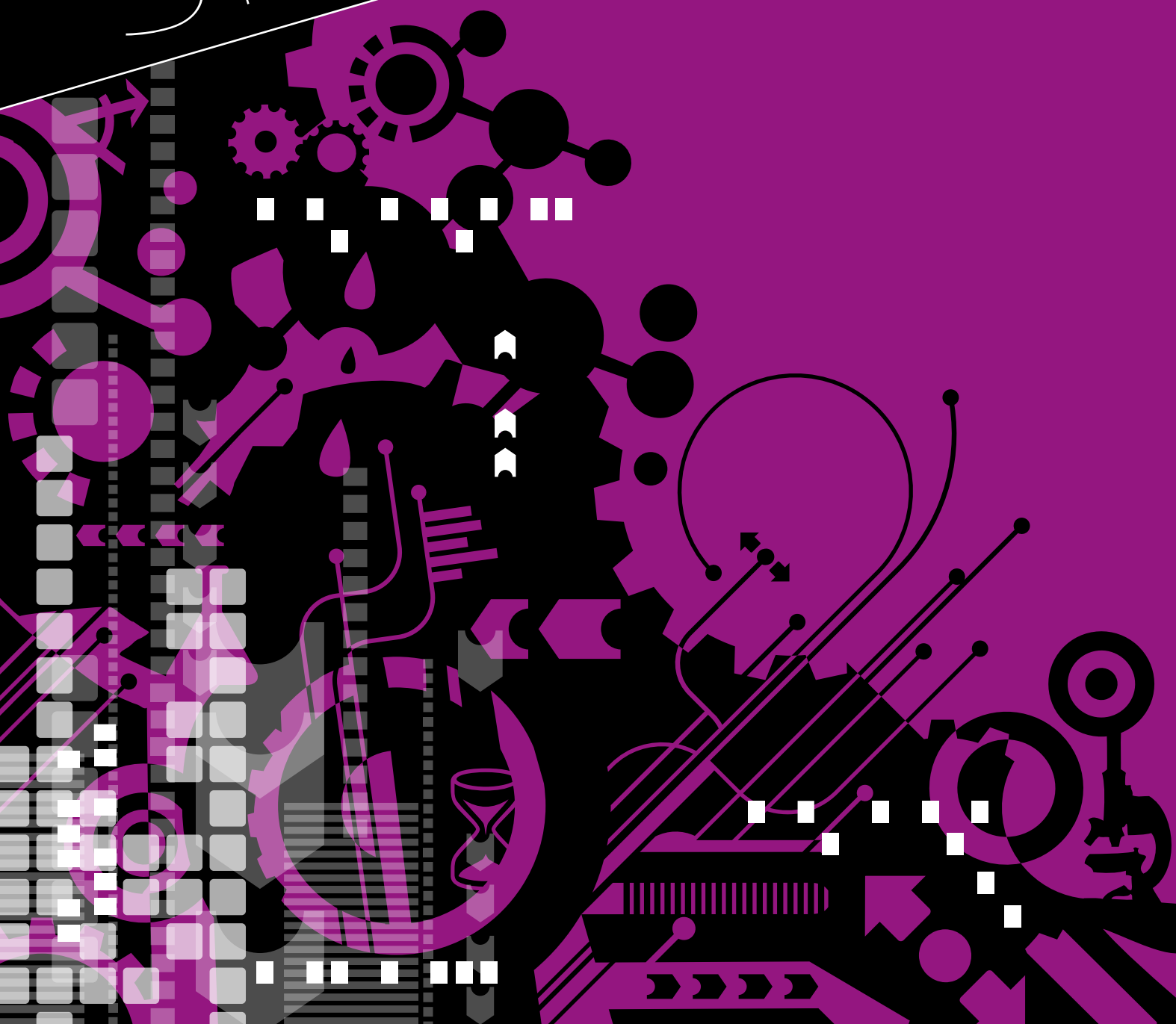


Tidsskriftet for teknologi- og forskningslære

SPISS 2011





INNHOOLD

FORORD	03
Bare positivt å trene på treningsstudio?	06
Fra råvann til rentvann	09
Hvordan takler kroppen ulike typer kosthold?	14
Testing av ulike antistoffer mot proteinet Annexin A2	19
Hvem har best reaksjonstid?	23
Nøyaktigheten til GPS-system med og uten korreksjon av EGNOS ..	28
Kartlegging av den kjemiske vannkvaliteten ved Heimdal VGS 34	
Flyvinge	38

SPISS

TIDSSKRIFTET FOR
TEKNOLOGI- OG
FORSKNINGSLÆRE

2011

ISSN 1891-490X

REDAKSJONEN:

Førstekonsulent Olaug Vetti Kvam,
skolelaboratoriet i realfag, Universitetet i Bergen (UiB)
Professor Stein Dankert Kolstø,
institutt for fysikk og teknologi, UiB
Stipendiat Idar Mestad,
institutt for fysikk og teknologi, UiB
Seniorrådgiver Frede Thorsheim,
skolelaboratoriet i realfag, UiB

REDAKSJONENS ADRESSE:

Spiss, skolelaboratoriet i Realfag,
Matematisk-Naturvitenskapelig fakultet, UiB,
Allégaten 41, 5007 Bergen
E-post: spiss@skolelab.uib.no
Telefon: 55 58 22 27

ANSVARLIG REDAKTØR:

Olaug Vetti Kvam

GRAFISK PRODUKSJON OG TRYKK:



BODONI

OPPLAG:

500

PAPIR

250/135 g Soporset Medium

Forord

Av: Anders Isnes, leder av Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen

Kjære leser med forskertrang og lekelyst

«Med forskertrang og lekelyst» er tittelen på en offentlig utredning (NOU 2010:8) som utkom i 2010. Vi skulle nesten tro at denne utredningen var myntet på elever som har bidratt i dette og i tidligere numre av SPISS, for artiklene røper både forskertrang og lekelyst, for ikke å si læreglede. Men innstillingen handler om et systematisk pedagogisk tilbud til alle førskolebarn. Overrasket? Det burde vi ikke bli, for det er noe grunnleggende flott ved små barn: De er nysgjerrige, kreative og utforskende. Dette er egenskaper som er viktig å ta vare på og utvikle etter hvert som vi vokser opp, ja gjennom hele livet. Unge mennesker som kan karakteriseres med forskertrang, lekelyst og læreglede, har egenskaper som er høyt verdsatte i utdanningssamfunnet. Det gir et godt grunnlag for å komme videre.

Mange fag i skolen har muligheter til å vedlikeholde og utvikle disse egenskapene, og læreplanene legger til rette for at barn og unge skal kunne utfolde seg med sin nysgjerrighet, utforskning og lærelyst. Jeg vil nevne naturfaget med hovedområdet Forskerspiren. Her er den utforskende eleven satt i høysetet. Det gir blant annet muligheter til å lage hypoteser og finne ut hvordan hypotesene kan testes gjennom systematiske observasjoner og forsøk. Her skal eleven forklare hvorfor det er viktig å sammenlikne resultater og se etter sammenhenger mellom årsak og virkning, og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen. Med andre ord kan vi si at elevene skal lære seg å arbeide naturvitenskapelig. Naturfag er et fag som alle elevene i skolen får. I videregående skole kan elever

velge ulike naturfag, og alle naturfagene har formuleringer om den utforskende eleven i læreplanene sine. Det er ingen tilfeldighet. Internasjonalt ser vi at kunnskap **om** naturvitenskap vektlegges mer nå enn tidligere, ikke bare kunnskap **i** naturvitenskap. Arbeidsmåtene blir derfor viktig når vi skal få fram viktige sider ved naturvitenskapen. Spesielt gir den nye faget Teknologi og forskningslære muligheter til å få innsikt i hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles. En av grunnene til at dette faget fikk tilslutning og læreplaner ble utviklet i Kunnskapsløftet i 2006, var ønsket om et fag der rammene gav lærere og elever muligheter til å arbeide med temaer som interesserer og bruke arbeidsmåter som likner på forskernes arbeidsmåter. Det er nettopp dette vi ser resultater av i dette nummeret av SPISS. Det gir en god følelse å se de flotte arbeidene som elevene har lagt fram i dette nummeret, spesielt for en som har vært med å legge grunnlaget for disse fagene gjennom læreplanarbeidet.

Elever som velger ett eller to av naturfagene i videregående skole, vil ha en progresjon i arbeidsmåtene, fordi det går en rød tråd som vi kan karakterisere som den utforskende elev, gjennom naturfag i grunnskolen, over i naturfag i Vg1 og deretter videre i fysikk, kjemi, biologi, geofag og teknologi og forskningslære i Vg2 og Vg3. Ønsket er at dette skal være både motiverende og læringsfremmende, ikke bare for dem som skal studere realfag videre, men for alle.

Mitt ønske er at flere elever får denne muligheten til å la seg engasjere med forskertrang, lekelyst og læreglede. God lesing!

FORMÅL TEKNOLOGI- OG FORSKNINGSLÆRE

Teknologi og forskning er en del av vår kulturbakgrunn og utgjør et grunnlag for vår levestandard. Faglig og teoretisk kunnskap kombinert med evne til å tenke kreativt og nyskapende blir en stadig viktigere utfordring i samfunns- og næringslivet. I en tid der teknologien griper inn på mange områder i arbeidsliv og privatliv, er nyskaping gjennom bruk av teknologi og eksperimentelt arbeid sentralt. Et samfunn trenger teknisk og naturvitenskapelig kompetanse for å sikre framtidig velferd. Den forskningsbaserte kunnskapsutviklingen er omfattende, og det skjer stadig teknologiske nyvinninger. Teknologi og forskningslære representerer to ulike kunnskapsområder, men er likevel knyttet sammen. Programfaget skal bidra til å vise at samspillet mellom disse områdene kan skape en arena for kreativitet og innovasjon.

Programfaget skal gi grunnleggende innsikt i naturvitenskapelige og teknologiske utfordringer og problemstillinger i samfunnet. Det skal søke å gi en helhetlig forståelse av at teknologi og naturvitenskap er i utvikling, og at det skaper etiske utfordringer. Samtidig skal programfaget gi et grunnlag for å vurdere og diskutere teknologiske produkter og konsekvensene av dem for samfunnet. Programfaget skal gi erfaringer med realfag i praksis og skape en arena for undring og nysgjerrighet. I tillegg skal det gi innsikt i vitenskapsteori og vitenskapsfilosofi sett i et historisk perspektiv, og bidra til å øke bevisstheten om vår egen plass i tid og rom.

Opplæringen skal legge til rette for læringsarenaer også utenfor skolen i kontakt med forskningsmiljøer og næringsliv. For å sikre god læring skal det gis en praktisk og teoretisk tilnærming, som legger vekt på konstruksjon og utprøving av teknologiske innretninger. Programfaget danner grunnlag for videre studier og arbeid, men også for økt delaktighet i samfunnsdebatten.

(Utdrag fra Lærerenplanen)

HOVEDOMRÅDE

DEN UNGE FORSKEREN

Hovedområdet handler om vitenskapelige undersøkelser i aktuelle emner relatert til helse og miljø, og hvordan disse undersøkelsene planlegges, gjennomføres og presenteres. I tillegg dreier det seg om systematiske målinger og analyse av resultater.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for hvordan et naturvitenskapelig prosjektplanlegges, gjennomføres og etterarbeides før det blir publisert
- planlegge, gjennomføre, analysere og dokumentere systematiske målinger om støy, luftforurensning, inneklime og vannkvalitet, og drøfte virkninger på helse og miljø





Bakterieforsøk:

Bare positivt å trene på treningsstudio?

Av: Anne Lise Brå, Heimdal videregående skole

Mange mennesker tyr til treningsstudio for å holde seg i form. Men er det bare positivt at så mange svette mennesker er samlet på ett sted? Målet med forskningen var å undersøke forskjellige apparater på styrkerommet ved Heimdal vgs. Dette skulle jeg gjøre ved å påvise bakterier. De forskjellige overflatene jeg undersøkte var håndmanualene, sykkelsetene,

dørhåndtakene, vannkranene, sykkelhåndtakene og treningsmattene. Til å dyrke bakteriene ble det brukt petriskåler med næringsagar. Det ble påvist bakterier på treningsmattene, håndmanualene, sykkelsetene og sykkelhåndtakene, noe som kan tyde på et dårlig renhold på styrkerommet ved Heimdal videregående skole.

Innledning

Bakterier finnes overalt og kan leve i alle slags miljøer. Bakterier er encellede mikroorganismer som er bare noen få mikrometer lange og kan ha mange forskjellige former, som for eksempel staver (avlange), kokker (kuler) og spiriller (spiraler). I økosystemene kan bakterier være produsenter, konsumenter og nedbrytere. Mange av dem spiller en viktig rolle økonomisk for oss mennesker. Noen bakterier skaper sykdom og skader andre organismer, mens andre er nyttige for oss, både helsemessig og industrielt. (Ref 1 og 2).

Stafylokokkbakterien hører til menneskets normalflora på hud og slimhinner, men kan også gi infeksjoner. Det er to hovedgrupper av stafylokokkbakterien:

Hvite stafylokokker har sitt navn fra sine hvite kolonier. De finnes hos de fleste mennesker, og gir vanligvis ikke sykdom. De kan imidlertid forårsake sykdom hos personer med svekket immunapparat eller innsatte fremmedlegemer, slik som proteser, kunstige hjerteklaffer og lignende. (Ref 5)

Gule stafylokokker har sitt navn fra sine gule kolonier. De er ofte en del av normalfloraen. Man regner med at 20–30% av befolkningen til enhver tid er bærere av gule stafylokokker, spesielt finner man dem i nesen. Gule stafylokokker er imidlertid en vanlig årsak til sykdom, særlig hudinfeksjoner. De kan også formere seg i matvarer og gi matforgiftninger. (Ref 5)

For å kunne beskytte oss mest mulig mot sykdommer som kommer av bakterier, er det viktig å vite hvordan de sprer seg. Mange av de sykdommene som rammer luftveiene våre smitter gjennom lufta. Mange bakterier kan leve svært lenge i lufta, slik at man blir smittet eller

smitter andre. En annen smitekilde er kontaktsmitte. Kontaktsmitte kan skje direkte eller indirekte. For å redusere faren for kontaktsmitte er god personlig hygiene viktig. Smitte kan også komme gjennom vann og matvarer. (Ref 1).

Tema for mitt forskningsprosjekt er altså bakterier. Som mange andre mennesker, er jeg svært opptatt av å holde meg i form og ha en god helse. Spesielt er trening på treningsstudio populært, ettersom det kan gjøres når som helst. Jeg bestemte meg derfor for å undersøke bakterienivået på forskjellige apparater på styrkerommet. Forskningsspørsmålet mitt er; Er det virkelig bare positivt at så mange svette mennesker er samlet på ett sted? Jeg forventer å finne en del bakterier på styrkerommet, siden det blir mye brukt og sjelden vasket.

Hypoteser

Jeg hadde 4 hypoteser som jeg ville teste:

1. Det finnes flest bakterier på dørhåndtakene.
Denne hypotesen antar jeg ut i fra at mennesker som skal inn på styrkerommet, er nødt til å ta i håndtakene for å komme seg inn. Jeg antar også at det er et dårlig renhold på dørhåndtakene.
2. Det finnes flere bakterier på vannkranene enn på sykkelsetene.
Jeg antar dette fordi det finnes flest bakterier på hendene.
3. Det er relativt høyt bakterienivå på håndmanualene
Dette antar jeg fordi det er et stort antall mennesker som bruker håndmanualene. I tillegg svetter man mye i hendene og hendene er godt egnet for bakterier å kunne gro på.

4. Det finnes flere bakterier på sykkelhåndtakene enn på treningsmattene

Denne hypotesen antok jeg av samme grunn som i hypotese 3, altså pga hendene.

Metode

Prøvene ble tatt om morgenen den 1. desember 2010. Det ble brukt 6 petriskåler, næringsagar og spritusj. Det ble tegnet et kryss nederst i petriskålene og fordelt 4 agarbiter i hver skål. Ved å markere skålene, var det lettere å vite hvilke petriskåler som tilhørte de forskjellige målingene. Jeg markerte petriskålene på sidekanten, fordi det kan være vanskelig å se koloniene hvis man skriver på over- eller undersiden av skåla. De forskjellige petriskålene ble markert med SS (sykkelsete), SH (sykkelhåndtak), DH (dørhåndtak), VK (vannkran), TM (treningsmatte) og HM (håndmanualer). Det var viktig at lokket lå godt på petriskålene før de kunne brukes, fordi de skulle være sterile slik at det ikke fantes bakterier i skålene før forsøket startet. Forsøket gikk ut på å undersøke diverse apparater på styrkerommet på skolen. Bakteriene ble samlet opp ved å bruke q-tips. Det var viktig å skifte q-tips for hver måling, så prøvene ikke skulle bli blandet. Lokkene ble satt raskt på igjen etter hver måling. Når målingene var gjort, ble petriskålene tapet igjen, slik at de ikke åpnet seg. Petriskålene ble satt inn i et varmeskap på ca 38 grader C, noe som er gunstig for at de skal kunne formere seg. Etter to dager så jeg på skålene, men koloniene var så små at de var vanskelige å telle. Etter 1 uke ble skålene tatt ut og studert. Det var viktig å la dem være lukket, for å unngå at bakteriene som hadde blitt dyrket spredde seg. Jeg så nøye på bakteriene, telte opp alle koloniene og regnet ut gjennomsnittet av alle 4 målingene. I tillegg fant jeg maksimalt antall kolonier på hvert apparat ved å telle koloniene på agarbiten som inneholdt flest. Jeg telte også opp hvor mange oransje, gule og hvite kolonier det var. Etter forsøket er det lurt å drepe bakteriene ved å tilsette en liten mengde 15 % Klorin eller 70 % sprit i hver skål.

Oppsett av målinger

Målinger: 6 plasser, 4 målinger per plass

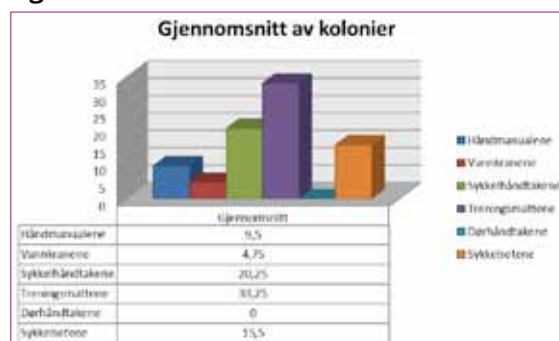
- Håndmanualer, 4 målinger
- Sykkelsete, 4 målinger
- Dørhåndtakene, 4 målinger (innsiden)
- Vannkranen, 4 målinger (2 på hver vask)
- Sykkelhåndtakene, 4 målinger
- Treningsmattene, 4 målinger

Figur 1



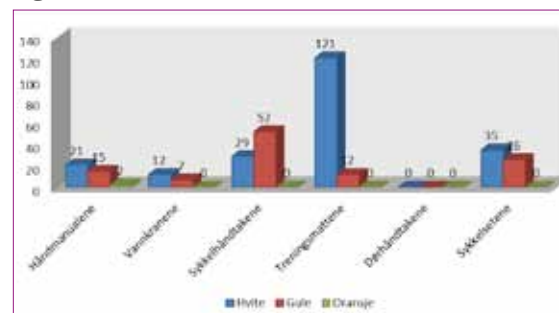
Figur 1 viser stor variasjon mellom de ulike prøvene ved maksimalt antall kolonier. Den viser at det fantes flest bakterier på treningsmattene som hadde en prøve på 54 kolonier. Vannkranene hadde relativt lite bakterienivå med maksimalt 7 kolonier. Sykkelhåndtakene hadde en prøve på 33 kolonier, mens håndmanualene hadde en prøve på 25 kolonier. Sykkelsetene hadde en prøve som inneholdt 34 kolonier. Prøvene av dørhåndtakene ble ødelagt ved høy varme.

Figur 2



På figur 2 ser vi også stor variasjon mellom de ulike prøvene, men i dette tilfellet er det gjennomsnittet på antall kolonier som varierer. De 4 prøvene som ble tatt på treningsmattene hadde et gjennomsnitt på 33,25, noe som viser at det fantes flest bakterier i gjennomsnitt på treningsmattene. Vannkranene hadde relativt lite bakterienivå med et gjennomsnitt på 4,75. Prøvene av sykkelhåndtakene hadde en gjennomsnittsverdi på 20,25 kolonier, og prøvene av sykkelsetene hadde et gjennomsnitt på 15,5 kolonier. Håndmanualene hadde et gjennomsnitt på 9,5 mens prøvene av dørhåndtakene ble ødelagt ved høy varme.

Figur 3



Figur 3 viser stor variasjon mellom de ulike fargene på koloniene. Prøvene viser at det fantes flest hvite bakterier på håndmanualene, vannkranene, treningsmattene og sykkelsetene. På sykkelhåndtakene derimot, ser man tydelig at de gule koloniene dominerer over de hvite koloniene. Prøvene av dørhåndtakene ble ødelagt ved høy varme.

Resultat:

Jeg tok 4 prøver på de 6 forskjellige apparatene. Apparatene som jeg tok prøver fra var håndmanualene, vannkranene, sykkelhåndtakene, treningsmattene, dørhåndtakene og sykkelsetene. Resultatene har jeg fremstilt i et diagram med en følgende tabell.

