



# NTNU

Kunnskap for en bedre verden

# Bacheloroppgave

**BI301305Bacheloroppgave**

**Etablering av referanseområde for venøs blodgass**

Kandidatnumre;10003,10011 og 10019

Totalt antall sider inkludert forsiden: 71

Innlevert Ålesund 04.06.2017

## Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/ dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelseer mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"><li>• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.</li><li>• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.</li><li>• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.</li><li>• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.</li><li>• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.</li></ul>	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. <a href="#">Universitets- og høgskoleloven</a> §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter NTNUs studieforskrift.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

# Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder:

Faglig veileder Willy Sæther ved NTNU i Ålesund. Prosessveileder fagbioingeniør Bjørn Ødegård ved Kristiansund sykehus avdeling for medisinsk biokjemi.

## Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja  nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja  nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja  nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja  nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato:

## FORORD

Dette er en bacheloroppgave utført av tre bioingeniørstudenter ved NTNU campus Ålesund. Oppgavens hensikt var å lage et venøst referanseområde for blodgassinstrumentet, som kan benyttes av leger og bioingeniører. Blodgassinstrumentet som ble benyttet for dette prosjektet, var *RapidPoint 500 system*, fra Siemens. Arbeidet begynte ved sykehuset i Kristiansund hvor blodprøver ble utført og analysert i løpet av tre uker. Parallelt innhentet vi teori og annen viktig informasjon. Deretter fortsatte skriveprosessen i Ålesund. Oppgaven skrives etter IMROD-modellen for å få en god og oversiktlig besvarelse.

Dette har vært en innholdsrik periode hvor vi har fått mye erfaringer under hele prosjektperioden. Det å ha blitt kjent med en ny maskin, har også gitt oss mye nyttige kunnskaper som vi tar med oss videre inn i arbeidslivet.

Vi vil takke sykehuset i Kristiansund for tildelt bacheloroppgave og bruk av utstyr. Vi vil også rette en stor takk til vår prosessveileder fagbioingeniør Bjørn Ødegaard, avdelingssjef Marit Sivertsen og til alle andre ansatte på sykehuset for all hjelp og støtte. Til slutt vil vi takke vår faglig veileder Willy Sæther for god støtte og veiledning under hele prosjektarbeidet.

## SAMMENDRAG

Målet med denne prosjektoppgaven var å etablere et referanseområde for parameterne pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> og BE i venøs blodgass, med hovedfokus på parameteren pCO<sub>2</sub>. Dette ble etterspurt av de ansatte ved Kristiansund sykehus, medisinsk biokjemisk avdeling. I denne oppgaven ble det benyttet 102 referansepersoner. Analysen foregikk ved hjelp av blodgassinstrumentet RapidPoint 500.

I dag bruker sykehuset et referanseområde som er basert på arterielle prøver. Dette referanseområdet blir også brukt til vurdering av kapillære og venøse prøver. Dette kan medføre at til og med normale prøvesvar blir tolket som unormale. Fysiologisk sett er pCO<sub>2</sub>-innholdet mye høyere i venøst blod enn i arterielt blod. Derfor blir det antatt at referanseområde for pCO<sub>2</sub> bør undersøkes.

Studien viste at det var en signifikant forskjell på pCO<sub>2</sub>-innholdet i henholdsvis arteriell- og venøs blodgass. Derfor er det hensiktsmessig å opprette et venøst referanseområde for pCO<sub>2</sub>. Dette vil være svært nyttig for bioingeniører og leger som vurderer analyseresultatene for videre behandling.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD .....	1
SAMMENDRAG .....	2
INNHOLDSFORTEGNELSE .....	3
ORDFORKLARING .....	5
1. INNLEDNING .....	6
1.1 Bakgrunn .....	6
1.2 Problemstilling .....	7
2. TEORI .....	8
2.1 Sirkulasjonssystemet .....	8
2.2 Gasstransport .....	9
2.3 Syre/base-balanse .....	10
2.4 RapidPoint 500 .....	12
2.4.1 Oversikt over instrumentet .....	13
2.4.2 Måleteknologi for RapidPoint 500 .....	14
2.4.3 Kalibrering .....	15
2.4.4 Kvalitetskontroll .....	16
2.4.5 Parametere for RapidPoint 500 .....	17
2.5 Referanseområde .....	20
2.5.1 Percentil .....	21
3. MATERIAL OG METODE .....	22
3.1 Fremgangsmåte for utregning av blodgassverdier for de ulike parameterne .....	24
3.1.1 Beregning vha. Dixon-Reed test .....	24
3.1.2 Beregning av referansegrenser .....	24
4. RESULTAT .....	26
4.1 Histogram .....	26
4.2 Referansegrenser .....	28
5. DISKUSJON .....	29
5.1 Problemstilling .....	29
5.2 Tidligere funn .....	30
5.3 De ulike parameterne .....	31
5.3.1 pCO <sub>2</sub> .....	31
5.3.2 pH .....	31
5.3.3 pO <sub>2</sub> .....	31
5.3.4 Bikarbonat .....	32
5.3.5 Base excess .....	32
5.4 Beregning av referanseverdier .....	32
5.5 Mulige feilkilder .....	33
6. KONKLUSJON .....	34
7. REFERANSER .....	35

VEDLEGG .....	40
Vedlegg 1: Instrumentets oppbygning .....	40
Vedlegg 2: Samtykkeskjema.....	43
Vedlegg 3: Opplysningsskjema.....	44
Vedlegg 4: Tabelloversikt over verdier fra referansepersoner (fordelt på kjønn) .....	45
Vedlegg 5: Tabelloversikt over alle referanseverdier i stigende rekkefølge.....	46
Vedlegg 6: Tillaging av histogram med tabell vha. geogebra .....	50
Vedlegg 7: Tabelloversikt over målemetode for sensorer .....	51
Vedlegg 8: Tabelloversikt over parameterne for RapidPoint 500 .....	52
Vedlegg 9: Prosedyre for kvalitetskontroll på Automatic QC .....	54
Vedlegg 10: Tabelloversikt over reagens brukt i RapidPoint 500 .....	58
Vedlegg 11: Fremgangsmåte for analysering av prøver og tolkning av svar-symboler .	60
Vedlegg 12: Prosedyre på venøs blodprøvetaking.....	67

## ORDFORKLARING

**Potensiometri** er en metode innen elektrokjemi som måler indikatorelektrodes potensial i forhold til en referanseelektrode.<sup>1</sup>

**Amperometri** er en metode innen elektrokjemi som måler elektrisk strøm i en galvanisk celle gitt at det er en potensiell forskjell mellom en referanseelektrode og en “working” elektrode.<sup>2</sup>

**Konduktans** er uttrykt som forholdet mellom strøm og spenning i en leder.<sup>3</sup>

**Homeostase** er organismens tendens til å opprettholde konstant og stabile fysiske kjemiske forhold i væske miljøet som omgir hver enkelt celle, kalt det indre miljø.<sup>4</sup>

**Metabolisme (stoffskifte)** er et fellesbegrep for ulike kjemiske prosesser i levende organismer der selvproduserte stoffer brytes ned til enklere forbindelser (katabolisme), og nye komplekse molekyler bygges opp (anabolisme).<sup>5</sup>

**Systemkretsløpet:** Blodstrømmen i systemkretsløpet går fra venstre hjertehalvdel, også kalt for det store kretsløpet. Blodstrømmen fordeles på mange mindre arterier som føres til ulike organer. Mengde blod som føres til organet, er avhengig av organets størrelse og dets metabolske aktivitet.<sup>6</sup>

**Lungekretsløpet:** Blodstrømmen i lungekretsløpet går fra høyre hjertehalvdel, også kalt for det lille kretsløpet. All blod passerer gjennom lungene. Her skjer utveksling av CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub>. Effektiv utveksling skjer når fordelingen av luft og blod i lungene tilpasses hverandre.<sup>6</sup>

**Peristaltisk pumpe** er en forskyvningspumpe som hindrer lekkasje av ulike væsker i instrumentet.<sup>7</sup> Den driver væskene fremover.



## 1. INNLEDNING

I dag bruker mange sykehus i Norge et arterielt referanseområde for vurdering av arterielle, venøse og kapillære blodgassanalyser. Det vil være til stor hjelp for sykehus å ha et referanseområde for venøs blodgass, siden de fleste blodgassprøver tas venøst (vanlig venepunksjon). Det ble vanlig å rekvirere venøse blodprøver, spesielt av urologer og barneleger for cirka 20 år siden, på Kristiansund sykehus. Det var med tanke på at arterielle prøver ikke var aktuell for vurdering av metabolsk syre/base-status.

For å få et troverdig referanseområde, ble det i hovedsak brukt blodgivere som referansepersoner. Den praktiske delen av oppgaven ble utført ved medisinsk biokjemisk avdeling, Kristiansund sykehus.

### 1.1 Bakgrunn

Det var et behov for å lage et referanseområde for venøs blodgass for å påvise både respiratoriske og metabolske forstyrrelser. Dette ville gi helsepersonell et bedre vurderingsgrunnlag. Parameterne som skulle undersøkes, var pH,  $p\text{CO}_2$ ,  $p\text{O}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  og BE, hvor  $p\text{CO}_2$  var den viktigste. Dette fordi det er høyere  $p\text{CO}_2$  i venøst enn i arterielt blod.

Hos pasienter som er lungefriske og har syre/base-forstyrrelser, vil en venøs prøve være lettere å ta enn en arteriell prøve. Å lage et referanseområde for venøs blodgass, kan være nyttig for bioingeniører og leger i fremtiden. Mulige sykdommer som er enklere å påvise ved et venøst referanseområde, er gastroenteritt og væsketap, spesielt hos barn.

Størstedelen av pasientgruppen som det tas blodgassprøver av ved Kristiansund sykehus er nyrepasienter.

## 1.2 Problemstilling

### *Etablering av referanseområde for venøs blodgass*

For å lage et referanseområde for venøs blodgass (VBG), vurderte vi å anvende cirka 100 referansepersoner. Etter analyse ønsket vi å sammenligne resultatet med det arterielle referanseområde. Dette for å avdekke om det var en signifikant forskjell mellom de ulike parameterne i henholdsvis venøs og arteriell blodgass (ABG). Det var en oppfatning av at parameteren for  $p\text{CO}_2$  i ABG og VBG ville bli forskjellig.

## 2. TEORI

### 2.1 Sirkulasjonssystemet

Kroppens sirkulasjonssystem består av hjertet og blodkarene. Sirkulasjonssystemet sørger for at blodet blir transportert i hele kroppen med viktige næringsstoffer som proteiner, karbohydrater og fett. Disse næringsstoffene trengs for å holde i gang kroppens metabolisme. Kroppens sirkulasjonssystem sørger for at avfallsproduktene også blir fjernet, som f.eks. CO<sub>2</sub>.

Det er tre hovedtyper av blodkar. Dette er arterier, kapillærer og vener. Veggen til arterier og vener består av tre lag, og det er et tynt endotel, glatt muskulatur og elastisk bindevev ytterst. Kapillærer består bare av et tynt endotellag.<sup>8</sup>

Arterier frakter blodet fra hjertet til resten av kroppen. I systemkretsløpet er arterieblodet oksygenrikt. Fra høyre ventrikkel i hjertet går blodet til lungene. Dette blodet er oksygenfattig. I lungene får blodet tilført oksygen. Det oksygenrike blodet går til venstre hjertehalvdel og ut i systemkretsløpet. En arterie blir tilført stort trykk fra hjertet ved hjelp av systole (pumpefase). Derfor har arterier en tykkere vegg bestående av mer elastisk vev (for å tåle høyt trykk), og mer glatt muskulatur.

Den andre typen er kapillær. Dette er de tynneste blodårene, som gjør at utvekslingen skjer veldig raskt. Utveksling gjennom kapillære blodkar vil gjøre at alle cellene får tilgang på næringsstoffer og får utskilt avfallsprodukter.

Den siste typen er vener. Disse frakter det oksygenfattige blodet tilbake til lungekretsløpet. Trykket her vil være lavt. Vener er lite elastiske i forhold til et arterielt blodkar og har mindre glatt muskulatur. Det er mindre smertefullt ved venøs prøvetaking, fordi det krever mindre kraft å punktere en vene. Ved at trykket er lavt, hindrer det at blodet renner til det punkterte området før sårtilheling. Noen steder ligger venene like under huden, f.eks. på underarmen. Dette gjør det enklere å finne dem og ta blodprøve av. Noen ligger også i dybden, men ikke så dypt som arteriene.<sup>9</sup>

Vener i armer og bein har klaffer. Klaffene fungerer som åpne- og lukkemekanisme, og det er to på hver side av en vene. Muskler rundt venen er med å presse veneveggen sammen slik at den ene siden av veneklaffene lukkes. Klaffer og muskler i venen fungerer sammen

ved at de sørger for at blodet går i en retning og hindrer tilbakestrømning, også kalt for muskel-vene-pumpen.<sup>10</sup> Et annet forhold som spiller en rolle ved retur av blod til hjertet, er respiratorisk aktivitet. Trykket til en arterie vil synke ved innpust, som gjør at trykkgradienten faller. Det medfører lettere venøs retur.<sup>11</sup>

## 2.2 Gasstransport

Karbondioksid i kroppen blir dannet som et avfallsprodukt under cellenes metabolisme. CO<sub>2</sub> transporteres via blodet til lungene i tre former og disse er; 70 % bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 7 % oppløst CO<sub>2</sub> og 23 % bundet til globindelen av hemoglobin. Hemoglobinet får lettere bundet CO<sub>2</sub> når oksygen ikke er bundet til jernatomene i heme-gruppen på hemoglobinet. Når O<sub>2</sub> frigjøres fra hemoglobinet i vevskapillærene, øker hemoglobinetts affinitet for opptak og transport av CO<sub>2</sub>. Etter reaksjonsligningen (*se figur 2 under avsnitt 2.4 Syre/base-balanse*) skjer spaltingen av H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> til HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> og H<sup>+</sup> raskt. Siden bikarbonat er en mer vannløselig forbindelse enn CO<sub>2</sub>, er det en passende transportvei for CO<sub>2</sub> som dannes i cellene.<sup>12</sup>

Erytrocyttmembranen er lite permeabel for H<sup>+</sup>. Det meste av H<sup>+</sup>-ionene bindes til hemoglobin slik at konsentrasjonen i erytrocyttene forblir lav. Dette gjør at dannelse av bikarbonat kan fortsette uavbrutt. Selve bindingen av H<sup>+</sup> reduserer også hemoglobinetts evne til å binde O<sub>2</sub> og øker bindingskapasiteten til CO<sub>2</sub>. I lungene vil det omvendte skje ved at høy pO<sub>2</sub> i alveolene fører til at mer O<sub>2</sub> bindes til hemoglobin og dermed frigjøres CO<sub>2</sub> og H<sup>+</sup>. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> diffunderer inn i erytrocyttene for å reagere med H<sup>+</sup> og danne CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> går ut til alveolene der det pustes ut.<sup>13</sup>

I denne oppgaven benyttes det ikke-røykere, lungefriske personer. Grunnen til at vi analyserte personer som ikke røyker, er fordi det kan ha en påvirkning for partialtrykkene for de forskjellige gasstypene (oksygen og karbondioksid). Normalt har en person omtrent 0-8 ppm karbonmonoksid (CO) i kroppen.

Hos en person som røyker, vil mengden av CO være økt, fra 20 til 40 ppm. Denne gassformen vil bli svært giftig ved overskudd. Når en viss mengde gass kommer ut i sirkulasjonen i hjernen, vil hjernen skades. Denne gassen kommer til blodet via lungene. Der vil den bindes irreversibelt til hemoglobin, noe som igjen vil hindre O<sub>2</sub> i å bindes.

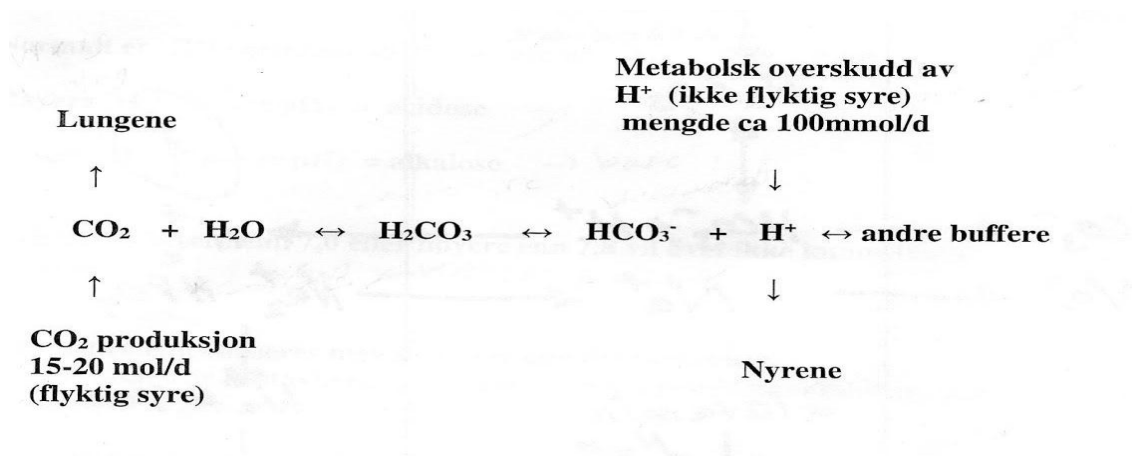
Frakting av O<sub>2</sub> til de viktige områdene av kroppen der aerobe prosesser foregår, blir dermed hindret. Dette er hovedårsaken til at det i denne oppgaven ikke velges en person som røyker.<sup>14</sup>

### 2.3 Syre/base-balanse

For å opprettholde en stabil pH-verdi over lengre tid, må det utskilles like mye syre som det dannes. Den produserte syren blir vanligvis delt inn i flyktige- og ikke-flyktige syrer. Eksempel på en flyktig syre er karbonsyre som dannes av karbondioksid og vann. Karbonsyren utskilles gjennom lungene. Eksempel på ikke-flyktige syrer er svovelsyre, melkesyre og urinsyre. Ikke-flyktige syrer er syrer som produseres i levende organismer. Slike syrer utskilles gjennom nyrene. Noen ganger kan disse syrene opphopes.

