

Sebastian Skårslette Trondal, Simen Stillingen,
Hozan Banko

Digital læringsressurs i medisinsk mikrobiologi

Utvikling av nettsiden <https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005>

Bacheloroppgave i Bioingeniørfag

Veileder: Marthe Lind Kroknes

Mai 2023

Sebastian Skårslette Trondal, Simen Stillingen, Hozan Banko

Digital læringsressurs i medisinsk mikrobiologi

Utvikling av nettsiden <https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005>

Bacheloroppgave i Bioingeniørfag
Veileder: Marthe Lind Kroknes
Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for naturvitenskap
Institutt for bioingeniørfag



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne bacheloroppgaven ble skrevet ved fakultet for naturvitenskap ved institutt for bioingeniørfag på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim. Bacheloren er utført i samarbeid med faglærer i medisinsk mikrobiologi ved institutt for bioingeniørfag. Oppgaven handler om videreutvikling av opplæringsressursen ved institutt for bioingeniørfag. Vår oppgave omhandler temaet medisinsk mikrobiologi og ble utført på instituttets arealer på Laboratoriesenteret.

Vi vil gjerne takke vår faglige veileder og prosessveileder Marthe Lind Kroknes. Hun har gitt oss svært god hjelp både faglig og språklig underveis i arbeidsprosessen. Videre vil vi også gjerne takke Gaute Bjørnli fra seksjon for læringsstøtte for en meget god innføring i H5P. Vi vil takke avdeling for medisinsk mikrobiologi seksjon substrat for tilgang på vekstmedier, og seksjon diagnostikk for tilgang på bakterier og sopp.

Sebastian Skårslette Trondal

Simen Stillingen

Hozan Banko

Sted: Trondheim

Sted: Trondheim

Sted: Trondheim

Dato: 19/05/2023

Dato: 19/05/2023

Dato: 19/05/2023

Signatur:

Signatur:

Signatur:

Sebastian S. Trondal

Simen Stillingen

Hozan Banko

Sammendrag

Hensikten med denne oppgaven er å skape nytt innhold til den allerede eksisterende digitale opplæringsressursen som er tilgjengelig for studenter ved bioingeniørutdanningen. I denne oppgaven er det hovedfokus på urin som prøvemateriale, i tillegg til mikroorganismene virus, sopp og parasitter. Nettressursen inneholder også tekster og oppgaver om resistensbestemmelse samt en digital omvisning i laboratoriet. Som et supplement til praktiske og teoretiske øvinger har det vært et ønske om å utarbeide en digital læringsressurs. Nettressursene inneholder en kombinasjon av fagtekst og tilhørende oppgaver som kan brukes både i undervisningen, og som egenarbeid for studentene.

Nettressursene er utarbeidet med det digitale verktøyet H5P, et HTML5 basert program som gjør det mulig å lage interaktive oppgaver som kan brukes på alle nettsider med en H5P-plugin. Alle bilder og videoer som er brukt i oppgavene er enten egenproduserte, eller brukt med lisens. H5P-oppgavene som ble laget ble introdusert med en fakta-tekst før vi har oppgaver relatert til teksten. Hovedfokuset er lagt på urin-oppgavene. Disse handler generelt om urin, om prøvetagning, feilkilder, utsåing, dyrkning og om identifisering av bakterier. Oppgavene om mikroorganismer inneholder fakta om deres oppbygning og klassifisering, samt annen grunnleggende informasjon. Ressursen om resistensbestemmelse har generell info om resistensbestemmelse og en video som viser hvordan man utfører agardiffusjon. Den digitale laboratorieomvisningen er sammensatt av bilder og tilhørende tekst om ulike objekter og områder på laboratoriet.

Det er flere positive sider ved å benytte en digital opplæringsressurs i forbindelse med undervisning i medisinsk mikrobiologi. Studentene kan dra nytte av læringsressursen både før, etter og underveis i forelesninger og laboratoriekurs. En digital læringsressurs har fordelen av å alltid være tilgjengelig, slik at studentene selv kan velge når og hvor de ønsker å benytte seg av den. Formålet med ressursen er ikke å erstatte deler av undervisningen, men heller supplere den allerede eksisterende undervisningen.

Abstract

The purpose of this bachelor project was to create new content for the existing digital resource which is accessible to Biomedical Laboratory Scientist students. Our focus is on urine samples, in addition to the microorganisms viruses, fungi, and parasites. As an addition to practical and theoretical assignments there has been a recurring wish for a digital resource that could help students. The digital resource contains a combination of facts, and assignments that adhere to them. These assignments can be used both during class and as a way of studying on your own.

The online resource is made with the digital tool H5P, a HTML5-based program that enables the making of interactive tasks that can be used on all websites with an H5P plugin. All the videos and pictures used in our tasks are either produced by ourselves or licensed. The H5P tasks were first introduced with a factual text followed by assignments related to this text. Our focus was our urine assignments. These contain information about urine in general, about sampling, sources of error, seeding, bacterial growth and identification of different bacteria. Our tasks related to microorganisms contain facts about their structure, nomenclature, and other basic information. The resource about anti-microbial resistance contains general information, and a video that shows how to perform agar diffusion. Our laboratory tour is made up of static images and text about different objects and areas of the lab.

There are several good reasons to use a digital learning resource for teaching medical microbiology. The students can benefit from the resource both before, during and after class. A digital learning resource has the advantage of always being accessible so students themselves can choose when and where they want to use it. Our goal with the resource is not to replace class, but rather supplement it.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag	II
Abstract	III
1 Innledning	1
1.1 Medisinsk mikrobiologi	1
1.1.1 Bakterier.....	1
1.1.2 Virus.....	4
1.1.3 Sopp	6
1.1.4 Parasitter	11
1.2 Urin – materiale.....	16
1.2.1 Patogene mikrober i urin.....	16
1.2.2 Utsåing og dyrkning av urin	17
1.2.3 Identifisering	19
1.3 Resistensbestemmelse ved agardiffusjon	22
1.4 H5P oppgaver som digital læringsressurs	23
1.4.1 Bruk av H5P.....	23
1.4.2 Medisinsk mikrobiologi i bioingeniørutdanningen.....	24
1.5 Hensikt med oppgaven	24
2 Materiale og metode	25
2.1 Forberedelser	25
2.2 Praktisk arbeid.....	25
2.2.1 Laboratoriearbeid for å produsere bilde- og videoinnhold	25
2.2.2 Vekstmedium og biokjemiske tester	26
2.2.3 Fotografering, filming og redigering	28
2.3 Utarbeiding av innhold i H5P.....	28
3 Resultater	34
3.1 Wordpress.....	34
3.2 Innhold	34
3.2.1 Hva er et virus?	35

3.2.2 Hva er en sopp?.....	39
3.2.3 Hva er en parasitt?	42
3.2.4 Urin	45
3.2.5 Resistensbestemmelse.....	47
3.2.6 Lab-omvisning	48
4 Diskusjon	51
4.1 Muligheter og begrensninger ved opplæringsressurs i mikrobiologi.....	51
4.2 Innhold i opplæringsressursen.....	52
4.3. WeVideo.....	53
4.4 Tekniske utfordringer	53
4.5 Konklusjon og videre arbeid	54
Referanser	55
Vedlegg	57

1 Innledning

1.1 Medisinsk mikrobiologi

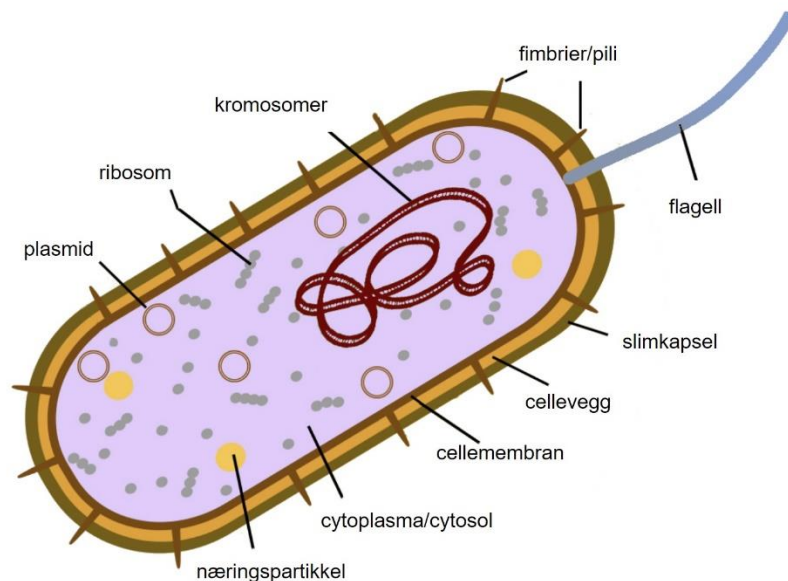
Medisinsk mikrobiologi er læren om mikroorganismer som kan forårsake sykdom. Mikrobiologi har sin opprinnelse fra 1600-tallet når mikroskopet først ble funnet opp, men oppdagelsen av mikroorganismer var tilfeldig ettersom mikroskopene ofte var brukt til andre formål. Anton van Leeuwenhoek var en handelsmann fra Nederland som brukte et egenlaget mikroskop for å studere kvaliteten av tekstiler. Etter hvert studerte han også materialer som hud, blodceller, faeces og sæd. Han var en av de første som oppdaget og beskrev mikroorganismer. (1)

Det var ikke før midten av 1800-tallet man begynte å forbinde mikroorganismer med sykdom. Før dette var det miasmateorien som var sentral. Denne teorien gikk ut på at sykdom kom fra vonde lukter som kom fra råte i naturen. Teorien var utbredt og var konsensus helt til midten av 1800-tallet. Louis Pasteur gikk imot denne teorien etter å ha observert at bakterier ga «sykdom» i vin. Fra dette la han til slutt grunnlaget for fagfeltet medisinsk mikrobiologi. (1)

Siden den tid har det vært stor utvikling innen fagfeltet medisinsk mikrobiologi. Mikroskopet er fremdeles en sentral og viktig del av faget, men ny teknologi som for eksempel spesifikke dyrkingsmedium, DNA-tester, PCR og biokjemiske tester har gitt oss ny kunnskap og forståelse for fagområdet.

1.1.1 Bakterier

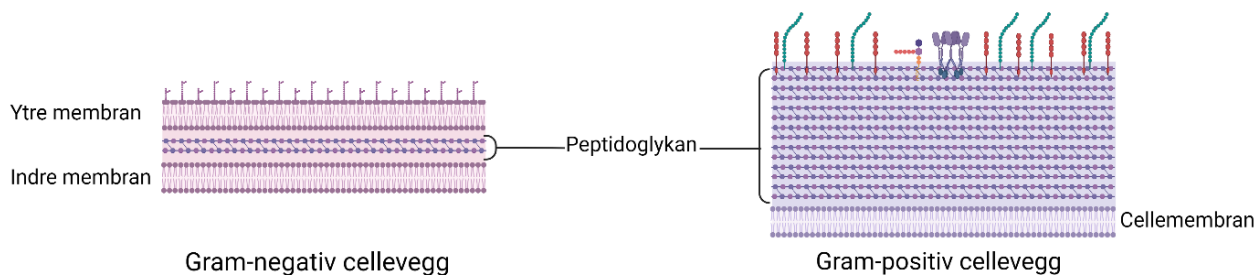
Bakterier er prokaryote og encellede organismer, som finnes overalt, i luft, vann, jord og i andre organismer. Bakterier er tilpasningsdyktige organismer som kan overleve i både varme og kalde omgivelser og de formerer seg når de har tilstrekkelige livsvilkår. Bakterier har eksistert i ca. tre milliarder år. I motsetning til eukaryote organismer (sopp, planter og dyr) har bakterier arvematerialet sitt løst i cellen uten avgrenset cellekjerne. (2) Den generelle oppbygningen til en bakterie er vist i figur 1.



Figur 1: Skjematisk fremstilling av en bakteriecelles oppbygning. (3)

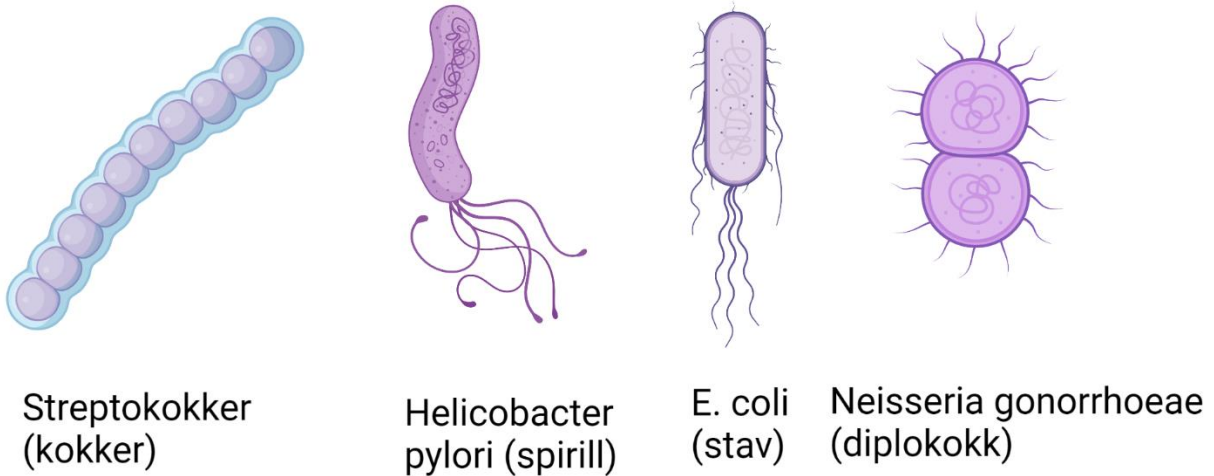
Bakterier påvirker mennesker på mange måter, for eksempel ved å påvirke helsa vår, de spiller en stor rolle innenfor landbruk, miljø, mat, industri og energi. Selv om de fleste bakterier er nyttige for mennesker enten direkte eller indirekte, er de ofte forbundet med sykdom og død. (4)

Bakterier kan deles inn i de to hovedgruppene gram positive og gram negative bakterier, basert på peptidoglykanlaget i celleveggen. Gram positive har mye peptidoglykan i celleveggen mens gram negative har lite peptidoglykan i celleveggen. De to typene cellevegg er vist i figur 2. Gram negative bakterier farges rosa og gram positive farges lilla/blå ved gram-farging. (5)



Figur 2: viser forskjellen mellom peptidoglykanlaget i celleveggen hos bakterier. Gram negative bakterier har et tynt peptidoglykanlag omsluttet av en indre- og ytre membran, mens gram positive bakterier har et tykt peptidoglykanlag og en indre cellemembran. Figuren er laget med BioRender.com. (6)