Diskusjon:

Mine resultater viser at det fantes flest bakterier på treningsmattene, som hadde en gjennomsnittsverdi på 33,25. Hypotesen om at det fantes flere bakterier på sykkelhåndtakene enn på treningsmattene var altså feil. Dette virker logisk fordi både elever, diverse lag og også en del lærere bruker mattene, og de blir sjelden vasket. På treningsmattene fantes det flere hvite enn gule stafylokokker. Dette var i grunn ganske positivt, da de hvite er de «gode» bakteriene og er som regel harmløse, mens de gule er de «onde» bakteriene som kan skape sykdom. Man ser også ut i fra resultatene at det fantes mange bakterier på håndmanualene som hadde en gjennomsnitt på 9,5 kolonier. Hypotesen om at det er høyt bakterienivå på håndmanualene stemte med mine resultater. Trolig er dette er på grunn av at mange mennesker bruker håndmanualene når de skal trene styrke i armene. Man svetter mye i hendene og hendene er et fint sted for bakterier å gro på. I tillegg fant jeg mange bakterier på sykkelsetene og sykkelhåndtakene. Det kan tyde på at dette er steder det ikke blir vasket særlig ofte eller grundig. På sykkelhåndtakene fantes det flest gule stafylokokker (52 kolonier), noe som mest sannsynlig skyldes at hendene er mye i kontakt med nesen. Dette var litt skremmende fordi

de gule koloniene var mest sannsynlig gule stafylokokker, og de er sykdomsfremkallende. Noe som var positivt var at det ble funnet relativt lavt bakterienivå på vannkranene, mye mindre enn jeg hadde antatt. Vannkranene hadde et gjennomsnitt på 4,75 kolonier. Ved å se på figur 1 og 2 ser man at hypotesen om at det fantes flere bakterier på vannkranene enn på sykkelsetene var feil. Dette kan være fordi prøvene ble tatt ganske tidlig på dagen, og vannkranene hadde dermed blitt vasket. Vannkranene blir mest sannsynlig vasket grundigere enn sykkelsetene, nettopp fordi man skal bli ren på hendene når man vasker seg. Jeg fikk ingen resultater fra dørhåndtakene, noe som trolig skyldes at prøven ble utsatt for høy varme.

Feilkildene kan være mange ved metoden jeg har brukt, og resultatene kan være preget av «øyet som ser». For eksempel telte jeg antall kolonier selv, og det er mulig jeg telte feil. Prøvene ble tatt på samme måte, men ulike faktorer medvirker til usikkerhet der rengjøringen er et nøkkelord.


Referanseliste:

1. Bios 1, cappelen damm, dato for nedlasting: 23.11.10
2. <http://no.wikipedia.org/wiki/Bakterier>, dato for nedlasting: 23.11.10
3. http://www.snl.no/sml_artikkel/bakterie, tittel: bakterie (SML-artikkel), forfatter: Tone Tønjum, dato for nedlasting: 01.12.10
4. <http://www.kk.no/851646/her-kryr-det-av-bakterier>, tittel: Her kryr det av bakterier, forfatter: Silje Ulveseth, publisert: 23.09.10 kl. 07:02, dato for nedlasting: 07.12.10
5. <http://www.helse-og-velferdsetaten.oslo.kommune.no/smittevern/article42289-6568.html>, tittel: Månedens smitteverntips – stafylokokkinfeksjoner, publisert: 06.04.05, dato for nedlasting: 07.12.10



Fra råvann til rentvann – bruk av kitosan som fellingsmiddel

Av: Sindre Lilledahl, Håkon Osmundsen og Simon Strand, Skeisvang Videregående skole 2011, TOF2



I dette prosjektet har vi forsket på vannkvalitet for å finne ut om vannet er så rent som vi tror, og hva som blir brukt til å gjøre vannet rent. Vår hypotese er at vannet er rent når det forlater vannverket, men vi er usikre på hvordan rørene påvirker vannkvaliteten. I Haugesund kommune blir kitosan tilsatt for å fjerne farge og partikler. Farge i vannet er i seg selv ikke farlig, men humus i vannet kan sette farge på vannet og i kombinasjon med klor som desinfeksjon vil mye humus gi lukt og smak. Mye humus kan også gi driftsproblemer på ledningsnett, med biofilm og begroing og økt kintall på nettet.

Vi har studert kitosan nærmere, og kommet frem til at det er et naturstoff, utvunnet fra skall fra skaldyr, og

fungerer slik at det binder opp andre partikler. Videre har vi testet råvann og rent vann opp mot vannet vi får i springen, med tanke på alkalitet, ledeevne, pH og oksygenopptak. Som konklusjon kom vi frem til at vannkvaliteten i Haugesund er svært god, men at det er rom for forbedringer. Et tiltak som kan forbedre kvaliteten, kan være å tilsette «Power Charge» sammen med kitosanen. «Power Charge» er en forbedret kitosanløsning som det blir forsket på, på bakgrunn av en forventet forverring i råvannskilden grunnet klimaendringer. Det kan derfor være en del av de fremtidige klimatilpasningene.

Innledning

Hver dag blir det produsert 18 000 m³ vann i Haugesund kommune, og hver person i Norge bruker i gjennomsnitt 180 liter vann per dag. Vann er en ekstremt viktig del av vår hverdag, og blir brukt til alt fra kloakk til tørstedrikk. Når en ser på hvordan en menneskekropp fungerer kan man si at vann er vårt viktigste næringsmiddel. De senere årene har det ofte vært rettet fokus mot drikkevannets kvalitet i media. Vi har til og med fra Departementet fått utformet en egen drikkevannsforskrift. Forbrukerne forventer drikkevann av meget høy kvalitet. Et av spørsmålene vi vil prøve å besvare er om vannet faktisk holder den kvaliteten vi tror. Dagens drikkevannskilde i Haugesund er Stakkastadvannet, med Krokavatnet som reservekilde. Ved vann og avløpsenheten i Haugesund kommune, nyttes det årlig betydelige resurser på å levere et kvalitetssikret drikkevann til byens mange kunder.

Det skal mye vitenskap til for å levere vann med optimal kvalitet, og vi har gjennom dette forskningsarbeidet besøkt Haugesund Vannverk for å få førstehåndskunnskaper omkring emnet. En særlig utfordring angående drikkevannet i Haugesund har vært å redusere fargetallet, det vil si mengden humus og partikler i vannet. Vi har tatt bakterietester av vannet for å undersøke hvilke

organismer som befinner seg der. Videre har vi fulgt ingeniørenes iherdige arbeid, og virkelig sett at rent vann er høyteknologi. Vi har studert nytteverdien av fellingsproduktet kitosan, samt diskutert ytterligere muligheter for forbedring av fargetallet ved bruk av "Power Charge".

Dette stoffet kan være viktig i forbindelse med framtidige klimatilpasninger. Det er ventet mer regn, noe som vil øke humus og fargen i vannet. Det vil si at på sikt må mer farge vekk fra vannet enn det som blir fjernet i dag, grunnet en sannsynlig forverring i råvannskilden på bakgrunn av klimaendringene. Videre ser vi det som viktig og nødvendig at prosessene som gir godt drikkevann både er økonomisk forsvarlige og miljømessig gunstige.

Vannverket Haugesund

I 1975 åpnet det nye vannverket ved Sakkestadvatn. I begynnelsen var det kun stoffene kalk og CO₂ som ble tilsatt for å øke pH og alkalitet før vannet ble pumpet over fjellet og til abonnentene. Dette førte til en jevn forverring fram til i år 2001, da et nytt bygg ble satt opp. Dette bygget har vært i bruk siden, og blir stadig oppgradert for å sørge for at vannet holder høy kvalitet. Råvannet (fig 1.1)



ved denne kilden har en litt lav pH, og et høyt fargetall som varierer alt etter årstidene.

For å rense vannet har vannverket satt i gang en rekke tiltak. Som tidligere nevnt tilsettes kitosan, men det stoffet fungerer best når vannet har en litt lav pH. Derfor tilsettes saltsyre til råvannet, før kitosanen fnokker (trekker til seg) partiklene. Deretter blir vannet kjørt gjennom en hygienisk barriere, i form av et filter. (fig. 1.2)

Filteret består av fire lag. Øverst ligger det antrasitt, som plukker opp de største partiklene, deretter sand, som plukker opp de mindre. Etter dette er et lag med marmor som tilsettes kalk og øker pH-en. Dette laget blir tæret på etter hvert, så det må fylles på to ganger i året. Det siste laget er av grus for å støtte resten av filterlagene. Videre blir vannet klorbehandlet for å ta livet av bakterier, før det går til en rentvannstank (fig. 1.3). Deretter blir det tilsatt kalk og CO² for desinfisering før det blir sendt videre til et høydebasseng og så til forbrukeren (fig. 1.4). Hvert filter blir rensset en gang i døgnet.

Renseprosessen på Haugesund vannverk fungerer glimrende, men man kan få gjennombrudd i filterne. Med det menes at bakterier kan i teorien finne veien gjennom et filter, selv om dette ikke er dokumentert skjedd på vannverket ennå. Vannverket har utstyr som partikkel teller som vil kunne fange opp hvis det vil skje et gjennombrudd i filter. Et eksempel på at slikt kan skje er giardia-utbruddet i Bergen i 2004, som folk fremdeles er syke av. I forbindelse med slike parasitter har det vært snakk om UV-belysning. UV tar knekken på alle bakteriene, men er allikevel ingen fullstendig løsning. For at UV-belysningen skal fungere optimalt, må det være så få partikler som mulig i vannet, slik at bakteriene ikke har noe å «gjemme» seg bak. I tillegg trengs det restklor for å hindre bakterieoppblomstring på ledningsnettet. For å få en ny hygienisk barriere trengs dermed både UV-belysning og restklor.

Kitosan

Kitosan er en biopolymer, og produseres ved en enkel kjemisk prosess fra kitin, som vi finner i celleveggen hos sopp og i det harde ytre skallet hos insekter og krepsdyr. Det er stoffet kitin som gjør at skallet blir hardt og sterkt. Nåværende produksjon benytter krabbe og rekeskall som kitinkilde. Kitosan kan brukes til andre ting enn bare vannrensing. Det kan brukes også i farmasøytiske formål, konservering og i kosmetikk. Det virker også til å stoppe bakterier og fjerne rester etter andre medisiner.

Det finnes flere ulike typer kitosan, som gjør at stoffet kan ha flere forskjellige egenskaper. Det er stor etterspørsel etter slik skreddersydd kitosan. Med Norges store reke

og krabbeindustri er vi det landet i Vesten med det beste grunnlaget. Skallet til ulike krepsdyr er den kommersielt viktigste kitinkilden, men polymeren finnes som sagt, også i insektskall og i celleveggen til strålesopp. Kitin og kitosan har samme kjemiske struktur.

Utnyttelsen av kitosan er ennå i en utviklingsfase. Prosessen som leder til kitosan er enkel, men allikevel møysommelig. For å få kitin må de to andre hovedfraksjonene, protein og kalk, fjernes. Proteinet løses ut fra skallet ved behandling i kokende fortennet lut, mens kalken løses opp i bad av fortennet saltsyre. Kjemikaliekostnadene og energikostnadene gir vesentlig høye produksjonskostnader. Prisen på kitosan varierer mye, avhengig av renhetsgrad og bruksområde.

HVORFOR KITOSAN?

Kitosan brukes i dag i mange områder som for eksempel jordbruk, medisiner, slankemiddel og i sminke, men et av de viktigere områdene er vannfiltrering. Kitosan er en viktig del i vannfiltrering i mange land og områder, men hvorfor bruker man det? Hvorfor er kitosan bedre enn andre alternativer?

Kitosanpartikler er positivt ladet, dette fører til at det trekker til seg negativt ladde partikler som mange av de uønskede partiklene i vann er. Dette fører til at disse partiklene fnokker seg og blir tatt opp av filterne som brukes normalt. Når vannet er ferdig filtrert blir mange kitosan partikler værende i vannet, men de brytes enten ned eller blir bunnet blant slammet som er til overs etter renseprosessen.

Ettersom kitosanet lages av krepsdyr som krabber og reker er kitosan et naturprodukt som brytes ned i naturen, noe som gjør prosedyren miljøvennlig. Alternativer til kitosan er de tradisjonelle fellingsmidlene pax og jern, som blant annet blir brukt på Karmøy.

Hovedårsaken til at Haugesund vannverk har valgt å benytte kitosan som fellingsmiddel er at slammet som produseres i filterne må behandles på stedet. Det finnes ikke avløpsnett rundt Stakkastadvatnet som kunne ha ført slamvannet vekk. Etter en omfattende slambehandling omvandles slamvannet til jord, og dette er da et biologisk produkt som forskning har bevist til og med er vekstfremmende. Det produseres også mindre slam ved bruk av kitosan fremfor mer tradisjonelle fellingskjemikalier som pax og jern. Karmøy kommune har en svært lik renseprosess som Haugesund, men der benyttes vanlige fellingsmiddel siden der er avløpsnett i nærheten.

Metode

BAKTERIESJEKK

Tirsdag 7. desember besøkte gruppen vannverket i Haugesund, for å fylle på råvann.

Da vi kom hjem prøvde vi å dyrke noen bakterier med råvannet og springvannet fra Skeisvang skole. Vi sjekket kimtall på *E.coli* bakterier og på generelle bakterier. De tok to prøver av hver, for å være sikre på tallene de skulle få, det ble benyttet flere typer av et produkt som kalles Petrifilm for å dyrke bakteriene i et kontrollert miljø. Prøvene ble lagt i to varmeskap som holder stabilt 37 grader celsius.

Kimtall er et mål for mengden av alle bakterier og sopper som klarer å vokse under de betingelser vi skaper ved kimtallsundersøkelsen. Vi avgrenset områdene bakteriene kunne vokse på, og lot dem dyrkes i tre døgn, med en stabil temperatur på 37 grader. Slike mikroorganismer har begrenset betydning for kvaliteten på vannet, men kan brukes som et mål for vannets innhold av organisk stoff.

Kimtall ved 37 grader blir brukt for å simulere forholdene hos varmblodige dyr og mennesker. Derfor kan prøvene være en indikasjon på om vannet inneholder mikroorganismer. Høyt kimtall kan virke inn på vannets lukt og smak.

ALKALITET

Den enkleste forklaringen på alkalitet er å si at det er parameteret som måler motstandsdyktigheten til pH-en i et vann. I Norge blir alkaliteten målt for å sjekke faren for korrosjon. Jo høyere alkalitet, desto bedre, for da skal det sterkere syrer til for å endre pH-en i vannet. Vi tok en test

for å se om rørene kunne ha noe å si for alkaliteten. Slik ble forsøkene seende ut i en graf (fig 2).

Tabellen viser til vannprøver som ble tatt på vannverket i tillegg til en prøve som ble tatt på skolen vår. Vi har målt noen parametre som er viktige for at vannkvaliteten skal passere de nasjonale kravene for vannkvalitet.

DE FORSKJELLIGE PARAMETRENE ER:

Ledeevne er vannets mulighet for å lede elektriske strømmer, en høy ledenevne kan indikere høyt metallinnhold eller lignende (fig. 3).

Fargetall indikerer vannets innhold av diverse partikler, høyt fargetall indikerer mange fremmede partikler i vannet og må derfor holdes så lav som mulig (fig 4). Vannforskriftene sier at renvann må ha et fargetall under 20.

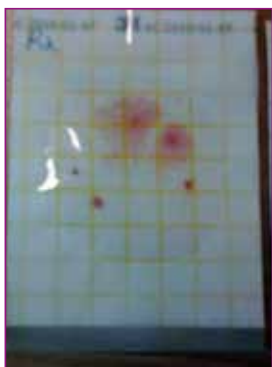
Resultater

BAKTERIETEST

På *E.coli* prøvene tatt av råvannet og springvannet fikk vi ingen oppblomstring. Dette er beroligende, og betyr at vannet er trygt å drikke.

På de andre bakterieprøvene, hvor vi testet for generelle bakterier, fikk vi en oppblomstring i prøvene vi tok av råvannet. Her fikk vi et gjennomsnitt på 9 kolonier. Når vi tok samme test av vannet i springen fikk vi ingen bakteriefremvekst, så denne prøven viser at behandlingen på vannverket har hjulpet.

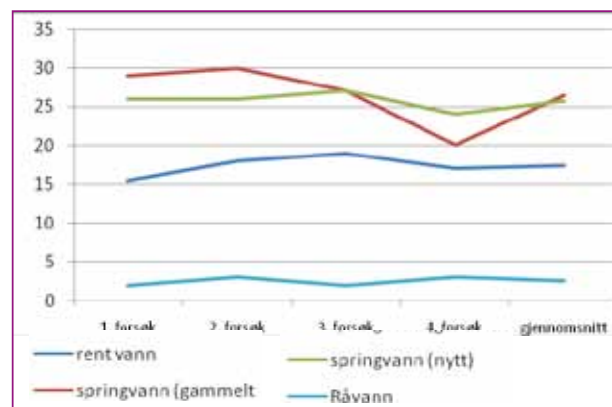
Bakterievekst i råvann



Bakterievekst i rentvann



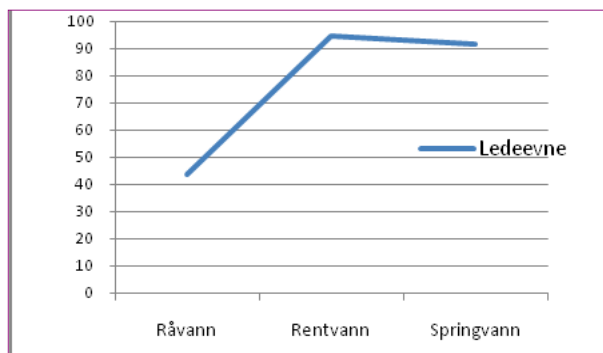
Figur 2



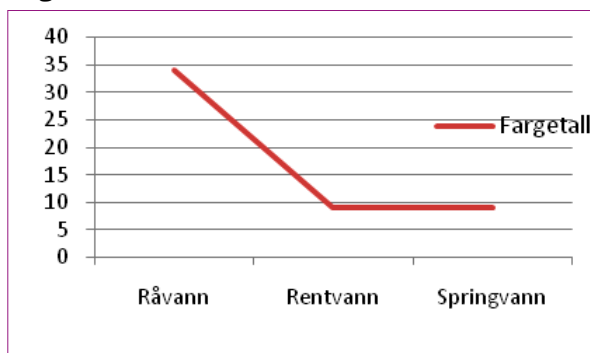
For å måle vannkvaliteten har vi målt ulike parametre ved vannet på ulike stadier i vannrensingsprosessen, ved hjelp av Xplorer GLX datalogger. Dette apparatet har hjulpet oss til å måle pH, ledenevne og temperatur. Vi har også foretatt undersøkelser for å finne alkaliteten ved de ulike vannprøvene. I tillegg har vi tatt kontakt med vannverket for å ta prøver av vannet under de ulike rensingsprosessene.

	RÅVANN	RENTVANN	SPRINGVANN
Ledeevne (Fig 3)	44	95	92
Fargetall (%) (Fig 4)	34	9	9

Figur 3



Figur 4



FARGETALL:

Ifølge vannforskriftene må fargetallet ligge på under 20 % for å være godkjent. Dette er, som tidligere nevnt, for å hindre at humus kommer ut i ledningsnett og forårsaker bakterieoppblomstring og driftsproblemer på ledningsnett. Det er heller ikke gunstig å tilsette klor til humusholdig vann, da dette kan føre til dannelser av uheldige klorforbindelser (trihalometaner). Våre tester gav at råvannet i utgangspunktet gav et fargetall på 34 %, men at etter behandlingen, og i springen var det nede i 9. Dette er godkjent i henhold til foreskriftene, men med tanke på de forventede klimaforverringene er det usikkert om det vil holde i fremtiden.

grunnet vår uerfarenhet som forskere, eventuelt at noen av stoffene som blir lagt til på vannverket gir høyere leddeevne.

Diskusjon

På bakgrunn av de testene og undersøkelsene som er blitt foretatt har vi kommet frem til følgende resultat:

Det første vi kom frem til, var at vannkvaliteten i springen var relativt lik kvaliteten på vannet som ble levert fra vannverket. Til tross for dette kan kvaliteten fremdeles forbedres. Vannet er litt korrosivt, og har litt lavt kalsiuminnhold.

ALKALITET

Alle prøvene som ble tatt gav et resultat på under 10 mmol/l. Ellers kan det bemerkes at det rene vannet lå på mellom 15mmol/l og 20 mmol/l, mens det som hadde rent gjennom et par kilometer med gamle rør har økt alkalitet. Generelt kan det sies at vannet i Haugesund har noe lav alkalitet og noe lavt kalsiuminnhold. Ved å øke disse verdiene kan dette gi bedre korrosjonskontroll og en bedre drift av ledningsnett.