Et godt eksempel på dette er hos personer med dårlig kontrollert diabetes mellitus. Dette fører til tilstanden acidose. Ved acidose er det sur løsning. En sur løsning inneholder mye H<sup>+</sup>-ioner som fører til lav pH. Den motsatte tilstanden kalles alkalose, det vil si at løsningen inneholder lite H<sup>+</sup>-ioner som fører til høy pH.

#### Reaksjonsligningen:



15

Figur nr.1: Forstyrrelser i syre/base-balansen

Ligningen over viser hvilken vei likevekten vil gå og hva dette vil medføre. I tillegg viser den også ulike faktorer som er med på å påvirke denne likevekten. Enzymet som katalyserer reaksjonen mellom karbondioksid og vannmolekylet, er karbonanhydrase (kjent som karbonat dehydrase).<sup>16</sup>

Dersom årsaken til syre/base-forstyrrelsen er i lungene, kalles det respiratorisk. Dersom årsaken er i nyrene derimot, kalles det metabolsk. Dette gjør at tilstandene kan deles inn i fire typer:

- I. Respiratorisk acidose: Lungene er problemet. Dårlig utskilling av  $\text{CO}_2$  fører til opphoping i blodet. Dette fører til at likevekten går mot høyre og dermed høyere  $\text{H}^+$  konsentrasjon, som igjen fører til lav pH. Lav pH tyder på acidose. Tilstanden skyldes hypoventilasjon. Et vanlig eksempel er KOLS (kronisk obstruktiv lungesykdom). Denne sykdommen kommer av nedsatt luftstrøm gjennom luftveiene. En av de mest viktigste og vanligste årsakene er røyking.<sup>17</sup>
- II. Respiratorisk alkalose: Problemet ligger i lungene. Lite  $\text{CO}_2$  fører til at likevekten går mot venstre. Dermed blir det mindre  $\text{H}^+$  konsentrasjon og pH øker. Høy pH tyder på alkalose. Tilstanden skyldes hyperventilasjon pga. angst, stress og/eller smerter. Ved hyperventilering puster man mer (altså fortere) med dype drag. Økt pust fører til økt inntak av oksygen enn det som trengs, og utskilling av  $\text{CO}_2$ . Endring i oksygenmetning har ingen betydning, men økt utskillelse av  $\text{CO}_2$  fører til at likevekten over går mot venstre. Videre vil dette bidra til høyere pH.<sup>18</sup>
- III. Metabolsk acidose: Kroppen produserer mer syre, altså  $\text{H}^+$  enn det den klarer å skille ut. Likevekten går mot venstre. Mer  $\text{CO}_2$  blir dannet og blir utskilt gjennom lungene. I dette tilfellet er bikarbonat lav og BE minker. Tilstander som medfører metabolsk acidose er høy muskelaktivitet, diabetes, diaré og forgiftninger med for eksempel metanol.<sup>19</sup>

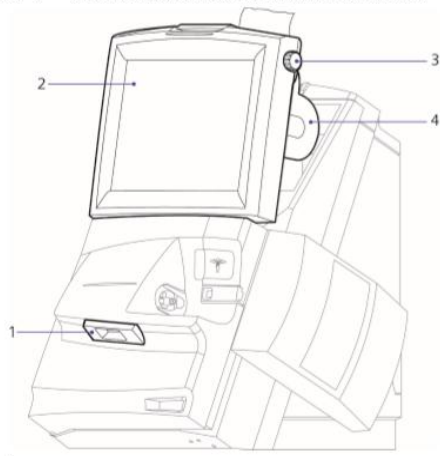
Metabolsk acidose blir kontrollert i sammenheng med diabetes mellitus, som er en vanlig sukkersyke blant mennesker, samt ved sjekk av nyrefunksjon. Gastroenteritt er en akutt betennelsestilstand i fordøyelsessystemet. På grunn av oppkast og diaré er det mye væske- og salttap. Det er viktig å erstatte dette tapet med evt. saltvann. Tap av væske og salt har stor betydning for gamle mennesker og småbarn siden de har dårligere reguleringsmekanismer.

- IV. Metabolsk alkalose: Kroppen skiller ut/mister  $H^+$ . Eksempel på dette kan være oppkast. Bikarbonat vil være høyere enn  $H^+$ -konsentrasjonen. Likevekten går da mot høyre. Dette fører til lav  $H^+$  konsentrasjon som igjen fører til høy pH. Tilstander som vil føre til metabolsk alkalose, er oppkast der man taper saltsyre fra magesekken, eller ved store inntak av bikarbonat.<sup>20</sup>

## 2.4 RapidPoint 500

Nedenfor er gitt en oversikt over instrumentet anvendt i prosjektet (*andre deler av instrumentet finnes i vedlegg 1*):

Figur 1-1: Integriert strekkodeskanner, berøringsskjerm og skriver



21

Figur nr.2: Bildet er hentet fra brukermanualen til Rapidpoint 500 og viser strekkodeskanner (1), berøringsskjerm (2), hjul for papir (3) og skriver (4).

### 2.4.1 Oversikt over instrumentet

RapidPoint 500 systemet består av følgende komponenter:

1. Berørings skjerm
2. Strekkodeskanner
3. Skriver
4. Prøveport
5. Reagenskasset
6. Pumper
7. Vaske/Avfallskasset
8. Automatic QC kasset (*se avsnitt 2.4.4 kvalitetskontroll*)
9. CO-ox modul

*Berørings skjermen* har en lysstyrkejustering og skjerm-sparermodus.

*Skanneren* støtter både 1D og 2D strekkoder. Den registrer obligatoriske kontrolldata (Required QC). *Skriveren* skiver ut pasientprøver, kontrollprøver og kalibreringsrapporter. *Prøveporten* brukes til å sette inn prøver og kontroller. Utstyr som kan brukes er sprøyte, kapillærrør og kontrollampulle med adapterer. *Reagenskassetten* inneholder sensorer, sensormodul, reagenser, elektroniske komponenter og væskekomponenter som trengs for å analysere prøver. Den inneholder også prøveport, forbindelser til vaske/avfallskasset, tilpasningsplugger og kontroller.

Væskekomponentene og reagensene transporterer prøven ved hjelp av en *peristaltisk pumpe*. Disse blir brukt ved analyse av prøver og til kalibrering. De aktuelle analyttene i prøven som f.eks. pCO<sub>2</sub>, analyseres av de selektive hybride sensorene. Ved siden av reagenskassetten finnes det en *vaske/avfallskasset*. Den inneholder vaskereagens som rengjør prøveveien og avfallsposen, som igjen inneholder avfallsvæske. Avfallsvæsken føres til vaske/avfallskassetten. Vaske/avfallskassetten varer i 10 dager fra den blir tatt i bruk. Den skiftes ut når instrumentet gir beskjed om det. Kassetten kan oppbevares kjølig eller i romtemperatur.

*CO-ox-modulen* inneholder følgende komponenter: wolfram-halogen lampe, lampehus med linser og filtre, fiberoptiske kabler, bølgelengdekalibrator (neonlampe), fotodiode,



optisk hode, prøvekammer og polykromator. Den måler absorbansen ved forskjellige bølgelengder og beregner oksygenmetningen.

*Skjerm sperren*, som er en del av bakpanelet, brukes til å justere hvordan skjermen skal vises. Det kan koples på en ekstra skanner gjennom en kobling som finnes bak på instrumentet. Instrumentet har også en integrert strekkodeskanner.<sup>22</sup>

#### 2.4.2 Måleteknologi for RapidPoint 500

Rapidpoint 500 benytter potensiometri (spenning), amperometri (strøm) og konduktans (ledningsevne) til å måle ulike analytter i en prøve (*se vedlegg 7*). Spenningen og strømmen som måles ved de ulike metodene, vil være proporsjonal med mengden analytt i en prøve. Dette gir igjen konsentrasjonen til en enkelt analytt.

*Hybride sensorer* som blir benyttet i dette instrumentet, er selektive for et bestemt stoff/analytt. Disse består av en tykkfilm og et fast stoff. Andre sensorer som brukes til de samme målingene, inneholder væskefylte løsninger i stedet for fast stoff.<sup>23</sup> pCO<sub>2</sub> sensoren måler analytten ved en modifisert potensiometrisk målemetode. Den er basert på prinsippene til Severinghaus-elektroden.<sup>24</sup> Elektroden måler karbondioksid i en prøve. Den fungerer ved at CO<sub>2</sub> fra prøven diffunderer gjennom den selektive membranen og inn i bikarbonatløsningen. pH i bufferløsningen vil da forandre seg (*se figur 2 under avsnitt 2.4 Syre/base-balanse*). I den pH-følsomme glassmembranen vil potensialet da forandres og det er dette som måles i denne elektroden.<sup>25</sup>

### 2.4.3 Kalibrering

Instrumentets kalibreringer skjer automatisk. Det kan gjøres 1- eller 2-punktskalibreringer. Gassene og løsningene som trengs for kalibrering, finnes inne i målekassetten (*se vedlegg 10*). Det er to gassblandinger med henholdsvis O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> i kjente konsentrasjoner (partialtrykk).

1-punktskalibreringer utføres med 30 minutters intervaller. Denne typen justerer avvik for hver parameter ved å måle kjent konsentrasjon (partialtrykk) på en reagens (gass).

Hver fjerde planlagte kalibrering er en 2-punktskalibrering. 2-punktskalibreringen måler to gasser med to forskjellige konsentrasjoner (partialtrykk). Det brukes en gass med lavt partialtrykk og en gass med høyt partialtrykk. Det samme gjelder også for pH og andre analytter som analyseres på instrumentet. Alle 2-punktskalibreringer måler nullpunktet for tHb (total hemoglobin). Hvis nullpunkts-kalibreringen overskrider grensen, måler 1-punktskalibreringene nullpunktet til feilen er fjernet. Man vurderer resultatet etter kalibrering ved å se på et aksediagram der fasiten plottes på x-aksen og resultatet på y-aksen. Dette vil gi et punkt på diagrammet og tilsvarer en 1-punktskalibrering. Man gjør det samme med en 2-punktskalibrering, og ender da opp med to punkt. Det trekkes en rett linje mellom disse to punktene der linjen ideelt skal treffe origo, og har en 45 graders vinkel. På hver 1-punktskalibrering justeres linjen slik at den treffer origo (funksjonsuttrykket til en rett linje er  $y = ax + b$ , der  $b$  justeres ved hver enkelt kalibrering). Ved en 2-punktskalibrering justeres både treffpunktet i origo og linjens helningsvinkel (her justeres  $a$  og  $b$  i funksjonsuttrykket  $y = ax + b$ ).

I tillegg til ordinær kalibrering blir det også utført ekstra kalibrering ved innsetting av ny reagenskasset. Ikke godkjent kalibrering fører til at den spesifikke parameteren blir deaktivert, og det blir ikke gitt ut resultat av den parameteren.

En kalibrering kan utsettes/avbrytes ved hjelp av en STAT-knapp for å gjøre ferdig en analyse.<sup>26</sup>

#### 2.4.4 Kvalitetskontroll

RapidPoint 500 systemet har 3 ulike kvalitetskontroller: Automatic QC (*se vedlegg 9*), Required QC (obligatorisk kontroll) og Unscheduled QC (ikke-planlagt kontroll). Det første alternativet, automatisk kontroll, skjer til planlagt tid. Siden instrumentet utfører kontrollen automatisk, er det ikke nødvendig å håndtere ampuller med kvalitetskontrollmaterialet.

Kvalitetskontrollmaterialet for hver parameter har flere nivåer. Hvis kontrollene ikke stemmer, blir tHb slått av. Det vil si den har samme prinsippet som ved kalibrering. En slik type kontroll gir et mye bedre bilde av systemytelsen enn måleområdet fra kvalitetskontrollmaterialet i en ampulle.<sup>27</sup>

## 2.4.5 Parametere for RapidPoint 500

I dette prosjektet blir det tatt hensyn til parameterne pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, BE og HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (act; actual standard) (*resten av parameterne ligger ved som vedlegg 8*)

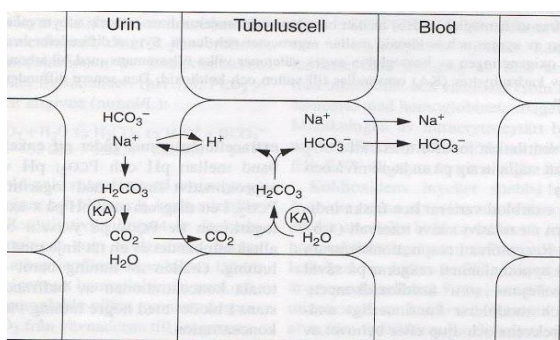
Atmosfæren består av en rekke forskjellige gasser der de viktigste er nitrogen (78,084 %), oksygen (20,946 %), karbondioksid (0,0390 %) og hydrogen (0,000055%).<sup>28</sup> Partialtrykket blir da trykket til en gass i en blanding av forskjellige gasser uttrykt som p. For eksempel oksygen i luft (pO<sub>2</sub>). Trykket avgjøres av hvor stort volum en gass har i en prøve. I en gass vil molekylene kolliderer med hverandre og dermed skape et trykk som da måles. Deretter kan partialtrykket bestemmes.<sup>29</sup> Måling av partialtrykk skjer ved følgende betingelser: kroppstemperatur på 37 grader p (Amb, atmosfærisk barometrisk trykk) og med tilstedeværelse av mettet vanddamp (SVP)pH<sub>2</sub>O = 47 mm Hg.<sup>30</sup>

pH er en måleenhet som definerer surhetsgraden i en løsning, også definert som  $pH = -\log [H^+]$ . Høy H<sup>+</sup> konsentrasjon medfører lav pH, altså sur løsning (ca. 1-7). Lav H<sup>+</sup> konsentrasjon derimot, medfører høy pH (ca. 7-14). I blodet er det normalt med pH på 7.4±0.4. I arterier og vener vil pH-nivået være varierende. pH-verdien vil minke i venøst blod slik at det blir et surere miljø. Dette skyldes av at H<sup>+</sup>-konsentrasjonen øker i venøst blod.<sup>31</sup> Den ekstracellulære pH er tilknyttet den intracellulære pH. Ved tilknytning menes det at når den ekstracellulære konsentrasjonen i pH økes, vil også den intracellulære pH økes, selv om de har ulik konsentrasjon. Normalt er den negative logaritmen til den intracellulære H<sup>+</sup> konsentrasjonen rundt 6.9. Siden dette er krevende å måle, forholder man seg til den ekstracellulære pH-verdien.

pCO<sub>2</sub> er en viktig parameter da den sier noe om hvordan respirasjonsstatusen er. Med respirasjonsstatus menes det hvordan lungene fungerer der en del av CO<sub>2</sub> utskilles.<sup>32</sup> pCO<sub>2</sub> er høyere i venøst blod enn i arterielt blod. Analyse av pCO<sub>2</sub> gir en indikasjon på effektiviteten av bikarbonatbuffersystemet i skjelettmuskulaturen. Systemet utøver sin hovedfunksjon hos pasienter med metabolsk acidose.<sup>33</sup>

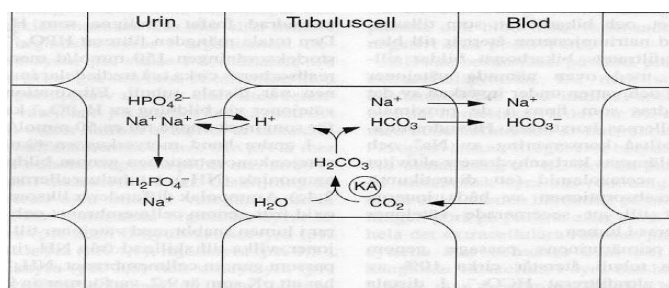
Elektrolytter er klassifisert som anioner, negativ ladete ioner, eller som kationer, som da er positiv ladete ioner. De fire viktigste elektrolyttene i kroppen er  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  og  $\text{HCO}_3^-$  og de foreligger som frie ioner. Man kan bruke en ioneselektiv elektrode (ISEs) til å måle konsentrasjonen av disse.<sup>34</sup>

Bikarbonat er en av hovedelektrolyttene som er viktig for homeostasen.<sup>33</sup> Dette ionet transporterer det meste av karbondioksidet. Karbonsyre ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) /Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) -systemet er det viktigste buffersystemet i kroppen. En buffer er en løsning som består av enten en svak base og den korresponderende syren, eller en svak syre og den korresponderende basen. Ved tilsetning av syre/base til en bufferløsning, vil pH endres lite.<sup>35,36</sup> Måling av bikarbonat-konsentrasjonen blir brukt for å vurdere om det er en metabolsk syre/base-forstyrrelse i blodet. I nyrene blir bikarbonat reabsorbert fra tubuluscellene og fraktes videre til blodet (*bildene under illustrerer opptaket av bikarbonat i nyrene*).



