$$

Symbol	Parameter	Enhed
k_n	Permeabilitet af fase n	Darcy, D
μ_n	Viskositet af fase n	cP, g/(cm*s)
q_n	Flow af fase n	cm ³ /s
l	Længde	cm
dp	Differenstryk	atm
a	Tværsnitsareal (af prøven)	cm ²

2 fase permeabilitet forudsætter at prøven kun er mættet med de 2 faser, og at summen af mætningerne for disse 2 faser derfor er 100%.

Den aktuelle mætning bestemmes for hver gang et passende volumen med en konstant blandingsforhold mellem de faser har været pumpet gennem prøven. D.v.s. når et "trin" er gennemført. Traditionelt bestemmes mætningen ved at udtage og veje prøven og derpå at beregne mætningerne ud fra en massebalance. Ved denne massebalance forudsættes det at der i forvejen findes en præcis bestemmelse af densiteterne af de 2 faser, korndensiteten af prøven, porøsitet og bulk volumen.

Ved analyser bestemt ved denne traditionelle metode vil GEUS's permeabilitets programmel ofte blive anvendt i "batch mode", hvor programmet pumper en vis mængde af en kendt blanding af de 2 faser gennem prøven, og hvor der samtidig løbende bliver udført måling af opstrømstryk, tryktab gennem prøven, flowrate og temperatur samt heraf beregnet permeabiliteter. Permeabiliteterne beregnes med temperatur korrektion og ud fra en defineret flowrate.

4.3.1 Mætninger bestemt ved batch mode

Ved bestemmelse af mætningsforholdene ved relativ permeabilitet i batchmode, bliver disse målinger manuelt bestemt ved adskillelse af kerneholder og ovennævnte vejning og massebalance på prøven.

Beregning af mætningerne hviler på et fagligt håndværk, hvor der evt. korrigeres for endeeffekten (kapillar virkninger), eller hvor der måles på så passende lange prøver at ende effekten er minimal.

4.3.2 Mætninger bestemt ved recirkulation

Der er udviklet en metode med recirkulation til visse prøver som ikke kan udtages upåvirket fra kerneholderen. Det drejer sig f.eks. om sandprøver og opsprækkede prøver. (Sidstnævnte skal efterfølgende korrigeres fra modellen for en cylindrisk homogen plug til en kasseformet homogen sprække). Ved denne metode anvendes kun 1 reservoir som anbringes på en vægt. Reservoiret fyldes med begge faser, og indtagene fra de 2 pumper placeres i hver sin fase. Udløbet fra prøven går samtidigt retur til dette reservoir.

Systemet konstrueres således at ind- og udløbsslangerne til og fra reservoiret er tynde og mest muligt friktionsløse, og således at fordampningstab, og tab gennem slanger og fittings er begrænset til et minimum. Endelig sikres det at volumenet i fittings også er reduceret til et minimum.

En måleserie indledes derpå typisk ved først at mætte prøven med den ene fase, og derpå kun recirkulere denne gennem prøven med de valgte forsøgsomstændigheder (opstrømstryk, flowrate,

temperatur). Efter et passende stykke tid vil vægten vise i hvilken grad der sker tab af vædske, og derved kan der fås en nominel "fordampnings- og tabs- rate".

Når dette er opnået, så er prøven også med sikkerhed 100% mættet, hvorved denne oplysning lægges til grund for senere korrektioner af mætningsforholdene.

Programmet vil derpå kunne frigives til automatisk at justere den relative fordeling mellem de 2 faser. Dette sker stepvist på den måde, at der skal pumpes et vist antal porevolumener gennem prøven for hvert step. Størrelsen af disse steps vælges ud fra faglige hensyn, og ved fordelingerne 0% og 100% vil der evt. blive pumpet et yderligere antal porevolumener gennem prøven for at sikre en passende udskyldning af den fase som er i minimum.

Programmet vil typisk blive drevet med en uendelig cyklus der starter med stepvist at reducere den ene fase fra 100% til 0%, og derpå atter øge tilbage til 100%. Derved bliver der mulighed for at bestemme hysteresse effekter.

Når programmet har kørt tilstrækkeligt længe vil det typisk blive låst fast på 100% eller 0% fordeling i endnu en efterfølgende fase. Dette er m.h.p. at bringe prøven i en tilstand hvorfra der er mulighed for at bestemme mætningerne ved en af disse 2 tilstande, og efterfølgende give mulighed for en lineær korrektion for fordampningstab. Der korrigeres lineært mellem 100% begyndelsepunktet og sluttstanden.

5. Engelsk metodebeskrivelse

Measurement of liquid permeability is documented in GEUS report nr. 2001/83, "Diffperm. Program til måling og beregning af væskepermeabilitet. Version 1.0. G. Andersen.

5.1 Hardware and setup

Measurement of the permeability is performed on equipment developed by GEUS. The equipment is controlled by a computer, and all data is logged to a datafile. Setup and configuration of the equipment can be freely selected depending on the operating mode of the pump.

Generally permeability can be determined by the following operating modes:

- Constant flowrate; independent setting of upstream and differential pressure.
- Constant upstream pressure; independent setting of flowrate.

Three different configurations of setup can be selected:

- Recirculation
- Batch mode and measurement of flowrate by continuous recording of weight of the inlet reservoir
- Batch mode and determination of flowrate from correlation of real pump rates and nominal pump rates.

There are several features on the equipment, e.g. ad hoc adjustment of flowrates and upstream pressure during measurement.

Data are written as columns in an ASCII file in a friendly format ready for importing in a spreadsheet by space separated data. The content of the file should be easy to read just by opening the file with an editor.

Some additional information is written in the top of the ASCII output datafile for the purpose of making the datafile easy to read for the client. These data may be deleted before delivery to the client.

All measured data are temperature compensated.