Driftserfaringer hos teknisk drift i Haugesund kommune tilsier derimot at det kan være fornuftig å gjøre noen endringer på vannverket i dag for å bedre korrosjonskontroll (øke kalsiuminnhold og alkalitet) og renseffekt. Haugesund vannverk leverer i dag vann som har noe lav alkalitet og lavt kalsiuminnhold. En forbedring av dagens kitosantilsetting kan bidra til å øke renseeffekten på farge og dermed bidra til at vannverket står bedre rustet til å takle en fremtidig forverring av råvannskvalitet som følge av. bl.a. klimaendringer. Det kan merkes at kitosan ikke nødvendigvis har like stor effekt ved andre renseanlegg ettersom behandlingen av råvannet varierer etter tilstanden på råvannet. I mai 2011 vil kommunen sette i gang et to måneders prosjekt hvor tilsetting av Power Charge prøves ut i full skala. Blir dette forsøket vellykket har kommunen

LEDEEVNE

Ledeevnen til rent vann skal i teorien være dårligere enn vann med humus eller partikler i seg. I våre prøver har vi kommet frem til det motsatte, hvor både det rene vann og springvannet har en høyere leddeevne. Dette kan være

funnet en god løsning for fjerning av farge i årene som kommer. I tillegg bør kommunen få på plass et UV-anlegg for å få nok en hygienisk barriere.

I tillegg bør utskriftningstakten på de gamle vannledningene i sentrum øke. Høy lekkasje prosent som følge av gamle vannledninger på opptil 100 år, og ledninger som ikke er tette medfører en del driftsproblemer for Haugesund kommune. En vannledning sies å holde til 80–100 år. Flere kommuner, herunder også Haugesund kommune, får ikke skiftet ut nok vannledninger per år.

Med overnevnte endringer vil Haugesund vannverk stå godt rustet til å levere nok, godt og sikkert vann til byens innbyggere i årene som kommer!



Referanseliste:

http://pep.umb.no/research/kitin_popvit.htm

http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_6039&MainArea_5661=6039:0:15,1362:1:0:0::0:0MainLeft_5583=5603:41434::1:5585:8::0:00:15,4519:1:0:0::0:0MainLeft_6039=6041:70252:15,4519:1:6043:1::0:0

<http://www.haugesund.kommune.no/haugesund-vannverk/vannkilden-article797-1422.html>

http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5583&MainArea_5661=5583:0:15,1362:1:0:0::0:0&MainLeft_5583=5603:41278::1:5585:3::0:0

http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=5631:0:15,2870:1:0:0::0:0

<http://tolgalab.com/vannkvalitet.html>

http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_6039&MainArea_5661=6039:0:15,4519:1:0:0::0:0MainLeft_6039=6041:70252::1:6043:2::0:0#eHandbook702523

<http://en.wikipedia.org/wiki/Chitosan>

Takk til:

Knut-Oscar Sørskår – Lektor ved Skeisvang videregående

Toril Steinsvik – Sivilingeniør ved teknisk driftsenhet ved Haugesund Vannverk

Egil Betelsen – Driftsoperatør

Jan Selsås – Driftsoperatør



Hvordan takler kroppen ulike typer kosthold?

Av: Sigurd Sørås, Heimdal videregående skole

Hvordan forandres blodsukkernivået seg i forhold til hva jeg spiser? Og hvordan kan man utnytte denne kunnskapen til å skreddersy et kosthold som passer perfekt til deg?

Hensikten med forsøket var å undersøke hvordan ulike typer kosthold påvirker den generelle tilstanden til kroppen, dvs: hvor mye energioverskudd man har i hverdagen. En måte å teste ut dette på er å bruke et blodsukkerapparat for å teste blodsukkerverdiene i løpet av en dag. Dette forsøket forholder seg til 4 forskjellige kostholdsplaner og hvordan kroppen

reagerer på disse kostholdene i løpet av en periode på 14 timer og 14 målinger. Målet med forsøket var å finne ut om den typen kosthold de fleste nordmenn har var optimalt for meg som skoleelev, eller om enkle endringer som for eksempel å spise hyppigere ville være et positivt inngrep.

Innledning

Blodsukkernivået/glukosenivået er det nivået av glukose som befinner seg i blodet til et pattedyr på et visst tidspunkt. Oppgaven til blodsukkeret er å tilføre energi til cellene rundt i kroppen, slik at de kan gjøre oppgaven sin på en riktig måte. Jo mer energi du har i blodet, jo mer energi får cellene å gjøre jobben sin på. Har man derimot for høyt blodsukker, mer glukose enn cellene klarer å utnytte, er hormonet insulin med på å regulere inntaket av energi til hver celle.

Næringsstoffer tas opp i tarmen og brytes ned til sukker-molekyler (glukosemolekyler). Sukkerkonsentrasjonen i blodet øker. For å regulere dette skiller de såkalte øycellene i bukspyttkjertelen ut hormonet insulin. Dette hormonet virker ved at det åpner for at sukkermolekylene kan skytes inn i cellene fra blodbanen. På denne måten samarbeider bukspyttkjertelen og cellene rundt i kroppen slik at blodsukkerkonsentrasjonen hele tiden holdes på et nokså konstant nivå.

Blodsukkeret for en normal person skal helst være:

- 4-7 mmol/l før måltidene.
- mindre enn 10 mmol/l etter måltidet (ca 1½ time)
- omkring 8 mmol/l ved sengetid.

Sukker er kort sagt kjeder med karbohydrater. Lengden på disse karbohydratkjedene bestemmer hvor lang tid kroppen bruker på å bryte de ned i enkle sukkerarter (eks. glukose) som kroppen kan utnytte seg av. Konsumerer vi

for eksempel sukkerarter med kortere kjeder av sukkermolekyler, monosakkarider eller disakkarider, vil disse ikke trenge å brytes ned mye før de går inn i blodsystemet og vi vil få momentan vekst i blodsukkerverdiene. Polysakkarider, som vi finner i stivelse og cellulose, er bygd opp av lange kjeder med sukkermolekyler. Disse kjedene trenger å brytes ned til glukosemolekyler før de går inn i blodet, og vi vil få en «buffer» med sukkermolekyler i fordøyelsessystemet. Dette fører igjen til at blodsukkerverdiene vil øke langsomt slik at vi kan utnytte sukkeret over lengre tid.

Matvarer som inneholder enkle sukkerarter, vil altså føre til at blodsukkerverdiene vil øke raskt, men også falle like raskt. Det er derfor ikke optimalt å basere kostholdet sitt på disse matvaretypene, i og med at det er smart å opprettholde et ganske konstant blodsukkernivå gjennom dagen.

Matvarer som inneholder polysakkarider, mat laget av grønnsaker og planter som ikke er frukt, vil gjøre at kroppen klarer å opprettholde et jevnt blodsukkernivå.

Ved å opprettholde et konstant blodsukkernivå gjennom vanlig kosthold, vil hjernen og humøret holde seg på et stabilt og godt nivå. Man vil også få mindre sug etter sukker.



Metode

Jeg satte opp 4 forskjellige kostholdsplaner som beskriver hvordan kroppen reagerer på:

MITT VANLIGE KOSTHOLD

Først måtte det vanlige kostholdet mitt testes, slik at jeg hadde en kontrolldag.

ET KOSTHOLD MED FLERE OG MINDRE MÅLTIDER BESTÅENDE AV MAT SOM JEG SPISER TIL VANLIG (OFTE ANBEFALT AV EKSPERTER)

Et allment kjent tips for å øke forbrenningen og føle seg mer opplagt er å spise den samme maten man gjør til vanlig, men med mindre porsjoner og oftere. Grunnen til dette er å forhindre at blodsukkernivået faller for langt ned mellom hvert måltid, ved å stadig tilføre energi slik at det skal holde seg på et jevnt «høyt» nivå.

ET KOSTHOLD SOM INNEHOLDER ET UNORMALT HØYT SUKKERNIVÅ

En annen teori jeg ville teste ut var om jeg klarte å holde blodsukkernivået mitt på et unaturlig høyt nivå ved hjelp av å presse i meg sukker (omdannes fortere til enkle suktermolekyler / glukose), og om dette kunne hjelpe meg til å opprettholde en følelse av å ha overskudd av energi en hel dag.

INGEN NÆRINGSTILFØRSEL I DET HELE TATT

Hvordan vil kroppen takle å ikke få innført næring i det hele tatt? I følge teorien skal kroppen klare å regulere blodsukkertilførselen slik at kroppen får nok energi til å utføre daglige oppgaver.

Målingene ble fylt inn i et skjema som dekket blodsukkernivå og min oppfattelse over min egen psykiske form (kommentarfelt) gjennom en måling hver time i 14 timer av dagen. Grunnen til at målingene ble utført så ofte, var for å få en detaljert graf over hvordan kroppen takler energi tilført via maten.

Blodsukkernivået mitt fant jeg ved å føre en bloddråpe inn i et blodsukkerapparat. Det psykiske derimot var vanskeligere å teste, men jeg måtte ved hjelp av et kommentarfelt beskrive hvordan jeg følte meg akkurat der

og da. Når jeg hadde fått resultatene mine satte jeg disse inn i en graf for hver måledag. Den prikkete linjen på grafen viser normalverdiene av blodsukkernivået til et friskt menneske, m.a.o så lenge grafen holder seg innenfor disse to linjene har man ikke en sykdom som påvirker blodsukkeret.

Resultat

Resultatet av målingene kan du se i diagrammet. Her har jeg satt alle de forskjellige dataene fra de forskjellige dagene inn i det samme diagrammet, slik at det vil bli lett å sammenligne dem før man leser diskusjonen. Gjennomsnittsverdiene fra de forskjellige målingene er også en viktig faktor i dette forsøket, derfor har jeg ført opp disse i en tabell.

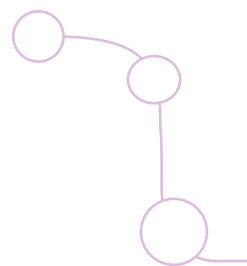
Diskusjon

VANLIG KOSTHOLD.

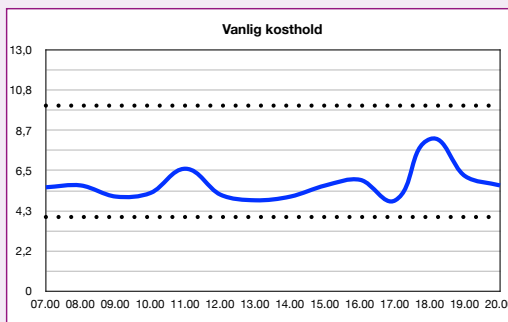
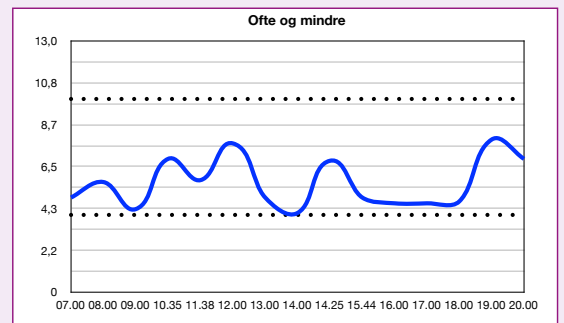
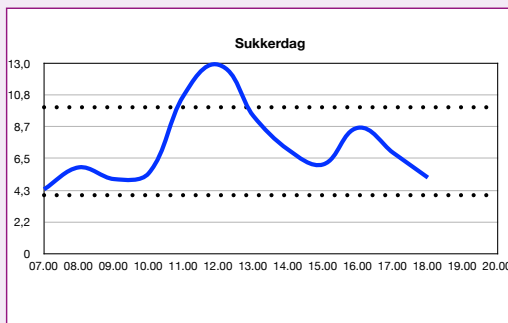
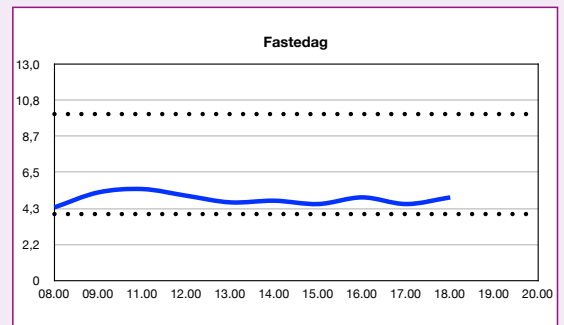
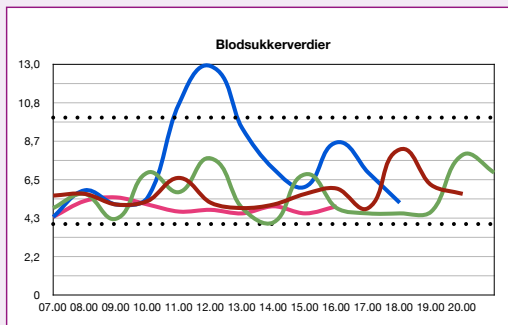
Dagsgjennomsnittet holdt seg på 5,7 mmol/l. Som man ser så holder blodsukkerverdiene seg ganske jevne, men stiger når kroppen inntar næring. Det er ikke lett å se at jeg har spist kl 7:00, dette kan forklares med at jeg spiste en frokost som bestod av brødsiver, (laget av korn, dvs. polysakkarider som tar lang tid å bryte ned). Blodsukkerverdiene holdt seg jevnt til kl 11:00, da jeg spiste lunsj som besto i brødsiver og eplejuice. Det er sannsynligvis denne eplejuicen som gjør at jeg får en «topp» i blodsukkerverdiene (eplejuice inneholder mye fruktose, som er en enkel sukkerart). Den høyeste toppen i verdiene er kl 18:00, når jeg hadde pannekaker til middag. Den psykiske formen min holdt seg stabil ut dagen, men sank veldig før middag, og dette kan forklares med lavt blodsukker mellom kl 16–18.

MINDRE OG HYPPIGERE

Som man ser, så øker og faller blodsukkernivåene mine ganske mye i forhold til hvordan verdiene til den vanlige dagen gjorde. Dette kan forklares med at mellommåltidene ofte bestod av frukt, noe som inneholder fruktose (enkel sukkerart), og yoghurt, som også inneholder veldig mye rørsukker. Gjennomsnittsverden derimot, var ikke større enn kontrolldagen, faktisk litt mindre: 5,6 mmol/l.



Resultat:



Som man ser mellom kl 16–18 «mangler det en topp», dette er på grunn av at jeg ikke hadde tilgang på det mellommåltidet som var planlagt. Det er i grunn disse fallene (det er et rundt kl 14 også) i verdiene som gjør at dagen ikke ble perfekt gjennomført i forhold til det resultatet jeg ønsket: nemlig å opprettholde blodsukkerverdiene på et høyere nivå enn ved mitt vanlige kosthold. Når det gjelder den psykiske delen så var jeg jeg var mer opplagt og bedre humør enn på kontrolldagen

RASKE KARBOHYDRATER

Dagen startet litt «forsiktig» med pannekaker og sjokoladefrokostblanding (mye rørsukker, som ikke bruker lang tid på å brytes ned, og går inn i blodet). Jeg spiste smågodt etter dette, og man kan se at verdiene steg litt i 8 tiden, men det var ikke før at jeg drakk vann kombinert med druesukker at blodverdiene steg så voldsomt som jeg hadde håpet på. Jeg kjøpte druesukker på apoteket kl 9:50, og begynte å innta dette 10 min senere, noe man kan se på tidspunktet hvor verdiene begynner å stige. Druesukker

er som kjent et annet navn på glukose, som i teorien skal gå rett inn i blodet. I dette tilfellet fulgte praksis teorien. Blodsukkernivået skal optimalt holde seg mellom de to prikkete linjene i grafen (4–10 mmol/l), men som man kan observere sprenger blodsukkerverdiene mine denne grensen med svimlende 12,9 mmol/l som høyeste målte verdi. Som man også ser så synker blodverdiene svært fort, og man kan ikke se på noen slags måte en stigning i verdiene etter jeg spiste lunsj kl 13, som også bestod i stor del av sukker, nemlig sjokoladefrokostblanding og cola. Vi kan se en stigning kl 16:00, da jeg hadde inntatt en energidrikk og rosiner, (energidrikken inneholder 21% sukker, og rosinene er en god kilde til glukose. Begge matvarene skal altså i teorien innvirke sterkt på blodsukkerverdiene, noe de også gjorde).

Da jeg kom hjem kl 16:30 var jeg så dårlig at jeg tok en siste test og avsluttet forsøket før det gikk ut over helsa mi. Den psykiske formen min denne dagen var svært bra frem til kl 12. Etter miksturen av druesukker og vann jeg

blandet sammen begynte hendene å riste og kantene av synet ristet litt, fra dette tidspunktet på dagen gikk alt nedover psykisk sett. Å fortsette å spise av smågodtet var veldig lite fristende, og hodepinen begynte å komme rundt kl 14. Det var en lettere irritert skoleelev som kom hjem den dagen.

FASTE

I følge teorien skulle kroppen klare å bruke reservene lagret for å klare å opprettholde blodsukkeret på et jevnt nivå. Dette kan vi se at den også har klart. Den stigningen vi kan se mellom kl 10 og 11 kan skyldes at kroppen måtte produsere energi til cellene pga at jeg hadde gym. Dette krever mer energi enn vanlig aktivitet. Etter dette ser vi at den sank og holdt seg ganske jevnt resten av dagen. Psykisk var denne dagen svært hard, jeg merket at humøret begynte å synke allerede i 9-10 tiden. Det var vanskelig å tenke på noe annet enn mat, og konsentrasjonen i timene var veldig dårlig. Jeg valgte å avslutte testen kl 18, da jeg følte at jeg hadde fått nok målinger for å beskrive det teorien faktisk sier.

Konklusjon

Så hva er konklusjonen på forsøket? Se på målet i innledningen: Målet med forsøket var å finne ut om den typen kosthold som de fleste nordmenn har til er optimalt for meg som skoleelev, eller om enkle endringer som for eksempel å spise hyppigere ville være et positivt inngrep med tanke på opplagthet og humør.

I følge resultatene ser vi at hvis man ikke klarer å spise så hyppig at blodsukkernivåene ikke rekker å synke betraktelig, lønner det seg ikke å forandre kosthold, for meg. I følge resultatene fra forsøket er det det mitt normale kosthold som klarer å opprettholde høyest normale gjennomsnittlige glukosenivå.

Det optimale blodsukkernivået jeg sikter etter ligger på rundt 7 mmol/l, hvor jeg av erfaring fra testdagene har funnet ut at dette er ved det nivået jeg føler meg mest opplagt og fornøyd. Det kostholdet som oppnår dette best, ser ut til å være ved inntak av mindre og hyppigere måltider (som består av polysakkarider, f.eks brødskiver eller grønnsaker), og kanskje spise noe som inneholder enkle sukkerarter om man føler at blodsukkernivået begynner å falle.

FEILKILDER

Forsøket har to hovedfeilkilder hvor den største antageligvis er de psykiske målingene. Derfor blir disse målingene mer relative enn de konkrete blodsuktermålingene. Den andre feilkilden jeg fant ut i ettertid er at blodsuktermålingen kan bli feil hvis man presser blodet ut av stikket, dette er på grunn av at det kan komme vev ut av såret hvis man utsetter det for stress. Dette vevet vil påvirke blodverdiene som blodsukkerapparatet leser av.

Referanseliste:

<http://www.nettdoktor.no/helseraad/fakta/diabetesblodsukker.php>

http://en.wikipedia.org/wiki/Blood_sugar

<http://www.bayerdiabetes.no/no/Diabetes-Care/Om-blodsuktermaling/A-male-etter-et-maltid.aspx>

http://spiss.skolelab.uib.no/SPISS_nr2_2010.pdf

Testing av ulike antistoffer mot proteinet Annexin A2

Thy Cao Pham, Adil Kibar Aziz og Mikko Erik Vedeler Saraste

Proteinet Annexin A2 er en viktig komponent i en rekke signaloverføringsveier i cellen, og er involvert i overgangen fra en normal celle til en kreftcelle. Dersom det blir funnet større mengder av Annexin A2 i en kreftsvulst i forhold til en tilsvarende normal celle, er sannsynligheten stor for at kreften vil spre seg.

Derfor er det viktig å ha gode antistoffer som gjenkjenner proteinet i vevsprøver, slik at en kan utvikle en prognose. Annexin A2 er oppregulert i krefttyper som for eksempel kreft utgått fra leverceller (hepatocellulært karsinomkreft) og lymfekreft.

Innledning

I dette forskningsprosjektet var vi interessert i å finne ut hvilke antistoffer som ville være det beste verktøyet for å utføre en kvalitativ analyse av Annexin A2 i kreftceller. Et antistoff er proteiner som blant annet lages av de hvite blodlegemene i en organisme for å gjenkjenne og motstå skadelige fremmedlegemer. Antistoffet gjenkjenner et spesifikt område, en «epitop», på fremmedlegemet, og iverksetter en immunrespons. I vårt tilfelle benyttet vi syntetisk lagde antistoffer som spesifikt gjenkjenner Annexin A2.