Figur nr.3: Reabsorpsjon av bikarbonat fra tubuli.

Bikarbonat blir reabsorbert sammen med natrium. Det meste av bikarbonatet blir reabsorbert i den proksimale delen.<sup>37</sup>



Figur nr.4: Sekresjon av  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  og  $\text{Na}^+$

Disse to stoffene fra urin går inn i tubuli og det dannes  $\text{H}_2\text{O}$  som videre blir dannet til karbonsyre. Til sist blir det produsert bikarbonat.<sup>37</sup>

Instrumentet regner ut to former for bikarbonat. Den ene er aktuell bikarbonat ( $\text{HCO}_3^- \text{act}$ ) som bestemmes direkte ut fra pH og  $\text{pCO}_2$ -verdiene. Den andre typen er standard bikarbonat ( $\text{HCO}_3^- \text{std}$ ) som bestemmes ut fra bikarbonat-konsentrasjonen i plasma. I dette prosjektet blir det kun tatt hensyn til aktuell bikarbonat.<sup>38</sup>

Arteriell  $\text{pO}_2$  har blitt en standard parameter for klinisk vurdering.  $\text{pO}_2$  er en måleindikator som viser hvor effektiv lungene er til å ta opp oksygen. I dette prosjektet blir det ikke tatt hensyn til  $\text{pO}_2$ -verdien, fordi  $\text{pO}_2$  er lav i venøse prøver. Siden nesten all  $\text{pO}_2$  brukes opp i aerobe prosesser i vevene.

Den totale oksygenmengden ( $\text{ctO}_2$ ) i en prøve består av konsentrasjonen av hemoglobin som har bundet oksygen (98,5 %) og av oppløst oksygen (1,5 %).<sup>39,40</sup> I dag brukes plastikkspøyter for aspirering av prøve slik at det ikke kommer noe luft inn som kan påvirke resultatet.<sup>41</sup>

*Base excess (BE)* er definert som den omtrentlige syre/base-mengden som skal tilsettes én liter blod til en normal pH (ca. 7.40).<sup>38</sup> Denne parameteren brukes til å måle metabolske tilstander i en syre/base-forstyrrelse.<sup>42</sup> Den forteller også om forandringen i konsentrasjonen av bikarbonat og andre bufferbaser.<sup>43</sup>

Når en pasient får oppkast (magesyre), vil BE-verdien bli positiv siden pasienten mister mye syre i form av  $\text{H}^+$ . Det vil gi et overskudd av base. Når en pasient får diaré vil tap av bikarbonat føre til økende  $\text{H}^+$  slik at miljøet blir surt og dermed negativ BE-verdi. Negativ BE vil gi underskudd av base.

## 2.5 Referanseområde

Referanseområde (normalområde) er et intervall hvor det forventes å finne 95 % av verdiene for analysene. Det blir vanligvis valgt friske personer ved utarbeidelse av referanseområde. Kriterier for referansepersoner blir grundig beskrevet i forkant. Det finnes ulike referanseområder avhengig av undersøkelse og metode som skal anvendes. Referanseverdier brukes til å tolke pasientsvar (analyseresultater). Basert på resultatet etter sammenligning med referanseverdier, kan legen vurdere en eventuell videre behandling av pasienten.

I dette prosjektet skulle vi lage et referanseområde for blodgassverdiene pH, pCO<sub>2</sub> (hovedsakelig), pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> og BE. Vi kunne ikke ha røykere eller personer med noen form for lungesykdom, for de ville påvirket sluttresultatet. Blodgivere ble brukt som referansepersoner da disse uansett sjekkes for en del sykdommer og man derved kan anta at de er friske. Prøver fra pasienter måtte analyseres etter samme metode som da referanseområde ble utarbeidet, og med det samme utstyret.

Det er mulig å subgruppere utvalget innenfor alder, kjønn, genetiske faktorer eller fysiske faktorer, men det ble ikke gjort i dette prosjektet. Det bør være minimum 100 referansepersoner for å lage et referanseområde. Når prøvene er analysert, er det vanlig å lage et histogram slik at man får oversikt over alle verdiene og kan se om kurven er normalfordelt eller ikke. Ut ifra om kurven er normalfordelt eller ikke så avgjøres det hvilken metode som skal benyttes for tillaging av referanseområde. Hvis histogrammet er normalfordelt benyttes det en parametrisk metode. Ved en ikke-normalfordelt kurve benyttes en ikke-parametrisk metode. Det er også viktig å få oversikt over alle verdiene og ekskludere verdier som er spredt fra de andre verdiene, såkalte uteliggere.<sup>44</sup>

### 2.5.1 Percentil

Percentil eller prosentil beskrives som en sammenligning av tallverdier. For å lage et referanseområde blir tallverdiene rangert etter størrelse (fra lavest til høyest). Definisjonen på prosentil blir da at man har et 95 % - konfidensintervall (et mål for beregning av ukjente størrelser)<sup>47</sup> i midten begrenset av 2,5 og 97,5 percentil. Dette skyldes at 2,5 % av verdiene er kuttet av på begge sider av referanseverdiene.<sup>45,46</sup> Dette blir mest benyttet ved å lage referanseområdet med ikke-parametriske fordelinger (ikke normalfordelt histogram). Det er vanlig å dele et datasett i hundre deler ved store datasamlinger når man gjennomfører percentil regning.



### 3. MATERIAL OG METODE

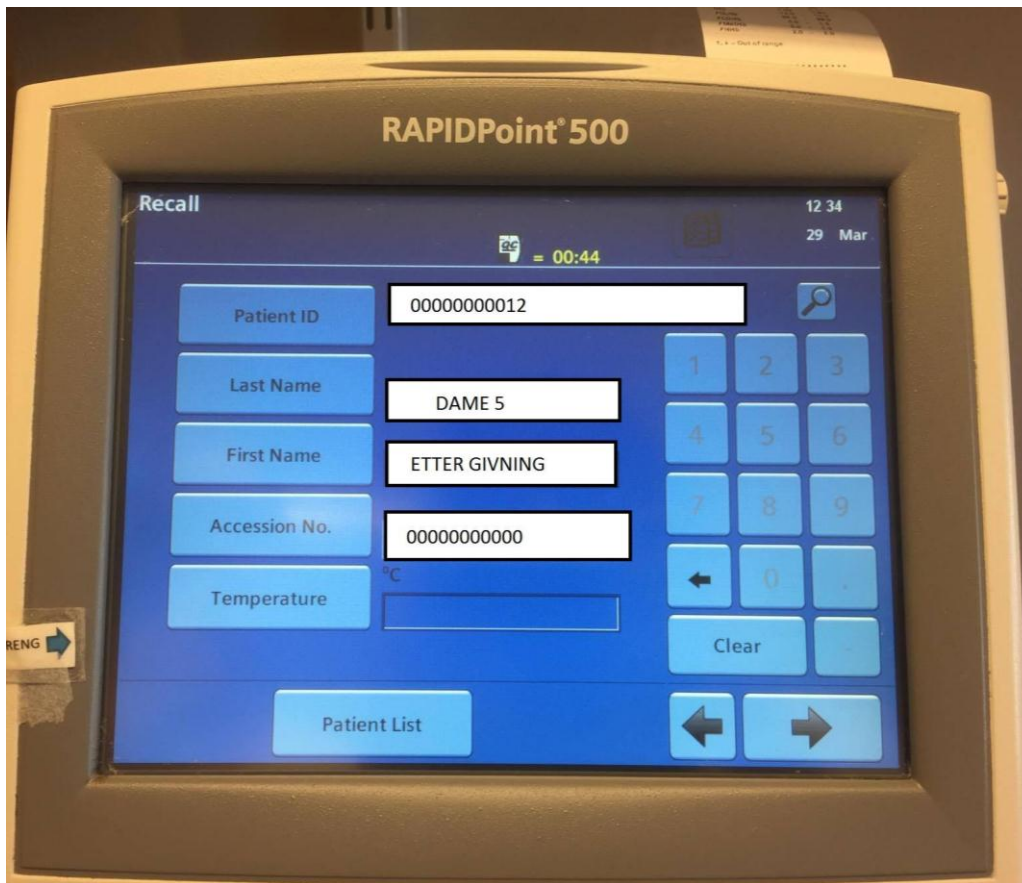
Det første som ble gjort, var tillaging av samtykkeskjema (*se vedlegg 2*). På skjemaet ble det informert om hva prosjektet gikk ut på og hvilke krav de måtte oppfylle for å delta. I begynnelsen var det 50 prøver som var målet, men etterhvert forstod vi at det ble bedre med over 100 prøvesvar. Dette for å få et sikrere referanseområde. Vi innså senere at kun blodgivere ikke var nok. Derfor ble det også laget et skriv til ansatte på sykehuset hvor det ble informert om dette prosjektet, og at det trengtes flere prøver (*se vedlegg 3*).

Det ble først tatt en blodgassprøve av to testpersoner rett fra blodposen og etter tapping (nytt stikk) for å se om det ble variasjon på prøvetakingsmetoden. Det ble stor forskjell på verdiene før og etter tapping på grunn av luft i posen/slangen. Derfor ble prøvene fra blodposen kastet. De to verdiene vi fikk etter tapping, beholdt vi og tok med i resultatet.

Til prøvetakingen ble det brukt heparinrør (grønn kork) som inneholder heparinpulver, en antikoagulant. Prøveglasset hadde et volum på 4 ml og av dette ble det benyttet 200 µl (*se vedlegg 12, prosedyre for venøs prøvetaking*).

Det ble brukt blodbankens etikett på både prøveglasset og på samtykkeskjemaet. Dette for å spore opp giveren hvis det skulle bli behov for det på et senere tidspunkt. Den siste dagen vi var på sykehuset, ble kvitteringene og samtykkeskjemaet med lab-nummer lagt igjen. Dette for å ikke ta med informasjon om referansepersonene utenfor sykehuset. Det eneste vi tok med, var verdiene fra referansepersonene.

Blodprøvene ble tatt etter at blodgiveren hadde gitt blod. Prøvene ble videre analysert ved hjelp av RapidPoint 500. Instrumentet ble innstilt på venøst prøve med sprøyte-ikon. 200 µl av prøven ble aspirert med sprøyte, der spissen ble fjernet før den ble satt inn i instrument. Samtidig som prøven ble aspirert, ble prøvenummeret, lab-nummer og kjønn lagt inn. På under ett minutt ble resultatet skrevet ut (*se vedlegg 11*).



Bilde nr.1 viser oppsettet av hvordan vi la inn ulike data.

Etter tre uker hadde vi fått 104 prøver. Siden vi hadde to som røykte blant personene, ble det 102 prøvesvar igjen for å lage et referanseområde. Innledningsvis var det ønskelig å lage et referanseområde etter kjønnsfordeling, siden vi antok at verdier for kvinner ville ligge under verdier for menn (*se vedlegg 4*). Resultatene viste at det ikke var stor forskjell mellom kvinner og menn når det gjelder blodgassverdier. Prøvesvarene ble dermed lagt i en felles tabell i excel etter stigende rekkefølge (*se vedlegg 5*).

### 3.1 Fremgangsmåte for utregning av blodgassverdier for de ulike parameterne

Det ble benyttet en ikke-parametrisk metode for utregning av referanseverdiene. En parametrisk metode kunne ikke brukes i dette tilfelle på grunn av at ingen av histogrammene utenom pH ble normalfordelte. (*Diagrammene for de forskjellige parameterne er gitt under "Resultat"*)

Før beregningene kunne starte, måtte eventuelle uteliggere bli fjernet. Dixon-Reed test ble brukt til å eliminere uteliggere. Uteliggere ble fjernet hvis differansen mellom den suspekte verdien og neste verdi oversteg  $\frac{1}{3}$  av rangen. Det viste seg at alle verdiene var innenfor  $\frac{1}{3}$  av rangen og det var da ingen uteliggere.

#### 3.1.1 Beregning vha. Dixon-Reed test

8,58 kPa (høyeste verdi) - 7,82 kPa (neste verdi) = 0,76 kPa

Range = 7,82 kPa - 4,50 kPa = 3,32 kPa

$\frac{1}{3}$  av 3,32 kPa = 1,11 kPa ( $\frac{1}{3}$  av rangen er større enn 0,76 kPa og derfor er ikke den suspekte verdien en uteligger).<sup>44</sup>

#### 3.1.2 Beregning av referansegrenser

Regnemåten som ble brukt i dette forsøket, er en ikke-parametrisk metode der man regner ut to percentiler for å finne nedre og øvre referansegrense. Disse er 2,5- og 97,5 percentil.

Nedre referansegrense:  $0,025 \times (n + 1) = \text{rangeringsnummer}$

Øvre referansegrense:  $0,975 \times (n + 1) = \text{rangeringsnummer}$ <sup>46</sup>

Den verdien som stod ved siden av rangeringsnummeret, tilsvarte øvre og nedre referansegrense.

Mistanke om usikkerheten, som sier noe om regnemåten, ble fjernet. Dette ble markert med 1. og 7. plass på tabellen med lysegrønn farge (*se vedlegg 5*). De verdiene vi fikk for øvre og nedre grenseverdi, skulle havne innenfor de to verdiene, noe de også gjorde (*se vedlegg 5*). Det gjør at nedre- og øvre grense er innenfor det 90 % konfidensintervallet.

Vi laget et histogram for hver parameter for å se om vi fikk en normalfordelt kurve. For å lage disse diagrammene, ble det benyttet dataprogrammet GeoGebra 4.2.21.0 (*se vedlegg 6*). Her ble verdiene fra referansepersonene lagt inn i et regneark i programmet. Deretter markerte vi raden med verdiene til hver parameter hver for seg og brukte funksjonen “Analyse av en variabel”. GeoGebra er et program som velger ut intervaller (klasser) basert på prøvesvarene, noe som gjør at diagrammet blir mer oversiktlig/normalfordelt. Intervallet som ble benyttet av programmet for de forskjellige parameterne, var som følgende; pH: 0.01, pCO<sub>2</sub>: 0.21 kPa, pO<sub>2</sub>: 0.32 kPa, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 0.55 mmol/ L og BE: 0.35 mmol/ L. Det er også mulig å føre inn egne intervaller ved å trykke på innstillings-ikonet på høyre side av resultatvinduet av analysen. Der kan man angi en nedre grense og en klassebredde (intervallbredde).

## 4. RESULTAT

### 4.1 Histogram

Resultatene vises som histogram for parameterne pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> og BE.

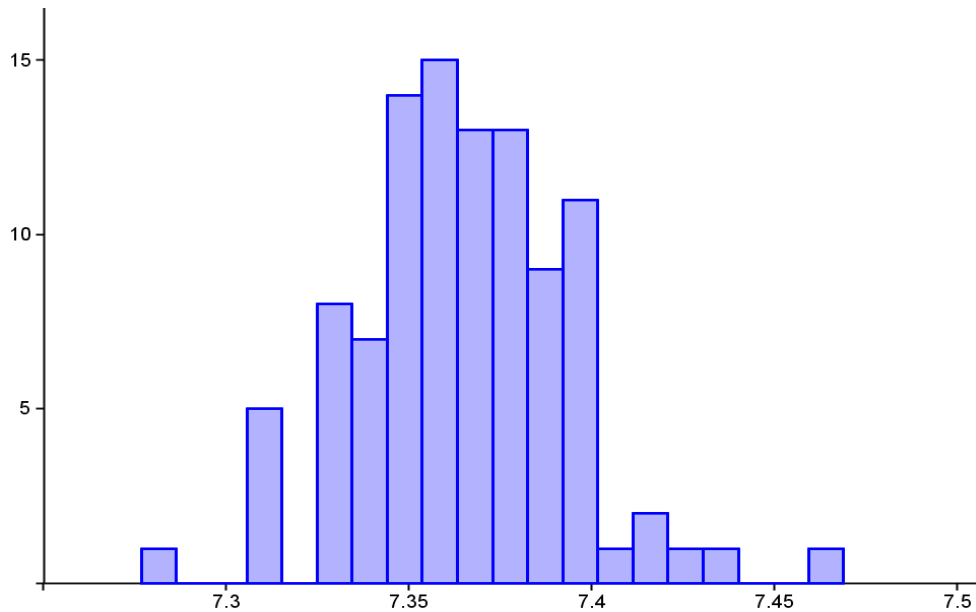


Diagram nr.1 viser et histogram over pH-verdiene. Y-aksen tilsvarer frekvensen til verdiene og x-aksen tilsvarer referanseverdiene. Histogrammet for pH viser en normalfordelt kurve der de fleste verdiene ligger mellom 7,33-7,40.