Bakterier kan deles videre i to hovedformer ut ifra morfologi; kokker (rund form) og staver (avlang form). Det finnes også spiriller, for eksempel *Helicobacter pylori*, som vist i figur 3. De ulike formene kan ses ved mikroskopering av bakteriene. (5)



Figur 3: viser bakterier morfologi, koker, staver og spiriller. Figuren er laget med BioRender.com. (6)

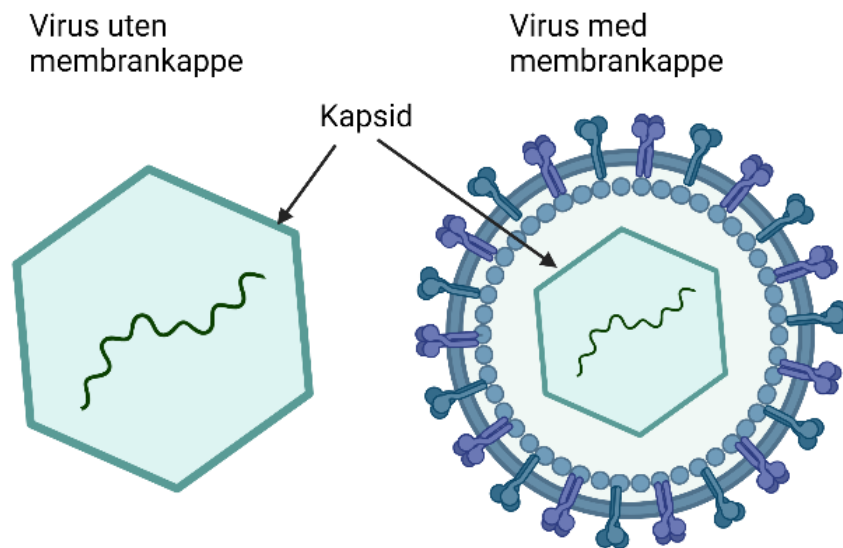
Bakterier kan også deles inn i grupper basert på deres metabolisme. De fire gruppene er obligat aerob, obligat anaerob, fakultativ anaerob og mikroaerofil. Obligat aerobe vil si at bakterier benytter oksygen (O_2) i sin metabolisme, der O_2 fungerer som terminal elektronmottaker. Obligat aerobe bakterier overlever derfor kun aerobt (med tilgang på oksygen). Obligat anaerobe bakterier overlever kun anaerobt, ettersom oksygen er toksisk for dem. Fakultativt anaerobe bakterier kan vokse både med og uten nærvær av oksygen. Et eksempel på en fakultativ anaerob bakterie er *E. coli*. Mikroaerofile bakterier kan vokse med lav mengde O_2 og høy mengde CO_2 . Mikroaerofile bakterier tåler ikke store mengder oksygen. Et eksempel på en mikroaerofil bakterie er *Helicobacter Pylori*. (5)

Bakterier som fremkaller sykdom, altså patogene bakterier, har ulike virulensfaktorer. Eksempler på virulensfaktorer hos bakterier kan være kapsel, nedbrytende enzymer, adhesiner, toksiner og andre mekanismer for å unngå kroppens immunforsvar, kolonisere og skade kroppens vev. De fleste patogene-bakterier har flere virulensfaktorer. For eksempel benytter stafylokokker både

nedbrytende enzymer, toksiner, koagulase, katalase og adhesiner. Forskjellige stammer fra samme bakterieart kan utrykke forskjellige virulensfaktorer til ulik tid. (4)

1.1.2 Virus















Virus er en av mikroorganisme som står bak mange av de historisk viktigste sykdommene mennesker kjenner til, blant annet HPV, influensa, HIV og meslinger. Virus er i prinsippet en ikke-levende mikroorganisme og de er avhengige av levende celler for å kunne formere seg. Alle virus har arvestoff innpakket i et kapsid eventuelt omgitt av en membran. Kapsidet er et solid proteinskall som omslutter virusets arvestoff og har en funksjon både som beskyttelse av arvestoffet og ved virusreplikasjon. Virus er enten med membran eller uten membran (nakent). Figur 4 viser forskjellen mellom de to typene. Arvestoffet inneholder gener som er nødvendige for at cellen skal kunne produsere nye virus. Alle levende celler, prokaryote og eukaryote, kan være verter for et utvalg virus, men ikke alle celler kan være verter for alle typer virus. (5)



Figur 4: viser forskjellen i oppbygning mellom virus uten membrankappe og virus med membrankappe. Figuren er laget med BioRender.com. (6)

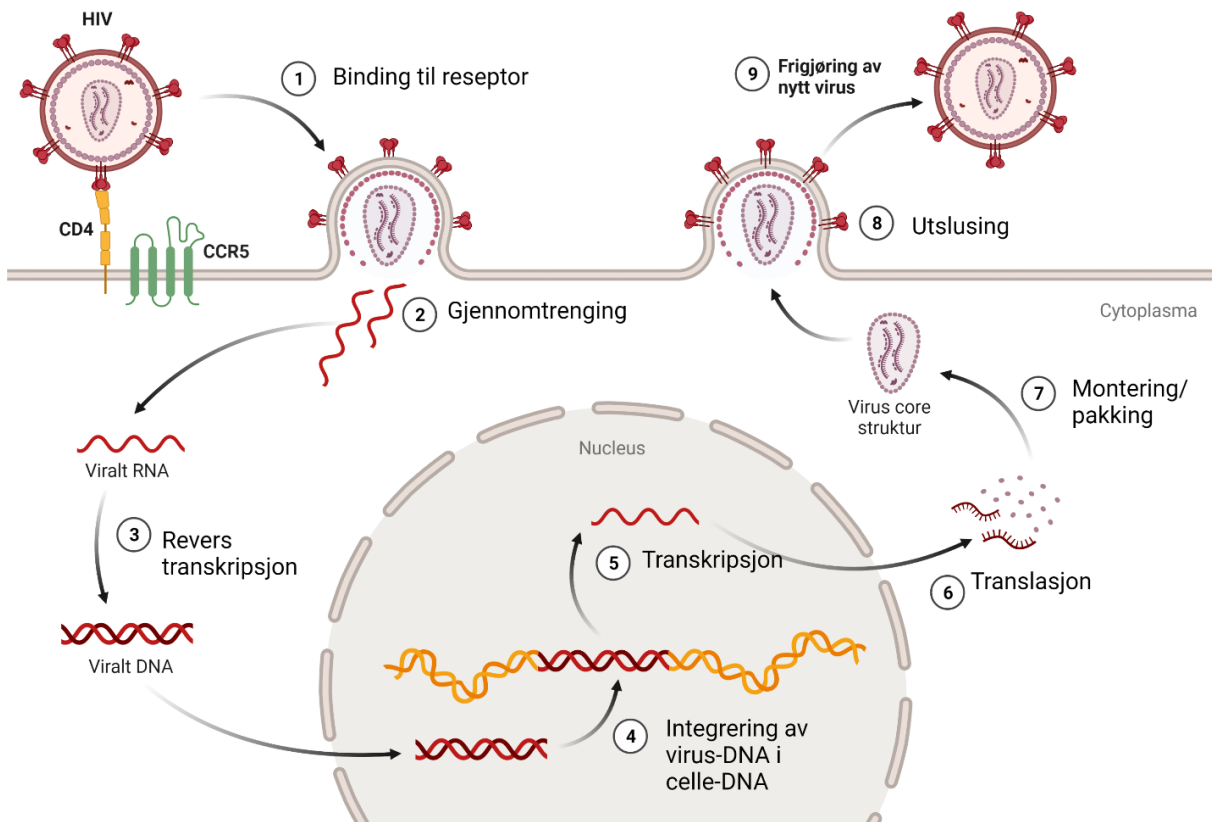
Virus kan deles i syv forskjellige grupper basert på hvilken type arvestoff viruset har. Denne klassifiseringen kalles Baltimore, og er illustrert i figur 5. Virusarvestoffet kan enten være DNA eller RNA, virus-DNA kan foreligge enkelttrådet (ssDNA) eller dobbeltrådet (dsDNA). Virus-RNA er som oftest enkelttrådet (ssRNA) men noen virus har også dobbeltrådet RNA (dsRNA). (7)

Baltimore-klassifikasjon av virus

Gruppe	Eksempel	Arvestoff
Gruppe 1 dsDNA	 Koppevirus	 dsDNA
Gruppe 2 +ssDNA	 Parvovirus	 +ssDNA
Gruppe 3 dsRNA	 Rotavirus	 dsRNA
Gruppe 4 +ssRNA	 Coronavirus	 +ssRNA
Gruppe 5 -ssRNA	 Meslingvirus	 -ssRNA
Gruppe 6 +ssRNA-RT	 HIV	 +ssRNA
Gruppe 7 dsDNA-RT	 Hepatitt B	 dsDNA-RT → +ssRNA

Figur 5: Viser Baltimore klassifikasjon av virus. Klassifiseringen deler virus inn i 7 grupper basert på typer arvestoff. Figuren er laget i BioRender.com. (6)

Om et virus kommer seg inn i en organisme kan det utvikles en virusinfeksjon. Virus kan komme inn i kroppen og smitte mennesker på forskjellige måter. Smittemåten kan for eksempel være innånding av viruspartikler i luft (luftsmitte eller dråpesmitte), via mat eller drikke, via insektstikk, dyrebitt og gjennom slimhinner i kjønnsorganer eller munnhulen under seksuell aktivitet. På overflaten til virus sitter mange proteiner som brukes for å binde seg til korresponderende reseptorer på overflaten til vertscellen. Viruset trenger seg deretter inn i vertscellen, og frigjør viralt arvestoff i vertscellen. Etter frigjøringen av arvestoffet begynner vertscellen å transkribere det virale arvestoffet og translaterer viralt RNA til virus-proteiner. Til slutt pakkes det nyproduserte arvestoffet og proteiner inn, og det nye viruset frigjøres av vertscellen slik at det kan infisere en ny celle. (8) Prosessen er vist i figur 6.



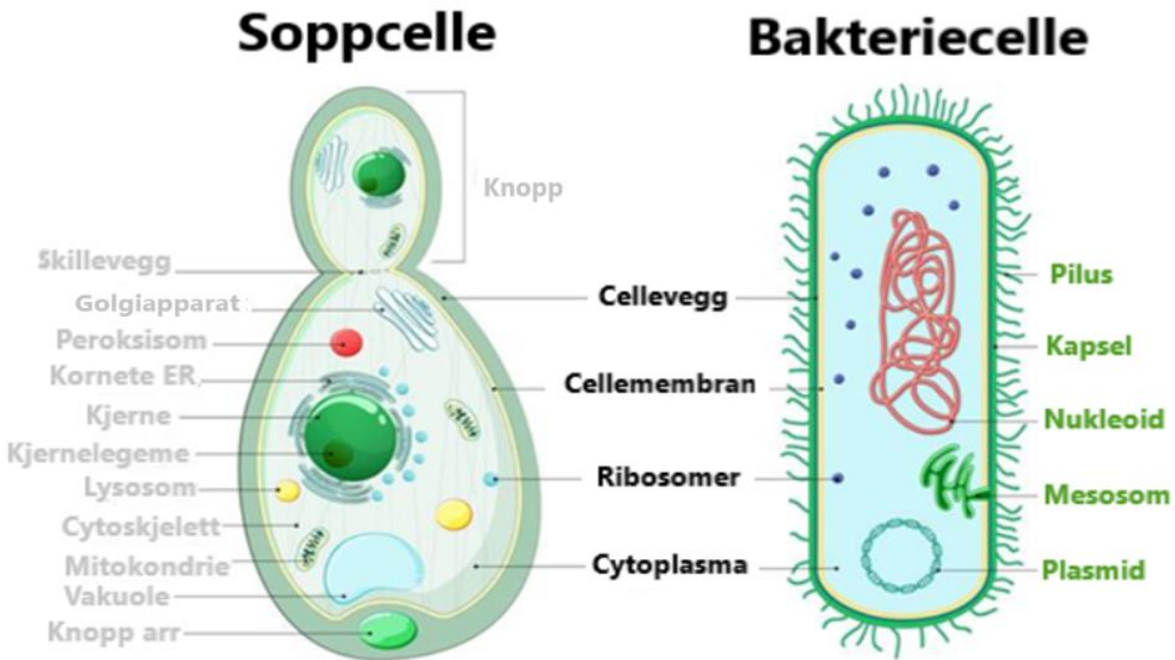
Figur 6: Viser virussyntese i 9 trinn. 1: Binding til reseptor. 2: Viruset trenger inn i vertscellen og frigjør arvestoffet. 3: Revers transkripsjon av viralt RNA til viralt DNA. 4: Arvestoffet transporteres til kjernen og integreres i cellens DNA. 5: Transkripsjon av nytt viralt arvestoff. 6: Translasjon av virus arvestoff til virusproteiner. 7: Montering/pakking av virusproteiner til virus core struktur. 8: Utslusing av nytt virus. 9: Frigjøring av nytt virus. Figuren er laget i BioRender.com. (6)

1.1.3 Sopp

Sopp er eukaryote celler som på mange måter ligner planteceller. Til forskjell fra planteceller har ikke soppceller kloroplaster med klorofyll i cytoplasma. I celleveggen til soppceller finnes det kitin, dette er et karbohydrat som danner store polysakkarider og som beskytter godt. Insekter, skalldyr og sopp bruker alle kitin for å beskytte seg. (9)

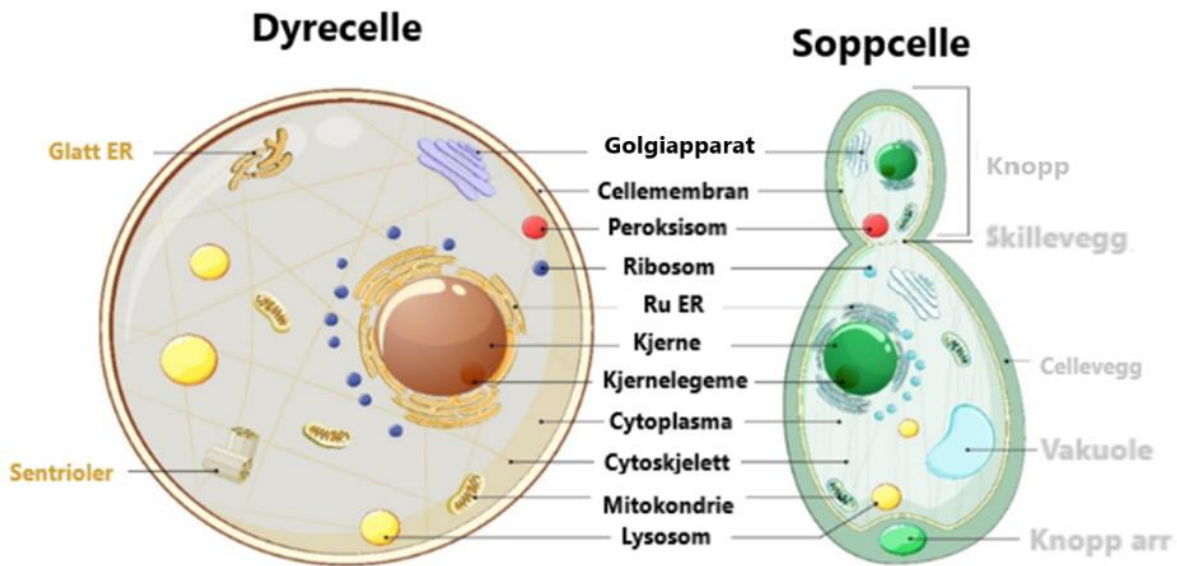
Soppceller er veldig ulike bakterieceller. Selv om begge har utviklet seg til å ha cellevegger og cellemembran er det få ting som er likt ved disse cellypene. Bakterier har f.eks. ingen kjerne, men inneholder fritt DNA eventuelt også plasmider. En soppcelle har en kompleks kjerne, med endoplasmatisk retikulum liggene rundt kjernen. De få komponentene de har til felles er det absolutt mest grunnleggende, og nødvendige for overlevelse, nemlig cytoplasma, ribosomer og cellemembran. Celleveggen er ikke nødvendig for overlevelse, men den hjelper begge cellyper

å kunne overleve.(1) Figur 7 viser oppbygningen til en soppcelle og en bakteriecelle, og får frem likheter og forskjeller mellom de to typene.