The header section also identifies if algorithms for "Non Aqueous Phase Liquids" (NAPL liquids) have been applied. In that case the viscosity will be compensated before calculation of permeability.

5.2 Permeability and hydraulic conductivity

A cylindrical porous plug is placed in a Hassler coreholder with a confining sleeve pressure. The specific liquid permeability is then measured by a flow of liquid along the axis of the plug. Specific liquid permeability of the porous plug can be calculated according to Darcy's law if dimensions (length and diameter), dynamic viscosity, density of liquid, flowrate and pressure drop is known or can be measured:

Darcy's law:

$$k = \mu * q * l / (dp * a), \text{ where}$$

Symbol	Parameter	Unit
k	Permeability	Darcy, D
μ	Viscosity	cP, g/(cm*s)
q	Flow	cm ³ /s
l	Length	cm
dp	Differenspressure	atm
a	Area of cross section	cm ²

Hydraulic conductivity is defined by the following equation:

$$K = Q * L / (A * dH), \text{ where}$$

Symbol	Parameter	Unit
K	Hydraulic conductivity	m/s
Q	Flow	m ³ /s
L	Length	m
A	Area of cross section	m ²
dH	Pressure of water column	m

The following relation can be derived for the two parameters permeability and hydraulic conductivity:

$$K(\text{m/s}) = k(\text{D}) * \rho(\text{kg/m}^3) * g(\text{m/s}^2) * \text{m}^2 / (\mu(\text{cP}) * 10^9 * 1.013250 (\text{Pa/atm}) * \text{cm}^2)$$

where

Symbol	Parameter	Unit
K	Hydraulic conductivity	m/s
k(D)	Permeability	Darcy
$\mu(\text{cP})$	Viscosity	cP, g/(cm*s)
$\rho(\text{kg/m}^3)$	Fluid density	kg/m ³
$g(\text{m/s}^2)$	Gravity	m/s ²

The following special relation can be derived in the case of the fluid density of 999.973kg/m³, gravity 9.806650 m/s², and viscosity 1cP :

$$K(\text{m/s}) = 9.678 * 10^{-6} (\text{m/s/D}) * k(\text{D})$$

or

$$K(\text{m/s}) = 9.678 * 10^{-9} (\text{m/s/mD}) * k(\text{mD})$$

5.3 Steady-state Relative Permeability

Calculation of two fase relative permeability is done for a distribution of saturations of the two phases. Calculation of the permeability is done by the following equations:

Fluid permeability calculated due to the law of Darcy for the phase n (n is 1 or 2):

$$k_n = \mu_n * q_n * l / (dp * a), \text{ where}$$

Symbol	Parameter	Unit
k_n	Permeability of phase no. n	Darcy, D
μ_n	Viscosity of phase no. n	cP, g/(cm*s)
q_n	Flow of phase no. n	cm ³ /s
l	Length	cm
dp	Differential pressure	atm
a	Area of cros section of the sample	cm ²

It is presumed that the sample is 100% saturated with the two phases only.

The saturations are determined after the finishing of each step of pumping a certain amount and mixture of the two fluids through the sample. This is normally done by disassembling of the coreholder, and weighing of the sample. The calculation is then based on precise data for porosity, grain density, density of fluids and bulk volume of sample.

This method is available for consolidated samples, and can be run by GEUS's equipment in "batch mode" or "Recycling mode". Unconsolidated samples can only be run in "Recycling mode".

5.3.1 Recycling mode

A method for determination of saturations, without removing the sample from the coreholder is developed at GEUS. This method is specially developed with the purpose of measurements on samples of unconsolidated sand.

Only one reservoir is used with the purpose of recycling of the fluids. The reservoir is placed on a balance weight, and all connections are mounted with a minimum of friction, and the volume of fittings is also reduced to a minimum. All efforts to avoid loss of fluids through evaporation is also done.

Changes of saturations in the sample will affect the weight of the fluids due to the closed system and the contrast of the density between the two fluids,

Measurement is typically initiated with a sample saturated 100% with phase no. 1, and the flushed some time with 100% of this phase. The purpose of this flushing is to remove the effect of maybe some gas from the fittings, and also to determine, or control, the lossrate of fluids from the system.

Flushing with a content of phase no. 2 is then permitted, and some cycles from 100% to 0% of phase no. 1 are then typically performed. The contribution of phase 1 is then typically set to 0% (or in some cases 100%), and then flushed some time similar to the flushing when the measurements was initiated.

The coreholder is then disassembled when the amount of flushing is satisfying, and disassembling is done in a way convenient for measurement of the final satuation of the two phases.

Correction is then done on saturation linear with time from the time when the sample was 100% satisfied with phase no. 1, and until the time when the coreholder was disassembled, and the final saturation was measured.

6. Installation og udstyr

6.1 Installation og hardware

Installationen forudsætter følgende:

- Computer med Windows98
- ComputerBoards Universal Library (findes på medfølgende CD-ROM)
- 1 eller 2 stk. ComputerBoards counterkort CIO-CTR05 eller CIO-CTR10
- Minimum 2-4 serielle porte

Af anden hardware kræves:

- Mettlervægte fra PJ serien, inklusiv I/O-kort åbnet for kommunikation(se nedenfor) og serielt kabel (se nedenfor).
- Analog-Digital converter Druck-DPI420, inklusiv transducere (se nedenfor) og serielt kabel (se nedenfor)
- Panelmeter Temperatur, inklusiv 2 stk. temperatur sensorer og serielt kabel (se nedenfor)

Det sikres, at der ikke er konflikter i adresseringen af de serielle porte.

Program installation

Programmerne installeres fra CD-rom fra følgende filer:

```
"\Installation\AbsPerm\650MB\Disk1\setup.exe"  
"\Installation\AbsRelPerm\650MB\Disk1\setup.exe"  
"\Installation\DiffPerm\650MB\Disk1\setup.exe"  
"\Installation\DiffRelPerm\650MB\Disk1\setup.exe"
```

En version findes også til diskette installation under 144MB underbibliotekerne. Der skal blot ske en kopiering af indholdet fra disse underbiblioteker "Disk1", "Disk2" o.s.v. til disketter.