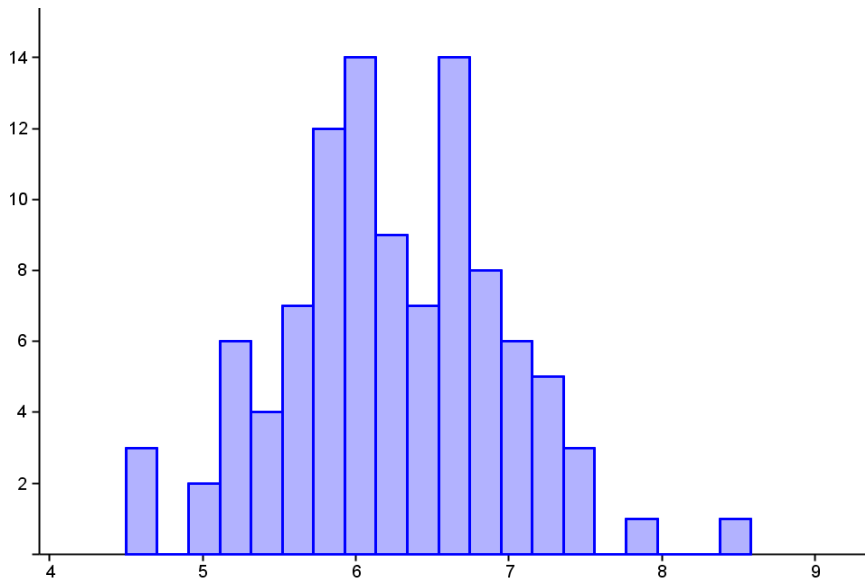


Diagram nr.2 viser et histogram over pCO<sub>2</sub>-verdiene. Y-aksen tilsvarer frekvensen til verdiene og x-aksen tilsvarer referanseverdiene. Histogrammet for pCO<sub>2</sub> viser en skjev-fordelt kurve der de fleste verdiene ligger mellom 5,6-6,9 kPa.

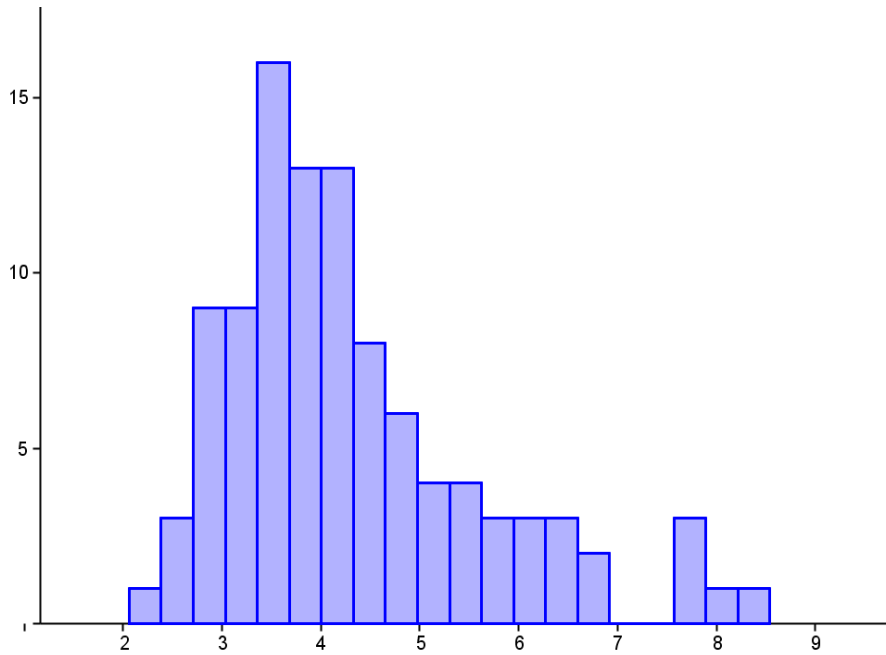


Diagram nr.3 viser et histogram over pO<sub>2</sub>-verdiene. Y-aksen tilsvarer frekvensen til verdiene og x-aksen tilsvarer referanseverdiene. Histogrammet for pO<sub>2</sub> viser en skjev-fordelt kurve der de fleste verdiene ligger mellom 2,7-4,7 kPa.

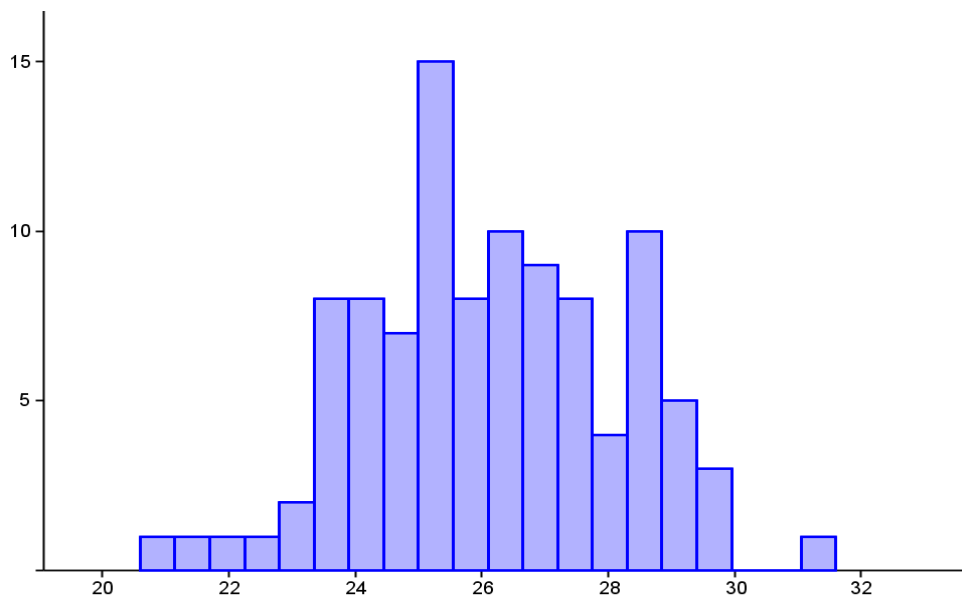


Diagram nr.4 viser et histogram over HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-verdiene. Y-aksen tilsvarer frekvensen til verdiene og x-aksen tilsvarer referanseverdiene. Histogrammet for HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> viser en skjev-fordelt kurve der de fleste verdiene ligger mellom 23,5-28,5 mmol/L.

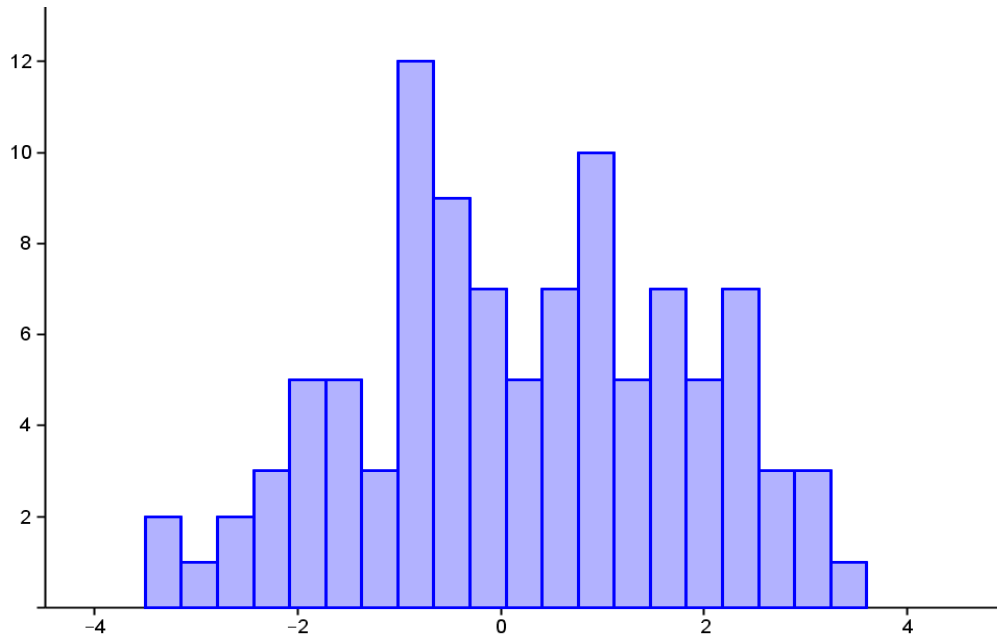


Diagram nr.5 viser et histogram over Base excess-verdiene. Y-aksen tilsvarer frekvensen til verdiene og x-aksen tilsvarer referanseverdiene. Histogrammet for  $\text{HCO}_3^-$  viser en skjev-fordelt kurve der de fleste verdiene ligger mellom -1,0-2,5 mmol/L.

#### 4.2 Referansegrenser

Referansegrenser	pH	pCO <sub>2</sub>	pO <sub>2</sub>	Bikarbonat (act)	BE (B)
<b>Nedre referansegrense</b>	7,31	4,58 kPa	2,67 kPa	22,2 mmol/L	-2,8 mmol/L
<b>Øvre referansegrense</b>	7,43	7,40 kPa	7,83 kPa	29,8 mmol/L	3,1 mmol/L

Tabell nr.1 viser nedre og øvre referansegrense for hver parameter.

## 5. DISKUSJON

I diskusjonen er tidligere funn, ulike parameterne, diagrammene og feilkilder hensyntatt.

Tabellen under viser en sammenligning mellom arterielle og venøse blodgassverdier.

<b>Parameterne:</b>	<b>Arterielt referanseområde (fra brukerhåndboka for medisinsk biokjemi)</b>	<b>Venøst referanseområde (resultatet fra denne studien)</b>
<b>pH</b>	7,36 - 7,44	7,31 -7,43
<b>pCO<sub>2</sub></b>	4,7 – 5,9 kPa	4,6- 7,4 kPa
<b>pO<sub>2</sub></b>	11,0 – 14,4 kPa	2,7- 7,8 kPa
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>(act)</b>	22 – 26 mmol/L	22 - 30 mmol/L
<b>BE (B)</b>	(-3,0) - +3,0 mmol/L	(-2,8) - +3,1 mmol/L

Tabell nr.2: Referanseområde for arteriell er hentet fra brukerhåndbok i medisinsk biokjemi.<sup>48</sup> For pO<sub>2</sub> parameteren i arteriell har vi brukt et referanseområde for mennesker fra 2 døgn gamle til 60 år. Fra 61 år vil pO<sub>2</sub> minke gradvis.<sup>49</sup>

### 5.1 Problemstilling

Med hensyn på problemstillingen “Etablering av referanseområde for venøs blodgass” var målet med oppgaven å lage et venøst referanseområde hovedsakelig for pCO<sub>2</sub>. pCO<sub>2</sub> har påvirkning på verdiene for pH, bikarbonat og base excess og vil være vesentlig høyere i venøse prøver. I tillegg så vi på verdien for pO<sub>2</sub>. Alle disse parameterne fikk tillaget referanseområde. Venøs prøvetaking har blitt mer vanlig på norske sykehus for å gi bedre indikasjon på metabolsk syre/base status.



## 5.2 Tidligere funn

Det har også tidligere blitt forsøkt å lage et referanseområde for venøse blodgassverdier.<sup>50,51,52,53</sup> For tillaging av referanseområde så ble det benyttet prøvemateriale som er tatt fra en sentral vene, og ved vanlig venepunksjon, hos sykepasienter. Pasienter som enten er innlagt i akuttmottak eller ved intensivavdeling. Dette er en stor forskjell i forhold til referansepersonene vi har benyttet. Vi har tatt prøver fra personer som er klinisk friske. Dette gir sikrere verdier enn de tidligere undersøkelsene som har blitt gjennomført.

Sammenlignet med vårt resultat så er det ikke så store forskjeller hos følgende parametere pH, pCO<sub>2</sub> og HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Tabellene under er hentet fra to tidligere forsøk som ble gjort på tillaging av referanseområde for VBG:

	<b>Sentral vene</b>	<b>Venepunksjon</b>
<b>pH</b>	Legg til 0.03 til 0.05 enheter	Legg til 0.02 til 0.04 pH enheter
<b>pCO<sub>2</sub></b>	Fjern 4 til 5 mmHg	Fjern 3 til 8 mmHg

Tabell nr.3 viser beregnede korreksjoner for omgjøring av venøse og arterielle blodgassverdier. Disse verdiene er sammenlignet med arterielle referanseverdier.<sup>54</sup>

	<b>Arteriell</b>	<b>Venøs</b>	<b>Arterio-venøs (A-V) forskjell</b>
<b>pH</b>	7.35-7.45	7.31-7.41	~ 0.04
<b>pCO<sub>2</sub> (kPa)</b>	4.7 - 6.0	5.5 - 6.8	~ 0.6
<b>Bikarbonat (mmol/L)</b>	22-28	23-29	~ 1
<b>pO<sub>2</sub> (kPa)</b>	10.6 - 13.3	4.0 -5.3	~ 8.0

Tabell nr.4 viser referansegrense for arteriell og venøs blodgass. Den siste kolonnen i tabellen viser forskjellen i referanseverdier mellom arterier og vener. Det har blitt brukt arteriekran ved tillaging av referanseområde for arteriell blodgass. Dette gir sikrere verdi i forhold til kapillærprøver.<sup>51</sup>

## 5.3 De ulike parameterne

### 5.3.1 pCO<sub>2</sub>

Hovedparameteren, pCO<sub>2</sub> fikk et høyere referanseområde for venøs blodgass enn for arteriell blodgass. Forskjellen ble 0,1 kPa i nedre grense og 1,5 kPa i øvre grense (*henviser til avsnitt 2.2 om "Gasstransport"*). Dette førte til et bredere venøst referanseområde. Det ble et oversiktlig histogram, men ikke normalfordelt på grunn av stor variasjon i noen verdier.

### 5.3.2 pH

Kroppens buffersystemer jobber hardt med å holde en stabil pH på 7,40. Det ble liten variasjon mellom arterielt og venøst referanseområde. Dette skyldes av at H<sup>+</sup> øker i veneblod (*henviser til avsnitt 2.4.5 "Parametere for RapidPoint 500"*). Det ble en forskjell på 0,05 på nedre grense og 0,01 på øvre grense i det venøse referanseområdet for pH. Vi fikk et normalfordelt histogram. Alle referansepersoner hadde en normal pH-verdi (ca. 7,40).

### 5.3.3 pO<sub>2</sub>

Når det gjelder verdiene for pO<sub>2</sub>, fikk vi et lavere referanseområde for venøs enn for arteriell blodgass. Histogrammet ble bredere og lite presisert i forhold til det arterielle. Det er høyere pO<sub>2</sub>-verdi i arterielt blod enn venøst blod (*henviser til avsnitt 2.4.5 "Parametere for RapidPoint 500"*).

### 5.3.4 Bikarbonat

Bikarbonat har en variasjon ved den øvre grensen som er på +4 mmol/L av den arterielle i forhold til det venøse. Det venøse referanseområde er derfor bredere enn det arterielle ved den øvre grenseverdien. Fysiologisk sett er dette som forventet. Som nevnt tidligere under teoridelen, er det høyere konsentrasjon av CO<sub>2</sub> i det venøse blodet enn det arterielle. En del blir utskilt som pCO<sub>2</sub> via respirasjonssystemet. Mesteparten av CO<sub>2</sub> blir transportert som bikarbonat og fritt CO<sub>2</sub>. Derfor kan man forvente at bikarbonat-konsentrasjonen i venøst blod skal bli høyere enn i det arterielle. På den nedre grensen ble det samme verdi.

### 5.3.5 Base excess

Base excess fikk også et litt bredere område ved venøst enn arterielt. Nedre grense ble 0,2 mmol/L og øvre grense ble 0,1 mmol/L. Det skyldes at BE øker proporsjonalt med bikarbonat-konsentrasjonen i venøst blod.

## 5.4 Beregning av referanseverdier

I dette prosjektet ble det brukt en ikke-parametrisk metode for å regne ut øvre og nedre grenseverdi. Grunnen til at vi valgte en ikke-parametrisk metode, er at alle kurvene bortsett fra pH ikke var normalfordelte. Hvis vi skulle regnet med en parametrisk metode, måtte vi forutsatt at alle kurvene var normalfordelte. Det ble forskjellig da vi regnet med parametrisk og ikke-parametrisk metode. Referanseområde ble høyere for pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> og BE mens det ble lavere for pO<sub>2</sub> ved bruk av parametrisk metode. Siden pH var normalfordelt, ble det ikke store forskjeller. Der fungerte begge regnemethodene (*se vedlegg 5 med parametrisk og ikke-parametrisk regnemåte*).

## 5.5 Mulige feilkilder

Prøverøret som ble brukt var et vakuummør som inneholdt heparin. Når røret fylles opp ved innstikk, vil det være litt luft i toppen av prøveglasset. Siden dette skjer i alle glass som er fylt opp, har ikke dette noen betydning. Hvis glasset derimot ikke blir fylt helt opp til streken, vil dette gi utslag. pH-verdien synker ved for lite prøvolum. Dette på grunn av overskudd av heparin-pulver.<sup>55</sup> Luft i sprøyten ved innsetting i instrumentet, ville gitt høye pO<sub>2</sub>-verdier. Siden vi var påpasselig med dette, hindret vi denne mulige feilkilden. Hvis vi hadde tatt blodprøven rett fra blodposen under tapping, ville det medført mye luft i prøven og gitt feil svar. Dette unngikk vi ved å ta prøve etter tapping.