Problemstillingen vår var å finne ut hvilke antistoffer som gjenkjenner Annexin A2 proteinet, og i så fall hvilke av proteinets domener, både i nativ¹ og denaturert² form. Annexin A2 består av fire ganske strukturelt like domener samt en liten N-terminal hale. Den N-terminale delen av et protein er det som syntetiseres først med aminogruppen (-NH₂) fri, mens den C-terminale enden lages til slutt med karboksylsyrergruppen (-COOH) fri. Utenom selve proteinet (fullengde), hadde vi bare anledning til å utføre analyse på domenene en og fire, ettersom de to andre domenene (to og tre) aggregerer under uttrykking (klumper seg sammen når de blir syntetisert alene uten resten av proteinet). I forsøkene brukte vi et rekombinant³ Annexin A2 protein opprinnelig fra okse. Annexin A2 proteinet fra forskjellige mammalske arter er 99 % identiske, slik at det spiller ingen rolle om det kommer fra menneske

eller andre mammalske arter. Innledningsvis vil vi forklare metodene som er brukt for å finne ut om antistoffene vi brukte gjenkjenner Annexin A2 i denaturert og nativ form. Resultatene våre blir presentert mot slutten av artikkelen sammen med en diskusjon angående ulike grunner til at enkelte antistoffer gjenkjente hele proteinet, samt domene en eller fire, bedre enn andre, og blir avsluttet med en endelig konklusjon.

Metode

WESTERN BLOT ANALYSE

Western blotting er en teknikk som er brukt til å identifisere proteiner i en blanding av ulike proteiner vha. spesifikke antistoffer, og gir videre informasjon om kvaliteten til proteinet. Prosessen kan deles inn i fire deler: preparering av prøvene, gelelektroforese, overføring til membran og detektering av spesifikke proteiner vha. antistoffer.

I prepareringsfasen er primærmålet å bevare det ønskede proteinet uten å bryte det ned. Derfor er det viktig at ekstraheringen av det skjer svært nøyaktig og forsiktig, ofte i nærvær av proteasehemmere som hindrer andre proteiner (proteaser) å bryte ned proteinet. Proteinene kan være rensset på forhånd vha. forskjellige metoder eller kan være til stede i vevsprøver og/eller cellekulturer sammen med andre proteiner. Solide vevsprøver brytes ned ved å

1. Nativ i denne sammenheng betyr proteinets naturlige struktur, slik den er i cellene i kroppen.
2. Denaturering er når noe "berøves" fra sine opprinnelige egenskaper, og dermed gjøres ubrukelig for visse formål. Primærstrukturen, altså rekkefølgen av aminosyrene som utgjør proteinet, blir uendret under denaturering, men den tredimensjonale foldingen og ringstrukturen av proteinet blir ødelagt. Eksempel: Koking av egg stivner eggehviten.
3. Et protein uttrykt i bakterier vha. rekombinant DNA satt inn i et plasmid; kunstig sammenføyde DNA-molekyler (arvestoff) fra to forskjellige kilder fra enten samme eller ulike organismer.

Nr	Antistoff	Produsent	Type antistoff	Western blot			Spot blot		
				FL	DI	DIV	FL	DI	DIV
1	α -AnxA2 full-lengde 123-328	BD Biosciences	Mus, monoklonalt	+	-	-	+	-	-
2	α -AnxA2 (C-16) C-terminus	Santa Cruz	Geit, polyklonalt	+	-	-	+	-	-
3	α -AnxA2 (C-10) N-terminus 1-50	Santa Cruz	Mus, monoklonalt	+	+	-	+	+	+
4	α -AnxA2 C-terminus	ECM Biosciences	Mus, monoklonalt	+	-	-	+	-	-
5	α -AnxA2 full-lengde WH0000302M1	Sigma	Mus, monoklonalt	-	-	-	-	-	-
6	α -AnxA2 (A-15) N-terminus	Santa Cruz	Geit, polyklonalt	+	-	-	-	-	-

α -; antistoff mot

bruke en blender, eller ved å bruke et homogeniseringsapparat. For å forberede proteinprøver til å bli separert på en gel, må vevseksemplarene brytes helt ned til cellnivå for å få frigjort proteinet av interesse. Ved åpning av celler (cellelysering) øker løselighetsgraden til proteinet slik at de kan fritt migrere i en porøs separasjonsgel. Rensing av proteiner og/eller celler må foregå i et kjølig miljø for å hindre proteindenaturering og en eventuell degradering, altså hindre at proteinet får en dårligere kvalitet.

Det eksisterer flere ulike måter å holde proteinet løselig, hovedsakelig basert på bruk av detergenter og buffere. I vårt tilfelle ble SDS (sodium dodecyl sulfat) brukt, og er derfor forklart i separeringsfasen.

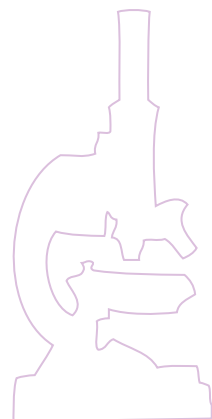
Prøven må denatureres før en kan analysere den videre vha. Western blot analyse. Dette skjer ved at en koker løsningen med SDS og 2-merkaptoetanol i 95°C i fem minutter. En blåfarge, «coomassie brilliant blue», blir brukt for å gi farge på løsningen slik at proteinvandringen skal være synlig under polyakrylamidgelelektroforese. Dette kommer vi inn på senere.

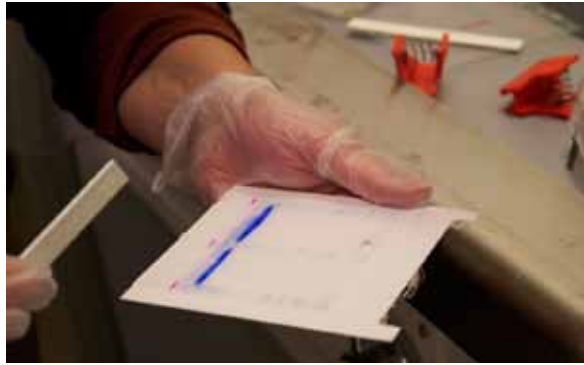
Gelelektroforese er en teknikk som blir brukt for å separere ulike proteiner ved å bruke et elektrisk felt på en porøs gel. Vi brukte en metode som går under navnet SDS-PAGE (sodium dodecyl sulfat polyacrylamid gel electrophoresis), som er brukt hovedsakelig til å skille proteinmolekyler. For å kunne forstå prosessen, er det viktig å se på hva de individuelle elementene SDS og PAGE står for. SDS er en negativ ladet detergent (sulfatgruppen er negativ ladet) som kan løse opp hydrofobe molekyler. Derfor vil membranene til en celle løse seg opp dersom den blir tilført SDS, noe som resulterer i at de fleste proteinene blir løselige eller frigjort fra cellemembranen av detergenten. En annen og viktig konsekvens er at alle proteinene vil få en negativ ladning slik at de i et elektrisk felt vil bevege seg mot den positive polen (anoden). Samtidig medfører SDS sammen med 2-merkaptoetanol at proteinene

denaturerer dvs. at de kun beholder sin primærstruktur.

Proteinene kan i utgangspunktet være positivt eller negativt ladet, noe som vil føre til at ved gelelektroforese vil separasjonen være avhengig av ladning og størrelse. Ved binding av SDS til proteiner, medfører det at alle proteinene i løsningen blir negativt ladet, slik at separasjonen skjer bare etter masse, på grunn av at alle proteinene vandrer mot den positive polen. For å kunne skille proteinene etter størrelse må de vandre gjennom et porøst materiale. Uten et slikt materiale mellom proteinene og den positive polen, ville det vært umulig å kunne separere dem. Derfor må vi få proteinene til å befinne seg i et slikt miljø som tillater proteiner av ulike størrelser å bevege seg med ulik fart. Vi tok i bruk en 10 % polyakrylamidgel (PAG). Grunnen til at vi brukte 10 % var at da ligger Annexin A2 proteinet omtrentlig midt på gelen etter proteinseparering ved vandring i gelen. Når en tar i bruk elektrisitet på en slik gel for å dra proteinene gjennom gelen, er hele prosessen definert som PAGE (polyacrylamid gel electrophoresis). I et elektrisk felt vil de minste proteinene bevege seg raskest mot anoden på grunn av den porøse gelen.

Overføring av proteinene fra gelen til membranen kan utføres på flere ulike metoder. Vi tok i bruk den vanligste metoden, nemlig våtblottmetoden. Nitrocellulosemembranen som proteinene ble overført på har en enestående evne til å binde proteiner. Dette gjelder uheldigvis for antistoffer også, så vi måtte derfor ta tiltak for å hindre interaksjon mellom membranen og antistoffet. Dette blir kalt blokkering. Blokkeringen foregår ved at membranen plasseres i tørrmelk uten fett i bufret saltvann. Proteiner fra tørrmelken i den fortynnede løsningen fester seg til membranen på alle de stedene der proteinene ikke har festet seg. Dermed vil det primære antistoffet som skal gjenkjenne det spesifikke proteinet ikke binde seg til membranene med de overførte proteiner, når de blir inkubert⁴ i to timer. Dette reduserer muligheten for bakgrunn





SDS-PAGE før Western blottingen.



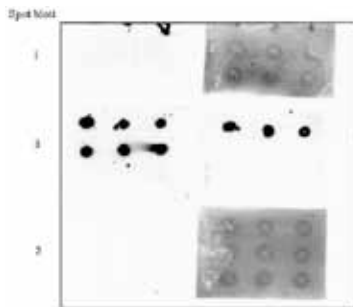
Annexin A2 og domene en og fire sammen med det primære antistoffet blir pipettert ned i brønnene i gelen.



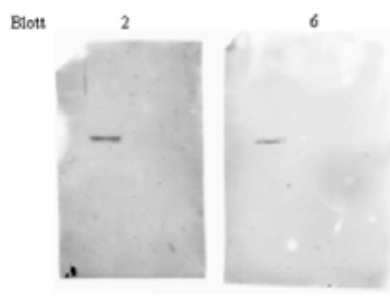
Western blottingen foregår over natten på et kjølerom som holder cirka 4°C.



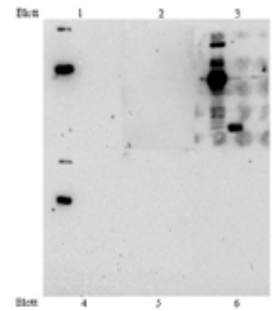
Annexin A2 og domene en og fire varmes opp sammen med "coomassie brilliant blue" for å følge vandring på gel.



"Spot blott"-ene inkubert med de forskjellige Annexin A2 antistoffene.



Fremkalling av blott 2 og 6 på nytt med et nytt sekundært antistoff.



Fremkalling av blott med "enchanted chemiluminescence (ECL)"-reagens.

og eliminer falske positive verdier i de endelige resultatene. Etter mye vasking ble membranene igjen inkubert i en time med et sekundært antistoff rettet mot det primære antistoffet.

Siste steg i Western blot analysen er detektering av de spesifikke proteinene ved hjelp av tilsetning av ECL reagens som spaltes av enzymet som sitter på det sekundære antistoffet til kjemiluminescens som kan måles i et instrument. Når proteinene har blitt overført vellykket til membranene er det kvaliteten på antistoffene som avgjør sluttresultatet.

I forsøket tok vi i bruk både monoklonale og polyklonale primærantistoffer som skulle gjenkjenne proteinet. Monoklonale antistoffer inneholder kun én klon av et antistoff, rettet mot en enkelt epitop⁵ på proteinet av interesse. Polyklonale antistoffer inneholder en blanding av antistoff-kloner som har affinitet mot ulike epitoper på proteinet. Av denne grunnen er monoklonale antistoffer generelt mer spesifikke enn polyklonale.

Spot blot analyse

Spot blott er en metode der proteiner i sine native foldete tilstand blir spottet ut (på satt) på nitrocellulosemembranen direkte, uten å være separert vha. SDS-PAGE. Dermed mister en informasjon om prøvenes renhet (skiller ikke stoffene i prøveløsningen fra hverandre) og det spesifikke proteinets størrelse, men får informasjon om antistoffet gjenkjenner det native proteinet. For rensede proteiner er dette en bra metode.

Til forskjell fra Western blot analyse der en separerer denaturerte proteiner vha. SDS-PAGE, kan Spot blot analyse brukes til å undersøke om proteinet blir gjenkjent av det primære antistoffet ved å undersøke om det blir dannet kjemiluminescens etter tilsetning av sekundært antistoff og ECL substrat på membranen. Denne delen skjer på samme måte som ved Western blot analysen.

Resultater

Resultatene av de utførte forsøkene så vi først etter fremkallingen med tilsatt ECL substrat, som reagerer med et enzym (horseradish peroxidase) som er koblet på det sekundære antistoffet, og danner kjemiluminescens⁶. Kjemiluminescens sender ut lys med en bølglengde utenfor det synlige spekteret, og dermed må membranene dette foregår oppå fremkalles i et en fluoroimager. Denne

fremkallingen skjer samtidig med dannelsen av kjemiluminescensen på grunn av det tilsatte substratet ECL blir brukt opp under reaksjonen. Dannelsen av kjemiluminescens viser at det sekundære antistoffet har bundet seg til det primære, og dermed har også det primære antistoffet bundet seg til proteinet Annexin A2. Det ble nødvendig å utføre forsøket om igjen med antistoff to og seks på grunn av enzymene som var festet til det sekundære antistoffet ikke fungerte. Etter fremkalling endret vi kontrast og lysstyrke på bildene, slik at det ble lettere å se om Annexin A2 og domene en og fire hadde reagert med antistoffet den ble testet mot. Her er resultatene plassert i en tabell (i tabellen under står «FL» for fullengde, «D1» for domene en og «DIV» for domene fire¹)

Diskusjon

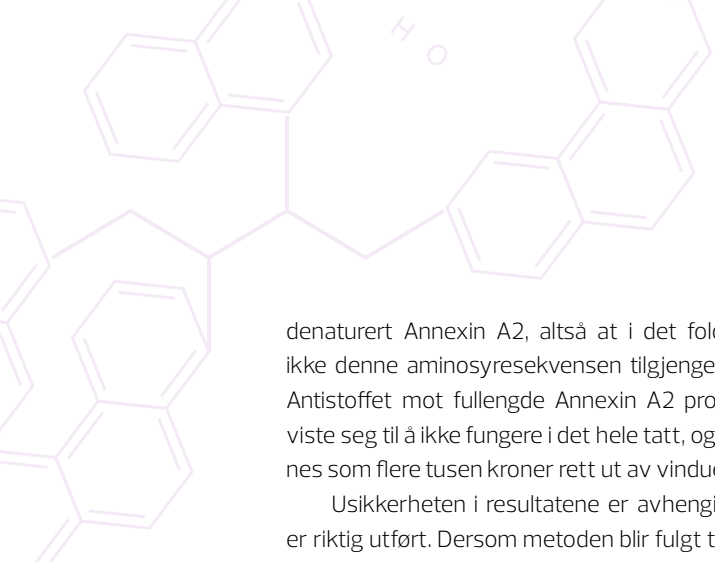
Antistoffene mot den C-terminale delen av Annexin A2 skal i utgangspunktet gjenkjenne enkelte områder eller aminosyresekvenser av den siste delen av proteinet, altså domene fire av Annexin A2, mens antistoffer mot den N-terminale delen av Annexin A2 gjenkjenner spesifikke aminosyresekvenser i begynnelsen av proteinet, dvs. den N-terminale halen og domene en. Når Annexin A2 er i denaturert form, er den strukket ut i en mer to- eller endimensjonell struktur. Antistoffet gjenkjenner da enkelte aminosyresekvenser på Annexin A2 proteinet. I en nativ form vil antistoffet kunne kjenne igjen proteinet dersom den klarer å identifisere et spesifikt område som danner en tredimensjonal struktur i et lite område av proteinet. Antistoffene har mulighet til å kunne kjenne igjen proteinet i både denaturert og nativ form, dersom aminosyresekvensen den gjenkjenner ligger i ytterkanten av domenene, altså at sekvensen er tilnærmet lik i nativ form som i denaturert form, og ligger i tilgjengelige områder av proteinet.

Kun antistoff nummer en og tre gjenkjente Annexin A2, slik vi forventet de ville gjøre. Det første antistoffet var designet for kun å gjenkjenne fullengde Annexin A2, noe den gjorde i både denaturert og nativ form. Antistoff tre gjenkjente både fullengde og domene en i nativ og denaturert form, noe som tyder på at aminosyresekvensen den gjenkjente ligger enten på halen eller i ytterkanten av domene en. Antistoffene mot Annexin A2 produsert i geit klarte ikke å gjenkjenne domenene de i utgangspunktet var uttrykt for å identifisere, men klarte i stor grad å gjenkjenne Annexin A2 proteinet i sin hele form, dvs. fullengde. Det samme gjelder antistoff nummer fire. Legg likevel merke til at antistoff nummer seks bare gjenkjenner

4. Inkubere er å få to stoffer til å reagere med hverandre, ved å blande dem sammen og la dem stå en stund.

5. Epitop er del av det makromolekylet som blir gjenkjent av blant annet antistoffer. Den delen av antistoffet som gjenkjenner epitopen kalles en paratope.

6. Luminescens er en oksygenavhengig utsendelse av lys uten at det samtidig produseres merkbar varme. I de tilfellene hvor mekanismen for luminescens er kjent, involverer lysemisjonen oksidasjon av et bestemt organisk molekyl. Kjemiluminescens er det samme som luminescens, bare at den skyldes kjemiske prosesser.



denaturert Annexin A2, altså at i det foldete proteinet er ikke denne aminosyresekvensen tilgjengelig for antistoffet. Antistoffet mot fullengde Annexin A2 produsert av Sigma viste seg til å ikke fungere i det hele tatt, og kan dermed regnes som flere tusen kroner rett ut av vinduet.

Usikkerheten i resultatene er avhengig av at metoden er riktig utført. Dersom metoden blir fulgt til punkt og prikke, er det kun dårlige bindinger mellom enten det sekundære antistoffet og det primære eller «horseradish peroxidase»-enzymet og det sekundære antistoffet som kan føre til feile resultater. Dette skjedde med blott 2 og 6, men vi utførte Western blot analysen på nytt med disse sekundære antistoffene. Grunnen til at vi kunne se at det sekundære antistoffet ikke fungerte, var at vi brukte samme antistoff på begge blottene. Vi ble mistenksomme ettersom det ikke kom noen signaler, og bestemte oss for å gjennomføre analysen på nytt. På resten av blottene brukte vi et annet sekundært antistoff rettet mot monoklonale antistoffer. Til syvende og sist går usikkerheten ut på at en enten får signaler eller ikke får signaler, så lenge menneskelige feil som kan oppstå, for eksempel ved fortykning av prøveløsningene eller at en knivstikker membranene før detekteringsfasen i Western blot analysen, uteblir.

Vi gjennomførte metodedelen på Institutt for Biomedisin ved Universitetet i Bergen med instituttstyrer professor Rolf Reed's velsignelse. Vi er svært takknemlig for hjelpen vi fikk fra professor Anni Vedeler og hennes forskningsgruppe. Alt utstyr og løsninger, eksempelvis antistoffene, buffere og Annexin A2 med tilhørende domene en og fire, som trengtes for å gjennomføre Western blot og Spot blot analysen var tilgjengelig på labben, noe som gjorde at forskningsarbeidet kunne foregå uten mye problemer. Vil spesielt takke professor Anni Vedeler for hjelpen i forkant av prosjektet med fortykning av løsninger og opplæring i metoder.

Referanseliste:

MolecularStation. (2006). Western Blot. Lastet ned 3. januar 2011, fra <http://www.molecularstation.com/proteinwestern-blot/>. abcam. (n.d)

Electrophoresis (WB Guide). Lastet ned 3. januar 2011, fra <http://www.abcam.com/index.html?pageconfig=resource&rid=11403#B1.boneslab.bio.ntnu.> (n.d).

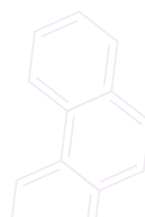
Western Blot-analyse. Lastet ned 16. desember 2010, fra <http://boneslab.bio.ntnu.no/BI211/WesternBlotting.html>.

Wikipedia. (2010). Western blot. Lastet ned 3. januar 2011, fra http://en.wikipedia.org/wiki/Western_blot.

Wikipedia. (2010). Sodium dodecyl sulfate. Lastet ned 3. januar 2011, fra http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_dodecyl_sulfate.

Wikipedia. (2010). SDS-PAGE. Lastet ned 3. januar 2011, fra <http://en.wikipedia.org/wiki/SDS-PAGE>.

Wikipedia. (2009). Denaturering. Lastet ned 3. januar 2011, fra <http://no.wikipedia.org/wiki/Denaturering>.





Hvem har best reaksjonstid?

Av: André Nydegger Wermundsen, Bendik Olai Agdal og Kolyo Kolev

Vi ønsket å undersøke hva som gjør at noen har bedre reaksjonstid enn andre. Problemstillingen vi jobbet ut i fra var: "Hvem har best reaksjonstid, og hvorfor er det slik?". Ved bruk av datamaskiner og et svært presist program testet vi 131 personer, i hovedsak elever ved Bergen Katedralskole. Det viste seg at menn, generelt

sett, har bedre reaksjonstid enn kvinner. Vi fant ut at følgende aktiviteter bedrer reaksjonstid: Ballspill, nettspill og førstepersons skytespill. At en større andel menn enn kvinner driver med disse aktivitetene er en viktig årsak til at menn, generelt sett, har bedre reaksjonstid enn kvinner.