Figur 7: viser forskjeller og likheter mellom en soppcelle og en bakteriecelle. (10)

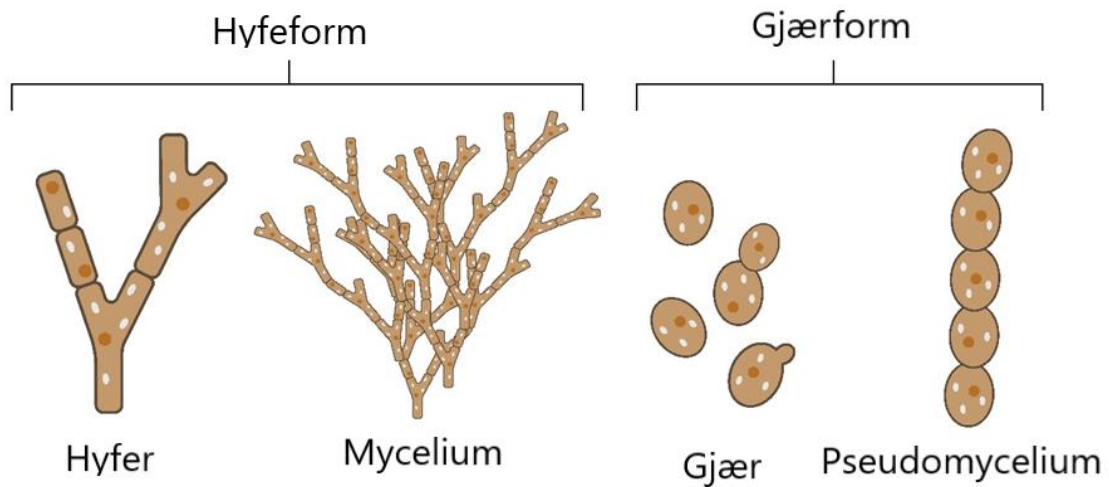
Soppceller har flere fellestrekk med animalske celler ved deres innhold. Som vist i figur 8 har soppceller mange av de samme organellene som animalske celler og dermed mange av de samme funksjonene. Forskjellen mellom dyreceller og soppceller er at dyreceller inneholder glatt endoplasmatisk retikulum (ER) og sentrioler, mens soppceller har cellevegg. Glatt ER har som funksjon å syntetisere steroidhormoner og for å kontrollere kalsium. Sentrioler er hjelpestrukturer som hjelper dyrecellen under celledeling og for transport inne i cellen. Soppceller har en cellevegg for å beskytte seg. (11)



Figur 8: Viser oppbygningen til en animalsk celle og en gjærsoppcelle. Merk at dyrecellen har glatt endoplasmatisk retikulum og senterioler, mens soppcellen har cellevegg i tillegg til andre strukturer som knopper. (12)

Sopp kan deles inn etter om de danner flercellede eller encellede strukturer. Encellede sopper er enkle sopper som ikke danner hyfer og mycelium. Flercellede sopper danner mer komplekse nettverk av hyfer og de kan ses under mikroskopet som lange trådlignende filamenter. De aller fleste sopper er saprofytter mens noen få er parasittiske. Saprofytter er organismer som lever av å bryte ned dødt materiale. En parasittisk sopp infiserer levende organismer og stjeler næring mens organismen lever. Både saprofytiske og parasittiske sopper kan danne sporer, som har som funksjon å spre soppen. Ikke alle sopptyper er patogene, men flere arter kan gi infeksjoner i hår, hud, negler og lunger. (1) Figur 9 viser en oversikt over strukturforskjellen mellom flercellede sopper og encellede sopper.

Soppmorfologi



Figur 9: Viser strukturforskjeller mellom flercellede sopper og encellede sopper. Til venstre ses hyfedannelse og mycelium, mens til høyre ser en hvordan gjærceller danner strukturer. (13)

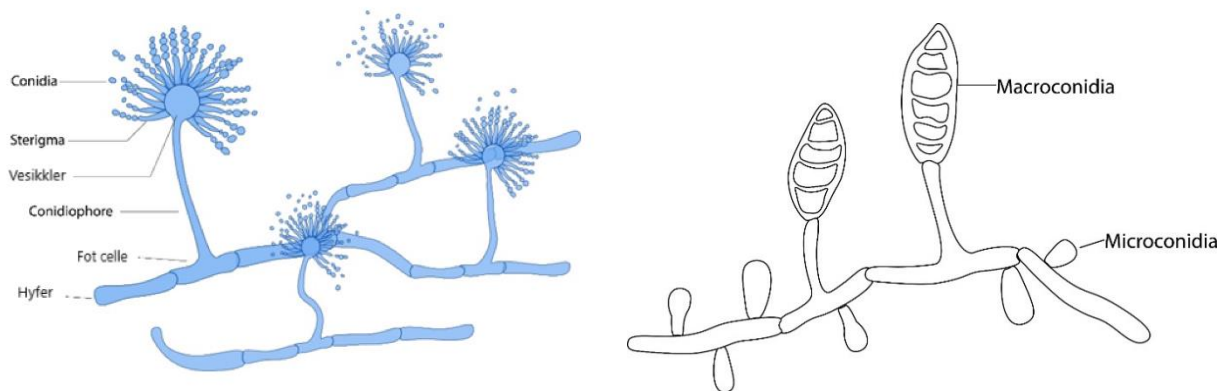
På laboratoriet kan en dyrke sopp på spesielle agarskåler for å identifisere årsaken til infeksjoner. En slik type agar er Saboraud glukose agar. Denne agarskålen er tilsatt glukose, gentamicin og kloramfenikol. Glukose er et næringssubstrat, mens gentamicin og kloramfenikol er antibiotika som hindrer at bakterier klarer å vokse. Sopp trenger normalt lengre tid til å formere seg enn det bakterier gjør. Dyrkningstiden på sopp avhenger av hvor prøvematerialet kommer fra. Prøver fra hud, hår og negler kan kreve flere uker inkubasjon, mens urogenitale prøver trenger noen dager. (14)

Ved identifisering av sopp skiller man mellom encellet gjærsopp og flercellede filamentøse sopper. Encellet gjærsopp testes med blant annet en serumtest. Denne testen innebærer å blande en soppkoloni i serum for å deretter undersøke blandingen i mikroskop. I mikroskopet kan man observere om soppen har dannet kimrør. Serumtest med kimrørdannelse er vist i figur 10. Disse formasjonene er spesifikke for arten *Candida albicans* og er forløpere til pseudomycel som er vist i figur 9. (14)



Figur 10: Mikroskopbilde av en positiv serumtest. Kimrørdannelsen synes som rørliknende strukturer som stikker ut fra enkelte C. albicans-celler. En av cellene med kimrørdannelse er markert med sort sirkel.

Filamentøse sopper vurderes ut fra farge, tekstur, koloniform og veksthastighet. En annen måte å skille de på er ved å lage preparat hvor en ser etter spesifikke strukturer. Figur 11 viser forskjellen mellom en dermatofytt og en muggsopp. Selv om begge er filamentøse sopper ser de helt forskjellige ut under et mikroskop. (14)

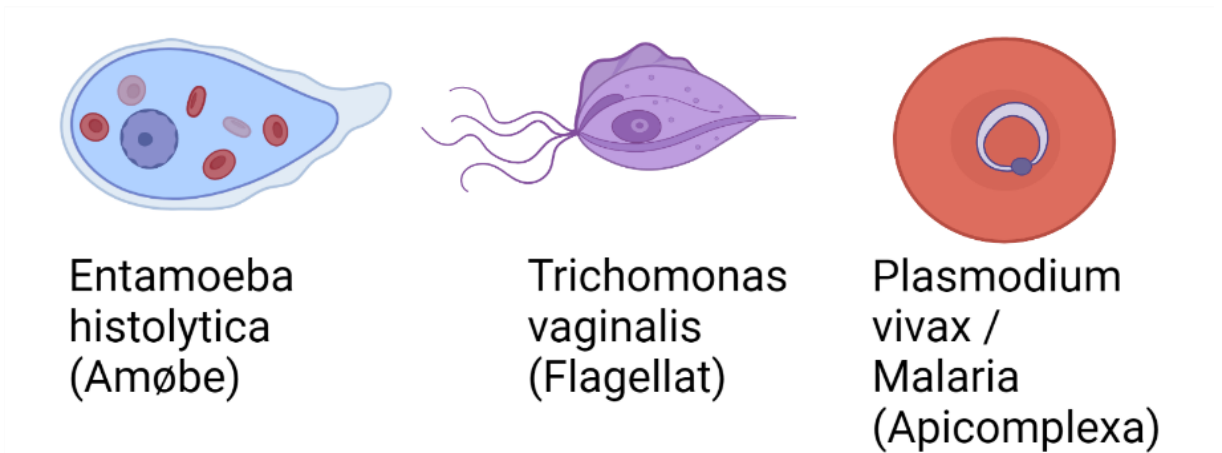


Figur 11: viser de forskjellige strukturene til muggsoppen *aspergillus* (venstre) og dermatofyten *microsporium canis* (høyre). Filamentøse sopper kan ha store variasjoner mellom strukturene de danner og kan derfor bli identifisert basert på grunnlag av dette. (15,16)

1.1.4 Parasitter

Betegnelsen parasitter kan brukes om alle organismer som har et parasittisk forhold til en vertsorganisme. Et parasittisk forhold, vil si at parasitten utnytter verten, på bekostning av den. Bakterier, virus og sopp kan alle ha parasittiske egenskaper, og kan derfor sees på som parasitter. I tillegg finnes det et eget fagfelt, parasittologi, som dreier seg om en egen gruppe organismer som kalles parasitter. (17) Organismene innenfor parasittologi er eukaryote organismer. De kan være encellede eller multicellulære. (18) I tillegg deles parasittene inn i endoparasitter og ektoparasitter, etter om de henholdsvis lever inne i vertsorganismen, eller på overflaten. (19) I medisinsk mikrobiologi deles parasittene i hovedsak inn i encellede protozoer og flercellede helminter (ormer). (19)

Protozoene er mikroskopiske, og kan være enten intra eller ekstracellulære. Det finnes mange undergrupper protozoer. (19) Figur 12 viser skjematisk fremstillinger av en amøbe, en flagellat og en apicomplexa, som alle er undergrupper av protozoer.



Figur 12: Eksempler på ulike typer protozoer. Figuren er laget med BioRender.com. (6)

De fleste protozoer har ukjønnnet celledeling som formeringsform. Mange protozoer har ulike tilstander av samme celle: for eksempel en aktiv form for bevegelse og celledeling, og en inaktiv form for å beskytte seg mot ytre påvirkning. (19)

Helminter er flercellede ormer. De er større og mer komplekse enn protozoene. Helminter har typisk en frem- og bakende, et tarmsystem, og flertallet benytter kjønnnet formering. De to hovedgruppene helminter er rundormer og flatormer. Disse er vist i figur 13. Modne helminter kan bli værende i en vert, og spre egg eller larver som overføres til omgivelser, og potensielt til en annen vert. Livssyklusen til helmintene inneholder ofte flere verter, og smitteveien er ofte kompleks. De færreste har en direkte smittevei som fekal-oral smitte. En typisk smittevei kan være for eksempel via dårlig varmebehandlet mat, eller via insekter. (19)

Helminter:

Rundorm



Flatorm



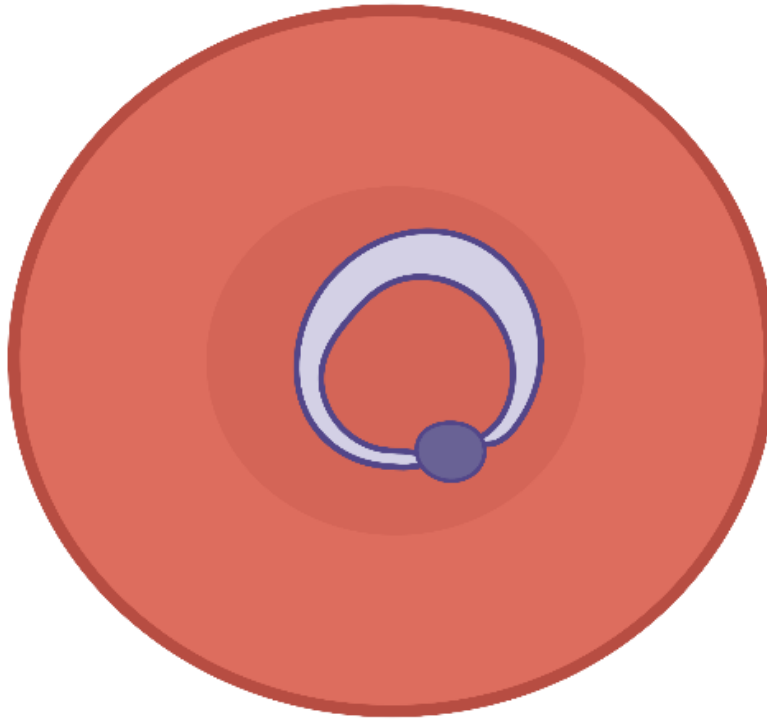
Figur 13: Illustrasjon av de to typene helminter; rundorm og flatorm. Flatormen er illustrert lateralt og dorsalt Figuren er laget med BioRender.com. (6)

Det er av parasitters interesse å holde verten i live, og det er derfor hensiktsmessig å ikke skade verten i særlig stor grad. Parasitter, spesielt helminter, fører derfor sjeldent til død, selv om de ofte fører til sykdom.