Vi hadde et krav til referansepersonene at de ikke røyket. To av referansepersonene ble tatt bort grunnet usikkerhet om det ville påvirket resultatet. En del av referansepersonene som var med i prosjektet, snuste og det kunne påvirket pCO<sub>2</sub>-verdien. Denne faktoren påvirket ikke resultatet. Dette basert på at alle hadde normale verdier innenfor det venøse referanseområde.

Hyperventilering (f.eks. stress) kan gi lave svar. Hovedsakelig ble det tatt blodprøve av blodgivere etter tappingen. Da var de avslappet og hadde sittet lenge nok. Andre referansepersoner kom løpende ned til laboratoriet og var derfor mer andpusten og stresset enn blodgiverne.

## 6. KONKLUSJON

Målet med oppgaven var å finne ut om de viktigste blodgass-parametere, spesielt  $p\text{CO}_2$ -verdien, varierte mellom venøse og arterielle blodgassverdier, samt definere et referanseområde for venøs blodgass.

Av resultatet for parameterne  $p\text{CO}_2$  og  $\text{HCO}_3^-$  kan man se at det er en signifikant forskjell mellom arterielle og venøse referanseverdier. Parameterne pH og BE varierte i liten grad mellom arterielle og venøse referanseverdier.  $p\text{O}_2$  parameteren har ingen klinisk betydning ved venøse målinger. Disse tre parameterne trenger ikke å byttes ut i det arterielle referanseområde.

Basert på prosjektoppgavens resultater, anbefales det å implementere et nytt referanseområde for  $p\text{CO}_2$  og  $\text{HCO}_3^-$  ved venøs prøvetaking. Følgende verdier er definert gjennom prosjektarbeidet 4,6-7,4 kPa for  $p\text{CO}_2$  og 22-30 mmol/L for  $\text{HCO}_3^-$ . Dette vil bidra til mindre feiltolkning av prøveresultater fra venøse blodprøver blant leger og bioingeniører.

I denne undersøkelsen ble det brukt 102 referansepersoner. Et forslag til videre arbeid er å utføre samme studiet med flere friske referansepersoner og utelate de som snuser. Prøverøret bør fylles helt opp for å hindre lufttilgang. Det ville også vært mulig å undersøke flere parametere om ønskelig.

## 7. REFERANSER

1. MedTekipedia, *Potensiometri* (hentet 13.05.17) Tilgjengelig fra  
<<https://medtekipedia.wikispaces.com/Potensiometri>>
2. MedTekipedia, *Amperometri* (hentet 13.05.17) Tilgjengelig fra  
<<https://medtekipedia.wikispaces.com/Amperometri>>
3. STORE NORSKE LEKSIKON, *Konduktans* (hentet 13.05.2017) Tilgjengelig fra  
<<https://snl.no/konduktans>>
4. STORE MEDISINSKE LEKSIKON, *homeostase* (hentet 24.04.2017) Tilgjengelig fra  
<<https://sml.snl.no/homeostase>>
5. STORE MEDISINSKE LEKSIKON, *metabolisme* (hentet 24.04.2017) Tilgjengelig fra  
<<https://sml.snl.no/metabolisme>>
6. STORE MEDISINSKE LEKSIKON, *blodmløpet* (hentet 16.05.2017) Tilgjengelig fra  
<<https://sml.snl.no/blodml%C3%B8pet>>
7. WIKIPEDIA, *Peristalticpump* (hentet 15.05.2017) Tilgjengelig fra  
<[https://en.wikipedia.org/wiki/Peristaltic\\_pump](https://en.wikipedia.org/wiki/Peristaltic_pump)>
8. Sand Olav, Sjaastad Øystein V, Haug Egil, Bjålie Jan G. Tittel: “menneskekroppen”, fysiologi og anatomi. 2.Utgave, 6.opplag. Utgivelsessted: Oslo. Utgiver; Gyldendal Akademisk 2014. Kapittel 9 “sirkulasjonssystemet” s.285.
9. InnerBody, *Cardiovascular system* (hentet 03.04.2017) Tilgjengelig fra  
<<http://www.innerbody.com/image/cardov.html>>
- 10.ndla, *Muskel-vene-pumpe* (hentet 16.05.2017) Tilgjengelig fra  
<<http://ndla.no/nb/node/139270>>
11. CV Physiology, *Venous Return* (hentet 16.05.2017) Tilgjengelig fra  
<<http://www.cvphysiology.com/Cardiac%20Function/CF016>>
12. Sand Olav, Sjaastad Øystein V, Haug Egil, Bjålie Jan G. Tittel: “menneskekroppen”, fysiologi og anatomi. 2.Utgave, 6.opplag. Utgivelsessted: Oslo. Utgiver; Gyldendal Akademisk 2014. Kapittel 12 “respirasjonssystemet” s. 371-372
- 13.Sand Olav, Sjaastad Øystein V, Haug Egil, Bjålie Jan G. Tittel: “menneskekroppen”, fysiologi og anatomi. 2.Utgave, 6.opplag. Utgivelsessted: Oslo. Utgiver; Gyldendal Akademisk 2014. Kapittel 12 “respirasjonssystemet” s. 372-373
14. Carbonmonoxide kills, *CarbonMonoxide in Cigarettes* (hentet 11.03.2017) Tilgjengelig fra  
<<http://www.carbonmonoxidekills.com/are-you-at-risk/carbon-monoxide-in-cigarettes/>>

15. Kofstad, Johan. Tittel: "blodgasser, elektrolytter og hemoglobin", metode og klinikk. Utgave:, Utgivelsessted: Oslo. Utgiver; TANO A.S 1995. Kapittel 3 "kjemi" s. 21
16. PDB-1, *CarbonicAnhydrase* (hentet 06.04.2017) Tilgjengelig fra <https://pdb101.rcsb.org/motm/49>
- 17.Norske helseinformatikk, *KOLS(Kronisk obstruktiv lungesykdom)* (hentet 07.04.2017) Tilgjengelig fra <https://nhi.no/sykdommer/lunger/kols/kols/>
18. Norske helseinformatikk, *Hyperventilering* (hentet 07.04.2017) Tilgjengelig fra <https://nhi.no/sykdommer/psykisk-helse/angsttilstander/hyperventilering/>
19. Indremedisineren, *Diabetisk ketoacidose*(hentet 07.04.2017) <https://indremedisineren.no/2013/03/diabetisk-ketoacidose/>
20. STORE MEDISINSKE LEKSIKON, *alkalose* (hentet 29.05.2017) Tilgjengelig fra <https://sml.snl.no/alkalose>
21. Simens Healthineers, *RapidPoint 500 systems* (hentet 05.04.2017) Tilgjengelig fra <http://usa.healthcare.siemens.com/point-of-care/blood-gas/rapidpoint-500-systems>
22. Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under Maksinvareoversikt s. 1-13 til 1-25
23. Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under Tillegg F; Driftsprinsipper s. F-1
- 24.Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under tabell F-1 s. F-2
25. Burtis, Carl A, Bruns, David E. Tittel: «Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics». 7.Utgave. Utgivelsessted: St.Louis. Utgiver; Elsevier inc, Saunders 2015. Kapittel 10 «Electrochemistry and Chemical Sensors» s. 156-157
26. Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under Kalibrering s. 3-1 til 3-3
27. Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under Kvalitetskontroll s. 4-1 til 4-3
28. WIKIPEDIA, *Luft* (hentet 25.04.2017) Tilgjengelig fra <https://no.wikipedia.org/wiki/Luft#Trykk>
29. STORE MEDISINSKE LEKSIKON, *partikaltrykk*(hentet 05.04.2017) Tilgjengelig fra <https://sml.snl.no/partialtrykk>
30. Burtis, Carl A, Bruns, David E. Tittel: «Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics». 7.Utgave. Utgivelsessted: St. Louis. Utgiver; Elsevier inc, Saunders 2015. Kapittel 24 «Electrolytes and blood gases» s. 421

31. Better Bones, *pH and your bones-why an alkaline diet makes sense,under what pH means to your health* (hentet 28.05.2017)  
Tilgjengelig fra <<https://www.betterbones.com/alkaline-balance/why-an-alkaline-diet-makes-sense/>>
32. Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under Tillegg F, Driftsprinsipper, *Parametere* s. F-7
33. Nasjonal brukerhåndbok i Medisinsk Biokjemi, *Karbondioksid (pCO<sub>2</sub>)* (hentet 28.04.2017) Tilgjengelig fra <<http://brukerhandboken.no/index.php?action=showtopic&topic=r4dKZLer&highlight=true>>
34. Burtis, Carl A, Bruns, David E. Tittel: «Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics». 7.Utgave. Utgivelsessted: St. Louis. Utgiver; Elsevierinc, Saunders 2015. Kapittel 24 «Electrolytes and bloodgases» s. 413.
35. Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under Tillegg F: Driftsprinsipper, s. F-13
36. STORE MEDISINSK LEKSIKON, *buffer* (hentet 15.05.2017) Tilgjengelig fra <<https://sml.snl.no/buffer>>
37. Ganrot P O,Grubb Anders, Stenflo Johan. Tittel :Laurells , “Klinisk kemi i praktisk medicin”. 7.Utgave. Utgivelsessted: Lund. Utgiver; Studentlitteratur 1997. Kapittel 2 “kroppens inremiljø”, underkapittel “ njurarnas syra-bas-regulering” s. 64-65) (begge bildene er hentet derfra).
38. Brukerhåndboka for RapidPoint 500,pdf- fil, skrevet av Siemens healthcare Diagnostics, under Tillegg F: Driftsprinsipper, s. F-14
39. Sand Olav, Sjaastad Øystein V, Haug Egil, Bjålie Jan G. Tittel: “menneskekroppen”, fysiologi og anatomi. 2.Utgave, 6.opplag. Utgivelsessted: Oslo. Utgiver; Gyldendal Akademisk 2014. Kapittel 12 “respirasjonssystemet” s. 369
40. Burtis, Carl A, Bruns, David E. Tittel: «Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics». 7.Utgave. Utgivelsessted: St.Louis. Utgiver; Elsevier inc, Saunders 2015. Kapittel 24 «Electrolytes and blood gases» s. 423
41. Burtis, Carl A, Bruns, David E. Tittel: «Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics». 7.Utgave. Utgivelsessted: St.Louis. Utgiver; Elsevierinc, Saunders 2015. Kapittel 24 «Electrolytes and bloodgases» s. 426



42. **Utarbeidet ved enheten:** Ahus/Divisjon for diagnostikk og teknologi/Tverrfaglig laboratoriemedisin og medisinsk, *Base excess*(hentet 12.05.2017) Tilgjengelig fra <[http://old.ahus.no/eqs/labhbok/docs/doc\\_22250/index.html](http://old.ahus.no/eqs/labhbok/docs/doc_22250/index.html)>
43. Sykehuset i Vestfold, analyseliste, *Base excess*(hentet 05.04.2017) Tilgjengelig fra <[http://siv.prod.fpl.nhn.no/fag/diagnostikk/analyseliste/base-excess-\(b\)](http://siv.prod.fpl.nhn.no/fag/diagnostikk/analyseliste/base-excess-(b))>
44. Burtis, Carl A, Bruns, David E. Tittel: «Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics». 7. Utgave. Utgivelsessted: St.Louis. Utgiver; Elsevier inc, Saunders 2015. Kapittel 5 “Establishment and Use of Reference Values” s. 61-64
45. Medtekipedia, *Percentil* (hentet 24.04.2017) Tilgjengelig fra <<https://medtekipedia.wikispaces.com/Percentil>>
46. Burtis, Carl A, Bruns, David E. Tittel: «Tietz fundamentals of clinical chemistry and molecular diagnostics». 7.Utgave. Utgivelsessted: St.Louis. Utgiver; Elsevier inc, Saunders 2015. Kapittel 5 “Establishment and Use of Reference Values” s. 64
47. STORE NORRSKE LEKSIKON, *konfidensintervall* (hentet 23.05.2017) Tilgjengelig fra <<https://snl.no/konfidensintervall>>
48. Urdal Petter, Brun Atle, Åsberg Arne (red.). Tittel: “BRUKERHÅNDBOK, Medisinsk biokjemi”, norsk forening for medisinsk biokjemi. 4. Utgave, Utgivelsessted: Haugesund. Utgiver; Akademisk fagforlag AS 2009. Kapittel “analyser” s. 558
49. Fagområdet medisinsk biokjemi, St. Olavs Hospital, analyser og undersøkelser; under *Syre/base-status* (hentet 02.05.2017) Tilgjengelig fra <[http://data.stolav.no/labhandboker/Medisinsk\\_biokjemi/ambbok.html](http://data.stolav.no/labhandboker/Medisinsk_biokjemi/ambbok.html)>(O<sub>2</sub>)
50. Up to date, *Venous blood gases and other alternatives to arterial blood gases*(hentet 08.05.2017) Tilgjengelig fra <<https://www.uptodate.com/contents/venous-blood-gases-and-other-alternatives-to-arterial-blood-gases>>
51. [acutecaretesting.org](http://acutecaretesting.org), *Central venous blood gas analysis* (hentet 06.04.2017) Tilgjengelig fra <<http://acutecaretesting.org/en/articles/central-venous-blood-gas-analysis>>
52. NCBI, *Using venous blood gas analysis in the assessment of COPD exacerbations: a prospective cohort study* (hentet 23.03.2017) Tilgjengelig fra <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4789825/>>
- 53.NCBI, *Comparison of arterial and venous pH, bicarbonate, Pco2 and Po2 initial emergency department assessment* (hentet 11.03.2017) Tilgjengelig fra <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2660085/>>
54. Up to date, *Venous blood gases and other alternatives to arterial blood gases, resultat tabell* (hentet 08.05.2017) Tilgjengelig fra

<[https://www.uptodate.com/contents/image?imageKey=PULM%2F106747&topicKey=PULM%2F16991&source=outline\\_link](https://www.uptodate.com/contents/image?imageKey=PULM%2F106747&topicKey=PULM%2F16991&source=outline_link)>

55. Nasjonal brukerhåndboken, *pH,B* (hentet 28.04.2017) Tilgjengelig fra

<<http://brukerhandboken.no/index.php?action=showtopic&topic=fb893e2049456a8ffdea&highlight=true%20>>

56. Siemens healthineers, *RapidPint 500 systems under 'overview'* (hentet 05.04.2017)

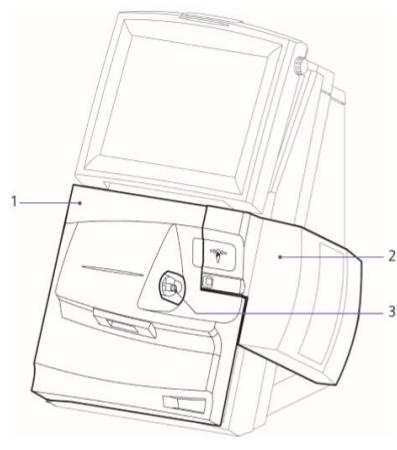
Tilgjengelig fra <<http://usa.healthcare.siemens.com/point-of-care/blood-gas/rapidpoint-500-systems>>

# VEDLEGG

## Vedlegg 1: Instrumentets oppbygning

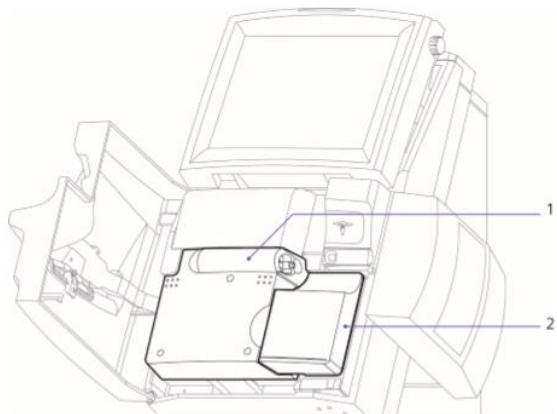
---

Figur 1-2: Dør og prøveport



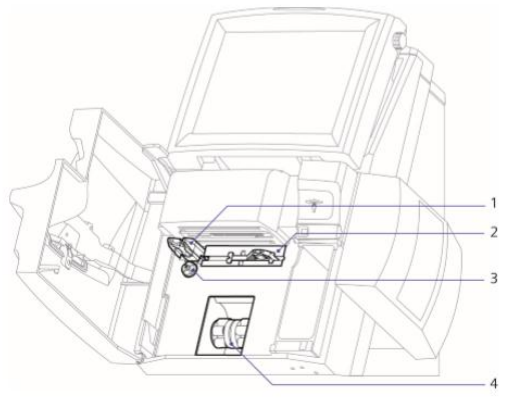
Figur nr.2: Bildet er hentet fra brukermanualen til Rapidpoint 500 og viser dør (1), automaticQC-kassett (2) og prøveport (3)

Figur 1-3: Reagenskassett og vaske-/avfallskassett (Dør åpen)



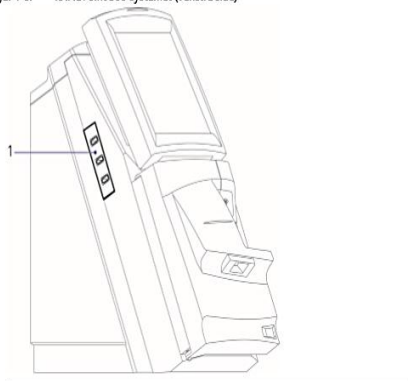
**Figur nr.3:** Bildet er hentet fra brukermanualen til Rapidpoint 500 og viser reagenskassett (1), vaske- og avfallskassett (2)

Figur 1-4: Optisk hode, pumper og ventilaktuator (Dør åpen)

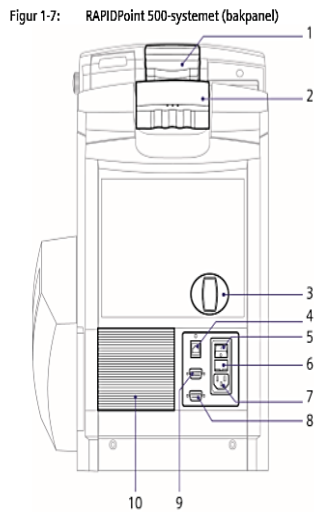


**Figur nr.4:** Bildet er hentet fra brukermanualen til Rapidpoint 500 og viser optisk hode (1), ventilaktuator (2), drivhjul (3) og pumper (4)

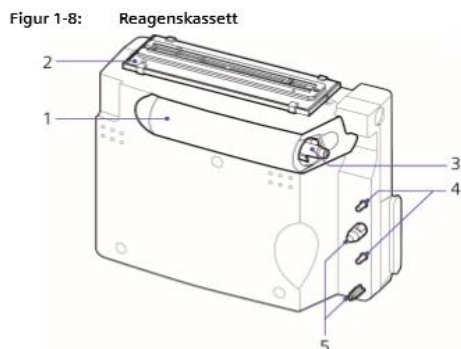
Figur 1-6: RAPIDPoint 500-systemet (venstre side)



**Figur nr.5:** Bildet er hentet fra brukermanualen til Rapidpoint 500 og viser tre USB-porter (1).



**Figur nr.6:** Bildet er hentet fra brukermanualen til Rapidpoint 500 og viser skjerm sperre (1), håndtak (2), CO-ox-lampe(3), nettverksport (4), strømbryter (5), sikringsenhet (6), strømkontakt (7), port for strekkodeskanner (8), serieport (9) og luffilter (10).