Programmerne vil blive installeret i Windows "Start" menu under "Programmer". Det er herfra muligt at kopiere genveje til placering på såvel skrivebord som proceslinien nederst i Windows skærmbillede.

Programmerne afinstalleres fra Windows via kontrol panelet "Tilføj/fjern programmer".

På CD-ROM findes desuden som en hjælp et bibliotek \permdata**.* hvorfra der evt. kan kopieres forskellige setup og kalibreringsfiler til DiffPerm programmet. Det rådes til at fjerne skrivebeskyttelsen samtidig med kopiering af filer og biblioteker.

Det er specielt data for fluider og pumpekalibreringer som er vigtige for at komme hurtigt i gang med at afprøve programinstallationen. Filerne kan dog etableres ved brug af programmerne, og alle biblioteksstier vil blive oprettet i \permdata\ automatisk hvis de ikke findes i forvejen.

DPI 420 - Digital Pressure Indicator

DPI420 A/D-konverterne tilsluttes en seriel port, og portens nummer samt kommunikationsparametrene indskrives i setup filen eller under "Konfig" menuen i programmerne.

Nedenfor vises tabeller til brug for konstruktion af kabel, DIP-switch settings inden i instrumenterne, samt montering af transducere for de 2 instrumenter benævnt "DPI420 a" og "DPI420 b".

- Serielt kabel til DPI420

Serielt kabel Druck Digital Pressure Indicator - DPI420:			
9-pin connector PC		9-pin connector DPI420	
Pin nr.	Status	Status	Pin nr.
1	Forbundet	Forbundet	1
2	Forbundet	Forbundet	3
3	Forbundet	Forbundet	2
5	Forbundet	Forbundet	5
Skærm	Forbundet	Blind	Skærm

- Switches på DPI420

Pin nummer	SW1	SW2
S1	ON	OFF
S2	ON	OFF
S3	OFF	OFF
S4	OFF	OFF
S5	OFF	OFF
S6	OFF	OFF
S7	OFF	OFF
S8	OFF	OFF

- Monterede transducere og sensorer til DPI420:

Instrument:	DPI 420 S/N 419/89-11 "DPI420 a" (AbsPerm og AbsRelPerm)		DPI 420 S/N 335/88-10 "DPI420 b" (DiffPerm og DiffRelPerm)	
Kanal	Sensor	Parameter	Sensor	Parameter
1	PDCR 910 0-35bar S/N 688546 Kal. 04-07-2001 Cert. no. S51213	Opstrømstryk	PDCR 120/2WL 0-700mbar S/N 249757 Kal. 04-07-2001 Cert. no. S51196	Differenstryk (Multipliseres i software med 0.001bar/mbar)
2	PDCR 910 0-20bar S/N 690759 Kal. 04-07-2001 Cert. no. S51214	Nedsrømstryk	PDCR 120/35WL 0-7bar S/N 248296 Kal. 04-07-2001 Cert. no. S51199	Differenstryk
3	PDCR 4021 0-135bar S/N 1479336 Kal. 03-12-2001 Cert. no. S51261	Sleevetryk	PDCR 120/75WL 0-35bar S/N 256528 Kal. 04-07-2001 Cert. no. S51201	Differenstryk
4	(ledig)		(ledig)	
5	(ledig)		PDCR 4021 0-135bar S/N 1479335 Kal. 04-07-2001 Cert. no. S51202	Sleevetryk
6	Memmertovn (Ingen dokumentation for præcision)	Ovn temperatur	PDCR 910 abs 0-35bar S/N 281254 Kal. 04-07-2001 Cert. no. S51205	Opstrømstryk
7	(ledig)		(ledig)	

PJ-serie Mettlervægt

Programmet er udviklet til at kommunikere med Mettler vægte i "PJ serien" med installeret "Option 018" interface. Laboratoriet råder over flere PJ-vægte, og der kræves en vis opsætning af vægtene inden de er anvendelige til seriel kommunikation. (Se bruger manualen for det enkelte instrument).

Nedenfor vises tabel til konstruktion af serielt kabel, samt vejledning til opsætning af en PJ400 vægt til kommunikationshastigheden 2400 baud.

- Serielt kabel til Mettler PJ serien

Serielt kabel til Mettler PJ- serien - f.eks. Mettler PJ3000 med Option 018 interfacekort:			
9-pin connector PC		15-pin speciel Mettler connector	
Pin nr.	Status	Status	Pin nr.
2	Forbundet	Forbundet	12
3	Forbundet	Forbundet	2
5	Forbundet	Forbundet	13
6	Forbundet	Forbundet	3

- Opsætning af PJ400

Mettler vægten skal desuden forberedes for data kommunikationen:

- Sluk først vægten
- Tænd derefter igen, og hold tasten nede til "-CONF-" vises i display
- Tryk kort på tasten så display viser "I-FACE"
- Hold tasten nede til der står "S.Stb" i display
- Tryk kort 3 gange på tasten så der står "S.Cont"
- Hold tasten nede til der står "b.2400" i display
- Hold tasten nede til der står "-END-" i display

Vægten er nu indstillet til:

- S.Cont
- 2400 baud
- Even parity
- 7 databits
- 1 stopbit

Pharmacia kommunikation via CIO-CTR counterkort

Laboratoriet råder over 3 stk CIO-CTR05 counterkort og 1 stk CIO-CTR10 counterkort. Begge af fabrikatet "Computer Boards". CIO-CTR05 indeholder 1 chip, og kan således kun kontrollere 1 Pharmacia pumpe, mens CIO-CTR10 indeholder 2 chip og kan kontrollere 2 Pharmacia pumper.