Innledning

Opgaven vår var å utføre forskning med vitenskapelig metode, og vi måtte tenke lenge på hva vi ville forske på. Vi bestemte oss for å forske reaksjonstid. Å ha lav reaksjonstid er et viktig element for sikkerheten i forbindelse med flere aktiviteter, for eksempel bilkjøring. Vi ønsket å sammenligne kvinner og menn, og personer med ulike interesser i håp om å finne ut hva som gjør at noen har bedre reaksjonstid enn andre. Problemstillingen vi jobbet ut i fra var: «Hvem har best reaksjonstid, og hvorfor er det slik?» Vi satte opp følgende hypotese: «Personer som driver med ballspill, kampsport, som spiller nettspill eller førstepersons skytespill har lavere reaksjonstid enn andre.»

Vi baserer denne hypotesen på at personer som spiller ballspill eller førstepersons skytespill, får øvelse i å reagere raskt og av den grunn trenes opp til å reagere raskere. På førstepersons skytespill er spillopplevelsen din avhengig av at du har god reaksjonstid, og i ballspporter er det en viktig faktor for å kunne handle raskt.

Franciscus Donders (1818–1889) var den første som målte reaksjonstid i en vitenskapelig sammenheng. Donders satt opp to forsøk, ett hvor forsøkspersonen skulle trykke på en knapp i det en lampe ble tent, og ett forsøk bestående av to lamper og to knapper, hvor forsøkspersonen skulle trykke på den knappen som tilhørte den tente lampen. Ved å studere resultatene fant han tidsdifferansen mellom reaksjonstid hvor en beslutning inngår og i reaksjonstid hvor en beslutningsprosess ikke inngår. Han konkluderte med at reaksjonstiden er lengst dersom en beslutning inngår og bestemte hvor lang tid beslutningsprosessen tar. Donders er imidlertid blitt kritisert i ettertid fordi det er vanskelig å fastslå nøyaktig hvordan reaksjonstid blir påvirket av

kompliserende faktorer.^[1] På grunn av dette valgte vi å utelate kompliserende faktorer i vårt forsøksoppsett og måle reaksjonstiden på enklest mulig måte. Vårt oppsett baserer seg likevel på definisjonen av reaksjonstid: Tidsintervallet fra stimulering til respons.^[2] I praksis blir dette tidsintervallet fra signal blir gitt til bevegelse starter. Dette kalles Simple reaction time.^[3]

Reaksjonstiden til en person avhenger av hvor lang tid nervesignalene bruker og hvor raskt hjernen kan bearbeide signalene den mottar.^[5]

Metode

Den enkleste og vanligste formen for måling av reaksjonstid måler tiden fra visuell stimulering til handling.^[1] I praksis er det vanlig å måle tiden fra forsøkspersonen blir presentert for en visuell forandring til forsøkspersonen utfører en handling med hånden. Derfor valgte vi å måle reaksjonstiden på denne måten. For at testingen skulle være effektiv og nøyaktig, laget vi et program som både stilte forsøkspersonene spørsmål som var relevante i forhold til problemstillingen, som testet reaksjonstiden og som gjorde lagringen av data enkelt.

I første delen av programmet ble forsøkspersonene først bedt om å fylle inn informasjon angående kjønn og alder. Deretter fikk de følgende spørsmål:

1. Spiller du 1.persons skytespill? For eksempel Halo, Call of Duty eller Battlefield. (Svar: Ja/Nei)
2. Spiller du nettbaserte spill eller iPhonespill som krever at du reagerer raskt? For eksempel Copter eller Robot Unicorn Attack. (Svar: Ja/Nei)
3. Trener du fotball, håndball, basketball, innebandy eller kampsport mer enn to ganger per uke? (Svar: Ja/Nei)

Dersom forsøkspersonene svarte «ja» på sistnevnte, fikk de følgende ekstraspørsmål:

4. Hva trener du? (Svar: Fotball/Håndball/Basketball/ Innebandy/Kampsport)

Den delen av programmet som testet forsøkspersonen presenterte først brukeren for en svart X. Gjennom programmet fikk forsøkspersonen instruksjoner som forklarte at de skulle trykke på en knapp i det X-en på skjermen skiftet farge til rød. Testen startet ikke før forsøkspersonen trykket på en startknapp i programmet. Tiden fra forsøkspersonen trykket på startknappen til X-en skiftet farge var tilfeldig, men mellom to og åtte sekunder. Tiden fra X-en skiftet farge til personen trykket på knappen ble målt i millisekunder og midlertidig lagret. For hver person ble testen utført fire ganger, hvorav det ble regnet et gjennomsnitt av de tre siste forsøkene. Dette gjennomsnittet ble lagret som den endelige reaksjonstiden, men før dette ble de fire reaksjonstidene sammenlignet.

Viss differansen mellom de fire tidene var stor, ble forsøkspersonen bedt om å utføre testene på nytt. Dette av hensyn til dem som trengte å venne seg til testen.

I tillegg til svarene fra spørsmålene og gjennomsnittet av de tre siste reaksjonstidsmålingene, ble lagret klokkeslettet for utførelsen av testen lagret. Dette gjorde vi fordi vi ønsket å se om reaksjonstiden ble påvirket av når vi testet. Eksempelvis kunne det tenkes at personer som ble testet tidlig om morgenen eller rett før lunsj hadde dårligere reaksjonstid, noe som måtte tas i betraktning ved tolking av resultatene.

Programmet formaterte resultatene slik at de kunne limes rett inn i et Microsoft Excel regneark, noe som gjorde bearbeidingen enkel. Vi brukte Microsoft Excel til å sorterte den dataene etter kategoriene vil satt opp, slik at det skulle bli enklere å tolke dem. Vi delte resultatene i følgende kategorier.

(se tabell)

Testene utførte vi på skolen ved å gjøre avtaler med lærerne og gå fra klasserom til klasserom. Totalt testet vi 132 personer. 67 kvinner og 60 menn. Majoriteten av personene var i alderen 16 til 18 år. Testene ble i hovedsak utført 9.11.2010 og 11.11.2010.



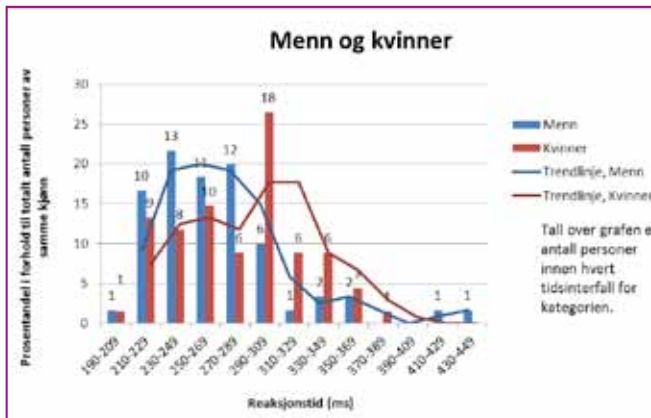
Tiden fra X-en skiftet farge til personen trykket på knappen ble målt i millisekunder og midlertidig lagret.

Navn	Forklaring	Antall	Gjennomsnitts reaksjonstid	Standardavvik	Standardfeil
Menn	Alle menn	60	269,93 ms	45,9	5,93
Menn ingen aktivitet	Menn som ikke driver med noen form for spill eller sport.	13	299,92 ms	32,4	16,2
Menn sport	Menn som kun driver med sport	9	250,00 ms	21,5	7,17
Menn alle spill	Menn som spiller nettspill og/eller førstepersons-skytespill	21	262,33 ms	34,0	4,41
Kvinner	Alle kvinner	67	282,25 ms	42,7	5,22
Kvinner ingen aktivitet	Kvinner som ikke driver med noen form for spill eller sport.	42	287,02 ms	41,6	6,42

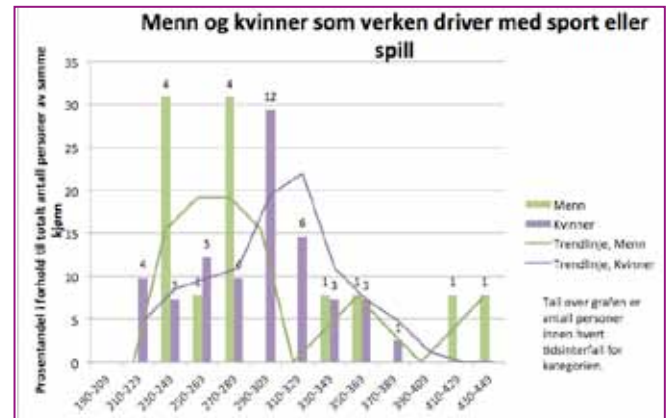
Resultater

Resultatene ble delt i kategorier. Under har vi fremstilt data grafisk ved å lage normalfordelinger av kategoriene. I hver graf er to kategorier sammenlignet. Grafene viser antall personer med reaksjonstid innenfor et definert intervall.

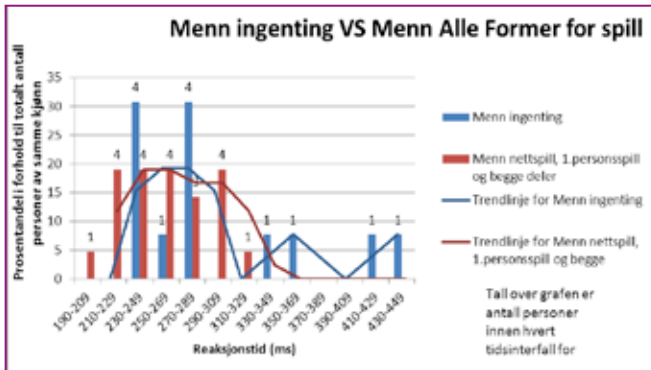
Graf 1



Graf 4



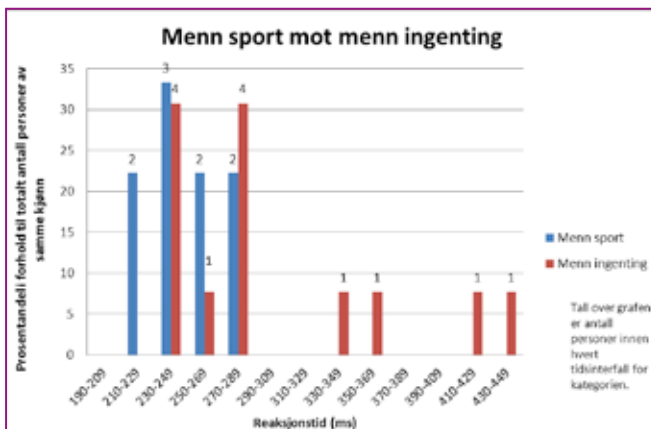
Graf 2



Graf 5



Graf 3



Diskusjon

Den første grafen, som viser normalfordelingen for reaksjonstiden til kvinner og normalfordelingen for reaksjonstiden til menn, er den mest relevante i forhold til problemstillingen. Vi ser at langt i fra alle jenter er dårligere enn gutter, men at en større andel gutter enn jenter har reaksjonstid lavere enn 300 millisekunder. Det kan være flere årsaker til at det er slik.

Det enkleste å se på er hvor stor andel av kvinner og menn som driver med aktiviteter som kan være årsak til bedre reaksjonstid, men før vi gjør det, må vi vurdere om aktivitetene faktisk fører til bedre reaksjonstid. Dersom resultatene viser at aktivitetene ikke fører til bedret reaksjonstid, kan man anta at menn generelt sett har bedre reaksjonstid enn kvinner som en medfødt egenskap, med grunnlag i menneskets fysiologi.

Graf nummer to viser en normalfordeling av reaksjonstiden til gutter som driver med sport, sammenlignet med gutter som ikke har krysset av for noen av aktivitetene vi mente ville ha en gunstig effekt på reaksjonstiden. Årsaken til at vi ikke kunne lage samme grafen for kvinner, er at for få av kvinnene vi testet krysset av for at de drev med sport. Grafen viser at mennene vi testet som ikke drev med sport kunne ha like god reaksjonstid som dem som drev med sport. Mennene med de aller laveste reaksjonstidene drev med sport, i tillegg ser man at ingen av dem som drev med sport hadde dårligere reaksjonstid enn 300 millisekunder. Altså ser det ut til at sport har en gunstig effekt på reaksjonstiden. Vi fikk ikke testet mange nok til å kunne fastslå hvilke former for sport som skaper best grunnlag for bedret reaksjonstid.

Den tredje grafen sammenligner menn som oppgav at de ikke drev med noen av aktivitetene vi listet opp, med menn som oppgav at de spilte enten nettspill eller førstepersons skytespill. Det var ikke nok kvinner i sistnevnte kategori til at vi kunne lage en tilsvarende graf for dem. Grafen viser at de fleste menn som spilte hadde bedre reaksjonstid enn rundt 310 millisekunder, mens de som ikke drev med noen av aktivitetene vi listet, var mer spredt, noen var helt opp i over 400 millisekunder. Grafen viser at også spill har en gunstig effekt i forhold til reaksjonstid.

Graf nummer to og tre viser altså at sport og spill bedrer reaksjonstiden, men om dette alene kan forklare hvorfor gutter generelt sett har litt bedre reaksjonstid enn jenter kan man ikke fastslå før man ser på hvor stor andel menn og hvor stor andel kvinner som driver med disse aktivitetene.

Vi har til nå antatt at sport og spill er aktiviteter som bedrer reaksjonstiden. Vi vil nå vurdere om dette kan forklare den første grafen, som viser at menn har bedre reaksjonstid enn kvinner. Sammenligner man prosentandelen av kvinner som oppgav at de drev med aktivitetene sport eller spill med prosentandelen menn som gjorde det samme så vi at en mye større andel av mennene enn kvinnene vi hadde testet drev med aktivitetene, mens 79 % av mennene gjorde det samme. Det er altså tydelig at mange flere av mennene enn kvinnene drev med aktiviteter som ser ut til å bedre reaksjonstiden. Dette er altså en viktig del av forklaringen på hvorfor menn har bedre reaksjonstid enn kvinner

Graf nummer fire, viser reaksjonstiden til menn som ikke driver med noen av aktivitetene sammenlignet med reaksjonstiden til kvinner som ikke driver med noen av aktivitetene. Ut i fra hypotesen om at ulike interesser har skapt grunnlaget for ulik reaksjonstid mellom menn og kvinner, skulle normalfordelingen for reaksjonstidene til kvinner sammenfalle med normalfordelingen for reaksjonstidene til menn. Grafen viser at det ikke er tilfelle. Flere menn enn kvinner har de dårligste reaksjonstidene, det vil si dårligere enn 330 millisekunder. Majoriteten av kvinner har reaksjonstid på rundt 300 millisekunder og omtrent 20 prosent flere menn enn kvinner har reaksjonstid bedre enn 270 millisekunder.

Det er flere feilkilder i forbindelse med prosjektet. Det som er vanskelig å vite er om elevene ved Bergen Katedralskole er representative for resten av landet. I tillegg kan det tenkes at personer som har god reaksjonstid i utgangspunktet, er flinkere i aktivitetene vi listet opp og derfor driver med dem. Dette handler om forholdet mellom årsak og virkning. For eksempel kunne man anta at årsaken til at personer som drev med sport var at de hadde reaksjonstid, og ikke at reaksjonstiden hadde blitt bedre fordi de drev med sport. Vi anser ikke dette som en viktig feilkilde fordi det er mange elementer som er med på å bestemme hvor god du er til aktivitetene. Reaksjonstiden alene, påvirker ferdighetsnivået i liten grad.

Angående grafen som sammenligner reaksjonstiden til menn som oppgav at de ikke drev med noen av aktivitetene med reaksjonstiden til kvinner som ikke oppgav at de drev med noen av aktivitetene, kan det hende at det også er andre aktiviteter, som vi ikke har tenkt på, som bedrer reaksjonstid, og at det kan være med på å forklare den generelle forskjellen på reaksjonstid mellom kvinner og menn. Kategorien «menn, ingen aktivitet» er den kategorien med størst standardfeil. Derfor mener vi

at kategorien «menn, ingen aktivitet» og «kvinner, ingen aktivitet» burde testes på nytt, før man trekker sterke konklusjoner ut i fra dataene.

Før vi gikk i gang med testingen antok vi at reaksjonstiden til testpersonene kunne bli påvirket av når de ble testet. Det viste seg derimot at tiden på døgnet ikke skulle ha stor innvirkning på reaksjonstiden. Graf nummer fem viser reaksjonstid i forhold til klokkeslett. Man ser at reaksjonstiden (y-aksen) ikke synker eller stiger bemerkningsverdig etter tiden (x-aksen), vi kan derfor utelukke dette som en feilkilde.

For å være sikre på at alle testobjektene forstod hva de begav seg ut på, forklarte vi i detalj hvordan testen skulle utføres. Som et sikkerhetsnett for reaksjonstesten programmerte vi at testen skulle gjennomføres fire ganger, hvorav de tre siste tidene ble brukt til utregning av reaksjonstiden. Dermed fikk testpersonen først et inntrykk av hvordan testen var, før reaksjonstiden faktisk ble tellende. Etter testen gikk vi gjennom tidene og sjekket at det var tilstrekkelig samsvar mellom alle fire.

Da vi begynte å samle inn data, var vi klare over faren for useriøse testpersoner. Under testene var det tre personer som skilte seg veldig ut fra de andre testobjektene, de virket likegyldige til testen i forhold til andre som gjennomførte. Vi noterte oss dette, sjekket dataene, som viste seg å være langt utenfor normalen. Vi tilbød dem å gjennomføre testen på nytt, men det viste de ingen interesse for. Det var ikke samsvar mellom målingene deres i motsetning til andre hvor vi kunne se at differansen mellom hver enkelt måling for samme person var veldig liten. Av den grunn valgte vi å fjerne dataene.

En mulig fordel enkelte elever kunne hatt, var at de hadde lang erfaring med å se på dataskjermer, da spesielt med tanke på dem som spiller førstepersons skytespill. Alle testobjektene bruker datamaskin på skolen. Dermed burde alle likevel ha et ganske likt grunnlag. Det at vi valgte å bruke en dataskjerm for å formidle signalet var for å kunne måle resultatet svært nøyaktig, og vi utelukket tjuvstart ved at programmet starter ventetiden på nytt om man skulle trykke for tidlig.

Før vi laget programmet for testing av reaksjonstid, forsøkte vi å bruke ulike nettsider som testet reaksjonstid, men målingene vi fikk fra disse sidene samsvarte ikke, noe vi antar skyldes usikkerhet i programmene. På grunn av dette ønsket vi å teste usikkerheten i vårt eget program. Usikkerheten i programmet vi laget varierte, men var mellom ett og fire millisekunder og skyldtes forsinkelse i programmet. Oppsummert har altså alle aktivitetene vi listet opp en gunstig effekt, altså stemmer hypotesen og forklarer i stor grad hvorfor menn, generelt sett, har bedre reaksjonstid enn kvinner. At menn har bedre reaksjonstid enn kvinner er påvist av flere tidligere forskningsprosjekter, senest i 2006.^[4] Grafen som sammenligner menn og kvinner som ikke drev med noen av aktivitetene viser at flere menn enn kvinner har lav reaksjonstid, noe som kanskje skyldes fysiologiske forskjeller på kvinner og menn. Den største feilkilden i forbindelse med dette prosjektet dreier seg om hvorvidt testpersonene er representative for landet. Videre ville det vært interessant å se nærmere på årsakene til hvorfor noen har bedre reaksjonstid enn andre på tross av at de driver med de samme aktivitetene.

Referanseliste:

- 1) Wikipedia: «Mental chronometry», Wikimedia Foundation, Inc, http://en.wikipedia.org/wiki/Mental_chronometry, 26. April 2011
- 2) Dictionary, søk på «reaction time», Lexico Publishing, LLC, <http://dictionary.reference.com/browse/reaction+time>, 26. April 2011.
- 3) Wikipedia, «Reaction time», Wikimedia Foundation, Inc, http://en.wikipedia.org/wiki/Reaction_time, 26. April 2011
- 4) Noble et al., 1964; Welford, 1980; Adam et al., 1999; Dane and Erzurumluoglu, 2003; Der and Deary, 2006 <http://biae.clemson.edu/bpc/bp/Lab/110/reaction.htm#Type%20of%20Stimulus>
- 5) Janelle van Dongen (2009), Nerve Impulses, University of British Columbia, <http://c21.phas.ubc.ca/article/nerve-impulses>, 27. April 2011



Nøyaktigheten til GPS-system med og uten korreksjon av EGNOS

Av: Erlend Hestnes

Hensikten med forsøket har vært å finne ut hvor presist et GPS-system er, og hvordan ulike feilkilder kan påvirke det. Deretter vise hvordan nøyaktigheten til GPS kan forbedres ved hjelp av satellittbasert korreksjonsteknologi som EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System). Målet med prosjektet har først og fremst vært å finne ut hvordan et GPS-system virkelig fungerer.

Ved bruk av en ordinær GPS-mottaker (Garmin 60C_x), bærbar datamaskin og mye gratis programvare har forsøket vist seg å produsere interessante resultater. Disse viser tydelig hvordan nøyaktigheten og påliteligheten til et GPS-system kan forbedres ved hjelp av EGNOS.