**Figur nr.7:** Bildet er hentet fra brukermanualen til Rapidpoint 500 og viser væskekomponenter og reagenser inni kassetten (1), sensormodul (2), prøveport (3), forbindelser til vaske-/avfallskasset(4), tilpasningsplugg (5).

## Lage referanseområde over blodgassverdier

Vi er 3 bioingeniørstudenter som har fått i oppgave å analysere blodgassverdier slik at vi kan lage et referanseområde over lungefriske personer.

Kontrollspørsmål:

- Er det greit at vi bruker litt av det blodet som tappes til prosjektet?

- Røyker du? Ja  Nei

- Snuser du? Ja  Nei

Signatur: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_

# HEI (BLODGIVERE)

Vi er 3 bioingeniør-studenter som  
har fått i oppgave å lage et  
referanseområde for blodgass-  
parametere

Vi trenger blod av lungefriske  
(blodgivere) som ikke røyker.

Kjempeglad om DU kan komme til  
blodbanken for å bidra med en  
blodprøve

Tidspunktet for prøvetakingen er:  
torsdag 22. mars og torsdag 23. mars kl. 09:00 – 14:00  
mandag 27. mars – torsdag 30. mars kl. 09:00 – 14:00

## Vedlegg 4: Tabelloversikt over verdier fra referansepersoner (fordelt på kjønn)

Menn						Kvinner				
pH	pCO2	pO2	BE	HCO3-	Dato:	pH	pCO2	pO2	BE	HCO3-
7,364	5,49	6,02	-2,3	28,5	3/9/2017	7,402	4,51	6,33	-3,5	20,6
7,381	6,56	4,44	2,5	28,5	3/13/2017	7,352	6,75	3,36	1,1	27,4
7,394	5,47	4,06	-0,4	24,5	3/13/2017	7,349	6,92	3,41	1,5	27,9
7,375	6,46	4,75	1,8	27,7	3/13/2017	7,31	8,58	4,81	3,6	31,6 (her sto prøven i ca. 10-15 min på is pga. vi ikke kunne kjøre den med engang).
7,368	5,73	3,39	-1,2	24,2	3/13/2017	7,385	6,34	3,59	2,2	27,8
					3/13/2017	7,363	6,01	7,83	-0,6	25,1
7,386	5,99	6,1	0,9	26,3	3/14/2017	7,359	6,55	2,55	0,9	27,1
7,344	7,08	4,08	1,5	28,3	3/14/2017	7,4	5,96	3,33	1,9	27,1
7,397	6,1	3,97	2,1	27,5	3/14/2017	7,359	5,79	5,80	-1,6	24 (mann, røyket for 40 år siden)
7,35	7,38	2,06	2,8	29,9	3/14/2017	7,369	5,8	3,81	-0,9	24,5 (mannen snuser)
7,361	7,17	5,2	3,1	29,8	3/14/2017	7,343	5,78	3,99	-2,7	23
7,355	6,18	3,38	-0,7	25,3	3/14/2017	7,307	7,38	3,48	0,1	27,1 (puster tungt)
7,356	7,16	3,52	2,8	29,4	3/15/2017	7,362	6,17	3,60	-0,2	25,7
7,348	6,77	5,31	0,9	27,3	3/15/2017	7,327	6,51	3,07	-1,4	25
7,387	5,89	5,06	0,7	26	3/15/2017	7,277	7,82	4,97	-0,9	26,8
7,371	6,17	3,43	0,5	26,2	15.03.2017/	7,366	6,26	3,68	0,5	26,3
7,389	6,56	3,78	3,1	29	3/16/2017	7,393	5,67	4,65	0,3	25,3
7,382	6,3	3,26	1,7	27,5	3/16/2017	7,384	5,65	4,21	-0,4	24,7 (kvinnen snuser)
7,399	4,98	6,48	-1,8	22,6	20.03.2017/	7,342	5,97	4,42	-2,1	23,7
7,362	6,44	4,52	0,7	26,8	20.03.2017/	7,393	6,42	3,27	3,1	28,7 (mannen snuser?)
7,389	5,86	4,35	0,6	25,9	3/20/2017	7,363	5,65	4,76	-1,8	23,6
7,399	5,22	5,56	-1	23,6	21.03.2017/	7,354	6,73	3,81	1,2	27,5
7,378	6,65	3,46	2,6	28,7	21.03.2017/	7,377	5,66	2,67	-0,8	24,4 (mannen snuser)
7,372	6,6	3,9	2	28,1	3/21/2017	7,39	6,08	4,13	1,6	27 (mannen snuser)
7,31	6,78	4,57	-1,8	25,1	22.03.2017/	7,328	6,33	4,91	-1,9	24,4 (kvinnen snuser)
7,4	5,23	5,25	-0,9	23,7	3/22/2017	7,366	5,59	6,07	-1,8	23,5 (kvinnen snuser)
7,377	6,01	5,8	0,4	25,9	23.03.2017/	7,358	6,1	8,54	-0,6	25,2 (kvinnen snuser)
7,429	5,18	6,87	0,9	25,1	23.03.2017/	7,309	7,01	4,08	-1,1	25,8
7,373	6,12	4,02	0,4	26,1	23.03.2017/	7,335	5,89	4,26	-2,8	23
7,348	7,18	2,89	2,2	29	23.03.2017/	7,326	6,68	4,04	-0,9	25,6
7,35	6,76	3,1	0,8	27,4	23.03.2017/	7,368	6,4	3,59	1,1	27 (mannen snuser)
7,373	5,54	8,01	-1,5	23,7	27.03.17/22	7,333	7,3	3,96	1,4	28,4
7,399	5,22	5,57	-0,9	23,7	27.03.2017/	7,33	6,23	4,03	-2,1	24,1
7,371	6,8	5,27	2,7	28,9	27.03.2017/	7,351	7,02	2,83	2	28,5 (mannen røyker en gang pr. i mnd, og snuser)
7,346	7	2,94	1,4	28,1	27.03.2017/	7,377	6,38	3,32	1,7	27,5
7,42	5,1	7,62	0	24,2	27.03.2017/	7,348	6,7	3,60	0,6	27
7,36	7,01	2,89	2,5	29	27.03.2017/	7,345	6,72	2,84	0,6	26,9 (mannen snuser, nicotininnholdig)
7,389	5,91	4,91	0,9	26,2	28.03.2017/	7,373	6,22	4,07	0,8	26,6
7,361	6,08	5,68	-0,5	25,2	28.03.2017/	7,329	7,4	2,90	1,6	28,5
7,378	5,83	4,32	-0,2	25,2	29.03.2017/	7,347	7,24	2,71	2,5	29,1 (mannen snuser)
7,365	6,89	4,55	2,4	28,9	29.03.2017/	7,37	6,74	2,70	2,3	28,6 (nyregistrert blodgiver, kvinne)
7,351	6,02	3,74	-1,4	24,4	30.03.2017/	7,4	5,44	3,15	-0,1	24,7
7,352	7,07	3,65	2	28,7	30.03.2017/	7,376	5,81	3,50	-0,4	25
7,432	5,19	5,47	1,2	25,4	30.03.2017/	7,328	6,88	3,29	-0,2	26,5
7,372	6,03	5,21	0,1	25,7	30.03.2017/	7,419	4,5	6,65	-2,5	21,3 (nyregistrert blodgiver, kvinne)
7,365	5,89	3,93	-0,8	24,7	30.03.2017/	7,469	4,58	4,33	1,3	24,4 (lite prøvemateriale)
7,379	5,68	3,38	-0,7	24,6	30.03.2017/	7,315	6,76	3,97	-1,4	25,2 (ansatt)
7,341	6,67	3,53	0	26,4	30.03.2017/	7,394	5,3	6,41	-1	23,7
					30.03.2017/	7,353	5,44	3,82	-3,2	22,2
					3/29/2017	7,35	6,42	3,78	-0,1	26 (kvinnen røyker av og til)
					3/29/2017	7,327	6,6	7,67	-1,1	25,3 (kvinnen snuser)
					3/30/2017	7,384	6,08	4,00	1,1	26,6
					3/30/2017	7,363	6,04	4,14	-0,5	25,2
					3/30/2017	7,364	5,92	2,96	-0,8	24,7
					3/30/2017	7,337	6,55	2,99	-0,5	25,8
					3/30/2017	7,358	6,17	4,28	-0,4	25,5
					3/30/2017	7,344	6,54	3,21	-0,1	26,1



Vedlegg 5: Tabelloversikt over alle referanseverdier i stigende rekkefølge

pH	pCO <sub>2</sub>	pO <sub>2</sub>	BE	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
7,277	4,5	2,06	-3,5	20,6
7,307	4,51	2,55	-3,2	21,3
7,309	4,58	2,67	-2,8	22,2
7,31	4,98	2,70	-2,7	22,6
7,31	5,1	2,71	-2,5	23
7,315	5,18	2,83	-2,3	23
7,326	5,19	2,84	-2,1	23,5
7,327	5,22	2,89	-2,1	23,6
7,327	5,22	2,89	-1,9	23,6
7,328	5,23	2,90	-1,8	23,7
7,328	5,3	2,94	-1,8	23,7
7,329	5,44	2,96	-1,8	23,7
7,33	5,44	2,99	-1,8	23,7
7,333	5,47	3,07	-1,6	23,7
7,335	5,49	3,1	-1,5	24
7,337	5,54	3,15	-1,4	24,1
7,341	5,59	3,21	-1,4	24,2
7,342	5,65	3,26	-1,4	24,2
7,343	5,65	3,27	-1,2	24,4
7,344	5,66	3,29	-1,1	24,4
7,344	5,67	3,32	-1,1	24,4
7,345	5,68	3,33	-1	24,4
7,346	5,73	3,36	-1	24,5
7,347	5,78	3,38	-0,9	24,5
7,348	5,79	3,38	-0,9	24,6
7,348	5,8	3,39	-0,9	24,7
7,348	5,81	3,41	-0,9	24,7
7,349	5,83	3,43	-0,9	24,7
7,35	5,86	3,46	-0,8	24,7
7,35	5,89	3,48	-0,8	25
7,351	5,89	3,50	-0,8	25
7,351	5,89	3,52	-0,7	25,1
7,352	5,91	3,53	-0,7	25,1
7,352	5,92	3,59	-0,6	25,1
7,353	5,96	3,59	-0,6	25,2
7,354	5,97	3,60	-0,5	25,2
7,355	5,99	3,60	-0,5	25,2
7,356	6,01	3,65	-0,5	25,2
7,358	6,01	3,68	-0,4	25,2
7,358	6,02	3,74	-0,4	25,3
7,359	6,03	3,78	-0,4	25,3

7,359	6,04	3,81	-0,4	25,3
7,36	6,08	3,81	-0,2	25,4
7,361	6,08	3,82	-0,2	25,5
7,361	6,08	3,9	-0,2	25,6
7,362	6,1	3,93	-0,1	25,7
7,362	6,1	3,96	-0,1	25,7
7,363	6,12	3,97	0	25,8
7,363	6,17	3,97	0	25,8
7,363	6,17	3,99	0,1	25,9
7,364	6,17	4,00	0,1	25,9
7,364	6,18	4,02	0,3	26
7,365	6,22	4,03	0,4	26,1
7,365	6,23	4,04	0,4	26,1
7,366	6,26	4,06	0,5	26,2
7,366	6,3	4,07	0,5	26,2
7,368	6,33	4,08	0,6	26,3
7,368	6,34	4,08	0,6	26,3
7,369	6,38	4,13	0,6	26,4
7,37	6,4	4,14	0,7	26,5
7,371	6,42	4,21	0,7	26,6
7,372	6,44	4,26	0,8	26,6
7,372	6,46	4,28	0,8	26,8
7,373	6,51	4,32	0,9	26,8
7,373	6,54	4,33	0,9	26,9
7,373	6,55	4,35	0,9	27
7,375	6,55	4,42	0,9	27
7,376	6,56	4,44	0,9	27
7,377	6,56	4,52	1,1	27,1
7,377	6,6	4,55	1,1	27,1
7,377	6,6	4,57	1,1	27,1
7,378	6,65	4,65	1,2	27,3
7,378	6,67	4,75	1,2	27,4
7,379	6,68	4,76	1,3	27,4
7,381	6,7	4,81	1,4	27,5
7,382	6,72	4,91	1,4	27,5
7,384	6,73	4,91	1,5	27,5
7,384	6,74	4,97	1,5	27,5
7,385	6,75	5,06	1,6	27,7
7,386	6,76	5,2	1,6	27,8
7,387	6,76	5,21	1,7	27,9
7,389	6,77	5,25	1,7	28,1
7,389	6,78	5,31	1,8	28,1
7,389	6,88	5,47	1,9	28,3
7,39	6,89	5,56	2	28,4

7,393	6,92	5,57	2	28,5
7,393	7	5,68	2	28,5
7,394	7,01	5,8	2,1	28,5
7,394	7,01	5,80	2,2	28,5
7,397	7,02	6,02	2,2	28,6
7,399	7,07	6,07	2,3	28,7
7,399	7,08	6,1	2,4	28,7
7,399	7,16	6,33	2,5	28,7
7,4	7,17	6,41	2,5	28,9
7,4	7,18	6,48	2,5	29
7,4	7,24	6,65	2,6	29
7,402	7,3	6,87	2,8	29
7,419	7,38	7,62	2,8	29,1
7,42	7,38	7,67	3,1	29,4
7,429	7,4	7,83	3,1	29,8
7,432	7,82	8,01	3,1	29,9
7,469	8,58	8,54	3,6	31,6
<b>Dixon-Reed Test:</b>				
<b>Range:</b>	<b>Range:</b>	<b>Range:</b>	<b>Range:</b>	<b>Range:</b>
0,155	3,32	5,95	6,6	9,3
0,0516666667	1,106666667	1,983333333	2,2	3,1
<b>Diff:</b>	<b>Diff:</b>	<b>Diff:</b>	<b>Diff:</b>	<b>Diff:</b>
0,037	0,76	0,53	0,5	1,7
<b>Uteliggere:</b>	<b>Uteliggere:</b>	<b>Uteliggere:</b>	<b>Uteliggere:</b>	<b>Uteliggere:</b>
ingen	ingen	ingen	ingen	ingen
<b>Middelverdi:</b>				
7,364970588	6,236470588	4,316960784	0,2362745098	26,09607843
<b>SD:</b>				
0,02910105984	0,7070536035	1,306741036	1,588610764	2,009288313
<b>Utregning av referanseverdier med parametrisk metode:</b>				
<b>2,5 percentil:</b>				
7,307932511	4,850645525	1,755748353	-2,877402588	22,15787334

Tallene som er i lyseblå, er 1/3 av rangen for hver av parameterne (regneeksempel er henvist under 3.1.1 Beregning vha. Dixon Reed test). Differansen er mellom => suspekterte verdi - neste verdi