Prisen for CIO-CTR10 er cirka det dobbelte af prisen for CIO-CTR05, og da det har vist sig, at chip nr 2 på CIO-CTR10 på et tidspunkt blev defekt, så er det ved yderligere indkøb valgt kun at investere i CIO-CTR05. Derved er programmernes kommunikation med counterkortene udelukkende designet til CIO-CTR05 og/eller chip nr 1 på CIO-CTR10 kort.

Dette sker gennem den udviklede DLL, som dog er forberedt på at kommunikation kan ske på andre måder. Det kan anbefales at gøre valg af kort og chipnummer valgfrit ved eventuelle fremtidige revisioner. F.eks. gennem konfigurationen i programstarten på lige fod med konfiguration for udstyr forbundet på de serielle porte.

- Installation af CIO-CTR

En basis adresse skal vælges ved at stille dipswitches på alle CIO-CTR kort der installeres på en computer. Det skal sikres, at der ikke vælges ens adresser for kortene, og at disse adresser ikke er i konflikt med andet udstyr på computeren. Ved samme lejlighed vælges "Wait State" som "disabled".

Efterfølgende installeres det tilhørende "InstaCal" program (findes på medfølgende CD-ROM under biblioteket " ComputerBoards Universal Library\Disk1", og det er tilstrækkeligt kun at installere "Universal Library and InstaCal"). "InstaCal" startes, og "DemoBoard" slettes. Derpå installeres CIO-CTR kortene som "Board No 0" og "Board No 1". Efter installation konfigureres til de samme adresser som er valgt på dip switchene på kortene, og alle "Interrupt Level" sættes til "NONE(X)".

Nedenstående kabel konstrueres og monteres mellem Pharmacia pumpe og CIO-CTR.

- Kabel til kommunikation mellem CIO-CTR og Pharmacia

Kommunikations kabel mellem Pharmacia pumpe og CIO-CTR counterkort			
CIO-CTR 37-pin connector		Pharmacia pumpe 15-pin connector	
Pin nr.	Status	Status	Pin nr.
20	Forbundet	Forbundet	15
35	Forbundet	Forbundet	14
		Pin nr 12 og 15 forbindes internt.	

Temperatur panelmeter

Der er kun sparsom dokumentation for A/D Panelmeteret, og konstruktionen af nedenstående kabel er resultatet af at adskille et eksisterende kommunikationskabel. Ligeledes består den programmerede kode delvist af informationer fra den sparsomme dokumentation, og delvist af et gæt af kommando sekvenser.

Serielt kabel A/D Konverter for temperatur panelmeter:			
9-pin connector PC		9-pin connector "Panelmeter"	
Pin nr.	Status	Status	Pin nr.
2	Forbundet	Forbundet	2
3	Forbundet	Forbundet	3
5	Forbundet	Forbundet	5
		Pin nr 1, 6 og 4 forbindes internt i kablet, ligesom også pin nr. 7 og 8 forbindes internt.	

Oplysninger til brug for konstruktion af serielt kabel for "Panelmeter".

Der er tilkoblet to temperaturfølere til instrumentet, og følgende korrektioner skal tilsyneladende tilføjes det aflæste resultat for at opnå korrekte værdier (korrektionerne er default værdier i setup filerne som beskrevet andet steds i rapporten):

Temp 1 = 1.038500*Aflæsning - 1.24230

Temp 2 = 1.030500*Aflæsning - 0.73890

6.2 Udviklingsmiljø og source kode

Programmet er udviklet med Borland C++ Builder Professional Version 5.0 (Build 12.34), og installationsdisken er fremstillet v.h.a. InstallShield Express Version 2.12 (62).

Source koden til programmerne findes på CD-rom under biblioteket "C++ Source koder".

7. Anbefalinger

Ved fremtidige program ændringer eller vedligeholdelse, kan følgende forslag evt. tages op til overvejelse:

- Lade brugeren vælge kortnummer og chipnummer i "Konfig" formen på samme måde som brugeren kan konfigurere opstillingens seriel porte (Com1, Com2, o.s.v.) til de enkelte instrumenter. Det kunne bl.a. overvejes at samtlige eksterne funktioner blev udført v.h.a. DLL filer, som derpå kunne udskiftes efter behov, og som kunne genereres v.h.a. andre påprogrammeringssprog. F.eks. i forbindelse med eventuel fremtidig udskiftning af udstyr.
- Valg af kanal numre for DPI40 instrumentet kunne ligeledes ske valgfrit gennem "Konfig" formen.

8. Referencer

/1/ Diffperm. Program til måling og beregning af væskepermeabilitet. Version 1.0., G. Andersen. GEUS rapport nr. 2001/83.

9. Bilags liste

Bilag 1: "Calibration certificate" for 8 Druck tryktransducere.

Bilag 2: CD-ROM, monteret på omslaget, indholdende:

- Installationsprogram
- Biblioteksstruktur med nyttige datafiler "\permdata"
- ComputerBoards Universal Library
- Denne rapport i Word format.
- C++ Source koder for DiffPerm, Pharmacia_DLL, DiffIcon og driveren CBW32.dll.