Parasitter har ulike mekanismer for å unngå vertens immunforsvar, for eksempel å kamuflere seg med vertens antigener, eller ved å hyppig bytte ut antigener på overflaten. Dette bidrar til at det adaptive immunforsvaret får store utfordringer med å danne en varig immunitet, i tillegg til at det også blir svært vanskelig å utvikle vaksiner mot parasitter. (19)

1.1.4.1 Malaria

Malariasykdom skyldes fem arter protozoer: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax* som er vist i figur 14, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae* og *Plasmodium knowlesi*. (20)

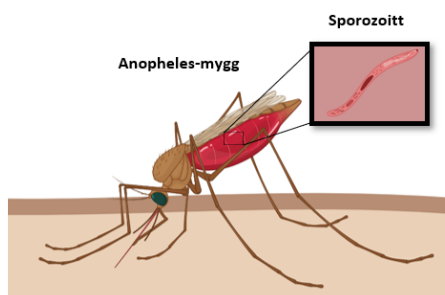


Figur 14: Illustrasjon av *plasmodium vivax*, en av malaria-parasittene. Parasitten er inne i en rød blodcelle. Figuren er laget med BioRender.com. (6)

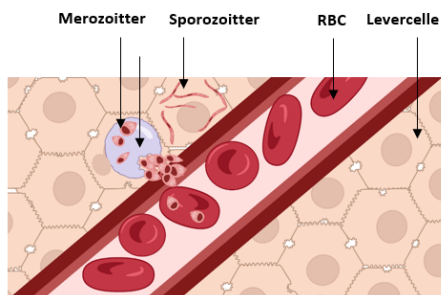
Globalt sett sees Malaria som den viktigste parasittsykdommen, ettersom den årlig fører til flere hundre tusen dødsfall. Sykdommen er i hovedsak utbredt i Afrika, sør for Sahara. Hos feberpasienter som har oppholdt seg i et endemisk område, skal man teste for malaria.

Malaria smitter via blod, som oftest via myggstikk. (20)

Livssyklusen til malaria-parasittene inneholder ulike former, avhengig av hvor den befinner seg. Parasitten starter som en sporozoitt i myggen, går over til merozoitter i leveren og i blodet blir de til gametozytter. (7) Livssyklusen er illustrert i figur 15:

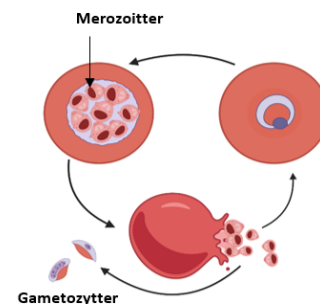


I forbindelse med myggstikk injiserer en infisert mygg plasmodier, i form av **sporozoitter**, direkte i blodet til verten.



Sporozoittene transporteres via blodet til leverceller, og formerer seg. I levercellene går **sporozoittene** over til **merozoitter**.

Levercellene sprekker etter 1-3 uker. **Merozoittene** frigjøres til blodet og infiserer røde blodceller (RBC).



Det skjer en ny formering i røde blodceller. Til slutt sprekker blodcellene. Noen **merozoitter** infiserer nye erythrocytter, mens andre går over til kjønnede former (**gametozytter**).

Gametozyttene kan overføres til en ny mygg, og gjennomgår en seksuell formering og omdannes til sporozitter. De kan dermed smitte en nye vert.

Figur 15: Livssyklusen til malaria. (5) Figuren er laget med BioRender.com (6)

Hovedsymptomet på malaria er vekslende feber. Årsaken til dette er den repeterende syklusen av ødeleggelse av røde blodceller. Visse arter gir febertopper etter spesifikk tid, f.eks hver 24. eller 48. time, mens *P. falciparum* ofte har uregelmessige sykluser. Andre symptomer som kan oppstå ved malaria er nedsatt bevissthet og kramper. (20) Inkubasjonstiden fra smitte til symptomer er typisk 7-30 dager, men kan variere mye avhengig av hvilken variant av parasitten pasienten er smittet med, og om pasienten har fått profylaktisk behandling. (21)

I laboratoriediagnostikk må man påvise enten plasmodier eller plasmodium-antigen i pasientens blod, for å kunne stille diagnosen. For å påvise plasmodier mikroskoperes blodet, enten blodutstryk (tynn dråpe), eller i tykk dråpe (ikke utstrøket). For å påvise antigen kan man benytte antigenester/hurtigtester. Det finnes også PCR-analyser for spesifikke typer plasmodier, som brukes ved enkelte sykehus. (21)

1.1.4.2 Bendelormer

Bendelormer er en type helminter som kan bli flere meter lange. De er flatormer som holder til i tarmkanalen til verten, og stjeler næring fra fordøyelseskanalen. Å ha bendelormer gir ofte ingen symptomer, men man kan oppleve nedsatt almenntilstand, uvellet, kvalme og vekttap. Bendelormer påvises ved at de observeres i avføring eller undertøy. (22) Å observere

bendelormer eller rester av bendelormer uten mikroskop er mulig på grunn av den relativt store størrelsen i forhold til andre mikroorganismer.

1.2 Urin – materiale

Urin er ikke et ideelt vekstmedium for mikroorganismer, da det har en sur pH og begrensede næringsstoffer, noe som hemmer bakterievekst. Videre kan det være vanskelig å oppdage mikrober i urinprøver, ettersom de kan dø før prøven blir dyket. Urin anses vanligvis som en steril væske, men kan bli kontaminert av pasientens normalflora hvis prøven er tatt ved urinering. Ved blærepunksjon er det mindre sannsynlighet for kontaminering av prøven, ettersom det er en steril prøvetakingsmetode. (23)

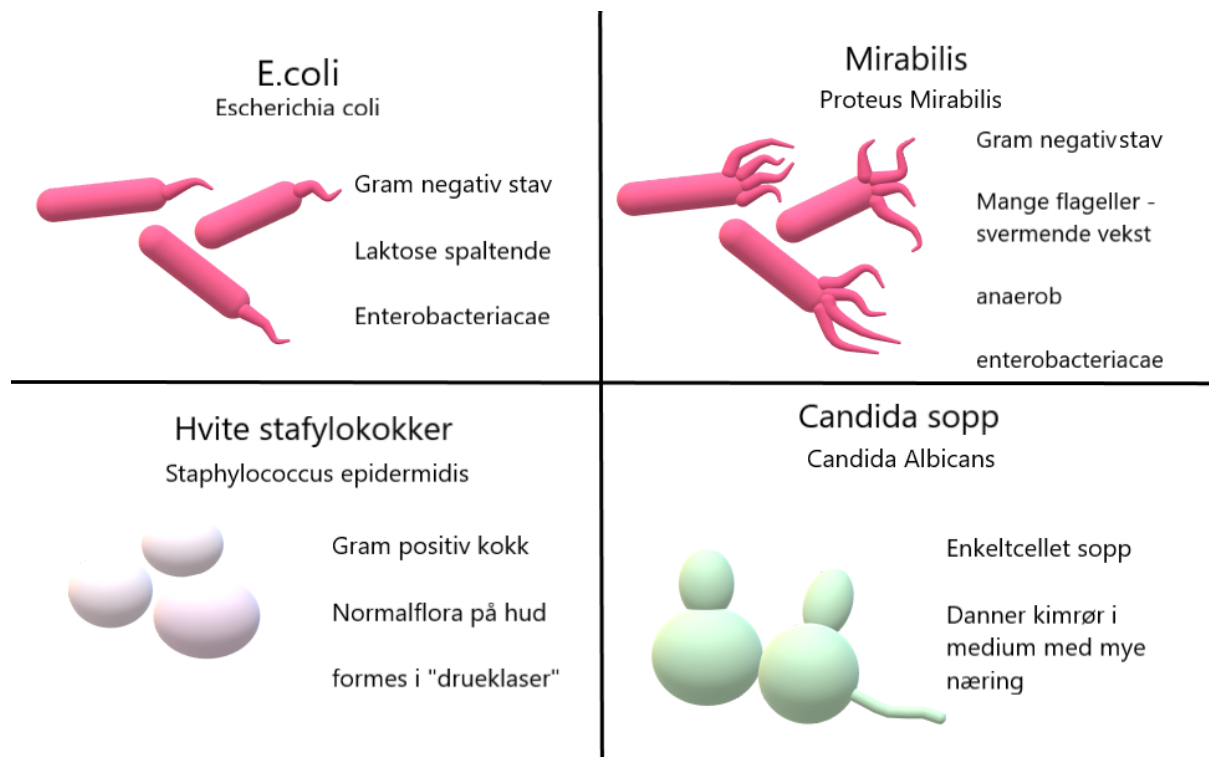
For å kontrollere om en pasient har urinveisinfeksjon (UVI) vurderes prøven etter ulike krav. Ved å telle antall kolonidannende enheter (CFU), kan man beregne konsentrasjonen av bakterier i urinprøven. Man må vite hvilket volum det var på øsa som ble benyttet for å så ut prøven, for at man skal kunne beregne konsentrasjonen. Om en bakteriologisk dyrkning av urin gir over 1000 CFU/ml, altså mer enn én koloni ved utsåing med 10^{-3} ml øse, kan det anses som en UVI. Det er en forutsetning at pasienten har symptomer for at det skal være en UVI. Eksempel på typiske symptomer er smerte ved vannlating eller feber. (14)

1.2.1 Patogene mikrober i urin

Urinveisinfeksjoner kan skyldes bakterier, virus, gjærsopp (*Candida*) og parasitter. Den vanligste bakterien er *E. coli* som er normalflora i tarm. Andre bakterier som *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, enterokokker, hvite stafylokokker og gule stafylokokker kan også forårsake urinveisinfeksjon. (6)

Urin som passerer urethra kan kontamineres av normalflora. Allikevel vurderer en oppvekst så lenge det ikke er mer enn to mikrobearter. Ved funn av flere enn to mikrobearter regnes prøven som forurenset og ny prøve bør sendes til laboratoriet. Patogene mikrober i urin er alle mikrober som gir symptomer. (14)

En sterk infeksjon i urinveier kan ha store konsekvenser, infeksjonen kan starte som en urinveisinfeksjon, men så bevege seg oppover og gi infeksjon i blære (blærekatarr), nyrer (nefritt) og blodbanen (bakteriemi). (23) I figur 16 er en oversikt over egenskapene til de forskjellige mikrobene som oftest gir urinveisinfeksjon.



Figur 16: Viser en oversikt over fire mikrober som ofte er forbundet med urinveisinfeksjon og typiske kjennetegn for å skille de fra hverandre. Figuren er laget med Paint3D.

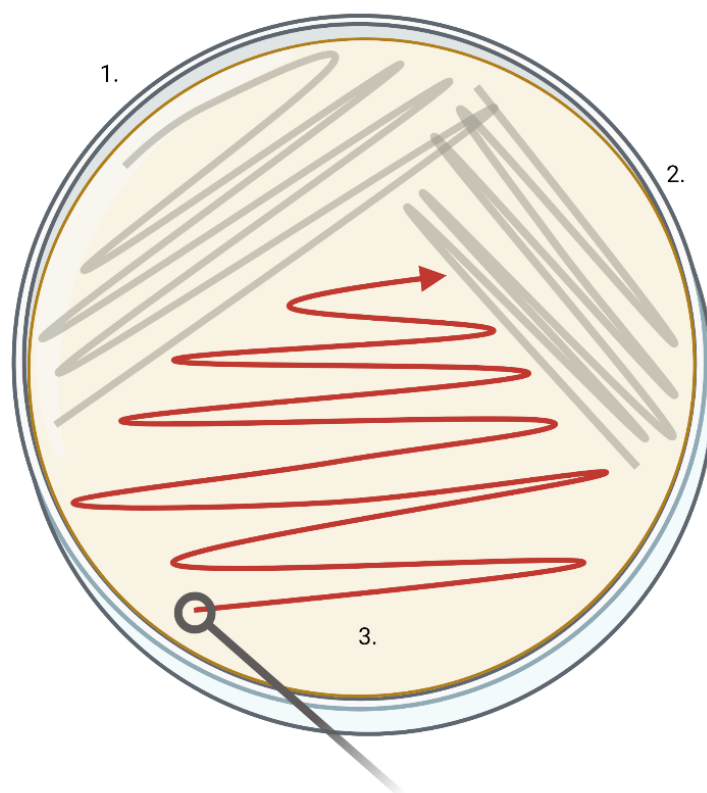
1.2.2 Utsåing og dyrkning av urin

Utsåing og dyrkingsmåte avhenger av hvilken type mikrobe man mistenker. Bakterier og sopp kan for det meste dyrkes på agarskåler. I studentlaboratoriet på bioingeniørstudiet benyttes tresektors fortynningsteknikk ved utsåing. Dette er vist i figur 17. Teknikken gjøres ved all utsåing til bakteriologisk dyrkning ved studentlaboratoriet. Urinprøver vurderes kvantitativt etter hvor mange kolonier en får oppvekst av. (14) I tabell 1 ser vi et eksempel på hvordan dette gjøres.

Tabell 1: Beregning av CFU/mL urin, ved bruk av 10^{-3} ml øse. (13)

<u>Antall mikrober pr mL urin</u>	<u>Antall mikrober i vekst på dyrkningsagar</u>
$>10^3 > 10^4$ CFU/mL	1-10 kolonier
$>10^4 > 10^5$ CFU/mL	10-100 kolonier
$>10^5$ CFU/mL	≥ 100 kolonier

Ved prøvematerialer som ikke er kvantitative vurderes eventuell oppvekst ut ifra antall soner med vekst. Vekst i ingen soner vurderes som ingen vekst. Vekst i kun sone 1 vurderes som sparsom vekst. Vekst i sone 1 og 2 anses som moderat vekst. Om det er vekst i alle tre soner anses det som rikelig vekst.