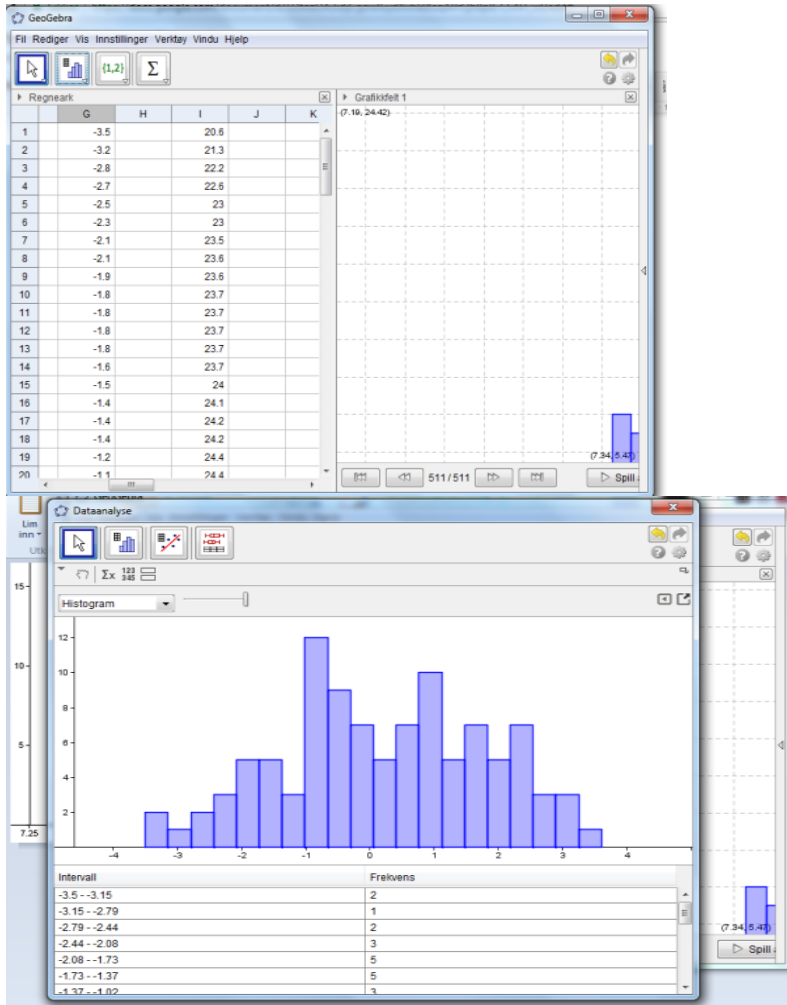
<b>97,5 percentil:</b>				
7,422008666	7,622295651	6,878173215	3,349951608	30,03428352
<b>Nedre grense:</b>				
7,299835681	4,653920969	1,392171886	-3,319404081	21,59882612
<b>Øvre grense:</b>				
7,430105496	7,819020208	7,241749682	3,791953101	30,59333075

Ikke-parametrisk metode, beregning av rangeringsnummer (posisjon nr.):

	<b>n=102</b>			
	<b>0.025 x (n+1) = posisjon i rangeringen for nedre grense</b>			
	0,025 x 103= 2,575 ≈3.posisjonen			
	<b>0.975 x (n+1) = posisjon i rangeringen for øvre grense</b>			
	0,975 x 103= 100,425 ≈100.posisjonen			

Tabell nr.1 er rangeringsposisjonen for nedre og øvre grense for hver parameter markert med lilla. Usikkerhetsgrensene for de ulike parameterne er markert med lysegrønnfarge.

## Vedlegg 6: Tillaging av histogram med tabell vha. geogebra



## Vedlegg 7: Tabelloversikt over målemetode for sensorer

### Driftsprinsipper

---

Utformingen av hver enkelt sensor er optimalisert for måling av det bestemte stoffet, som beskrevet i følgende tabell.

Tabell F-1: Målemetode for sensor

Sensor	Måleteknologi
pH, Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>++</sup> , Cl <sup>-</sup>	potensiometrisk metode ved bruk av standard ionselektiv elektrodeteknologi (ISE) <sup>1</sup>
referanse	sølv/søvelektrode i kaliumklorid og sølvklorid
pCO <sub>2</sub>	modifisert potensiometrisk metode som er basert på prinsippene til Severinghaus-elektroden <sup>2</sup>
pO <sub>2</sub>	amperometrisk måling som er basert på prinsippene til Clark-elektroden <sup>3</sup>
glukose	amperometrisk metode som bruker en enzymelektrode som inneholder glukoseoksidase <sup>3</sup>
laktat	amperometrisk metode som bruker en enzymelektrode som inneholder laktatoksidase <sup>3</sup>

## Vedlegg 8: Tabelloversikt over parameterne for RapidPoint 500

Tabell 8-3: Standard og alternative enheter for parametere

Parameter	Standardenheter	Alternative enheter
pH	(pH-enheter)	nmol/L (Når du velger alternative enheter, endres parameternavnet til H <sup>+</sup> .)
pCO <sub>2</sub>	mmHg	kPa
pO <sub>2</sub>	mmHg	kPa
Na <sup>+</sup>	mmol/L	
K <sup>+</sup>	mmol/L	
Ca <sup>++</sup>	mmol/L	mg/dL
Cl <sup>-</sup>	mmol/L	
Glu	mg/dL	mmol/L
Lac	mmol/L	mg/dL
tHb†	g/dL	g/L, mmol/L
nBili	mg/dL	µmol

Parameter	Standardenheter	Alternative enheter
FO <sub>2</sub> Hb	%	(desimal)
FCOHb	%	(desimal)
FMethHb	%	(desimal)
FHHb	%	(desimal)
pH(T)	(pH-enheter)	nmol/L [Når du velger alternative enheter, endres parameternavnet til H <sup>+</sup> (T).]
pCO <sub>2</sub> (T)	mmHg	kPa
pO <sub>2</sub> (T)	mmHg	kPa
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> act	mmol/L	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> std	mmol/L	
BE(B)	mmol/L	
BE(ecf)	mmol/L	
ctCO <sub>2</sub>	mmol/L	
Ca <sup>++</sup> (7,4)	mmol/L	mg/dL
sO <sub>2</sub>	%	(desimal)
O <sub>2</sub> SAT(est)	%	(desimal)
AnGap	mmol/L	
BO <sub>2</sub>	mL/dL	mL/L, mmol/L
pO <sub>2</sub> (A-a)(T)	mmHg	kPa
pO <sub>2</sub> (a/A)(T)	(desimal)	%
P <sub>50</sub>	mmHg	kPa
Q̇ <sub>spI</sub> /Q̇ <sub>t</sub> (T)	%	(desimal)
Q̇ <sub>spI</sub> /Q̇ <sub>t</sub> (T)(est)	%	(desimal)
RI(T)	(desimal)	%
pO <sub>2</sub> /F <sub>i</sub> O <sub>2</sub>	mmHg/%	kPa/%
ctO <sub>2</sub> (Hb)	mL/dL	mL/L, mmol/L [ctO <sub>2</sub> (Hb) rapporteres i stedet for ctO <sub>2</sub> (a), ctO <sub>2</sub> (v), ctO <sub>2</sub> (v̄) hvis pO <sub>2</sub> ikke er tilgjengelig.]
ctO <sub>2</sub> (a)	mL/dL	mL/L, mmol/L
ctO <sub>2</sub> (v̄)	mL/dL	mL/L, mmol/L
ctO <sub>2</sub> (v)	mL/dL	mL/L, mmol/L
ctO <sub>2</sub> (a-v̄)	mL/dL	mL/L, mmol/L
ctO <sub>2</sub> [(a-v̄)/a]	%	(desimal)
Parameter	Standardenheter	Alternative enheter
ḐO <sub>2</sub>	mL/min	L/min, mmol/min
ḐO <sub>2</sub>	mL/min	L/min, mmol/min

Tabellen nedenfor viser parametere og demografiske prøvedata du må velge for å få resultater for parametrene som er oppført i tabellen. Når du velger en parameter som krever demografiske prøvedata for å rapportere resultater, vil systemet enten slå på de nødvendige demografiske prøvedataene slik at de kan legges inn under analyse, eller bruke standardverdien.

Parameter	Obligatoriske parametere og demografiske prøvedata
H <sup>+</sup> (T)	H <sup>+</sup> , temperatur
pH(T)	pH, temperatur
pCO <sub>2</sub> (T)	pCO <sub>2</sub> , temperatur
pO <sub>2</sub> (T)	pO <sub>2</sub> , temperatur
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> act	pCO <sub>2</sub> , pH
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> std	tHb, <sup>1</sup> BE(B), O <sub>2</sub> SAT (sO <sub>2</sub> brukes hvis den er tilgjengelig.)
BE(B)	tHb, <sup>a</sup> pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> act
BE(ecf)	pH, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> act
ctCO <sub>2</sub>	pCO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> act
Ca <sup>++</sup> (7,4)	Ca <sup>++</sup> , pH
sO <sub>2</sub>	(FHHb og FO <sub>2</sub> Hb) eller (FO <sub>2</sub> Hb, FCOHb og FMethb)
O <sub>2</sub> SAT(est)	pH, pO <sub>2</sub> , BE(B)
AnGap	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> act
Hct <sup>b</sup>	tHb
BO2	tHb, (FHHb og FO <sub>2</sub> Hb) eller (FO <sub>2</sub> Hb, FCOHb og FMethb)
pO <sub>2</sub> (A-a)(T)	pO <sub>2</sub> (T), F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> , temperatur, pCO <sub>2</sub> , pAtm <sup>c</sup>
pO <sub>2</sub> (a/A)(T)	pO <sub>2</sub> (T), F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> , temperatur, pCO <sub>2</sub> , pAtm <sup>2</sup>
p <sub>50</sub>	pO <sub>2</sub> , pH, BE(B), sO <sub>2</sub>
Q̇ <sub>spI</sub> Q̇ <sub>t</sub> (T)	tHb, ctO <sub>2</sub> (a), ctO <sub>2</sub> (a- $\bar{v}$ ), F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> , temperatur, pCO <sub>2</sub> , pAtm, <sup>2</sup> O <sub>2</sub> -bindende faktor <sup>2</sup> , (FHHb og FO <sub>2</sub> Hb) eller (FO <sub>2</sub> Hb, FCOHb og FMethb)
Q̇ <sub>spI</sub> Q̇ <sub>t</sub> (est)(T)	tHb, ctO <sub>2</sub> (a), ctO <sub>2</sub> (a- $\bar{v}$ )(angitt), <sup>2</sup> F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> , temperatur, pCO <sub>2</sub> , pAtm, <sup>2</sup> O <sub>2</sub> -bindende faktor, <sup>2</sup> (FHHb og FO <sub>2</sub> Hb) eller (FO <sub>2</sub> Hb, FCOHb og FMethb)
RI(T)	pO <sub>2</sub> (T), pO <sub>2</sub> (A-a)(T)



### Analysere AutomaticQC-prøver

Systemet utfører planlagte analyseringer av kvalitetskontroller uten at operatøren trenger å foreta seg noe. Systemet viser meldingen AQC Pending (venter på AQC) i banneret 15 minutter før AutomaticQC starter. Velg **Perform QC** (utfør kontroll)-knappen hvis du vil starte den planlagte analyseringen av kvalitetskontroll tidligere.

Bruk følgende prosedyre for å analysere en kvalitetskontroll ved bruk av materiale fra AutomaticQC-kassetten. Med denne prosedyren kan du analysere en AutomaticQC-prøve i tillegg til allerede planlagte prøver. Du kan ikke utføre denne prosedyren mens **Perform QC** (utfør kontroll)-knappen vises på skjermen.

**Merk** Når du utfører en analysering av AutomaticQC, slår systemet på en parameter som ikke har bestått kontrollanalysen hvis den består for det ikke-beståtte nivået, og slår av parametere som ikke består kontrollanalysen.

Følg denne prosedyren når du analyserer AutomaticQC-prøver:

1. Tast inn passordet hvis du blir bedt om det, eller bruk strekkodeskanneren til å skanne det inn.
2. Velg knappen for prøvetypen AutomaticQC og deretter **Start**-knappen. I skjermbildet som vises kan du velge nivået for AutomaticQC-prøven. Ikke-beståtte kontrollresultater vises i tabellen FailedQC (ikke-bestått kontroll) til høyre i skjermbildet.
3. Velg nivået du vil analysere og deretter **Start**.
4. Legg inn operatør-ID hvis du blir bedt om det, og velg **Fortsett**-knappen.

Skjermbildet **Results** (resultater) viser AutomaticQC-resultatene.

- Resultatene for de valgte parametrene vises når analysen er ferdig.
- Informasjon som er skannet fra strekkoden på ampullen vises i raden under banneret. Bruk utskriftsikonet for å skrive ut resultater fra Required QC (obligatorisk kontroll). Vis resultatene.

Følgende symboler kan vises sammen med resultatene på skjermen og i rapporten:

Symbol	Beskrivelse
↑	Resultatet ligger over målområdet.
↓	Resultatet ligger under målområdet.
----↑	Resultatet ligger over rapporteringsområdet.
----↓	Resultatet ligger under rapporteringsområdet.
----?	Systemet gir en atypisk respons når det måler denne parameteren.

En kontrollprøverapport for AutomaticQC inneholder følgende informasjon:

- Identifiserer kontrollen.
- Målområdene som er definert i Setup (oppsett).
- En tegnforklaring som forklarer resultatsymboler.

Hvis alternativet Auto Print (automatisk utskrift) er slått på i Setup (oppsett), skrives rapporten ut automatisk. Avhengig av alternativene som er valgt i Setup (oppsett) og parametrene du analyserer, kan rapporten være annerledes på ditt system.

5. Velg Fortsett-knappen når du er ferdig med å vise resultatene.

## Aktivere og planlegge analysering av AutomaticQC

Bruk denne prosedyren for å slå analysering av AutomaticQC på og for å definere følgende informasjon for analysering av AutomaticQC:

- Dager og tidspunkter for hver dag det er planlagt analysering av kvalitetskontroller
- Nivåene som skal analyseres for hver kontroll ved hvert tidsintervall
- Nivåene som skal analyseres for hver kontroll når det settes inn en ny reagenskassett

**Merk** Det anbefales at du lagrer oppsettdataene på en USB-flashenhet hver gang du endrer oppsettinformasjon. Se *Kopiere datafiler*, side 7-2.

Følg denne prosedyren for å aktivere og planlegge analysering av AutomaticQC:

1. Tast inn passordet hvis du blir bedt om det, eller bruk strekkodeskanneren til å skanne det inn.
2. Velg **System**-knappen.
3. Velg **Setup** (oppsett).
4. Velg **QC** (kontroll).
5. Definer planen for AutomaticQC:
  - a. Velg **AutomaticQC Schedule** (AutomaticQC-plan).  
Skjermbildet **AutomaticQC Schedule** (AutomaticQC-plan) vises med første tidspunkt og dag valgt.  
Den aktuelle planen for analysering av AutomaticQC vises hvis den er definert.
  - b. Hvis du vil planlegge nivåer for valgt tidspunkt og dag, velger du knappen for ønsket nivå. Du sletter et nivå ved å velge knappen for nivået.
  - c. Velg pilknappene for å gå til et annet tidspunkt eller en annen dag du vil planlegge AutomaticQC for, og angi ønskede nivåer.
  - d. Gjenta trinn c for hvert tidspunkt og hver dag du vil at det skal utføres analysering av AutomaticQC.
6. Velg eventuelt nivåene som skal analyseres for hver kontroll når det settes inn en ny reagenskassett:
  - a. Velg **New M Cartridge QC** (kontroll ved ny reagenskassett).
  - b. Velg ønskede nivåer og deretter **Fortsett**-knappen.
7. Velg **Fortsett**-knappen i skjermbildet **AutomaticQC Schedule** (AutomaticQC-plan).

8. Slå på AutomaticQC-analyse:
  - a. Velg **QC Options** (kontrollalternativer).
  - b. Velg **AutomaticQC**.
  - c. Velg **Repeat** (gjenta) hvis du vil at systemet skal gjenta kontrollanalysen når en parameter ikke består den første analysen.
  - d. Velg **Fortsett**-knappen.
9. Velg et annet oppsettalternativ, eller velg **Fortsett**-knappen to ganger for å gå tilbake til skjermbildet **Analysis** (analyse).

## Beholde målområder for AutomaticQC

Bruk denne prosedyren hvis du vil at systemet skal beholde målområdene som er definert i Setup (oppsett) når det settes inn en ny AutomaticQC-kassett. I motsatt fall erstatter systemet målområdene i Setup (oppsett) med områdene fra AutomaticQC-kassetten når du skifter kassett.

Denne prosedyren brukes også hvis du vil tilbakestille målområdene i Setup (oppsett) til de anbefalte standardområdene fra AutomaticQC-kassetten.

**Merk** Det anbefales at du lagrer oppsettdataene på en USB-flashenhet hver gang du endrer oppsettinformasjon. Se *Kopiere datafiler*, side 7-2.

1. Tast inn passordet hvis du blir bedt om det, eller bruk strekkodeskanneren til å skanne det inn.
2. Velg **System**-knappen.
3. Velg **Setup** (oppsett).
4. Velg **QC** (kontroll).