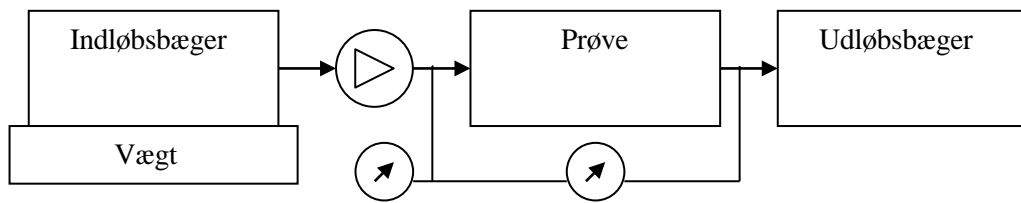
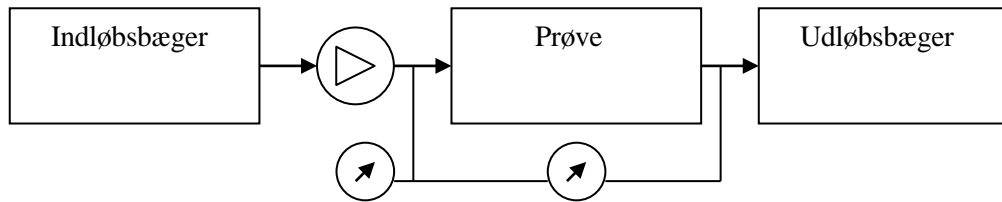
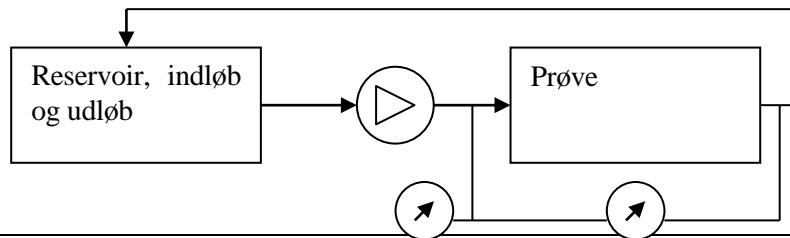
Bilag 3: Mulige konfigurationer for programmerne, samt skærmlayout, default datakorrektioner, default seriel settings.

Bilag 4: Beskrivelse af styringsmekanismerne til at opretholde konstant tryk på prøvens opstrømsside.

Bilag 3: Mulige konfigurationer for programmerne, samt skærmlayout, default datakorrektioner, default seriel settings.

I diagrammerne i dette bilag vises kun placering af pumper, vægte, reservoirer, transducere og slangeføringer, mens placering af temperatur sonder ventiler m.v. er udeladt for overskuelighedens skyld.

Sammen med diagrammerne vises det skærmlayout som programmet vil vise, samt de default værdier for seriel kommunikation samt sættet af default lineær datakorrektion.

Konfigurationer for DiffPerm:**Batchmode med vægt:****Batchmode uden vægt:****Recirkulation:**

DiffPerm skærm layout:

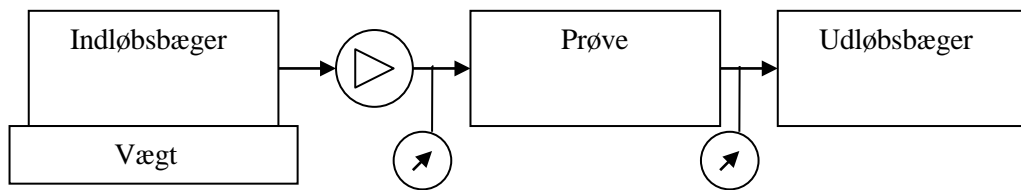
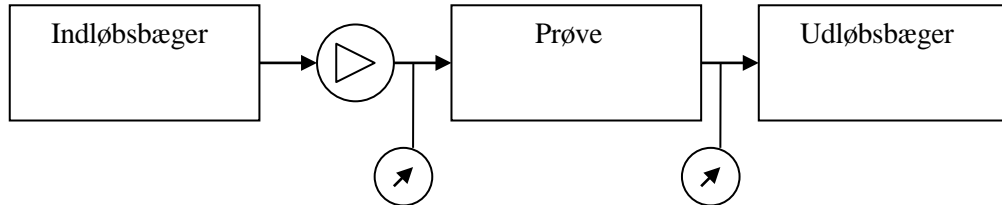
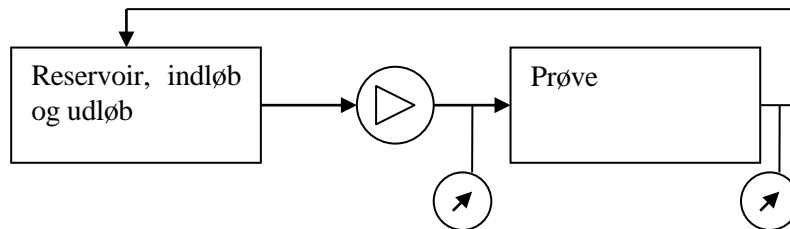
Projekt	Start dag	Start tid	TrueFlow	Mid.perm
Plug	Aktuel dag	Aktuel tid	Flow	Mid.flow
Opstilling	Ph.Kal.	Kriterie 1		
Vægt	Vædske	Kriterie 2		
	Visk	Kriterie 3	POpstr.	Mid.opstr
Længde	Dens	Styring		Mid.diff
Diameter		Styretryk	Diff.Tr	Max.vol
Diff Trans		Tryk margin	Mettler	Akt.vol
Diff35				
Diff7			Sleeve	
Diff700			Temp1	
Datafil			Temp2	

DiffPerm default hardware konfiguration:

Instrument	Panelmeter	Vægt1	DPI420
Port	Com2	Com3	Com4
Baud	1200	2400	9600
Parity	e	e	n
Bit	7	7	8
Stopbit	1	1	1
Timeout	100	1000	100
Lagtime1	1000	0	10
Lagtime2	0	0	1500
Lagtime3	0	0	250

DiffPerm default datakorrektion:

Parameter	a	b
Sleeve	1	0
Abs.Opst.tr	1	-1.013
Diff35	1	0
Diff7	1	0
Diff0.7	0.001	0
Mettler	1	0
Temp1	1.0385	-1.2423
Temp2	1.0305	-0.7389

Konfigurationer for AbsPerm:**Batchmode med vægt:****Batchmode uden vægt:****Recirkulation:**

AbsPerm skærm layout:

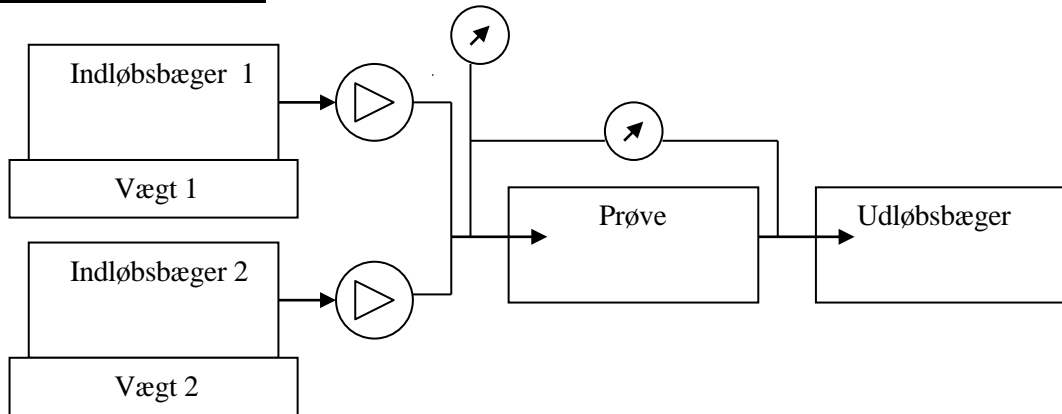
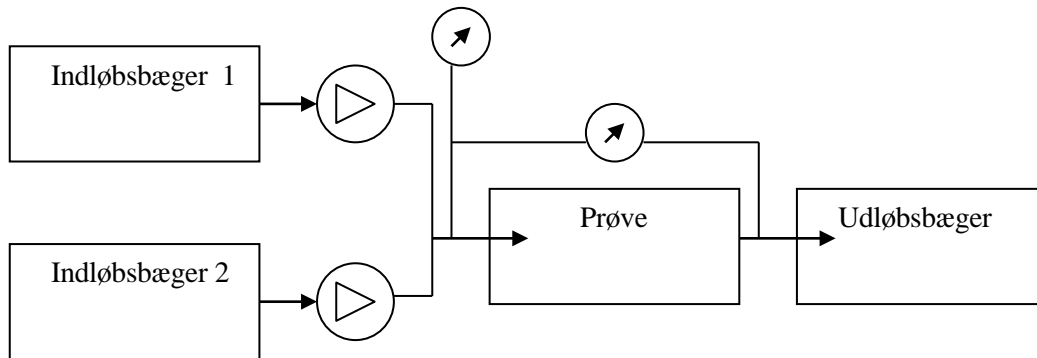
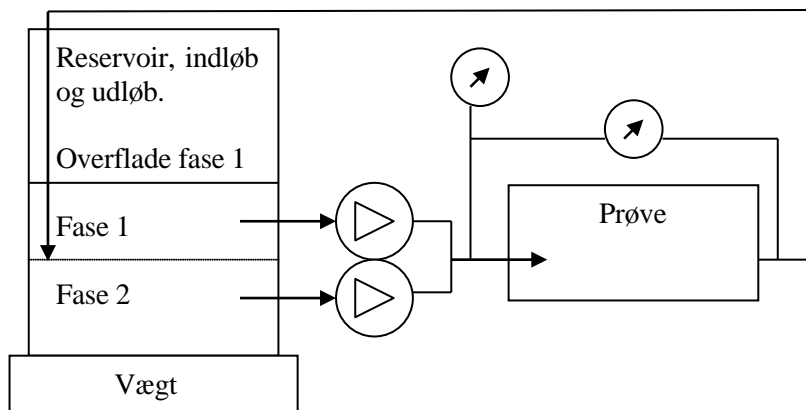
Projekt		Start dag		Start tid		TrueFlow		Mid.perm	
Plug		Aktuel dag		Aktuel tid		Flow		Mid.flow	
Opstilling		Ph.Kal.		Kriterie 1					
Vægt		Vædske		Kriterie 2					
		Visk		Kriterie 3		POpstr.		Mid.opstr	
Længde		Dens		Styring		PNedstr		Mid.diff	
Diameter				Styretryk		Diff.Tr		Max.vol	
				Tryk margin		Mettler1		Akt.vol	
						Sleeve			
						Temp			
Datafil									

AbsPerm default hardware konfiguration:

Instrument	Vægt1	DPI420
Port	Com3	Com4
Baud		9600
Parity	e	n
Bit	7	8
Stopbit	1	1
Timeout	1000	100
Lagtime1	0	10
Lagtime2	0	1500
Lagtime3	0	250

AbsPerm default datakorrektion:

Parameter	a	b
Opstr	1	0
Nedstr	1	0
Sleeve	1	0
Temp	1	0
Mettler	1	0

Konfigurationer for DiffRelPerm:**Batchmode med vægt:****Batchmode uden vægt:****Recirkulation med vægt:**

DiffRelPerm:

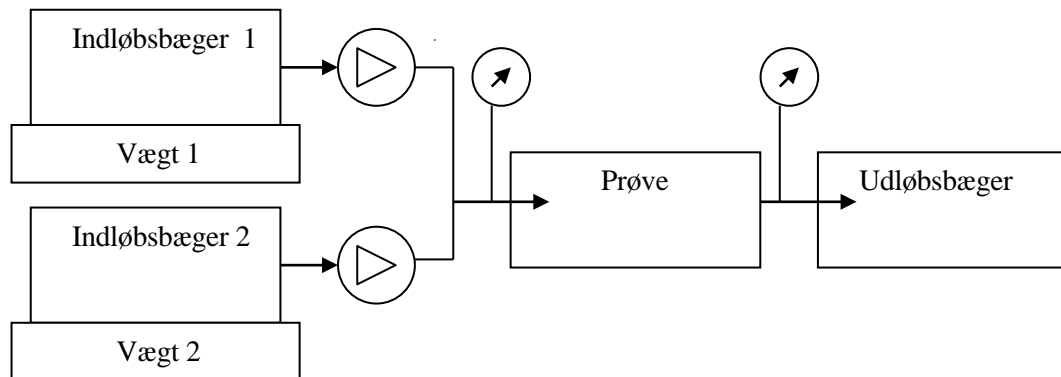
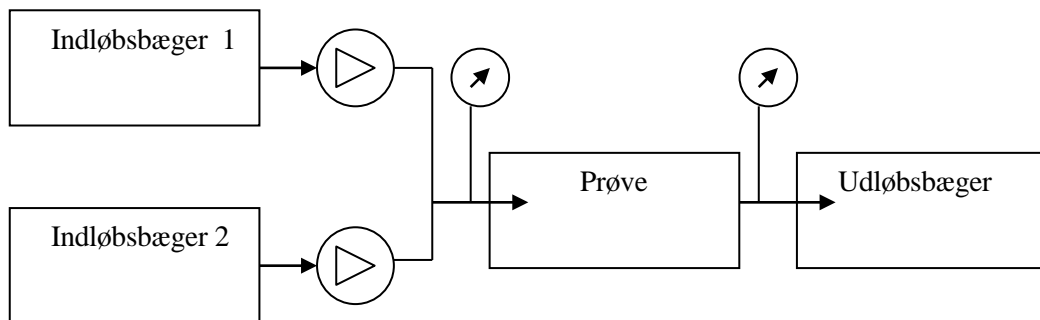
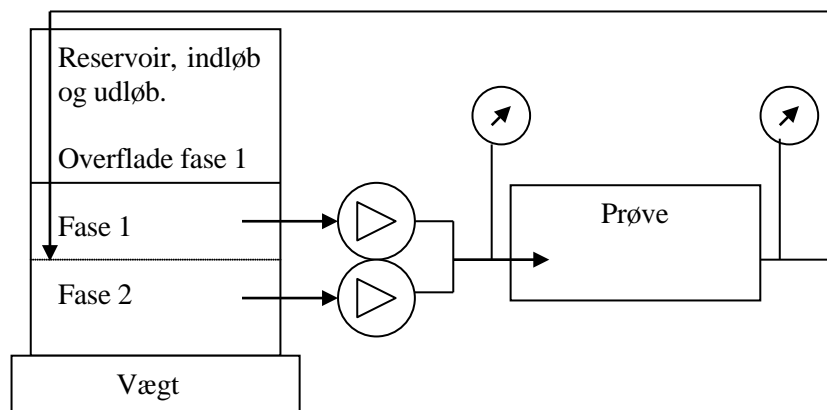
Projekt	Start dag	Start tid	True1Flow	Mid1.perm
Plug	Aktuel dag	Aktuel tid	Flow1	Mid1.flow
Opstilling	Ph.Kal.1	Kriterie 1	True2Flow	Mid2.perm
Vægt	Vædske1	Kriterie 2	Flow2	Mid2.flow
PV	Visk.1	Kriterie 3	POpstr.	Mid.opstr
Længde	Dens.1	Styring		Mid.diff
Diameter	Ph.Kal.2	Styretryk	Diff.Tr	Max.vol
Diff Trans	Vædske2	Tryk margin	Mettler1	Sum.vol
Diff 35bar	Visk.2	-/+step	Mettler2	Step.vol
Diff 7bar	Dens.2	Fiksering	Sleeve	Akt.Rel
Diff 0.7b	Midt PV	Cyklus	Temp1	Sw
Datafil	Ende PV	ReelRel	Temp2	Mid.Rel

DiffRelPerm default hardware konfiguration:

Instrument	Panelmeter	DPI420	Vægt1	Vægt2
Port	Com2	Com4	Com3	Com1
Baud	1200	9600	2400	9600
Parity	e	n	e	e
Bit	7	8	7	7
Stopbit	1	1	1	1
Timeout	100	100	1000	1000
Lagtime1	1000	10	0	0
Lagtime2	0	1500	0	0
Lagtime3	0	250	0	0

DiffRelPerm default datakorrektion:

Parameter	a	b
Diff0.7	0.001	0
Diff7	1	0
Diff35	1	0
Sleeve	1	0
Abs.Opst.tr	1	-1.013
Temp1	1.0385	-1.2423
Temp2	1.0305	-0.7389
Mettler1	1	0
Mettler2	1	0

Konfigurationer for AbsRelPerm:**Batchmode med vægt:****Batchmode uden vægt:****Recirkulation med vægt:**

AbsRelPerm:

Projekt		Start dag	Start tid	True1Flow	Mid1.perm
Plug		Aktuel dag	Aktuel tid	Flow1	Mid1.flow
Opstilling		Ph.Kal.1	Kriterie 1	True2Flow	Mid2.perm
Vægt		Vædske1	Kriterie 2	Flow2	Mid2.flow
PV		Visk.1	Kriterie 3	POpstr.	Mid.opstr
Længde		Dens.1	Styring	PNedstr	Mid.diff
Diameter		Ph.Kal.2	Styretryk	Diff.Tr	Max.vol
		Vædske2	Tryk margin	Mettler1	Sum.vol
		Visk.2	-/+step	Mettler2	Step.vol
		Dens.2	Fiksering	Sleeve	Akt.Rel
		Midt PV	Cyklus	Temp	Sw
Datafil		Ende PV	ReelRel		Mid.Rel

AbsRelPerm default hardware konfiguration:

Instrument	Vægt1	DPI420	Vægt2
Port	Com3	Com4	Com1
Baud	2400	9600	9600
Parity	e	n	e
Bit	7	8	7
Stopbit	1	1	1
Timeout	1000	100	1000
Lagtime1	0	10	0
Lagtime2	0	1500	0
Lagtime3	0	250	0

AbsRelPerm default datakorrektion:

Parameter	a	b
Opst.tr	1	0
Nedstr.	1	0
Sleeve	1	0
Temp	1	0
Mettler1	1	0
Mettler2	1	0

Bilag 4: Beskrivelse af styringsmekanismerne til at opretholde konstant tryk på prøvens opstrømsside.