Innledning

NAVSTAR GPS (Global Positioning System) har revolusjonert måten vi mennesker navigerer på. Brukersegmentet har utviklet seg fra å være hovedsaklig forbeholdt militært bruk til å bli allemannseie for turgåere, sjåførere, flygere og sjøfarere. Teknologien har med tiden blitt bedre og billigere. Da en før i tiden hadde GPS-mottakere på koffertstørrelse, betrakter vi det i dag som vanlig å ha GPS integrert i mobiltelefonen. Svært mye teknologi og forskning ligger bak et system som klarer å finne posisjonen til brukeren med bare få meters feilmargin.

Det er totalt 32 GPS-satellitter i bane rundt jorden i dag. Satellittene er plassert i et «netting-mønster» som er fint fordelt rundt hele kloden, slik at posisjonen din kan lokaliseres hvor som helst i verden.

Hver satellitt består i hovedsak av et atomur (en svært nøyaktig klokke), en sender og en mottaker. Strøm får de fra store solcellepanel og batterier. Satellittene veier rundt to tonn og kretser rundt jorden i en fart på ca. 3 km/s.

Systemet bør være såpass nøyaktig at det kan gi en posisjon med bare noen få meters feilmargin. Dette gjør at det stilles store krav til kunnskap om de ulike feilkildene i systemet.[1]

Teori

Et GPS-system består i hovedsak av to klokker. Den ene befinner seg i selve satellitten og den andre i mottakeren nede på bakken. GPS-satellittene kringkaster klokkeslettet og posisjonen sin i form av elektromagnetiske bølger. GPS-mottakeren sammenlikner tidspunktet signalet

ble sendt fra satellitten, med det tidspunktet signalet blir mottatt. Den kan da finne tidsdifferansen mellom de to klokkeslettene. Kjenner mottakeren tidsdifferansen, kan den regne ut avstanden til satellitten ved å bruke at strekning er lik fart multiplisert med tid.[3]

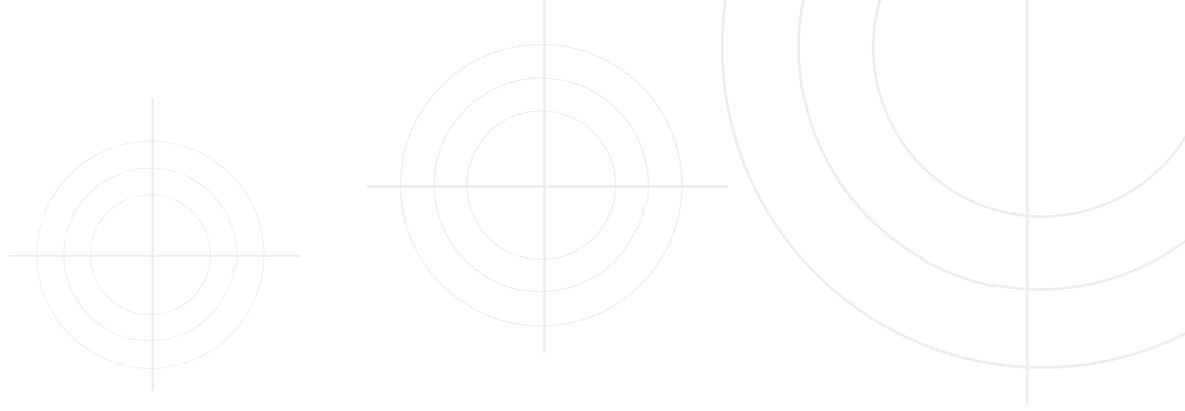
$$s = v \cdot t$$

GPS-signaler er elektromagnetiske bølger i likhet med lys. Det vil si at farten (v) tilsvarer lysfarten (c). I vakuum er denne verdien gitt som 299 792 458 m/s, mens den i atmosfæren er gitt som en funksjon av atmosfærens evne til å lede lys. Det vil si en funksjon av atmosfærens brytningsindeks[2]. Siden brytningsindeksen varierer i atmosfæren vil også lysfarten endre seg. Vi må derfor ha med en tidsfeil ($\Delta\tau$) som en følge av at brytningsindeksen er forskjellig fra én.

$$s_{\text{målt}} = c \cdot (t + \Delta t) = s_{\text{korrekt}} + \Delta s$$

Avstanden (s) er egentlig radiusen til en sfærisk kule, da den er gyldig for hvilken som helst plass på en kuleoverflate rundt satellitten. Har mottakeren fire satellitter klarer den å kalkulere sin egen posisjon. Dette gjør den ved å først finne skjæringspunktet mellom satellittenes sfæriske kuler (se figur 1). Deretter bruker den satellittenes posisjon til kalkulere sin egen.[3]

GPS-satellittene kretser rundt jorden i forutsigbare Keplerbaner, noe som gjør det mulig å regne ut hvor de befinner seg. Satellittens egen posisjon er derfor inkludert i GPS-signalet.



Det ville ha vært tilstrekkelig med tre satellitter for posisjonsbestemmelse dersom tidsdifferansen (t) mellom utsendt signal og mottatt signal hadde vært korrekt. En vanlig GPS-mottaker bruker som regel et billig kvartsur for å bestemme tiden. For de fleste armbåndsur er det godt nok med en nøyaktighet på noen hundredels sekund, for GPS er dette for dårlig. Avstanden til en GPS-satellitt er gitt som tidsdifferansen multiplisert med lysfarten. Siden lysfarten er såpass stor og tidsdifferansen såpass liten, vil en unøyaktighet på et hundredels sekund kunne tilsvare en avstandsfeil på rundt 3000km. Hvis mottakeren måler mot fire satellitter kan klokkefeilen i mottakeren beregnes ved at mottakeren beregner klokkefeilen (Δt) i tillegg til fire posisjonskoordinater. [3]

Feilkilder

Det er mye som skal stemme for at en GPS-posisjon skal bli helt nøyaktig. Posisjonen til satellittene er regnet ut med en modell som forutsetter at satellittene går i sirkulære baner rundt jorden (Keplerbaner), og at de kun er påvirket av jordas gravitasjonskraft. I virkeligheten er ikke jorda helt rund, noe som gjør at satellittbanene ikke er helt sirkulære. Satellittene vil også bli påvirket av månens gravitasjonskraft i tillegg til jorda sin. [5]

Den spesielle relativitetsteorien sier at tiden går tregere for objekter som holder en veldig høy hastighet. Satellittene kretser rundt i jorden i en fart på ca. 3 km/s og har derfor en tidsforsinkelse på 7,2 mikrosekund per dag sett fra jordens perspektiv. Samtidig sier den generelle relativitetsteorien at tiden også er påvirket av gravitasjon, noe som gjør at satellittklokkene i tillegg går 45,6 mikrosekund raskere. [4]

Totalt kan denne feilen bli på opptil 70ns. Det relativistiske klokkeavviket må derfor bestemmes kontinuerlig og overføres fra satellitt. Satellittene er kompensert for middelverdien av tidsfeilen, men ellipseformen på satellittbanene gjør at både høyden (og dermed gravitasjonspotensialet) og farten endrer seg i banen. Det første gir avvik i tiden etter den generelle relativitetsteorien mens den andre (farten) etter den spesielle relativitetsteorien. [5]

Etter at GPS-signalet har forlatt satellitten er det mye som kan påvirke det på vei ned til mottakeren. Den første hindringen GPS-signalet støter på er ionosfæren, som er den øverste delen av jordatmosfæren. Styrken til ionosfæren varierer kraftig og tilfeldig, noe som gjør at den også er vanskelig å beregne. Er det stor ionosfærisk aktivitet kan det for eksempel «bremse» GPS-signalerne, slik at det ser ut som

de har reist mye lengre. Selv ved helt normale ionosfæriske forhold er «bremsingen» såpass stor at dette er den største feilkilden. [5]

EGNOS

European Geostationary Navigation Overlay System er et satellittbasert korreksjonssystem (SBAS) for GPS-satellitter. Systemet er ment som et mer nøyaktig og pålitelig alternativ for flytrafikk i Europa, en oppgave GPS alene ikke klarer. Systemet er likevel åpent for alle som ønsker en mer nøyaktig posisjon og som har en kompatibel mottaker.

Romsegmentet til EGNOS består av fire satellitter. Disse er plassert 36000km over ekvator og holder samme fart som jorda. Fra jordens perspektiv ser det ut som de står stille; vi sier at satellittene er geostasjonære.

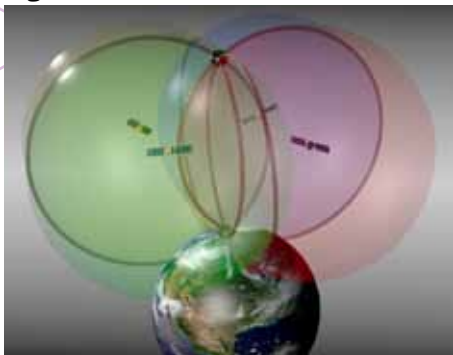
Bakkesegmentet til EGNOS består av 34 målestasjoner (Ranging and Integrity Monitoring Stations – RIMS) som mottar signaler fra alle de 32 GPS-satellittene. Målestasjonene kjenner sin egen posisjon og kan dermed finne ut om det er avvik i GPS-signalerne. Informasjon om hver enkelt satellitt blir videresendt til store dataterminaler (MCC – Mission Control Centers). Avanserte algoritmer kalkulerer et korreksjonssignal for hver GPS-satellitt. Korreksjonssignalet blir deretter lastet opp til EGNOS-satellittene, for å så bli kringkastet til alle GPS-mottakere med støtte for systemet. Mottakere som mottar dette signalet vil da få en umiddelbar korreksjon av feilene på de satellittene den selv bruker. [6]

Nøyaktighet

GPS-systemer er som sagt preget av mange feilkilder, noe som gjør at de ikke kan gi en helt eksakt posisjon. Dagens GPS-mottakere gir derfor et estimat på hvor stor feilmargin posisjonen din har.

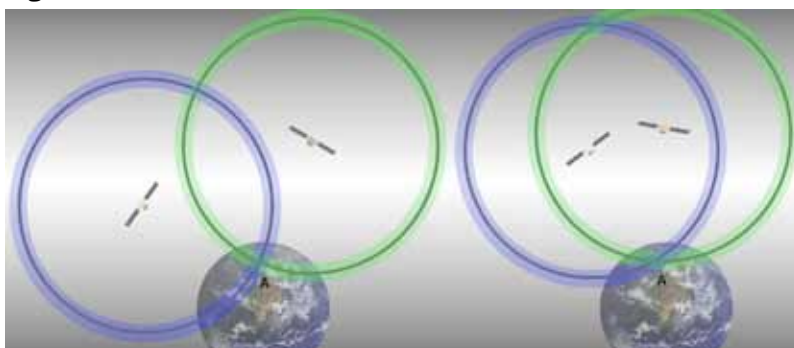
Det er flere måter å kalkulere denne usikkerheten på. En av de mer vanlige, som blant annet brukes av Garmin mottakere, er CEP (Circular Error Probable). Dette er et mål som viser sannsynligheten for at du befinner deg innenfor en gitt radius til en sirkel. Står det at feilmarginen din er på 4 meter, betyr det at det er 50% sjans for at du befinner deg en eller annen plass innenfor en sirkel med radius på 4 meter fra målt posisjon. Da er det også 95 % sjans for at du befinner deg innenfor en radius på

Figur 1



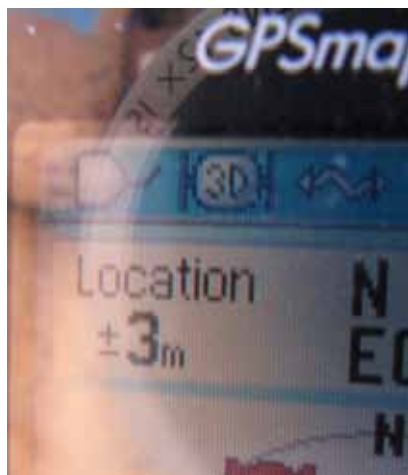
Posisjonsbestemmelse ved bruk av fire satellitter i tredimensjonalt rom

Figur 2



God satellittgeometri fører til vinkelrett skjæring og et lite usikkerhetsområde. (t.h.)
Dårlig satellittgeometri fører til et stort usikkerhetsområde.

Figur 4



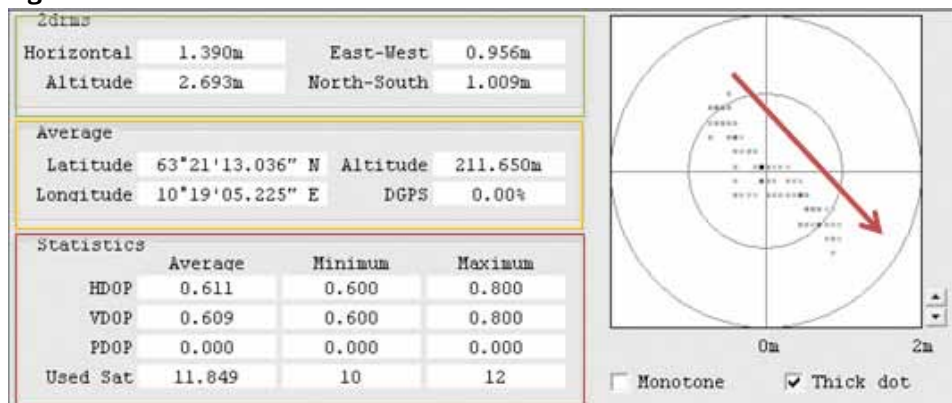
CEP-verdi nede i $\pm 3m$

Figur 3



GPS-måling på jorde, gjennomført 11.06.10 (kl. 1400)

Figur 5



Grønn rute viser nøyaktigheten (2drms), gul rute viser posisjonen og høyden, rød rute viser satellittgeometrien. Kikkertsikte viser posisjonsplottingen.

8 meter, og tilnærmet lik 100 % sjanse for at du befinner deg innenfor en radius på 10 meter. [7]

UERE og GDOP

Den totale usikkerheten i et GPS-system er gitt som produktet av GDOP (Geometrical Dilution Of Precision) og UERE (User Equivalent Range Error).

$$UERE \cdot GDOP = Total\ usikkerhet$$

UERE er usikkerhet i målt avstand mellom mottaker og satellitt. Usikkerheten skyldes faktorer som; støy, ionosfæriske eller troposfæriske faktorer, satellittposisjon og satellittklokker. Den totale UERE-verdien er summen av variansen til hver av faktorene. [8]

En vanlig GPS-mottaker vil beregne en middelvei basert på UERE til de satellittene den bruker. Ulempen er at den ser på alle satellittene som en helhet, noe som kan føre til at satellitter med dårlig UERE får en negativ innflytelse på nøyaktigheten til posisjonen.

EGNOS ser på feilene til hver enkelt satellitt og finner en korreksjon til hver av dem. EGNOS har i tillegg mye mer informasjon om feilkildene, takket være bakke- og målestasjoner rundt om i Europa. EGNOS kan derfor gi en bedre nøyaktighet og pålitelighet sammenliknet med et standard GPS-signal. I et EGNOS korrigeret signal vil det derfor være GDOP-verdiene og mottakerfeilen som er den begrensende faktoren for nøyaktigheten. [6]

GDOP (Geometrical Dilution Of Precision) består av to komponenter; PDOP (Positional Dilution Of Precision) og TDOP (Time Dilution Of Precision). [9]

$$GDOP = \sqrt{PDOP^2 + TDOP^2}$$

Ved bruk av fire satelliter kan et GPS-system "eliminere" klokkefeilen i mottakeren. Systemet tar da utgangspunkt i at satellittklokkene er helt nøyaktige, noe de ikke er som en følge av relativistiske effekter. De satellittsignalene som GPS-mottakeren får inn, vil derfor inneholde en viss usikkerhet i avsendertiden (gitt som TDOP). [3]

Vi kan illustrere dette ved å gjøre sirkelbuene til satellittene bredere (se figur 2). Dette gjør at det nå blir dannet et usikkerhetsområde i skjæringspunktet for posisjonen A. Hvor eksakt denne posisjonen er, varierer i henhold til den geometriske plasseringen av satellittene (PDOP). Den mest ideelle geometriske plasseringen er når satellittene er plassert slik at sirkelbuene deres står vinkelrett på hverandre. Dette fører til at usikkerhetsområdet som er avgrenset av skjæringspunktene blir minst mulig. Er satellittene plassert tett sammen, vil

det bli et større område mellom skjæringspunktene, noe som igjen fører til en større usikkerhet. [5]

Det er den totale usikkerheten som blir brukt for å kalkulere en verdi for nøyaktigheten til posisjonen (CEP).

Metode:

GPS-målingene ble foretatt av en Garmin 60Cx mottaker. Dette fordi den med små modifikasjoner hadde mulighet for å lese ut store mengder med informasjon via NMEA 0183-protokollen [10]. I tillegg hadde den en funksjon for å skru av og på satellittbasert korreksjon (EGNOS).

Målingene ble tatt på toppen av et jorde (ca. 200 m.o.h.), langt vekk fra geografiske hindringer som fjell og daler. Mottakeren ble plassert på et kamerastativ og var stasjonær under hele måleserien.

En bærbar datamaskin med programmet GPS-NMEA [11] ble brukt for å logge GPS-informasjon fra mottakeren. Logging ble først startet når mottakeren hadde satellittlås. Det ble da logget i 10 minutt med EGNOS korreksjon og i 10 minutt uten. Hver log. fil inneholdt da 300 målinger. Informasjonen ble til slutt analysert av programmet NMEA-STAT [11].

Resultater:

Med EGNOS:

Figur 4 viser at målingen fra jorde har svært god nøyaktighet, hvor CEP (Circular Error Probable) er helt nede i 2-3 meter. Dette er likevel som forventet, da mottakeren er plassert høyt og har klar sikt mot himmelen.

Figur 5 er et skjermbilde fra programmet NMEA-stat. Den viser informasjon om nøyaktigheten, satellittgeometrien (PDOP) og posisjonsplottingen fra hele måleserien. Vi ser at figur 5 ikke benytter seg av CEP. Derimot finner vi 2drms, som også er et mål for nøyaktighet. Som en forklaring kan vi si at sammenhengen mellom CEP og 2drms er gitt som: [12]

$$2drms \cdot 2,4 = CEP$$

Vi ser at dette stemmer når vi tar 2drms verdien fra figur 5 og sammenlikner med CEP verdien fra figur 4:

$$1,390m \cdot 2,4 = 3,336m$$

Målingene har svært gode DOP-verdier, noe som tyder på en god satellitt-geometri. Programmet viser ikke PDOP-verdien, siden denne ikke er inkludert i NMEA 0183 protokollen. Den kan likevel regnes ut av HDOP og VDOP

komponenten gjennom denne sammenhengen: [9]

$$PDOP = \sqrt{HDOP^2 + VDOP^2}$$

Ved å sette inn HDOP og VDOP verdien fra figur 5 finner vi PDOP verdien som:

$$PDOP = \sqrt{0.611^2 + 0.609^2} = 0.863$$

Vi ser at måleserien har en diagonal drift i posisjonsplottingen (se rød pil på figur 5). GPS-mottakeren var stasjonær under måleserien, men satellittene var i bevegelse. Dette må derfor skyldes dårlig UERE (User Equivalent Range Error) til en eller flere satellitter som mottakeren hadde lås på. Vanlige GPS-system finner en middelvei for UERE basert på alle satellittene i en konstellasjon. Det betyr at én eller flere satellitter med dårlig UERE vil ha en negativ innflytelse på helheten. Figur 6 og 7 viser en mulig forklaring til den diagonale

forskyvningen. Det røde område representerer UERE feilkilden til alle satellittene. Hvis én av de fire satellittene i konstellasjonen er dårlig (figur 7), vil det påvirke helheten.

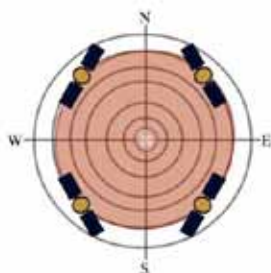
Vi ser også på figur 8 t.v. at det er flere satellitter med lav elevasjonsvinkel i samme retning som diagonalen. En feil i antatt ionosfæretykkelse vil få større betydning for slike satellitter, da de får en lengre gangvei gjennom ionosfæren (figur 8, t.h.). Det er derfor mulig at ionosfæren er en viktig årsak til den observerte diagonalen i posisjonen [5]

MED EGNOS:

Med satellittbasert korreksjon (EGNOS) ser vi at nøyaktigheten blir bedret med ca. 1 meter. Dette ser vi ved å regne ut CEP ut ifra 2drms verdien i figur 9:

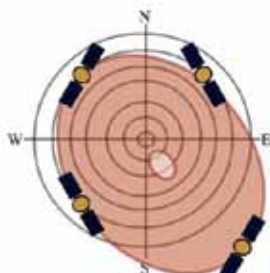
$$0,942m \cdot 2,4 = 2,26m$$

Figur 6



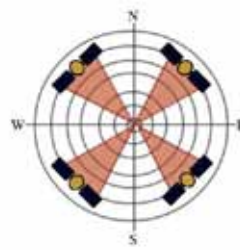
UERE blir betraktet som en helhet.