Figur 17: Skjematisk fremstilling av tre sektors fortynningsteknikk, som benyttes for å så ut prøver til bakteriologisk/sopp dyrkning. Sonene sås ut fra 1. til 3. sone. 2. sone skal to til tre ganger innom sone 1. den 3. sone er ikke i kontakt med de to andre sonene. Figuren er laget i BioRender.com. (6)


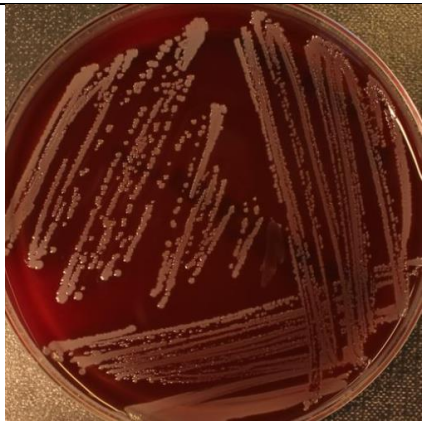
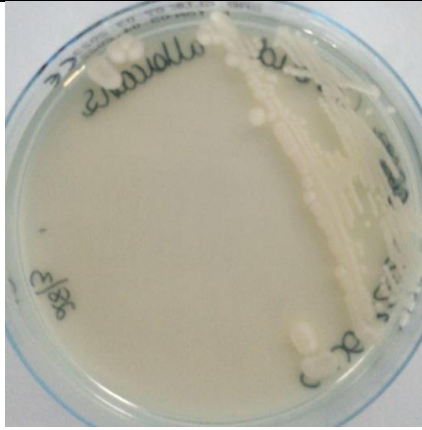
Ulike bakterier vokser forskjellig avhengig av mediet som brukes. I tillegg brukes forskjellige medier til å utelukke visse bakterietyper. Dette bidrar til å kunne identifisere mikroben. (14)

1.2.3 Identifisering

Det finnes mange ulike mikroorganismer som er patogene i urinveiene. Derfor trengs det ulike metoder for å identifisere hvilken mikrobe man har. Formålet med å identifisere bakterien er for å kunne gi best mulig behandling. Identifisering av mikrober ved bioingeniørutdanningen gjøres i hovedsak ved avlesning av dyrkning på agarer, og ved hjelp av biokjemiske og immunologiske tester. Noen mikrober kan identifiseres på grunnlag av deres utseende, både med det blotte øye og ved mikroskopering. Andre mikrober kan se så like ut at en skiller de ved deres biokjemiske egenskaper, slik som gramfarging for å se på forskjellen ved peptidoglykanlaget, eller ved en katalasetest som påviser et spesifikt enzym hos mikroben. Tabell 2 viser hvilke tester som gjøres for å identifisere de vanligste mikrobene som gir urinveisinfeksjon, og hvordan bakteriene ser ut på agar.

Tabell 2: Oversikt over måter man kan identifisere de vanligste mikrobene som gir urinveisinfeksjon.

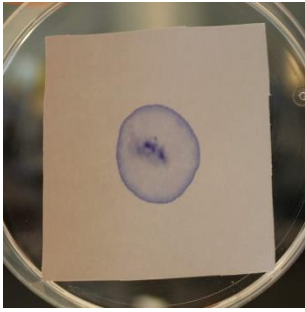
<u>Mikrobe</u>	<u>Utseende (på agar)</u>	<u>Biokjemiske/ immunologiske tester</u>	<u>Annet</u>
<i>E. coli</i>	 <p>Figur 18: <i>E-coli</i> på blodagar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gramfarging • Oxidase • Indol spot 	Laktosespaltende

<p><i>Proteus mirabilis</i></p>	 <p>Figur 19: <i>Proteus</i> på blodagar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram farging • Oxidase 	<p>Er svermende på agar. Ikke laktosespaltene</p>
<p>Hvite stafylokokker</p>	 <p>Figur 20: Hvite stafylokokker på blodagar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gram farging • Katalase • Pastorex staph (immunologisk test) 	
<p><i>Candida albicans</i>¹</p>	 <p>Figur 21: <i>Candida albicans</i> på Sabroud agar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Serum test 	<p>Undersøkes i mikroskop</p>

1: candida arter er mest forbundet med genital infeksjon, men kan også gi infeksjon i urinveiene

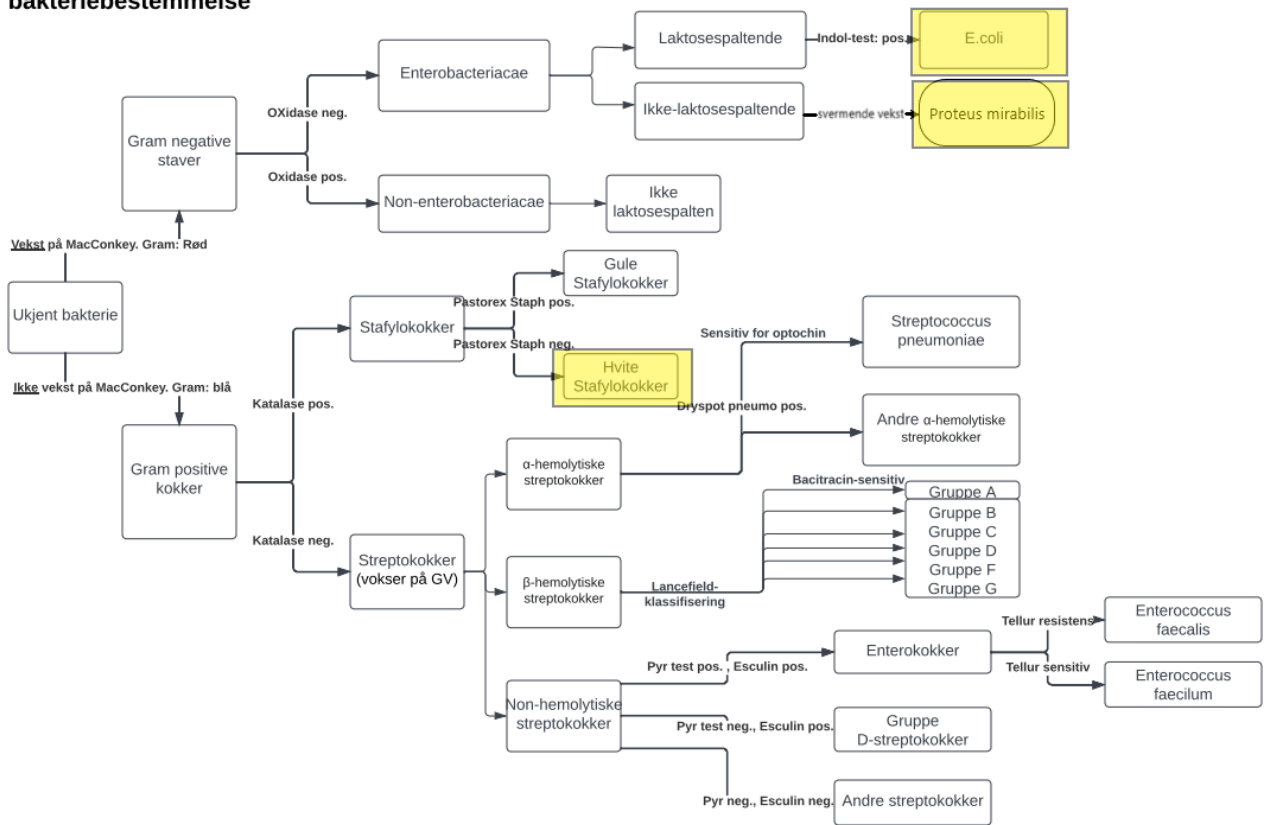
Tabell 3 illustrerer hvordan ulike biokjemiske og immunologiske tester ser ut.

Tabell 3: Illustrasjoner som viser relevante biokjemiske/immunologiske tester

Oxidase	Indol spot	Katalase	Pastorex staph
 <p>Figur 22: Negativ oxidase test, ingen fargeomslag</p>  <p>Figur 23: Positiv oxidase-test. Fargeomslag til blå</p>	 <p>Figur 24: Indol spot test, positiv ved fargeomslag til blå</p>	 <p>Figur 25: Katalase test, positiv prøve til venstre og negativ prøve til høyre</p>	 <p>Figur 26: Pastorex staph test. Testen er immunologisk, og gir agglutinasjon ved positivt resultat. Negativ kontroll til venstre og positiv prøve til høyre.</p>

Det kan benyttes flytskjema som et hjelpemiddel til å bestemme hvilke tester man skal gjøre på en bakterie, og til slutt identifisere hvilken bakterie man har. Et flytskjema er et skjema som viser hvilke observasjoner som skal til for å utelukke bakterietyper og for å identifisere bakterien. Flytskjemaer baserer seg på biokjemiske og immunologiske tester samt visuelle vurderinger av oppveksten. Figur 27 er et flytskjema som viser et utvalg biokjemiske tester som kan benyttes for å identifisere ulike bakterier.

Flytskjema bakteriebestemmelse



Figur 27: Flytskjema for bakteriebestemmelse basert på hvilke biokjemiske tester som utføres og resultater av disse testene.

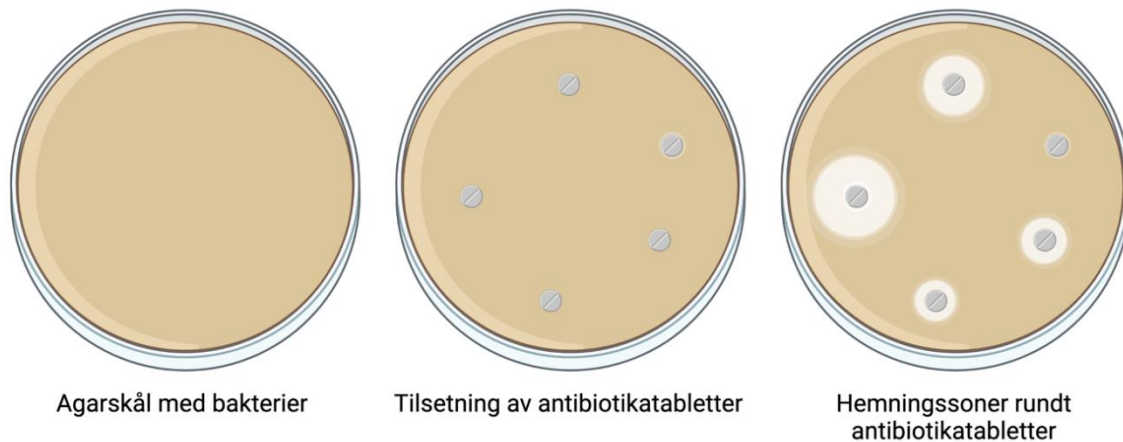
Bakteriene *E. coli*, *P. mirabilis* og hvite stafylokokker er markert med gult.

1.3 Resistensbestemmelse ved agardiffusjon

Agardiffusjon er en mikrobiologisk metode for å resistensbestemme mikrober mot ulike antibiotika. Resistensbestemmelse brukes for å finne ut hvilken mengde og type antibiotika som kan brukes for behandling, for overvåkning av antibiotika resistens og til oppdagelse av nyoppstått antibiotikaresistens. (14,24)

I resistensbestemmelse benytter bioingeniørutdanningen agardiffusjonsmetode for å bestemme sensitiviteten av antibiotika mot mikrober. Bakterier sås ut i agarskål med antibiotikatabletter med kjent konsentrasjon. Figur 28 viser agarskåler med antibiotika-tabletter. Dersom bakterien er følsom for antibiotika, vil det dannes en oppklaringsone rundt antibiotika-tabletten. Denne sonen kalles hemningssone. (22) Hemningssonen måles og sensitivitet fastsettes basert på standardisert tabeller etter retningslinjer for brytningspunkt (vedlegg 2). Hver mikrobe har

tilhørende krav til millimetersoner for de bestemte antibiotika tablettene. Retningslinjene utformes av NordiCAST (Nordic Committee on Antimicrobial Susceptibility testing) som baserer seg på EUCAST (The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). (24)



Figur 28: Agarskål med bakterier blir tilsatt antibiotika tabletter. Bakterien har ulik sensitivitet til de ulike typene antibiotika. Etter inkubering dannes hemmingssoner som kan avleses for å vurdere grad av følsomhet. Figuren er laget med BioRender.com

(6)

Klassifisering av følsomheten mot antibiotika kan deles i tre grupper; S, I og R. Dette kalles SIR-systemet. Tidligere sto bokstavene i systemet for sensitiv (S), intermedier (I) og resistent (R). Klassifiseringen ble oppdatert i 2019, med de nye betegnelsene følsom ved standarddose (S), følsom ved økt eksponering (I) og resistent(R). At en mikrobe er følsom ved standarddose vil si at antibiotikaen er effektiv, og dreper bakteriene ved normal dosering. Mikrober som er følsom ved økt eksponering drepes av antibiotikaen, men man trenger høyere doser for at behandlingen skal være effektiv. Resistente bakterier er motstandsdyktige mot antibiotikaen, og det vil dermed ikke ha virkning å benytte den bestemte antibiotikaen i behandling av en infeksjon. (24,25)

1.4 H5P oppgaver som digital læringsressurs

1.4.1 Bruk av H5P

H5P (HTML5 package) er et åpent kildekodeprogram som tillater brukere å lage interaktive oppgaver som kan integreres i nettsider. Verktøyet er ideelt for akademisk bruk eller for å øke interaktiviteten på en nettside. Med H5P kan man lage et bredt spekter av oppgaver, som for eksempel interaktive videoer, presentasjoner, enkle spill og mye mer. H5P er intuitivt og enkelt å

bruke selv om man ikke har erfaringer med programmering, og det gir mulighet for tilpasninger som kan optimalisere opplevelsen av nettsiden etter egne ønsker. H5P er et åpent kildekodeprogram og gratis å bruke, men H5P.org selger også tjenester for å lage og oppbevare oppgaver laget med H5P. (26)

1.4.2 Medisinsk mikrobiologi i bioingeniørutdanningen

I utdanningen for bachelor i bioingeniørfag er medisinsk mikrobiologi et fagfelt man har undervisning i alle tre studieår. Undervisningen består av forelesninger og laboratoriekurs. Praktisk laboratoriearbeid er nyttig for å tilegne seg kunnskap og ferdigheter. For å kunne arbeide godt og effektivt på laboratoriet er det viktig å ha kunnskapen om hvordan oppgaver skal utføres og hvorfor de skal gjøres.

I tillegg til den teoretiske og praktiske undervisningen er det utarbeidet en digital opplæringsressurs i forbindelse med bacheloroppgaver. Opplæringsressursen har innhold om fagområdene biokjemi, histopatologi, medisinsk mikrobiologi, og immunologi. Nettressursene inneholder en kombinasjon av fagtekst og tilhørende oppgaver som kan brukes både i undervisningen, og som egenarbeid for studentene. Nettressursene er utarbeidet med det digitale verktøyet H5P. Opplæringsressursen er et verktøy som studentene kan ta i bruk før, under og etter teoretisk eller praktisk undervisning.