Nedenfor gives en detaljeret beskrivelse af styringsmekanismerne til at opretholde konstant tryk på prøvens opstrømsside. De omtalte parametre "Grundtal", "Pejle1" og "Pejle2" justeres via hovedmenuen "Styring".

Det skal her kort nævnes at følsomheden af styringen især kan kontrolleres ved at justere på parameteren "Grundtal", hvor en reduktion af denne parameter generelt giver mere langsomme og afdæmpede reaktioner (og omvendt).

Ved drift i trykstyrings mode beregner programmet selv den næste flowrate. Dette gøres ud fra de 2 seneste målte opstrømstryk, den mellemliggende tid, styretrykket (det ønskede opstrømstryk) og den trykmargin brugeren har defineret ved opstarten af projektet.

Der beregnes en hældningskoefficient på trykstigningen mellem de 2 seneste målinger, samt en ønsket hældningskoefficient gældende for den efterfølgende sekvens eller cyklus. Og differencen mellem disse to hældningskoefficienter (regnet med fortegn), indgår i en faktor til at multiplicere med den foregående flowrate:

$$\text{Nyt flow} = ((\text{Aktuel hældning} - \text{Ønsket hældning}) * \text{Grundtal} + 1) * \text{Gammelt flow}$$

Hvis det f.eks. er i starten af et projekt, og der endnu ikke er opbygget et tilstrækkeligt opstrømstryk, så er den ønskede hældningskoefficient stor, svarende til at "Pejle1" anvendes. Værdien 30 sekunder for skæring med styretrykket er default for "Pejle1". Til gengæld, når opstrømstrykket er tæt ved styretrykket, så er der behov for mindre følsomme korrektioner hvorved den ønskede hældning beregnes på baggrund af "Pejle2" med default værdien 300 sekunder. - Programmet beregner ganske enkelt at skæring med trykstyring først skal ske efter 300 sekunder.

I korrektionen indgår desuden en parameter Grundtal. Denne er pr default sat til værdien 10. Hvis denne reduceres vil reduktionerne eller forøgelserne af flowraterne også være reducerede på samme måde som hvis "Pejle1" eller "Pejle2" forøges.

Der kan være situationer hvor denne styringsmekanisme ikke er tilstrækkelig. Og i de tilfælde er der defineret 3 forskellige hændelser der som en sikkerhed træder i kraft med en særlig kraftig reduktion af flowraterne.

- Katastrofe 1, svag risiko for at overskride maksimale trykniveau.
- Katastrofe 2, kraftig risiko for at overskride maksimale trykniveau.
- Katastrofe 3, maksimale trykniveau har, eller er, overskredet.

Tabellen på skærmbilledet viser løbende en status på disse hændelser.

Katastrofe 1

Hvis den seneste trykstigning er så stor at opstrømstrykket måske ville nå styretrykket allerede efter den næste cyklus, så er der tale om "Katastrofe 1". I dette kriterie indgår en sikkerhedsfaktor "Katastr.faktor" :

Hvis
 $\text{Styretryk} > \text{Opstrømstryk}$
 og
 $\text{Styretryk} - \text{Opstrømstryk} + \text{Trykmargin} < \text{Katastr.faktor} * (\text{Opstrømstryk} - \text{ForrigeOpsstrømstryk})$
 Så er "Katastrofe 1" indtruffet

Ved Katastrofe 1 reduceres næste flowrate for en sikkerheds skyld ved multiplikation med faktoren 0.95.

Katastrofe 2

Hvis den seneste trykstigning ser ud til at være eksponentielt stigende i forhold til den forrige trykstigning, så er der tale om en "Katastrofe 2". Dette indtræffer typisk i starten af en opgave, hvor systemet først skal opbygge et tryk ved at presse små gaslommer sammen. I dette kriterie indgår en sikkerhedsfaktor "Katastr.faktor" :

Hvis
 Hældning 1 er positiv
 og
 Hældning 2 er positiv
 og
 $\text{Hældning 2} > \text{Hældning 1}$
 og
 $\text{Opstrømstryk} + \text{Katastr.faktor} * (\text{Opstrømstryk} - \text{Gammelt opstrømstryk}) > \text{StyreTryk} + \text{TrykMargin}$
 Så er "Katastrofe 2" indtruffet

Ved "Katastrofe 2" reduceres næste flowrate for en sikkerheds skyld ved multiplikation med faktoren 0.75.

Katastrofe 3

Hvis det sker at opstrømstrykket trods denne styring alligevel overstiger styretrykket plus trykmarginen, så indtræffer "Katastrofe 3". Og i den forbindelse bliver Pharmaciapumpen straks standset, og der ventes derpå til trykket er faldet til et acceptabelt niveau. Når dette niveau er nået, så bliver pumpen sat igang igen med en ny ydelse der er decimeret ud fra den følgende algoritme og tabel:

Hvis følgende udtryk gælder for parameteren "Overskridelse" så reduceres næste flowrate med den tilsvarende værdi der kan findes i tabellen nedenfor:
 $\text{Opstrømstryk} > \text{Styretryk} + \text{Overskridelse} * \text{Trykmarginen}$
 Så er "Katastrofe 3" indtruffet

Overskridelse (faktor)	Reduktion (faktor)
1.00	0.90
1.25	0.75
1.50	0.50
1.75	0.10
1.80	0.01
1.90	0.001
2.00	0.0001

Det ses at jo mere alvorlig overskridelsen har været, jo kraftigere bliver flowraten reduceret når programmet starter Pharmacia pumpen næste gang.

---ooo000ooo---