Figur 7



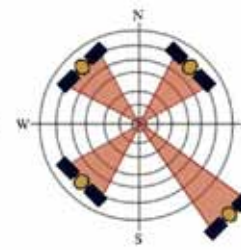
En satellitt ødelegger posisjonen

Figur 10



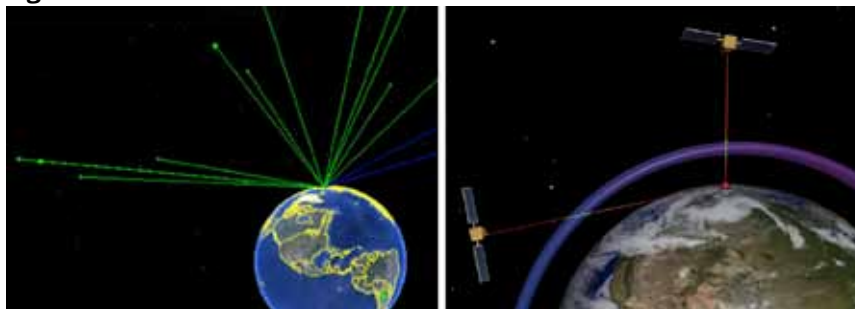
EGNOS ser på UERE til hver satellitt

Figur 11



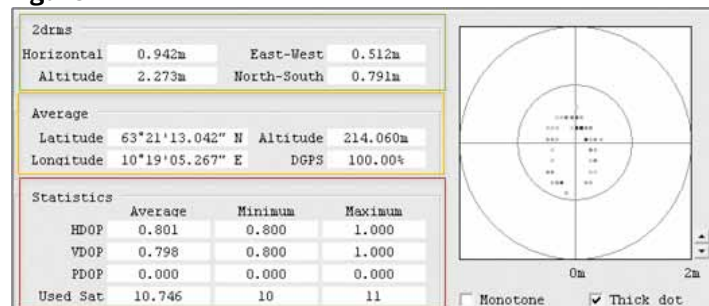
EGNOS korrigerer satellittene individuelt

Figur 8



t.v. Viser posisjonen til de satellittene mottakeren hadde lås på under måleserien (Ashtech Mission Planner©).

Figur 9



Skjerm bilde fra NMEA-stat for måling med EGNOS.

Vi ser at DOP-verdiene er noe høyere enn den første måleserien. Dette tilsier at det er en dårligere satellittgeometri enn det var 10 minutt tidligere.

$$PDOP = \sqrt{0.801^2 + 0.798^2} = 1.131$$

Hvordan kan vi ha bedre nøyaktighet når satellittgeometrien her er dårligere? Vi husker at den totale usikkerheten er gitt som et produkt av UERE og GDOP. Dette må da bety at UERE-verdien til EGNOS målingen er såpass lav at det kombinerte produktet (GDOP * UERE) fremdeles er lavere enn det vi får i GPS-målingen uten EGNOS. Det resulterer i en bedre nøyaktighet selv om satellittgeometrien (PDOP) er dårligere. Resultatene fra måleserien viser at posisjonsplottingen er veldig sentrert, og vi ser ingen diagonal drift slik vi gjorde under GPS-målingen. Dette er fordi EGNOS ser på feilkildene til hver enkelt satellitt, og finner en korreksjon til hver av dem. En eventuell ionosfærefeil i målingene til satellittene med lav elevasjon i figur 8 ville dermed bli fjernet med EGNOS korreksjon.

Figur 10 og 11 viser hvordan EGNOS ser på UERE-verdien til hver satellitt framfor en helhet. Er det én satellitt som er dårligere enn resten, får den større korreksjon.

Diskusjon:

Etter å ha gått gjennom en del teori og gjennomført to måleserier er konklusjonen klar. Satellittbasert korreksjon (EGNOS) gjør en utmerket jobb med å fjerne systematiske feil i GPS-signalet.

Mye av æren går til bakkesegmentet til EGNOS. De 34 målestasjoner (RIMS) som hele tiden er i kontakt GPS-satellittene, gjør at systemet blir mer pålitelig. Ekstra informasjon om feilkildene gjør at systemet klarer å lage bedre korreksjonsmodeller som igjen gjør at EGNOS kan finne en mer presis UERE verdi til de 32 satellittene i GPS-konstellasjonen. Dessuten har EGNOS mulighet til å se på UERE til hver enkelt satellitt framfor å finne en middelverdi basert på alle satellittene, slik GPS gjør. På den måten greier EGNOS å unngå posisjonsdrift, og holde en mer sentrert posisjon. Samtidig overvåker EGNOS GPS i sann tid slik at eventuelle, plutselige feil i en satellitt vil oppdages umiddelbart. Dette gjør at også brukere som fly kan ta i bruk satellittbasert navigasjon.

Referanseliste:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_light
3. <http://www.kowoma.de/en/gps/positioning.htm> (2009-04-19)
4. Petter Callin m.fl. - ERGO fysikk 2, s.241
5. <http://www.kowoma.de/en/gps/errors.htm> (2009-04-19)
6. http://www.kowoma.de/en/gps/waas_egnos.htm (2009-04-19)
7. <http://www.kowoma.de/en/gps/accuracy.htm> (2009-04-19)
8. <http://www.globmaritime.com/technical-articles/marine-navigation/electronic-navigation/3651-gps-user-range-errors-and-geometric-dilution-of-precision.html>
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Dilution_of_precision_\(GPS\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Dilution_of_precision_(GPS))
10. http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183
11. <http://homepage2.nifty.com/k8/gps/>
12. Forssell Børje - Radionavigation Systems (GNSS Technology and Applications), utgitt 1991.

En stor takk til faglærer Ole Petter Håkegård for gode råd og veiledning.

Kartlegging av den kjemiske vannkvaliteten ved Heimdal VGS

Av: Jørgen Erdal

Det ble gjennomført et vitenskapelig prosjekt hvor hensikten var å kartlegge vannkvaliteten ved Heimdal Videregående Skole. For å sette resultatene i et perspektiv ble det også tatt en prøve fra en vanlig husstand og fra vandispenseren i kantina på skolen. Prøvene ble i mellomtiden lagret i kjøleskap før de ble levert for analyse hos Vikelvdalen Vannbehandlingsanlegg (VIVA) på Ranheim i Trondheim. Der ble det foretatt

en kjemisk analyse av prøvene, noe som måler surhet, konduktivitet, hardhet, alkalitet, farge og turbiditet. Resultatet av undersøkelsen viste at vannet på Heimdal VGS er av generelt god kjemisk kvalitet, men det skal nevnes at det er litt surt. Ikke uventet kom dispenseren i kantina best ut, med nøytral pH-verdi, lavest fargetall og alkalitet.

Innledning

Alle data er hentet rett fra «Vannforsynings ABC», utgitt av Folkehelseinstituttet (ref. 1). I dette dokumentet blir de gjeldende kravene til drikkevann, som står i drikkevannsforskriften (gjeldende fra og med 2002), gått igjennom til hver minste detalj. Dokumentet definerer hva som avgjør vannets kvalitet, og hvilke grenseverdier som er satt. Generelt sier vi at de faktorene som avgjør vannkvaliteten er:

- Fare for infeksjonssykdommer
- Helseskadelige kjemiske stoffer
- Stoffer som reduserer desinfeksjonseffektiviteten
- Stoffer som kan føre til korrosjon
- Stoffer som gir farget og grumset vann
- Stoffer som gir vannet dårlig lukt og smak
- Stoffer som fremmer biologisk vekst i ledningsnett

I dette prosjektet skal vannprøvene analyseres i et multi-instrument tilhørende VIVA. Der vil det bli foretatt en kjemisk analyse som vil måle hardhet, alkalitet, farge, turbiditet, surhet og konduktivitet.

Hypoteser

1. Vannet i dispenseren har den generelt beste kjemiske kvaliteten.
2. Prøven tatt mandags morgen er av dårligere kjemisk kvalitet i forhold til den tatt fredag ettermiddag fra samme vannkilde.
3. Husstanden har bedre kjemisk kvalitet enn skolen.

Hardt vann

Om vannet er hardt eller bløtt er avhengig av innholdet av kalsium (Ca) og magnesium (Mg), der hardt vann inneholder mer av disse stoffene enn bløtt vann. Mengdene av disse to stoffene er avhengige av hvor vannet kommer fra. For eksempel vil drikkevann som har sildret igjennom fjellet og samlet seg i reservoarer inneholde flere mineraler enn vann hentet fra innsjøer. Siden det meste av drikkevannet i Norge blir hentet fra innsjøer er ikke vi særlig utsatt for hardt vann, og dermed ligger grenseverdien for hva som er hardt lavere her enn i det meste av Europa. Sør i Europa er det mer vanlig med grunnvann, og dermed ligger listen for hardt vann høyere der.

Hardhet måles i tyske hardhetsgrader (°dH) eller milligram kalsium per liter (mg Ca/l). Defineringsene av de ulike gradene av hardhet står i figur 1 (ref. 2). Siden vannet som skal testes i dette prosjektet kommer fra overflatekilden Jonsvannet vil vi neppe få verdier som er høyere enn 30 mg Ca/l.

Helsemessig antas det at hardt vann er bedre å drikke (på grunn av mineralene), men siden verken bløtt eller hardt vann har noen dokumentert negative effekter så har vi ikke noen grenseverdier i Norge for dette. Det skal derimot nevnes at hardt vann kan føre til kalkdannelse, noe som må tas hensyn til med oppvaskmaskiner og lignende som varmer opp vannet.

Surhet

Vannets surhet måles i verdien pH (pondus Hydrogenii), som er en enhet for konsentrasjonen av H⁺-ioner. Surhet kan enkelt testes ved hjelp av pH-papir, dråpetest eller digitalt (for eksempel med en Explorer GLX). «*Drikkevannsforskriftens grenseverdi for pH er 6,5–9,5.*»¹

Nøytralt vann har en pH-verdi på 7. En lavere verdi blir betegnet som sur og er verdien høyere er vannet basisk. pH-skalaen følger en logaritmisk stigning, noe som betyr at 6 er 10 ganger surere enn 7, og så videre.

Turbiditet og farge

Turbiditet og farge er hovedsakelig synlige parametere, men ved høye verdier kan de føre til at desinfeksjonsprosessene mister effektivitet. Eksempler på slike prosesser er klorering og UV-bestråling.

Turbiditet er et mål på vannets partikkelinnhold, både organiske og uorganiske, rett og slett hvor "grumsete" vannet er. Altså vil uklart vann mest sannsynlig ha en høy turbiditets-verdi. Unntaket er hvis uklarheten skyldes oksygen, da dette også kan forårsake uklart vann i kortere perioder. I råvannskildene (elver og innsjøer) kan turbiditeten variere kraftig fra årstid til årstid, og er spesielt høy under snøsmeltingen om våren og under perioder med mye regn. Dette kan -hvis ikke renseanlegget er forberedt- føre til dårlig desinfisering og dermed lite hygienisk vann til forbrukerne. Turbiditeten kan også øke mellom behandlingsanlegget og forbrukeren på grunn av slam eller korrosjon i ledningsnettet. Turbiditet måles med et turbidimeter, som analyserer vannet ved å se hvordan lys brytes i den aktuelle prøven. Enheten er FNU (Formazin Nephelometric Unit) eller NTU (Nephelometric Turbidity Unit), som skal være det samme. «*Drikkevannsforskriftens grenseverdi for turbiditet er 1 FNU (Formazin Nephelometric Unit) ut fra behandlingsanlegget, og 4 FNU hos forbruker.*»¹

Fargetallet er en absoluttverdi for vannets innhold av organisk stoff. Mer spesifikt innhold av humus, som vil gi vannet en gulbrun farge. Enheten er mg Pt/l. Farge har ingen direkte helseeffekter. «*Drikkevannsforskriftens grenseverdi for farge er 20 mg Pt/l.*»¹

På både turbiditet og farge vil nok dispenseren i kantina komme best ut. Den er av typer Waterlogic 4 (ref. 5), som inneholder både et kullfilter og et UV-filter. Kullfilteret fungerer på den måten at vannet kommer i kontakt med karbon, og

det karbonet da gjør er å trekke til seg humusen i vannet. Humusen har som nevnt en innvirkning på vannets farge og følgelig også smak, dermed vil kullfilteret senke både fargetallet og mest sannsynlig turbiditeten. UV-filterets oppgave er å hindre bakterievekst i tanken.

Konduktivitet

Vannets konduktivitet er dets evne til å lede strøm. Ledningsevnen er avhengig av vannets saltinnhold, og dermed er konduktiviteten et mål for vannets totale saltinnhold. «*Drikkevannsforskriftens grenseverdi for konduktivitet er 250 millisiemens (mS/m) ved 25 °C.*»¹

Alkalitet

Alkalitet er vannets evne til å motstå pH-endringer. Med andre ord hvor mye syre som må tilsettes for at pH-verdien skal komme under en gitt verdi. Det er ikke satt noen grenseverdi for alkalitet, men verdier mellom 0,6 og 1 mekv/l (milliekvivalenter per liter) ansees som god vannkvalitet. Måleenheten ekvivalenter svarer til hvor mye OH⁻-ioner som må tilsettes for å øke pH-verdien med 1. En ekvivalent svarer til en balanserende del av en reaksjonslikning.

Metode

Det ble foretatt 7 prøver, hvorav 6 ble tatt på skolen i følge tabellen under, og en ble tatt fra springen i en husstand klokken 22.00 6. desember. (Figur 2)

Prøvene ble tatt i halvlitersflasker som hadde blitt vasket i oppvaskmaskin og deretter oppbevart liggende i kjøleskap. Liggende for at så lite luft som mulig kunne snike seg inn gjennom korka, og kjølt for å bevare de kjemiske egenskapene så godt som mulig.

Prøvene ble så kjørt opp til VIVA, der de ble kjørt gjennom et digitalt multiverktøy ved navn Mantech PC-TitratelION PLUS (ref. 4). Vi kan gå ut ifra at målingene har veldig lav usikkerhet.

Figur 1

Hardhetsklasse	milligram kalsium per liter mg Ca/l	Tyske hardhetsgrader °dH
Meget bløtt vann	0 - 15	0 - 2,1
Bløtt vann	15 - 35	2,1 - 4,9
Middels hardt vann	35 - 70	4,9 - 9,8
Hardt vann	70-150	9,8 - 21
Meget hardt vann	> 150	> 21

Figur 2

	Klokken	Rom	Kilde
Onsdag 1. desember	08.00	271	Springen
	10.45	Kantina	Dispenser
Torsdag 2. desember	08.00	253	Springen
	12.10		
Fredag 3. desember	14.40	265	Springen
Mandag 6. desember	08.00	265	Springen

Figur 3

Dato	Rom	Klokken	Hardhet (mg Ca/l)	Farge (mg Pt/l)	Turbiditet (NTU)	Surhet (pH)	Alkalitet (mekv/l)	Konduktivitet (mS/m)
1. des	271	08.00	20,62	12,32	0,1	7,2	0,926	113,7
	Kantina	10.45	18,81	11,55	0,11	6,86	0,866	110,5
2. des	253	08.00	20,43	13,22	0,13	6,93	0,92	114,6
		12.10	20,47	16,28	0,15	6,67	0,939	114,2
3. des	265	14.40	21,22	14,14	0,06	6,68	0,924	118,6
		08.00	19,82	14,52	0,11	6,54	0,874	109,8
6. des	Hjemme	22.00	20,32	14,31	0,13	7,23	0,926	111,8
Grenseverdier	*	20	4	6,5-9,5	0,6-1	250		

Resultater og diskusjon

*Se tabell under teori.

I tabellen er høyeste og laveste verdi for hver parameter uthevet. De fleste verdiene er ganske like, og ligger innenfor små rammer. Dette skyldes nok at alle prøvene kommer fra samme hovedkilde (Jonsvannet). Vi fikk ingen hardhetsmålinger på over 30mg Ca/l, men heller ingen under 18,5, dermed har vi som forventet bløtt vann her i Trondheim. En analyse av grunnvann hadde mest sannsynlig hatt både høyere konduktivitet og hardhet enn i vårt tilfelle.

Ikke uventet hadde vannet fra dispenseren i kantina lavest fargetall, men også lavest hardhet og alkalitet. Vannet har også nøytral pH-verdi. Dette skyldes trolig at vannet sjeldent står stille i tanken (dispenseren brukes ofte), kjøling (for å bevare den kjemiske tilstanden) og at vannet går igjennom kullfiltrering og UV-behandling. Generelt sett er det vannet med best kjemisk kvalitet.

Kun en av verdiene står i fare for å bryte grenseverdien, og det er pH-verdien til prøven tatt mandag 6. desember på rom 265, klokken 08.00 (rødt tall). Dette er vann som hadde stått i ro i vannledninger i omlag 65 timer, noe som betyr null sirkulasjon. Som vi ser er denne kun 0,04 pH unna grenseverdien for surhet, og følgelig også den sureste målingen. Fargetallet er også det nest høyeste av alle. Prøven er for øvrig $10(6,68-6,54) = 100,14 \approx 1,38$ (138 %) ganger surere enn prøven tatt fredag ettermiddag fra samme kilde. Dette var ikke uventet, da vannet på mandag morgen bruker å smake

dårlig og ha gul farge. Siden skolen var stengt denne helgen vil det si at det ikke var noen andre som brukte vannkilden, og den forskjellen vi ser i resultatene skyldes trolig at vannet har ligget stille uten kjøling. Det at denne prøven har den laveste konduktiviteten kan skyldes at saltet i vannet har "samlet" seg langs bunnen av rørene, men denne teorien stemmer ikke med at turbiditeten er nesten dobbelt så stor som før helgen.

Konduktiviteten er lav i alle prøvene, og godt innenfor grenseverdien. Den ville trolig vært høyere fra en grunnvannskilde. Til slutt skal det nevnes at alle prøvene er ganske alkaliske, helt på grensen av hva som ansees som god kvalitet. Dette er ingen begrenset parameter ifølge Drikkevannsforskriften, og ikke så kritisk som om turbiditeten hadde vært faretruende høy (som kunne ført til blant annet bakterievekst).

Mange stoffer og kjemikalier løses lett opp i vann, noe som betyr at vannet er veldig ømfintlig når det kommer til lagring. Det at flaskene (og tilhørende korker) ble vasket i oppvaskmaskin kan ha ført til at det ble igjen små mengder vaskemiddel i flaskene. Disse restene kan ha løst seg i vannprøvene og gitt utslag på både konduktiviteten og surhet. For å minimere denne feilkilden burde det ha blitt brukt glasskolber. Disse hadde trolig blitt bedre rengjort og følgelig beholdt vannets kjemiske tilstand bedre. Det skal nevnes at flaskene som ble brukt både ble skylt og tørket før bruk.

Av resultatene ser vi at vannet på Heimdal VGS har en generelt god kjemisk kvalitet. Det er nokså konduktivt og bløtt, men ingen av disse er grensesatte verdier etter Drikkevannsforskriften. Vi ser også at vannet på skolen tydeligvis er surere enn i en vanlig husstand. Det skal nevnes at det ble bare tatt en prøve fra husstanden, men likevel var denne prøven den mest basiske av alle. For å få et bredere sammenligningsgrunnlag skulle det ha blitt tatt prøver fra flere husstander.

Vannet på skolen er generelt av god kjemisk kvalitet, med unntak av mandag morgen da det er i overkant surt og farget. Og har du muligheten, benytt dispenseren i kantina! Dermed har vi styrket hypotese 1 og 2, mens nummer 3 fortsatt står litt usikkert. For at denne skulle blitt styrket eller avlivet burde det ha blitt tatt flere prøver fra flere husstander.



Referanseliste:

1. Nasjonalt folkehelseinstitutt – «Vannforsyningens ABC» – Finner ingen publiseringsdato
<http://www.fhi.no/dokumenter/2db17680f6.pdf> (Lastet ned 16.11.10)
2. Sommervold, Geir – Hardhetsskala – Mottatt 09.12.10 per mail
3. Wikipedia – «Mol (enhet)»
http://no.wikipedia.org/wiki/Mol_%28enhet%29 (Lastet ned 15.12.10)
4. Mantech PC – TitratorION Plus
<http://www.mantech-inc.com/analytical/PC-Titrate.asp> (Latet ned 07.01.11)
5. WaterLogic Norge – «Waterlogic 4»
http://www.waterlogic.no/viewdoc.asp?co_id=2418 (Lastet ned 11.01.11)

Til slutt en stor takk til Geir Sommervold hos VIVA, som har gjennomført analysene av prøvene. Rapporten er skrevet av Jørgen Erdal, som har gjennomført målingene ved Heimdal Videregående Skole.

Flyvinge

Av: Jacob, Andras og Khaled, Bergen Katedralskole

I dette forskningsprosjektet har vi valgt å forske på de aerodynamiske egenskapene en flyvinge har og hvordan disse vil endre seg hvis man endret formen og dimensjonene til vingen. Vi satt oss da hypotesen om at forandring i tykkelsen og formen på vingene ville gjøre at vi opplevde forskjellig drag, oppdrift og maksimal stal vinkel. Nærmere bestemt at vi ville oppleve både mer drag, oppdrift og stal jo tykkere vingene ble og at jo tykkere vingen ble, jo høyere vinkel kunne den komme opp i uten å stale. Drag er da enkelt sagt kreftene som virker mot vingens bevegelsesretning (luftmotstand), oppdrift er kraften som virker oppover på en vinge i bevegelse og stal er hendelsen der luftstrømmen separerer seg fra selve vingen resulterer i at vingens evne til å styre reduseres og den mister all oppdrift skapt av undertrykk på oversiden av vingen.