**Merk** Hvis systemet er koblet til et RAPIDComm-databehandlingssystem og du velger et alternativ som endrer målområdene, må du huske å endre målområdene på RAPIDComm-systemet.

5. Velg **AutomaticQC Ranges** (AutomaticQC-områder):

Velg **Retain Ranges** (behold områder) hvis du vil beholde målområdene du definerte for AutomaticQC.

For å tilbakestille målområdene til de anbefalte standardområdene fra AutomaticQC-kassetten, velger du **Retain Ranges** (behold områder) hvis det er valgt, og deretter **Reset Defaults** (tilbakestill standarder).

6. Velg **Fortsett**-knappen.

7. Velg et annet oppsettalternativ, eller velg **Fortsett**-knappen to ganger for å gå tilbake til skjermbildet **Analysis** (analyse).

## Vedlegg 10: Tabelloversikt over reagens brukt i RapidPoint 500

Innledning

### Reagenser

Reagenskassetten og vaske-lavfallskassetten inneholder reagensene som er beskrevet i tabellen nedenfor. Elektrolytter, pH, glukose og gasser er NIST-sporbare.

Tabell 1-2: Innhold i RAPIDPoint 500-reagenser

Reagens	Ingredienser	Volum	Kassett
Low Sulfite Zero Cal (LSZC)	gasser (oksygen, karbondioksid, nitrogen), salter (alkali-halogenider), organiske buffere, katalysator og surfaktant	75 mL	Reagens
Reagent C	gasser (oksygen, karbondioksid, nitrogen), salter (alkali-halogenider), organiske buffere, laktat, fargestoff, surfaktant og konserveringsmiddel	60 mL	Reagens
200 Cal	gasser (oksygen, karbondioksid, nitrogen), salter (alkali-halogenider), organiske buffere, glukose, laktat, surfaktant og konserveringsmiddel	230 mL	Reagens
Reference	kaliumklorid, sølvklorid og surfaktant	16 mL	Reagens
Wash	gasser (oksygen, karbondioksid, nitrogen), salter (alkali-halogenoider), surfaktant og konserveringsmiddel	250 mL	Vaske/lavfall

Tabellen nedenfor gir en oversikt over kalibreringspunktene for hver analytt i reagensene:

Analytt	Høyt kalibreringspunkt	Lavt kalibreringspunkt
pH	7,400	6,820
pCO <sub>2</sub>	70 mmHg	35 mmHg
pO <sub>2</sub>	154 mmHg	0 mmHg
Na <sup>+</sup>	159 mmol/L	116 mmol/L
K <sup>+</sup>	8,0 mmol/L	4,0 mmol/L
Ca <sup>++</sup>	1,25 mmol/L	0,62 mmol/L
Cl <sup>-</sup>	98 mmol/L	69 mmol/L
Glu	180 mg/dL	0 mg/dL
Lac	2 mmol/L	0 mmol/L
tHb	15,0 g/dL	0 g/dL

### Analysere pasientprøver

Bruk denne prosedyren når du analyserer pasientblodprøver:



#### **BIOLOGISK RISIKO**

Se *Biologisk risiko og egenbeskyttelse*, side A-1, for anbefalte forholdsregler ved arbeid med biologisk risikomateriale.

1. Tast inn passordet hvis du blir bedt om det, eller bruk strekkodeskanneren til å skanne det inn.



#### **FORSIKTIG**

Sørg for at eventuelle etiketter ikke hindrer at sprøyten kan settes inn i systemet og fører til at den faller av. Plasser om nødvendig etiketten øverst på sprøytesylinderen, oppe ved stempelet.

2. Rull sprøyten eller kapillærrøret mellom håndflatene og vend det forsiktig flere ganger for å blande prøven godt.







#### **FORSIKTIG**

Velg alltid knappen for blandet venøs prøve ved analyse av blandede venøse prøver. Prøver som tas fra enkelte pulmonalarterie-katetere kan inneholde benzalkonium-ionet, som interfererer med analysen og påvirker resultatene. De rapporterte resultatene blir misvisende hvis du velger en annen prøvetype for blandede venøse prøver som inneholder benzalkoniumionet.

**Merk** Hvis du har en prioritert prøve og en melding angir at systemet er opptatt, velger du **STAT** for å avbryte systemet. Vent til systemet er klart til analysering før du analyserer pasientprøven. Hvis **STAT**-knappen ikke vises, må du vente til meldingen forsvinner før du kan analysere pasientprøven.

- Velg knappen for type pasientprøve som vist i Figur 2-1.  
En hake i knappen markerer at knappen er valgt.

Figur 2-1: Analysere pasientprøver

Prøveknapp	Prøvetype	Beskrivelse
	Arteriell prøve	Velg prøvetypen som en sprøyte med arterielt blod.
	Kapillær prøve	Velg prøvetypen som et kapillærrør med kapillærblod.
	Venøs prøve	Velg prøvetypen som en sprøyte med venøst blod.
	Blandet venøs prøve	Velg prøvetypen som en sprøyte med blandet venøst blod.
	Kvalitetskontroll i ampulle	Velg prøvetypen som en ampulle med kontrollmateriale.
	Kvalitetskontroll i sprøyte	Velg prøvetypen som en sprøyte med kontrollmateriale.
	AutomaticQC-prøve	Velg prøvetypen som kontrollmateriale fra AutomaticQC-kassetten.



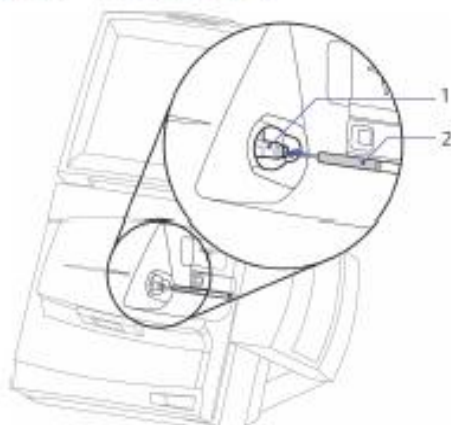
4. Skann om nødvendig strekkoden for pasient-ID. Se *Bekreft pasient-ID*, side 2-24.



**FORSIKTIG**

Hold kapillærrøret i den enden som er nærmest prøveporten når du setter kapillærrøret inn i prøveporten. Hvis du holder kapillærrøret på feil måte, kan det brette. Se Figur 2-2. For å hindre at prøveporten skades, sett bare inn inn den varmebehandlede enden av kapillærrøret i prøveporten.

Figur 2-2: Sette inn kapillærrøret



1 Prøveport

2 Kapillærrør som settes inn i prøveporten.

5. Sett prøveenheten inn i prøveporten og velg **Start**-knappen når du blir bedt om det.  
Systemet aspirerer prøven.
6. Ta prøveenheten ut av prøveporten og velg **Fortsett**-knappen når du blir bedt om det.

**Merk** Når du har lagt inn eller skannet pasient-IDen, fyller pasientnavn, fødselsdato og kjønn ut hvis dataene allerede finnes i systemet.

7. Legg inn demografiske data hvis du blir bedt om det og velg **Fortsett**-knappen.

- For å legge inn pasient-IDen med strekkodeskanneren, velger du **Patient ID** (pasient-ID) og skanner strekkoden for pasient-ID.
- For å legge inn rekvisisjonsnummeret med strekkodeskanneren, velger du **Accession No.** (rekvisisjonsnummer) og skanner strekkoden for rekvisisjonsnummeret.

8. Vis resultatene.

Resultatverdiene vises i gult mens analysen pågår. Foreløpige resultater vises ikke hvis systemet utfører ytterligere kalibreringer under analysen.

- En parameter vises i grått i skjermbildet **Results** (resultater) hvis et resultat ikke kan rapporteres på grunn av systemproblemer, f.eks. hvis en parameter ikke besto kontrollen eller er utenfor kalibrering.
- En parameter vises ikke i skjermbildet **Results** (resultater) hvis en obligatorisk verdi, f.eks. temperaturen for en temperaturkorrigert verdi, ikke er angitt.
- Se *Forstå resultatsymboler*, side 2-26, for å identifisere symbolene som kan vises sammen med resultatene.

Pasientprøvens temperatur vises i banneret i skjermbildene **Results** (resultater) og **More Results** (flere resultater) hvis demografiske prøvedata for temperatur er aktivert for pasientprøver, og prøven er analysert.

9. Velg **Fortsett**-knappen når du er ferdig med å vise resultatene.

Rapporten skrives ut automatisk hvis alternativet Auto Print (automatisk utskrift) er slått på i Setup (oppsett). Avhengig av hvilke alternativer som er valgt i Setup (oppsett) og parametrene du analyserer, kan rapportformatet være annerledes på ditt system. En pasientprøverapport inneholder vanligvis følgende informasjon:

- Identifiserer pasienten og prøven
- CO-oksymetriresultater
- Temperaturkorrigerede resultater
- Demografiske pasient- og prøvedata
- Pasientområder som definert i Setup (oppsett)
- Tegnforklaring som forklarer resultatsymboler

## Forstå resultatsymboler

Følgende symboler identifiserer resultater som er utenfor området eller som du bør se nærmere på. Disse symbolene og resultatene vises i rødt på skjermen. De vises også i rapporten. Pasientområdene kan vises i rapportutskriften hvis dette alternativet er valgt i Setup (oppsett).

Symbol	Beskrivelse
↑	Resultatet ligger over pasientområdet.
↓	Resultatet ligger under pasientområdet.
-----↑	Resultatet ligger over rapporteringsområdet.
-----↓	Resultatet ligger under rapporteringsområdet.
-----?	Systemet gir en atypisk respons under måling av denne parameteren, og kan ikke rapportere resultatet. Analyser om mulig prøven på nytt.
?	Det rapporterte resultatet er usikkert. Systemet er konfigurert for bruk av grenser for analytisk måleområde og alternativet Display Question Result (vis usikre resultater), som ikke skal velges samtidig.
<?	Slå av grenser for analytisk måleområde og/eller Display Question Result (vis usikre resultater), og analyser prøven på nytt.
>?	Symbolet ? vises uten verdi i pasientlisten i skjermbildet <b>Results</b> (resultater). Symbolene <? og >? vises med verdier på rapportutskriften og på skjermen.
>	Resultatet er større enn den valgte grensen for analytisk måleområde. <sup>a</sup>
<	Resultatet er mindre enn den valgte grensen for analytisk måleområde. <sup>a</sup>

a. Grenser for analytisk måleområde kan ikke brukes på kvalitetskontrollresultater.

## Meldinger i pasientprøverapporter

Følgende tabell beskriver meldinger som kan vises i pasientprøverapporter:

Melding	Beskrivelse
↓ eller ↑ = Out of range (utenfor område)	Resultatet er over eller under pasientområdet.
----↓ eller ----↑ = Out of reporting range (utenfor rapporteringsområde)	Resultatet er over eller under rapporteringsområdet.
----? = Question result (usikkert resultat)	Systemet gir en atypisk respons når det måler denne parameteren.
D2 Excessive Drift (for stor drift):	Parameteren identifisert i meldingen overstiger kalibreringsgrensene.
D3 Slope Error (feil stigningstall):	Parameteren identifisert i meldingen overstiger kalibreringsgrensene.
D4 Offset Error (forskyvningsfeil):	Parameteren identifisert i meldingen overstiger kalibreringsgrensene.
Temp Out of Range (temperatur utenfor område)	Temperaturen på prøven er utenfor det akseptable måleområdet på slutten av prøveanalyseringen.
Report data edited (rapportdata redigert)	Demografiske data for prøven ble endret.
D70 Optics Error (optisk feil):	Det oppsto en feil i det optiske målesystemet for CO-ox. Nummeret bak meldingen indikerer feiltypen.
D75 Lamp Failure (lampefeil)	CO-ox-halogenlampen virker ikke.

Melding	Beskrivelse
D76 COox- Electronics Error (COox- elektronikkfeil):	Det har oppstått en feil i de elektroniske CO-ox-komponentene. Nummeret bak meldingen indikerer feiltypen.
D77 COox- Temperature Error (COox-temperaturfeil):	Det har oppstått en feil i kontrollkomponentene for temperatur i CO-ox.
COox- Temp Out of Range (COox-temperatur utenfor område)	Temperaturen på prøven er utenfor det akseptable måleområdet på slutten av prøveanalyseringen.
Excessive Bubbles in COox- Sample (for mange bobler i COox-prøve)	Systemet kunne ikke analysere CO-ox-delen av prøven fordi det ble registrert bobler i CO-ox-prøvekammeret.
SulfHb > 1,5 %	Systemet registrerer sulfhemoglobin med en konsentrasjon på over 1,5 %.

## Vedlegg 12: Prosedyre på venøs blodprøvetaking

### 4.1.1. UTFØRELSE AV VENØS BLODPRØVETAKING. (CD).

**Utstyr:** Stase, tupfer, plaster, desinfeksjonsmiddel (70 % isopropanol), vakuumglass, kanyle for venepunksjon, kanyleholder, kanyleavfallsboks.

#### Utførelse:

- Introduser deg selv og identifiser pasienten. Du skal spørre etter pasientens hele navn og fødselsnummer og verifisere svaret med rekvisisjonen.
- Vask hender som forklart under kapittel 5.2.1.
- Alt utstyr som skal brukes gjøres klart. Kanylen er beskyttet med en hette over nåla og en over ventilen, se figur 2. Hetten over ventilen fjernes ved å vri på midten av beskyttelsen. Ventilen dekkes av et gummihylse for å hindre blodlekkasje fra nålen når man tar flere enn ett rør med blod (Brown, 1993). Da hetten er borte kan en feste kanylen i holderen med å skru den fast.



en over ventilen, se figur 2. Hetten over ventilen fjernes ved å vri på midten av beskyttelsen. Ventilen dekkes av et gummihylse for å hindre blodlekkasje fra nålen når man tar flere enn ett rør med blod (Brown, 1993). Da hetten er borte kan en feste kanylen i holderen med å skru den fast.

- Sett det første glasset inn i kanyleholderen uten å punktere toppen. Punksjon av toppen resulterer i tap

Figur 2. Viser hvordan vi kobler sammen kanyle og holder.

- en på pasientens overarm 10-15 cm over stikkstedet. Stram stasen, men ikke for mye, det skal føles behagelig for pasienten. Stasen strammes for å hindre retur av venøst blod til hjertet og for å utvide venen (Young og Bermes, 1996). Pasientens arm bør ha en slakk retning nedover, slik at når blodet kommer inn i røret, vil det gå direkte til bunnen av røret.
- Velg en passende vene for punksjon med å palpere med pekefingeren. Blodåren kjennes som en elastisk slange, og forsvinner når stasen slakkes. En sene kjennes hard og fast og forsvinner ikke når stasen slakkes. Når venen er valgt, slakkes stasen og innstikkstedet vaskes med desinfeksjonsmiddel. Vaskingen utføres med sirkelbevegelse på innstikkstedet og et stykke rundt det, se figur 3.



Figur 3. Viser hvordan vaskingen skal utføres.

La innstikkstedet tørke godt. Du skal helst ikke berøre stikkstedet etter at det er vasket, men dersom du blir usikker kan du vaske pekefingeren med litt desinfeksjonsmiddel og kjenne over eller under selve innstikkstedet.

- Stram evt. stasen lett og ta et grep i pasientens arm, 3-6 centimeter under innstikkstedet, og strekk huden stram med tommelen. Dvs. at du trykker lett med tommelen på huden samtidig med at du drar fingeren litt nedover. Dette gjør at venen ligger stadig. Med den andre hånden tar du et fast grep om kanyleholderen. Hold den mellom tommel og pekefinger + langfinger, pass på at kanyleslipet peker oppover, og før kanylen raskt gjennom huden i en vinkel på 30 grader. Kanylen bør peke i samme retningen som blodåren går. Når nålen er i venen vil mindre motstand føles (Brown, 1993).
- Hold et stadig grep om kanyleholderen, mens røret skyves inn på nåleventilen. Blodet vil nå strømme langs kanten. Stasen bør løsnes så snart blod kommer inn i røret, og bør ikke være på lenger enn ett minutt. Pass på at nålen i armen holdes i posisjon og behold lett trykk på bunnen av røret til det er fullt. Når røret er fylt tas det forsiktig ut uten å forskyve kanyleholderen. Bland røret med å smu det 180° rundt 6-10 ganger. Skal det fylles flere rør settes neste inn nå.
- Når alle rør er fylt og tatt ut av kanyleholderen, holder en tupferen over innstikkstedet, trekker kanylen raskt og smidig ut av pasientens arm og presser tupferen godt til. Kanylen plasseres i beskyttelseshetten med enhåndsgrep eller den skrues av i kanyleboksen.
- Sett plasteret stramt over tupferen og be pasienten komprimere stikkstedet i ca. 2 minutter. Pasienten kan også holde armen hevet vertikalt i noen minutter for å minske trykket på blodåren (Brown, 1993). Armen kan gjerne heves litt, men ikke bøyes da dette øker sjansen for hematom (Husøy et al., 2001). Hver prøve merkes med pasientens for- og etternavn, fødselsnummer, dato og prøvetakers initialer. Enkelte analyser merkes også med klokkeslett for prøvetakingen. På sykehuset har en egne klistrelapper som også er merket med hvilken avdeling pasienten er innlagt og sykehusets identifikasjonsnummer (Brown, 1993).