1.5 Hensikt med oppgaven

Hensikten med denne oppgaven er å skape nytt innhold til den allerede eksisterende opplæringsressursen som er tilgjengelig for studenter ved bioingeniørutdanningen. Innholdet skal omhandle fagområdet medisinsk mikrobiologi. Hovedfokuset er lagt på urin som prøvemateriale. I tillegg ble det laget en digital lab-omvisning, og innhold om resistensbestemmelse, og mikroorganismene virus, sopp og parasitter.

2 Materiale og metode

2.1 Forberedelser

I forkant av utarbeidelsen av H5P-ressursene ble de digitale læringsressursene i mikrobiologi som er produsert i tidligere bacheloroppgaver studert. Formålet var for å se hvilke temaer som allerede er dekt, og hvilke temaer det ikke var laget innhold om. Det fantes oppgaver om bakterier, gramfarging og om både øvre og nedre luftveier. Fra dette ble det bestemt å ha hovedfokus på urin som prøvemateriale. Temaene sopp, virus og parasitter ble også valgt som fokusområde. Det ble også valgt å lage oppgaver om resistensbestemmelse og en digital lab-omvisning.

2.2 Praktisk arbeid

Det praktiske arbeidet ble gjennomført Bioingeniørfaglig institutt sine lokaler, i det mikrobiologiske studentlaboratoreiet, LK24. Dyrkning og identifikasjonsmetoder ble gjort etter metodebeskrivelser i «*Metodehefte Medisinsk Mikrobiologi*» (12). Metodeheftet er utarbeidet for laboratoriekurs i medisinsk mikrobiologi for 2. og 3.-årsstudenter ved bioingeniørutdanningen i Trondheim. Alle mikrober som er relevant i denne oppgave ble dyrket av gruppen og alle nødvendige biokjemiske tester og resistensbestemmelse ble utført. Det ble tatt bilder og videoer for videre bruk i denne oppgaven.

2.2.1 Laboratoriarbeid for å produsere bilde- og videoinnhold

For å skaffe bilder til H5P-oppgavene ble det valgt ut fem forskjellige bakteriestammer og en sopp. Bakteriene som ble brukt var *E. coli*, *Proteus Mirabilis*, Hvite stafylokokker, GAS (gruppe a streptokokker) og *Streptokokks pneumoniae*. Soppen var *Candida albicans*. Noen bakterier var valgt fordi de ofte finnes i urin mens andre ble valgt for å vise hvordan biokjemiske tester utføres og ser ut. Bakteriene ble sådd ut på agar. I tillegg ble det laget en bakterieblending som inneholdt to bakterier. Det ble også benyttet urinprøver fra fire pasienter for å produsere en video som viser utsåing av urin.


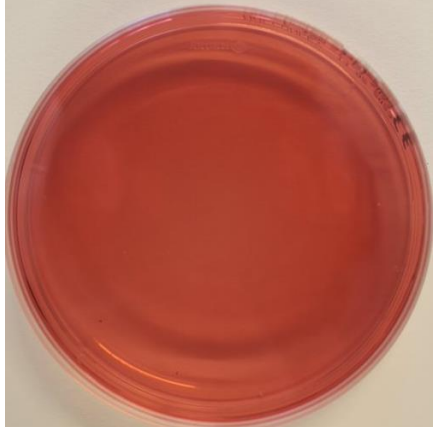
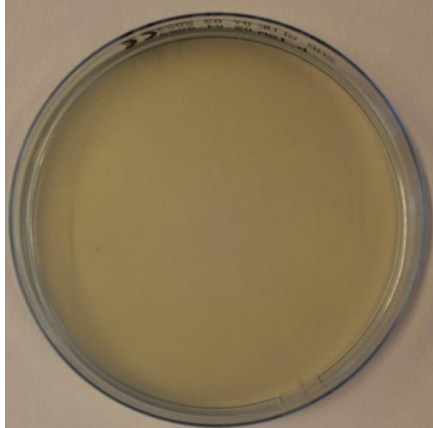
Utsåing av bakteriene ble gjort med 3-sektors utsåingsteknikk. Bakteriene ble supplert av veileder, mens soppen ble gitt av avdeling for medisinsk mikrobiologi ved St. Hospital. Soppen ble levert ferdig utsådd på Saboraud glukose agar. Ferdig utsådde agarer ble inkubert i 5% CO₂ i tre dager, men med vurdering både ved dag en, to og tre.

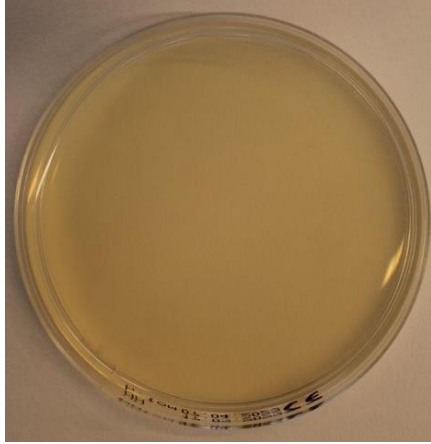
Resistensbestemmelse ble utført med *E. coli* og lappediffusjons-metode. En løsning med saltvann ble tilsatt bakteriekolonier til tettheten var på 0.5 MacFarland. Løsningen ble spredt på resistensagar jevnt, og etter en dag med inkubasjon ble resultater avlest. Valg av antibiotikalapper ble gjort i henhold til anbefalte antibiotika i tabell for valg av antibiotika på studentlaboratoriet. Se vedlegg 1. Tabellen er utarbeidet med grunnlag i EUCAST (25) sine retningslinjer. Lappene som ble valgt var Ampicillin, Cefotaxime, Mecillinam og Trimethoprim.

2.2.2 Vekstmedium og biokjemiske tester

Det ble benyttet fire ulike typer agarer ved utsåing av urin og sopp. Det ble også utført biokjemiske tester av bakteriene fra urinen. Testene som ble utført var oksidase-test, indol spot-test, katalase-test og pastorex staph plus-test. Agarene inneholder medier som er sterile med varierende næringsinnhold for å oppnå best mulige vekstforhold for en rekke mikrober. I denne oppgaven ble det brukt blodagar, MacConky-agar, Sabouraud 4% glukose agar og Mueller–Hinton-agar som er beskrevet og illustrert i tabell 4.

Tabell 4: Beskrivelse av agarer brukt ved mikrobiologisk undersøkelse av urin og dyrkning av sopp.

Type agar	Kjennetegn	Illustrasjon
Blodagar	<ul style="list-style-type: none"> • Næringsrikt medium laget med okseblod. • Har en svakt sur pH. • Blodet gjør det mulig å identifisere hemolytiske reaksjoner. (14) 	 <p><i>Figur 29: Blodagar.</i></p>
MacConkey-agar	<ul style="list-style-type: none"> • Selektiv agar som kun tillater oppvekst av gramnegative staver. • Inneholder salter og indikator som gjør at laktosespaltende bakterier får rosa-fargede kolonier. (14) 	 <p><i>Figur 30: MacConkey-agar.</i></p>
Sabouraud 4% glucose-agar	<ul style="list-style-type: none"> • Spesifikt medium for sopp. • Inneholder antibiotikaene gentamycin og kloramfenikol som hindrer oppvekst av bakterier. (14) 	 <p><i>Figur 31: Sabouraud 4% glukose agar.</i></p>

<p>Mueller–Hinton-agar (MH-agar) / Resistens-agar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rik agar som brukes til resistensbestemmelse ved lappediffusjon og E-tester. • Kan være med eller uten blod avhengig om bakterien er hemolyserende eller ikke. (14) 	 <p><i>Figur 32: MH-agar uten blod.</i></p>
--	--	---

2.2.3 Fotografering, filming og redigering


Det ble benyttet et Canon EOS 550D speilreflekskamera til å ta de fleste bildene. I tillegg ble mobilkameraer benyttet i situasjoner der det var bedre egnet. Nærbilder av bakterier og sopp ble tatt med et mikroskop av modellen Olympus CX41 tilkoblet et digitalt mikroskop-kamera av modellen Olympus EP50. Kameraet var videre tilkoblet telefon med appen EPview.

All videoredigering ble gjort i redigeringsverktøyet WeVideo. (27) Dette er et verktøy vi fikk tilgang på av NTNU, i forbindelse med bacheloroppgaven. Verktøyet krever ikke nedlastning, men benyttes direkte i nettleseren.

2.3 Utarbeiding av innhold i H5P

For å produsere ulike typer innhold til den digitale læringsressursen i medisinsk mikrobiologi ble plattformen H5P benyttet. Plattformen inneholder ulike moduler for å produsere ulike typer innhold og oppgaver. Tabell 5 viser de ulike modulene/oppgavetyperne som ble brukt for å lage innholdet til denne bacheloroppgaven.

Tabell 5: Moduler/oppgavetyper benyttet for å lage innhold i H5P

Oppgavetype/Ikon	Beskrivelse	Skjerm bilde av oppgavetypen
<p>Interactive book</p>  <p><i>Figur 33: Interactive book oppgaveikon. (28)</i></p>	<p>En interaktiv bok er en modul i H5P, som gjør det mulig å organisere innhold som sider i en bok. Alt innholdet som ble utarbeidet med H5P, bortsett fra lab-omvisningen ble organisert med denne modulen.</p>	 <p><i>Figur 34: Skjerm bilde av en interaktiv bok bestående av flere sider. (28)</i></p>
<p>Image Hotspots</p>  <p><i>Figur 35: Image Hotspots oppgaveikon. (28)</i></p>	<p><i>Image Hotspots</i> er en oppgavetype som er god for å vise strukturer eller navn på ulike elementer i samme bilde. Oppgaven lar deg legge inn klikkbare områder på et bilde, kalt «hotspots», som kan konfigureres til å vise tekst når en trykker på dem. Denne teksten kan være for eksempel forklarende tekst og informasjon.</p>	 <p><i>Figur 36: Skjerm bilde av en Image Hotspots-oppgave. (28)</i></p>

Drag the Words



Figur 37: Drag the Words oppgaveikon.
(28)

Drag the Words (Dra ordene) er en oppgavetype som lar den som gjør oppgaven plassere tekst på riktig sted i en annen tekst. Disse oppgavene egner seg godt til å øve på begreper.

Of which countries are Berlin, Washington, Beijing, Canberra and Brasilia the capitals?

is the capital of Brazil.

is the capital of the US.

is the capital of Germany.

is the capital of China.

is the capital of Australia.

Figur 38: Skjerm bilde av en Drag the Words-oppgave. (28)

Drag and Drop



Figur 39: Drag and Drop oppgaveikon.
(28)

Oppgavetypen *Drag and Drop* (Dra og slipp) er en oppgavetype hvor en kan plassere bilder på designerte plasser i likhet til «Drag the Words». Oppgavetypen er godt egnet til læring av begreper, men kan også brukes til andre formål, som for eksempel problemløsningsoppgaver.

Drag and Drop

Pepper ✓

Sour Cherry ✗

Banana ✓

Cucumber ✓

Onion ✗

Kiwi ✓


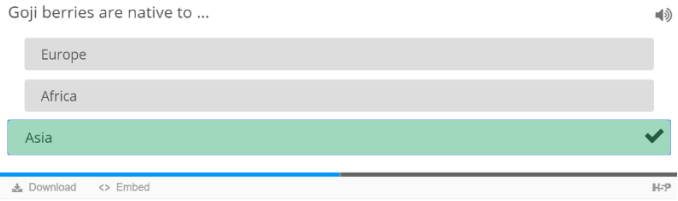

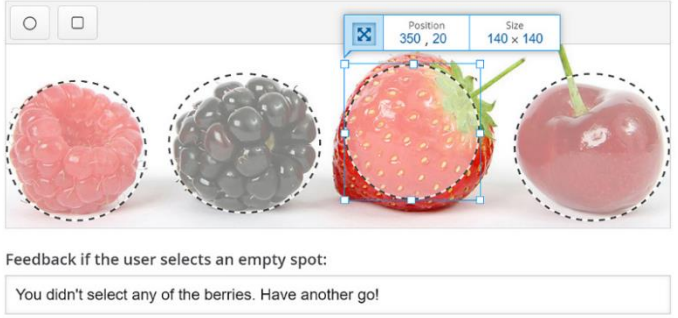
Orange ✓

Strawberry ✓

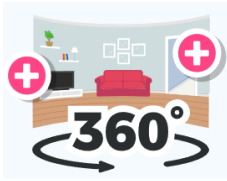
You got 6 of 8 points

Retry

Figur 40: Skjerm bilde av en Drag and Drop-oppgave. (28)

<p>Single Choice Set</p>  <p><i>Figur 41: Single Choice Set oppgaveikon. (28)</i></p>	<p><i>Single Choice Set (Velg riktig alternativ)</i> er en oppgavetype som lar deg stille et spørsmål med to eller flere alternativer. En kan velge å legge til ett eller flere spørsmål. Oppgavetypen er godt egnet til repetisjonsspørsmål.</p>	 <p><i>Figur 42: Skjerm bilde av en Single Choice Set-oppgave. (28)</i></p>
<p>Find the Hotspot</p>  <p><i>Figur 43: Find the Hotspot oppgaveikon. (28)</i></p>	<p>Oppgavetypen <i>Find the Hotspot</i> (Finn hotspoten) er en oppgave som lar brukeren trykke på et bilde for å identifisere noe. Disse oppgavene er gode for å for eksempel vise hvordan objekter ser ut i et mikroskop og til å få brukeren til å svare på hva bildet viser.</p>	<p>Hotspots *</p> <p>Drag and drop the desired figure from the toolbar to create a new hotspot. Double-click to edit an existing hotspot. Drag the hotspot to move it. Pull the resize handler in the lower right corner to resize.</p>  <p><i>Figur 44: Skjerm bilde av en Find the Hotspot-oppgave. (28)</i></p>

Virtual Tour



Figur 45: Virtual Tour oppgaveikon. (28)

Virtual Tour (virtuell omvisning) er en oppgavetype som skiller seg ut fra de andre. Oppgaven gir brukeren muligheten til å navigere i enten et 360° bilde eller statiske bilder. Brukeren får mulighet til å undersøke ulike elementer i lokasjonen ved hjelp av klikkbare ikoner. Oppgaven egner seg til å vise fram en fysisk lokasjon, men kan oppleves som litt problematisk. Av denne grunn burde man ikke gjøre oppgaven for lang.



Figur 46: Skjermbilde av en Virtual Tour-oppgave. (28)

True or False



Figur 47: True or False oppgaveikon.
(27)

True or false, på norsk «sant eller usant», eller «fleip eller fakta» er en enkel oppgavetype som gir brukeren muligheten til å svare på om påstander eller spørsmål er sanne eller usanne. Det er mulig å bytte ut teksten på svaralternativene til for eksempel «Ja/Nei» eller «Riktig/Galt». Det er også mulig å legge til bilde eller video for å gjøre oppgaven mer komplisert.