Etter testing av vingenes forskjellige egenskaper fant vi ut at det var en vinge som skilte seg fra de andre. Det som vi kalte for vingen med 4 lag, var den vingen som fikk både mest oppdrift og drag og var også den vingen som tålte høyest vinkel når vi testet stal. Vi fant også ut at bredden (ikke vingespennet) på vingen ikke har noe å si for oppdrift, men har muligens større virkning om vi ser det på en større skala. Dette kan vi se ut i fra å sammenligne den store vingen som var 3 lag tykk med den vanlige 3 lags tykke vingen. Ved å bruke V-vinger ser vi at selve formen på vingen påvirker hvordan forskjellige vinger staler. Vi fant ut at vanlige v-vinger (der vingene bøyes bakover) staler først ytterst, mens omvendte v-vinger staler innerst.

Teori

Før vi begynner med å beskrive selve oppsettet, ønsker vi å fortelle litt om hvordan en vinge fungerer i teorien, dette er viktig siden vår hypotese er at vingene oppfører seg som i teorien under

Oppdrift

Definisjon på oppdrift er kraften som virker på vingen oppover når vingen beveger seg gjennom luften. Det finnes hovedsakelig 2 måter å skape oppdrift på, den første er det der luften skaper oppdrift ved å skape undertrykk på oversiden av vingen. En luftstrøm som passerer et fast objekt, følger den faste formen inntil ganske høye vinkler. Dette kalles koanda effekten.

Den andre måten er luftdefleksjon. Dette går ut på at luft som treffer en vinge som er vinklet opp, preller av nedover og siden kraft = motkraft (Newtons 3. lov) så skaper det oppdrift.

Drag

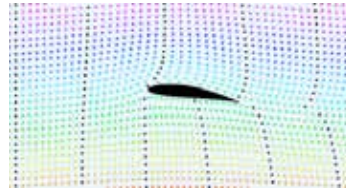
Drag betegner vi som kraften som virker på vingen, som motvirker vingens bevegelsesretning (luftmotstand i dagligdags tale). Ofte betegner man dette som luftmotstand, men det er en sterk forenkling av realiteten.

Vi har to typer drag: formdrag og friksjon.

Formdrag er draget som oppstår som en følge av defleksjon av luft som blir fortrent av vingen (kollisjon mellom vingen og luft). Friksjon er motstand som oppstår når luften treffer vingens overflate.



Luftdefleksjon i praksis



Bildet til venstre illustrerer koanda effekten, bildet til høyre viser luftstrømmene over flyvingen, legg merke til at tettheten til molekylene er lavere på oversiden i forhold til undersiden.

Bildet til høyre viser oss de forskjellige typer drag som oppstår av forskjellige geometriske former. Vi ser at jo mer areal luften «treffer» jo mer formdrag får vi, og jo mer areal luften «passerer» jo mer friksjons drag får vi. Dermed kan vi forvente mer drag fra store og tjukke vinger.

Shape and flow	Form drag	Skin friction
	0%	100%
	-10%	-90%
	-90%	-10%
	100%	0%

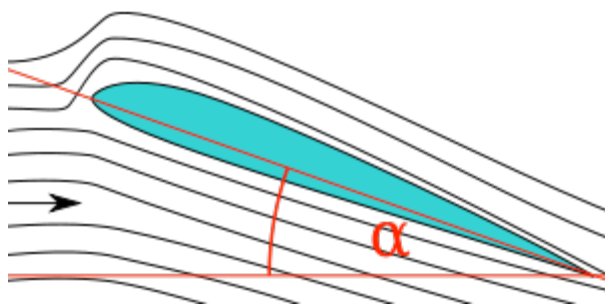
Stal

stal er effekten som forekommer når et fly prøver å bytte retning for fort i forhold til luftstrømmen. Det som da skjer er at luftstrømmen separerer seg fra vingen, koandaeffekten opphører og dermed mister vingen mye oppdrift. Det å stale et fly kan ha store konsekvenser som bildene under viser.

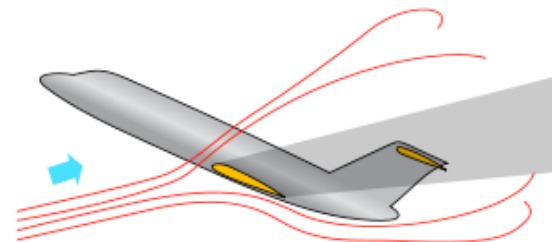
Bildet viser at da et fly staler, kan man ikke bare miste oppdriften, men også høyderoret som trengs for å kunne styre flyet ut av en stal. Dette kan resultere i en kræsj. Da en vinge staler så slutter luften å følge oversiden av vingen, dermed strømmer det luft fra forskjellige uønskede (og uberegnbare) vinkler på oversiden, og undertrykket på oversiden opphører.

Vinkelen alfa er vinkelen mellom luftstrømmen (retningen flyet beveger seg) og retningen vingen peker mot (dette forekommer da et fly skal bytte retning.)

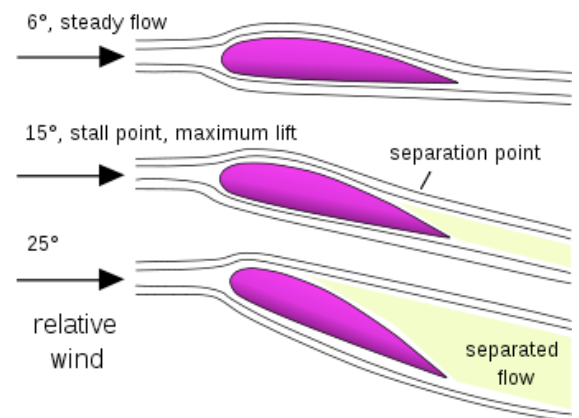
I våre forsøk så kommer vi til å måle den maksimale vinkelen før det oppstår en stal, vinkelen er markert med alfa på bildet under:



Normal flight



Deep stall condition – T-tail in "shadow" of wing



Metode

UTSTYR VI BRUKTE:

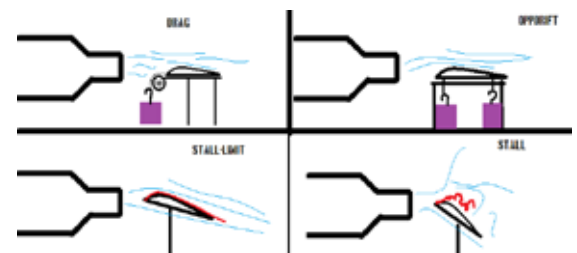
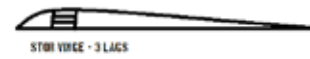
- Vindmaskin (en veldig stor hårføner lignende maskin)
- Teip/lim
- Elektroniske kraftmålere
- Datamaskin
- Depron (en type isopor)
- Saks/tapetkniv

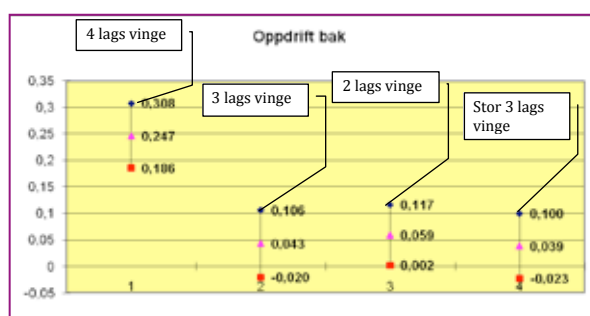
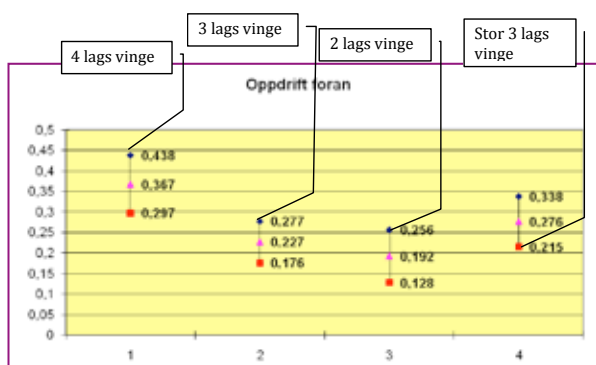
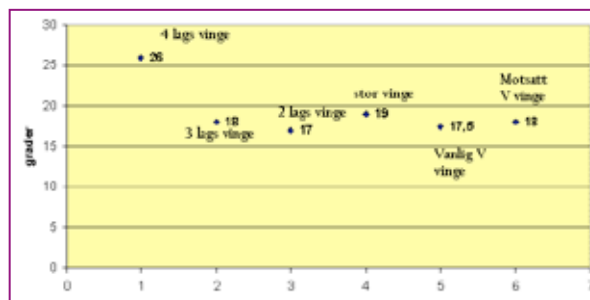
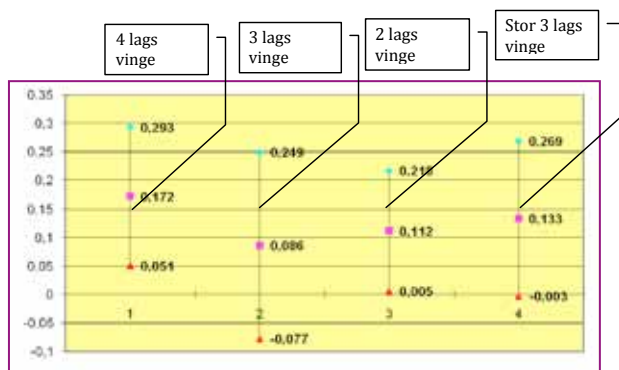
Vi begynte med å skjære ut 6 rektangler og ganske mange striper av isoporen, for å så konstruere vingene. De små stripene plasserte vi mellom 2 av rektanglene, dermed oppstod det en typisk vinge form. Vi lagde vinger med to, tre og fire lag med «striper», dette ga oss 3 veldig like vinger der kun tykkelsen på vingene varierte. I tillegg til dette lagde vi en vinge som vi kalte for «stor vinge» dette var en vinge som hadde tre lag men var mye bredere. Vingspennet var like lang på alle. Vingeformen på disse var kvadratisk, men senere lagde vi to vinger som kalles V-vinger. Disse var konstruert på samme måte, med (2/3) lag men ovenifra så de slik ut.

Når vi var ferdig med å bygge vingene, brukte vi stativer for å plasere vingene rett foran vindmaskinen. Vi festet vingene til kraftmålerne med tråder, for å måle oppdrift og drag. Vi fikk målingene opp på datamaskinen som målte med 100 hz, så etter ca 10 sekunder på hver vinge hadde vi rundt 1000 målinger på hver og nok til å kunne bestemme et gjennomsnitt av hver og en av dem. (se bildet under for oppsett)

For å måle stal vinkel, bestemte vi oss for å ikke bruke digitale måleapparater. Vi festet vingen direkte til stativet, så vingen ikke kunne bevege seg. (Vi kunne vri på stativet for å stille vinkelen på vingene.) Vi festet så tråder på oversiden av vingen. Dette gjorde vi, så vi skulle kunne se når vingen staler, fordi da begynner trådene å flabre. Dermed kunne vi lett bestemme den maksimale vinkelen til vingen der den ikke staler.

Vi brukte 2 kraftmålere på oppdrift for å kunne måle kraften som fordeler seg på helle vingen. Bildet viser hvordan vi målte drag oppdrift og fant stal vinkelen.





Resultater

DRAG

Grafen viser gjennomsnittet av hvilket drag som virket på hver enkel av vingene. Den høyeste summen (turkis) er gjennomsnittet pluss standardavviket, den mellomste summen (lilla) er gjennomsnittet og den minste summen (rød) er gjennomsnittet minus standardavviket. Summene på grafen er urelevante, det er forholdet mellom de forskjellige vingene som vi er ute etter.

Jo mer drag man har på en vinge jo mer vil det bremse den opp så vi måtte finne den vingen som ville gi minst drag. Vingen vi lagde med minst drag var den med tre lag, men denne vingen hadde også mest usikkerhet i tallene. Den vingen med minst usikkerhet og som hadde nest mest drag var den vingen som var laget med 2 lag. Vi ser her at størrelsen på vingen ikke har noe å si for draget, fordi 3 lags vingen og den store vingen er like tykke og forskjellen mellom de to er størrelsen. Disse to har omtrent samme resultater. Grunnen til at vi har med standardavvik er at vi tar forbehold om at våre målinger ikke er nøyaktige nok. Mange av målingene våre varierte veldig og derfor gir standardavviket et godt bilde på hvor store disse variasjonene var. Hvis vi hadde bare brukt gjennomsnittet (lilla) ville dette ikke vist hele bildet.


STAL:

Tallene i bildet står for hvilken grad vingen begynte å stalle ved. Jo høyere vinkel man kan gå imot vinden, jo mer kan man manøvrere flyet uten å miste oppdriften man har. Dette er selvsagt en god egenskap for fly å ha. Fra grafen kan man se at det er klart 4 lags vingen som kan gå opp i høyest vinkel uten at den begynner å stalle. Ellers så ligger resultatene ganske nært hverandre for de andre vingene.

Vi har også lagt til resultater fra V vinge og en motsatt V vinge, men på disse har vi altså bare målt til hvilken vinkel de klarer å holde seg uten å stalle og ikke oppdrift eller drag. Vi valgte å ha disse med i forsøket for å se hvordan formen på vingen spilte en rolle når det gjaldt stal. Som vi kan se uti fra resultatene så vil ikke endret form på vingen ha noe å si for hvor mye stal vingen blir utsatt fra. Men vi merket at den vanlige v-vingen stallet ytterst først og så innerst, mens omvendt v vinge stallet først innerst og så ytterst.

OPPDRIFT

Grafene over viser hvor mye oppdrift vi klarte å måle på vingene foran og bak. Den øverste summen (blå) viser gjennomsnittets oppdrift pluss standardavviket, den mellomste summen (lilla) viser gjennomsnittets oppdrift og den nederste summen (rød) viser gjennomsnittets oppdrift



minus standardavvik. Summene på grafen er urelevant, det er forholdet mellom de forskjellige vingene som vi er ute etter. Grunnen til at vi har med standardavvik er at vi tar forbehold om at våre målinger ikke er nøyaktige nok. Mange av målingene våre varierte veldig og derfor gir standardavviket et godt bilde på hvor store disse variasjonene var. Hvis vi hadde bare brukt gjennomsnittet (lilla) ville dette ikke vist hele bilde.

Vi kan se at vingen med mest oppdrift, både foran og bak, er vingen med 4 lag. Vi ser også at størrelsen på vingen har noe å si. Dette kan vi se ved å sammenligne 3 lags vingen og den store vingen. Vi kan sammenligne disse fordi de har samme tykkelse. Den store vingen har da større oppdrift foran, men har samme oppdrift bak.

Diskusjon og Konklusjon

OPPDRIFT OG DRAG

Her kan vi se at jo flere lag vingen har, jo mer oppdrift får man, men ikke mer drag som man kanskje ville forventet. Da vi varierer bredden på vingene så kan vi merke at det oppstår litt mer oppdrift, men også litt mer drag.

Bredden på vingen påvirker ikke oppdriften i dette forsøket siden vi valgte å bare måle oppdrift som blir skapt av undertrykk på oversiden av vingen. Vi tror at vinge bredden kommer til å ha mye mer å si om man hadde også målt oppdrift som skapes av deffleksjon.

Da det gjelder drag så går vi ut ifra at forsøket ikke ble utført med helt «perfekte vinger» og det er lett mulig at 2 lags vingen ikke var like rund i kantene som de andre vingene og det er dette som resulterte i så mye høyere drag. Samtidig så tror vi på grunnlag av det vi observerte at bredden på vingen kommer til å ha større utslag ved høyere fart og større skala. Vi tror at jo tykkere vingen er, desto mer form drag får vi, og jo lengre vingene er, jo mer friksjons drag får vi.

Dermed så kan vi konkludere at hvis man ønsker et økonomisk laste fly som ikke nødvendigvis flyr fort, så er det lurt å lage store vinger i både bredde og tykkelse, men om man vil lage et fly som skal fly fort (f.eks. jetfly) så er det lurt å velge en vinge som ikke er for tykk, eller bred.

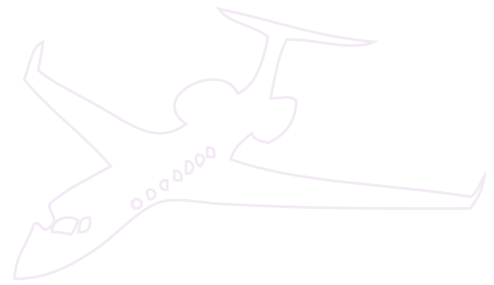
STAL

Hvis vi ser på stal vinkelen til de forskjellige vingene så ser vi at tykkere vinger staler ikke fult så lett som tynne vinger, (dermed kan man begrunne at det er viktig å verken ha for tynne eller for tykke vinger.)

Da vi testet V-vinger og omvendt v vinger så merket vi at det ikke var mye forskjell mellom de to vingene i vinkelmål, men det som vi observerte var at ved den tradisjonelle V vingen (der vingen er "BØYD" bakover) er at vingen begynner å stale ytterst, ved vingetuppene. Dette er et problem, siden vanligvis er kontrollflatene der, hele flyet blir også mye mer instabil som følge av dette.

Vi fant en forklaring på dette, og mener at det er det vi observerte: Da luftstrømmene går sakte, er det lettere for at en del av luftstrømmen går langs vingen, mot tuppen, i stedet for over vingen. Jo lengre ut man kommer jo mer luft blir revet med av luft som allerede går langs vingen. Da dette skjer ender det opp med at luftstrømmen som møter vingen går ut mot siden i stedet for å gå over. Dette medfører at vingen ikke får produsert nokk oppdrift. Dette kan man forestille seg på følgende måte: Du har en kniv blad som ligger skjevt med den skarpe siden opp, hvis du kaster en tomat på kniven rett ovenifra, så skjærer kniven tomaten rett i to (dette illustrerer situasjonen som oppstår da vingen beveger seg fort i forhold til luften). Men hvis du ikke kaster tomaten fult så hardt så kommer tomaten til å treffe bladet, men i stedet for å gå helt igjennom, så begynner det å skli ned langs knivbladet mot knivspissen. Denne effekten blir forsterket ettersom hvor mye brattere vingen er bøyd bakover.

Den omvendte V-vingen har aerodynamisk sett større fordeler en den vanlige V-vingen. Først og fremst staler vingen først innerst ved flykroppen og dermed klarer man å holde kontrollen lengre. I tillegg til dette så møter luften (som går langs flyvingen) flykroppen innerst, og dette igjen medfører at vingen slutter å stale helt innerst også. Dette er relevant til oppgaven siden vi skulle finne egenskapene til forskjellige vinger.



Feilkilder:

Selv om vi prøvde å få til størst mulig likhet mellom vingene, så er det ganske sikkert at det ikke er kun de variablene som vi ville forandre, som forandret seg. De minste forandringene i form kan skape såkalte "vortex-er" som er en type tornado. Vortexer påvirker aerodynamikken på mange forskjellige måter og kan skape både oppdrift og neddrift.

En annen feilkilde vi hadde var at det var mye av vinden som forsvant jo lengre vekk man kommer fra selve vindmaskinen. Ideelt sett skulle vi ha hatt en avgrenset vind-tunnel, men siden dette ikke var tilgjengelig så måtte vi ta til takke med den vindmaskinen vi hadde. Dette kan ha gjort at vinden varierte fra hver gang vi gjorde et forsøk. Heldigvis er ikke dette en stor feilkilde fordi vi har prøvd å gjøre forholdene så lik hverandre som mulig for hver forsøk.

Referanseliste:

url: <http://en.wikipedia.org/wiki/Airfoil> Nedlastningsdato 3.jan 2011

url: http://en.wikipedia.org/wiki/Fluid_dynamics Nedlastningsdato 3.jan 2011

url: http://en.wikipedia.org/wiki/Forward-swept_wing Nedlastningsdato 3.jan 2011

url: [http://en.wikipedia.org/wiki/stall_\(flight\)](http://en.wikipedia.org/wiki/stall_(flight)) Nedlastningsdato 3.jan 2011



NATURFAGSENTERET

NASJONALT SENTER FOR NATURFAG I OPPLÆRINGEN

Naturfagsenteret er et nasjonalt ressurscenter for opplæringen i naturfag i barnehage, grunnopplæring og lærerutdanning.

Målet er å styrke kompetansen i og motivasjon for naturfag hos elever og lærere. Dette skal gjøres ved å utvikle og forbedre innhold og metode gjennom forsknings-, forsøks- og utviklingsprosjekter.

Våre nettsted

naturfagsenteret.no

senterets virksomhet

naturfag.no

ressurssted for lærere

viten.no

ressurser for elever

miljolare.no

bærekraftig fokus

kartiskolen.no

webatlas for skole

naturesekken.no

nærmiljøet som klasserom

lektor2.no

arbeidsliv møter klasserom

Våre tidsskrifter



Konferanser

Naturfag-
konferansen

Forskerfrøkonferansen
for barnehage

Forskning

Klasseromsnær forskning knyttet til gode lærings- og arbeidsmåter i naturfag, rekruttering og vurdering. Sentrale prosjekter er Forskerføtter og Leserøtter, Geoprogrammet og re:K:rutt.