Oslo is the capital of Norway.

Yes

No

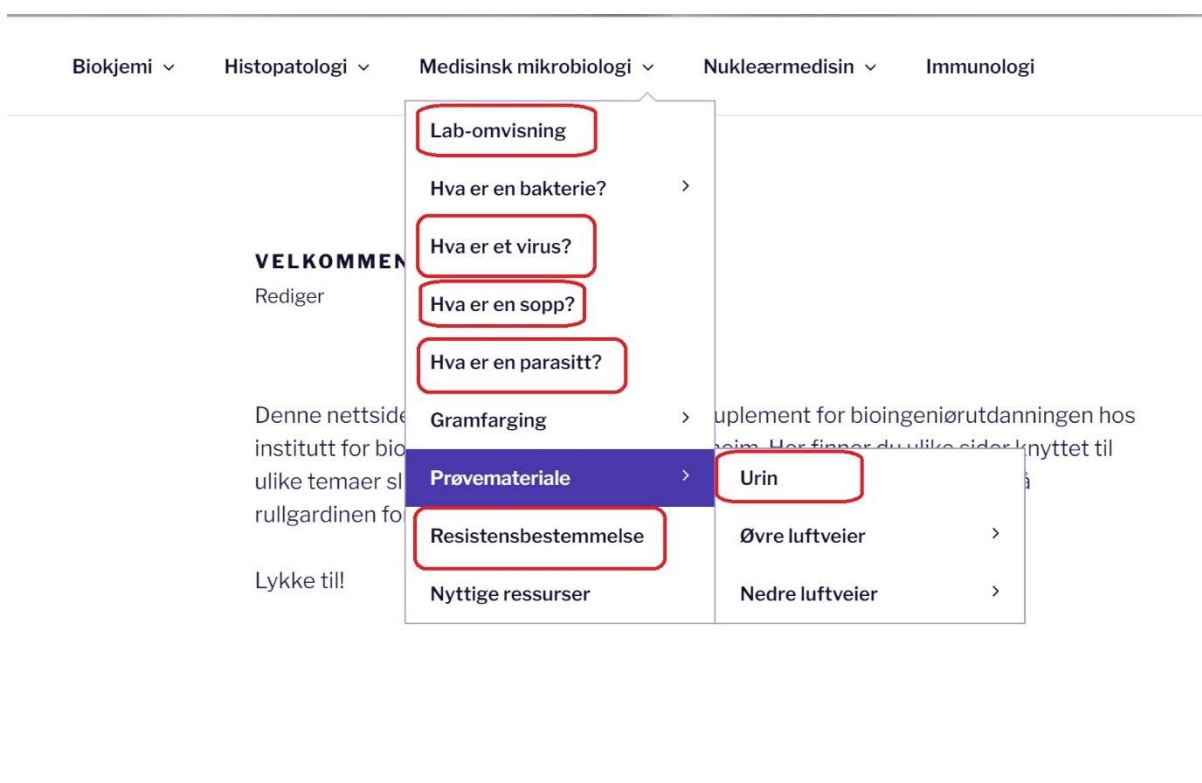
Check

Figur 48: Skjerm bilde av en True/False-oppgave. (28)

3 Resultater

3.1 Wordpress

For å kunne dele oppgavene offentlig ble innholdet lagt ut på nettsiden «Opplæringsressurs IBF». Nettsiden drives av wordpress, men eies av institutt for bioingeniørfag under fakultetet for naturvitenskap ved NTNU. Nettsiden kan nås ved nettadressen <https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/>. Vårt innhold er lagt under temaet «Medisinsk mikrobiologi» og inneholder følgende; «Lab-omvisning», «Hva er et virus?», «Hva er en sopp?», «Hva er en parasitt?», «Resistensbestemmelse» og «Urin». Inndelingen er vist i figur 49.



Figur 49: Skjerm bilde av inndelingen av de ulike kapitlene i IBF læringsressurs. Kapitlene som er utarbeidet i forbindelse med denne oppgaven er markert med rødt. (29)

3.2 Innhold

Alle temaer ble organisert ved hjelp av interaktiv bok-modulen, bortsett fra «Lab-omvisning». De interaktive bøkene om virus, sopp, parasitter, urin og resistensbestemmelse ble innledet med

teori, deretter kommer ulike oppgaver som er knyttet til teorien. Alle temaene ligger ute på nettsiden. Lenker til de spesifikke oppgavene ligger i tabell 6.

Tabell 6: Viser en oversikt over direktelenker til innholdet i opplæringsressursen

Hva er et virus?	https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/hva-er-et-virus/
Hva er en sopp?	https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/hva-er-en-sopp/
Hva er en parasitt?	https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/hva-er-en-parasitt/
Urin	https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/urin/
Resistensbestemmelse	https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/resistensbestemmelse/
Lab-omvisning	https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/lab-omvisning/

3.2.1 Hva er et virus?

Den interaktive boken om virus begynner med en introduksjon om virus, som vist i figur 50. Deretter blir Baltimore klassifiseringen av virus presentert med et bilde som viser de forskjellige gruppene basert på type arvestoff. Videre blir virus-replikasjon kort forklart ved hjelp av en figur. Etter introduksjonen kommer tre typer oppgaver for å gi studentene muligheten for å øve på det de har lest. Oppgavene er «test deg selv», «dra ordene» og «dra boksene».

Hva er et virus? 1 / 5 < > ✕

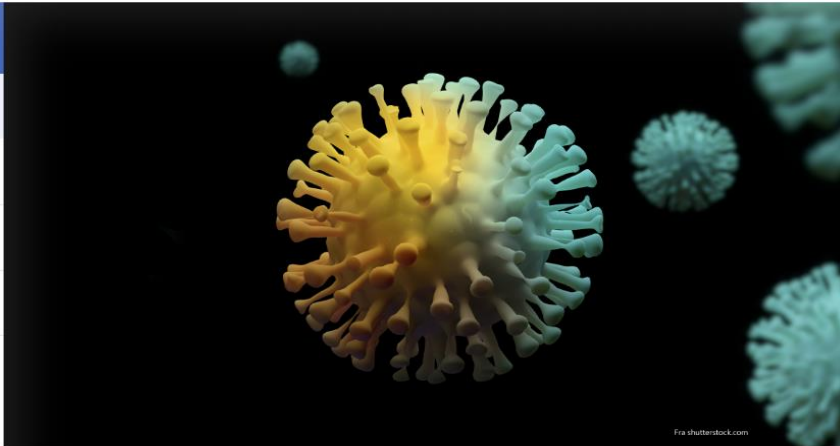
Hva er et virus? ○

▶ Test deg selv ○

▶ Dra ordene ○

▶ Dra boksene - ... ○

Oppsummering og send inn



Figur 1: illustrasjon av virus, fra shutterstock.(1)

Virus

Virus er en type mikroorganisme som står bak mange av de historisk viktigste sykdommene vi kjenner til, blant annet humant papillomavirus (HPV), influensa, human immunsviktvirus (HIV) og meslinger. Virus er i prinsippet en ikke levende mikrobe og det er avhengig av levende celler for å kunne formere seg.

Alle virus består av arvestoff som er pakket inn i et proteinskall, eventuelt omgitt av membran. Virusets arvestoff inneholder gener som er nødvendige for at cellen skal produsere nye virus. Alle levende celler, prokaryote og eukaryote, kan være vertskap for et utvalg virus.(2)

Figur 50: viser skjerm bilde av introduksjonen til den interaktive boka om virus. (29)

I oppgaven «test deg selv» ble det laget seks flervalgsoppgaver med tre valg, vist i figur 51. Studentene kan velge et av tre alternativer. Om studenten velger feil alternativ er det mulig å prøve på nytt.

☰
Flervalg oppgaver
3 / 5
< > ✕

Hva er et virus?

● Innledning

○ ▶ Dra ordene

○ ▼ Flervalg oppga...

○ Oppgave 1

○ Oppgave 2

○ Oppgave 3

○ Oppgave 4

○ Oppgave 5

○ Oppgave 6

○ ▶ Dra og slipp

📄
Summary & submit

Hvilken type celler kan være vertcelle til virus?

Levende og døde celler

Bare prokaryote celler

Alle levende celler, prokaryote og eukaryote

✓ Sjekk

Kan virusinfeksjoner behandles med antibiotika?

Noen virusinfeksjoner kan behandles med antibiotika

Alle virusinfeksjoner kan behandles med antibiotika

En virusinfeksjon kan ikke behandles med antibiotika

✓ Sjekk

Figur 51: viser skjerm bilde av «test deg selv»-oppgaven om virus. (29)

I «dra ordene»-oppgaven, vist i figur 52, ble det laget en tekst basert på introduksjonen. Oppgaven går ut på at studentene flytter begrepene til riktig plass i teksten, for å kontrollere at de har forstått innholdet og betydningen av begrepene. Når knappen «sjekk» trykkes, vises hvilke ord som er plassert riktig og hvilke som er feil. Det er også mulig å starte på nytt om en får noen feil.

Dra ordene 3 / 5

Hva er et virus?

Hva er et virus? ●

▶ Test deg selv ○

▼ **Dra ordene** ○

○ Virus oppgave

▶ Dra boksene - ... ○

Oppsummering og send inn

Dra ordene til riktig boks

Virus er en av [] som står bak mange av de historisk viktigste [] vi kjenner til, blant annet [], influensa, human immunsviktvirus (HIV) og meslinger. Virus er i prinsippet en [] mikroorganisme og de er avhengig av [] celler for å kunne formere seg. Alle virus består av [] som er pakket inn i et proteinskall, eventuelt omgitt av en []. Virusets arvestoff inneholder [] som er nødvendige for at cellen skal produsere nye []. Alle levende celler, prokaryote og eukaryote, kan være [] for et utvalg virus.

arvestoff gener ikke-levende virus sykdommene

membran levende verter Humant papillomavirus (HPV)

mikroorganismene

Sjekk

Figur 52: viser skjermbilde av oppgaven «dra ordene» om virus. (29)

Den siste oppgaven om virus, er «dra boksene», vist i figur 53. Oppgaven er basert på figuren som viser virusreplikasjon, men teksten som beskriver hvert steg er fjernet fra figuren og gjort om til flyttbare tekstbokser. I oppgaven skal studentene trekke tekstbokser til riktig plass i figuren. Deretter kan studenten sjekke om besvarelsen er korrekt, og eventuelt prøve på nytt for å forbedre svaret.

Dra boksene - virusreplikasjon 4 / 5

Hva er et virus?

Hva er et virus? ●

▶ Test deg selv ○

▶ Dra ordene ○

▼ Dra boksene - ... ○

○ Dra og slipp

Oppsummering og send inn

Dra og slipp

Utsusning

Revers transkripsjon

Integrering av virus-DNA i celle-DNA

Binding til reseptor (forankring)

Translasjon

Frigjøring

Gjennomtrenging

Transkripsjon

Montering

Created in BioRender.com bio

Sjekk

Dra boksene - virusreplikasjon 4 / 5

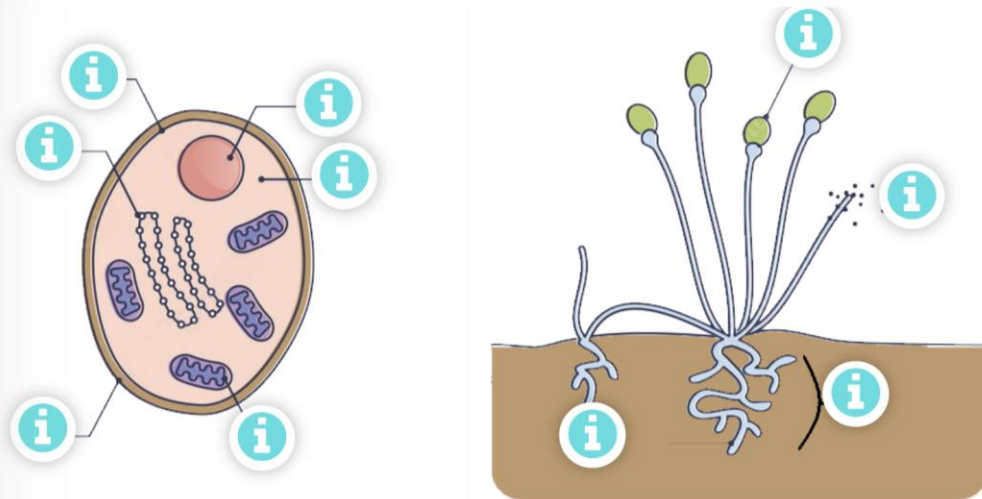
Reuse <> Embed H:P

Figur 53: viser skjermbilde av oppgaven «dra boksene» om virusreplikasjon. (29)

3.2.2 Hva er en sopp?

Den interaktive boka «Hva er en sopp» starter med en introduksjon til hva sopp er og informasjon om forskjellig soppmorfologi. Introduksjonen gir generell informasjon som brukeren kan anvende videre i oppgavene som kommer senere i den interaktive boken. Innledningen består av både tekst og bilder, i tillegg er det et interaktivt bilde som viser hvordan soppceller er bygget opp og hvilke strukturer de kan danne. Figur 54 viser hvordan tekst og interaktivt bilde ble satt sammen.

I likhet med bakterier er sopp godt egnet til å overleve i vanskelige miljø. Sopp har ikke klorofyll, men skaffer næringsstoffer ved å bryte ned dødt materiale (de er saprofytter). Noen sopparter er parasittiske, ettersom de stjeler næring fra en levende vertsorganisme. (3)

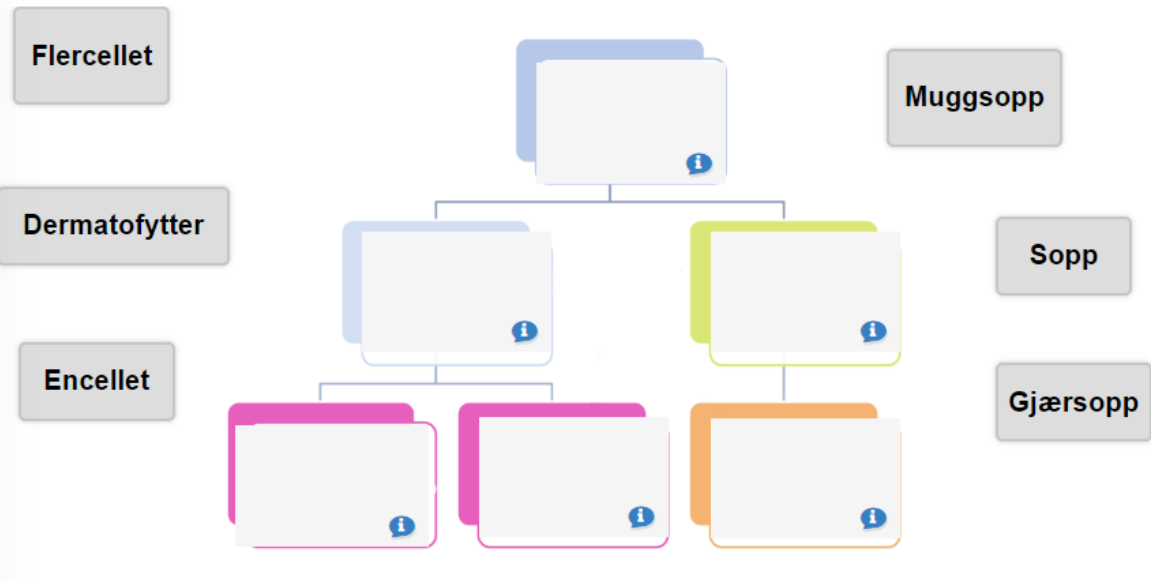


Figur 2: viser oppbyggingen av en soppcelle (venstre), i tillegg til makro-opbyggingen av filamentøse sopper (høyre) (4). Klikk på bildet for mer informasjon om de forskjellige delene.

Figur 54: viser et utdrag av innledningen til sopp-oppgavene. Innledningen inneholder en kombinasjon av tekst og bilder. Bildet er interaktivt, og inneholder klikkbare elementer som gir leseren informasjon om komponentene i figuren. (29)

Oppgavene som blir brukt i den interaktive boken er «dra og slipp», «dra ordene» og en blanding av «riktig eller galt» og «flervalgsoppgaver». Figur 55 viser hvordan oppgavene ser ut.

Dra riktig boks til riktig sted i skjemaet, trykk på snakkeboblen for å få hint til hva som skal stå hvor



Sjekk

Dra riktig ord til riktig boks

Sopp er en [] celle i motsetning til hvordan en bakterie er []. Dette er fordi soppceller inneholder [] mens bakterieceller har fritt DNA. Soppceller kan ligne på planteceller fordi de har en [] men planteceller inneholder [] som gjør det mulig for de å drive fotosyntese. Soppceller har også mange likheter med dyreceller bortsett i fra mangelen på glatt endoplasmatiske retikulum og sentrioler. Encellede sopper er for det meste [], en slik sopp er f.eks Candida albicans. Filamentøse sopper er [] og disse danner [] som settes sammen til [] .

- mycelium
- kloroplaster
- eukaryot
- gjærsopp
- hyfer
- cellevegg
- cellekjerne
- flercellede
- prokaryot

Sjekk

Det spesifikke mediet for soppdyrking kalles sabouraud glukose agar.

- Rett Galt

Sjekk



Figur 55: viser oppgavene som ble utarbeidet til den interaktive boken «Hva er en sopp». (29)

3.2.3 Hva er en parasitt?

Introduksjonsteksten, vist i figur 56, tar for seg hva parasittiske organismer er, og videre definisjonen av parasitter innen parasittologi. Deretter blir ulike undergrupper av parasitter introdusert. De to hovedgruppene av parasitter; protozoer og helminter blir kort forklart, og det blir nevnt undergrupper av disse. Deretter blir det gjort rede for to spesifikke parasitt-typer som er av medisinsk interesse: bendelorm og malaria. Livssyklusen til malaria blir forklart ved hjelp av en figur.

The screenshot shows a digital interface for an interactive book. At the top, there is a navigation bar with a hamburger menu icon, the title "Hva er en parasitt?", and page indicators "1 / 5" along with navigation arrows. Below the navigation bar is a sidebar on the left with a search bar and a list of topics: "Hva er en parasitt?", "Protozoer", "Malaria", "Helminter", "Bendelormer", and "Kilder:". The main content area is titled "Hva er en parasitt?" and contains the following text:

Parasitter er organismer som har et parasittisk forhold til en vertsorganisme. Det vil si at parasitten utnytter verten, på bekostning av den. Bakterier, virus og sopp, kan ha parasittiske forhold til en vertsorganisme, men det finnes i tillegg en egen gruppe organismer som betegnes som parasitter, innenfor fagfeltet parasittologi. (1)

Parasittene er eukaryote organismer, som vil si at de har cellekjerne. De kan være encellede eller multicellulære. (2) I tillegg deles de inn i endoparasitter og ektoparasitter, etter om de lever inne i, eller på overflaten av vertsorganismen. (3)

Det er to hovedgrupper parasitter: protozoer og helminter. (3)

Protozoer

Protozoer er encellede mikroskopiske organismer. Det finnes mange undergrupper protozoer, for eksempel amøber, flagellater og apicomplexa. (3) Eksempler på disse undergruppene protozoer er vist i figur 1.

Below the text are three illustrations of protozoa:

- Entamoeba histolytica (Amøbe)**: A blue, pear-shaped cell with a large nucleus and several red granules.
- Trichomonas vaginalis (Flagellat)**: A purple, pear-shaped cell with several long, wavy flagella extending from one end.
- Plasmodium vivax / Malaria (Apicomplexa)**: A red, circular cell with a central vacuole and a ring-like structure.

Figure 1: Ulike typer protozoer. Figuren er laget i BioRender.com (4)

Det er vanlig å dele inn protozoer etter hvilke metoder de bruker for fremdrift. Amøber og flagellater er klassifisert på dette grunnlaget. Amøber benytter utstikkere kalt pseudopodier for å bevege seg. Flagellater benytter flageller. Andre

Figur 56: Skjermbilde av begynnelsen av den interaktive boken «Hva er en parasitt?». (29)

Oppgavetyperne i «Hva er en parasitt?» er følgende: dra ordene-oppgave, riktig eller galt-oppgaver og flervalgs-oppgaver.

Dra ordene-oppgaven, vist i figur 57, er basert på innledningen om parasitter, og lar brukeren trekke begreper til riktig plass i teksten.

Dra ordene - Hva er en parasitt? 2 / 5

Hva er en parasitt?

Dra ordene til riktig boks

Hva er en parasitt?
 Dra ordene - Hva ...
 Dra ordene - Hva er en p...
 Riktig eller galt?
 Flervalg

Oppsummering & lever

_____ er organismer som har et parasittisk forhold til en vertsorganisme. Det vil si at _____ utnytter _____, på bekostning av den. _____, virus og sopp, kan sees på som parasitter, men det finnes i tillegg en egen gruppe organismer som betegnes som parasitter, innenfor fagfeltet _____.

Parasittene er eukaryote organismer, som vil si at de har cellekjerne. De kan være encellede eller multicellulære. I tillegg deles de inn i endoparasitter og ektoparasitter, etter om de lever inne i, eller på overflaten av _____.

Det er to hovedgrupper parasitter: _____ og helminter.

Bakterier
 Parasitter
 verten
 protozoer
 parasitten
 vertsorganismen
 parasittologi

↑ **Dra ordene - Hva er en parasitt?** 2 / 5

H-P Reuse Embed I am confused

Figur 57: Skjerm bilde av Dra ordene-oppgaven om parasitter. (29)

Riktig eller galt-oppgavene, vist i figur 58, handler om de ulike typene parasitter som omtales i den innledende teksten. (29)

Riktig eller galt? 3 / 5

Parasitter er eukaryote organismer.

Rett Galt

Alle parasitter er flercellede organismer.

Rett Galt

Protozoer er flercellede organismer.

Rett Galt

Malaria-sykdom forårsakes av virus.

Rett Galt

↑ **Riktig eller galt?** 3 / 5

H-P Reuse Embed I am confused

Figur 58: Skjerm bilde av Riktig eller galt-oppgaven om parasitter. (29)

Flervalgs-oppgavene, vist i figur 59, har tre spørsmål om malaria, og ett spørsmål om helminter.

Flervalg 4 / 5

Hva er en parasitt?

- ▶ Hva er en parasitt? ●
- ▶ Dra ordene - Hva ... ○
- ▶ Riktig eller galt? ○
- ▼ Flervalg ○
 - Malaria-påvisning
 - Helminter
 - Malaria symptom
 - Malaria livssyklus

Oppsummering & lever

Hvilke metoder kan benyttes for å påvise malaria-sykdom? (Flere svar er mulig.)

- PCR
- Mikroskopering av blodutstryk
- Hurtigtest/Antigentest
- Bakteriologisk dyrkning av blodkultur

Sjekk

Hvike av disse er helminter? (Flere svar er mulig.)

- Amøber
- Rundormer
- E. coli*
- Flatormer

Sjekk

Hva er hovedsymptomet på malaria-sykdom?

- Hallusinasjoner
- Feber
- Diaré
- Misfargede fingre og tær

Sjekk

Vekslende feber er ofte et symptom ved malaria, på grunn av

- gjentatte sykluser med ødeleggelse av røde blodceller
- gjentatte sykluser med ødeleggelse av blodplater
- gjentatte sykluser med ødeleggelse av hvite blodceller

Sjekk

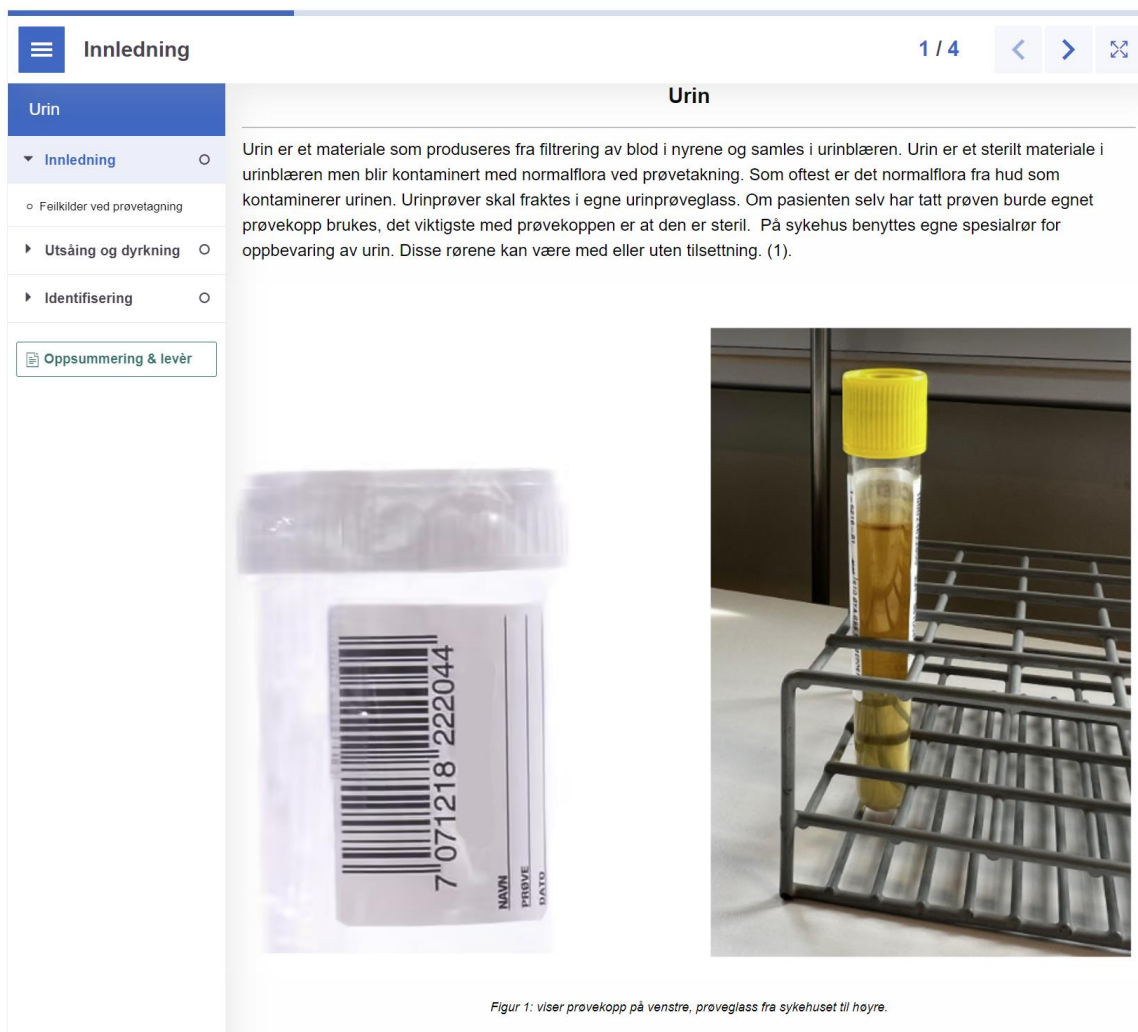
Flervalg 4 / 5

H-P Reuse Embed I am confused

Figur 59: Skjerm bilde av flervalgsoppgavene om parasitter. (29)

3.2.4 Urin

Den interaktive boka om urin er den største av de interaktive bøkene. Boken består av tre hovedsider og hver side starter med informasjon og avsluttes med oppgaver relatert til informasjonen som er presentert. Første side handler generelt om urin, om prøvetagning og om feilkilder. Et utdrag av siden er vist i figur 60.



Figur 60: Skjerm bilde av første side om urin. (29)

Neste side handler om utsåing og dyrkning, denne siden inneholder oppgaver og en interaktiv video som viser hvordan korrekt utsåing gjøres i laboratoriekurs ved bioingeniørutdanningen. Figur 61 viser et skjerm bilde av siden. Oppgavene på denne siden er variert og inneholder en oppgave om hvilke bakterier som vokser hvor, noen kontrollspørsmål på den interaktive videoen, samt en «dra ordene»-oppgave.

Utsåing og dyrkning

2 / 4

Utsåing og dyrkning

Urin

- Innledning
- Utsåing og dyrkning
 - Dra og slipp
 - Utsåing av urin
 - Dra riktig ord til riktig boks
- Identifisering

Oppsummering & levær

Hva vokser hvor?

I denne oppgaven skal du plassere riktig mikroorganisme på riktig agar. Husk at noen er selektive og hindrer veksten av visse typer bakterier.

Dra og slipp

Mac Conkey

Blodagar

E.coli

Proteus mirabilis

Hvite stafylokokker

Sjekk

Figur 61: Skjermbilde av andre side i den interaktive boka om urin. (29)

Tredje side handler om identifisering og om biokjemiske og immunologiske tester. Her ble det lagt fokus på flytskjema og tolkning av det, i tillegg til informasjon om de mest relevante biokjemiske testene for urin. Figur 62 viser hvordan innledningen til denne siden ser ut.

Urin

▶ Innledning ○

▶ Utsåing og dyrkning ○

▼ Identifisering ○

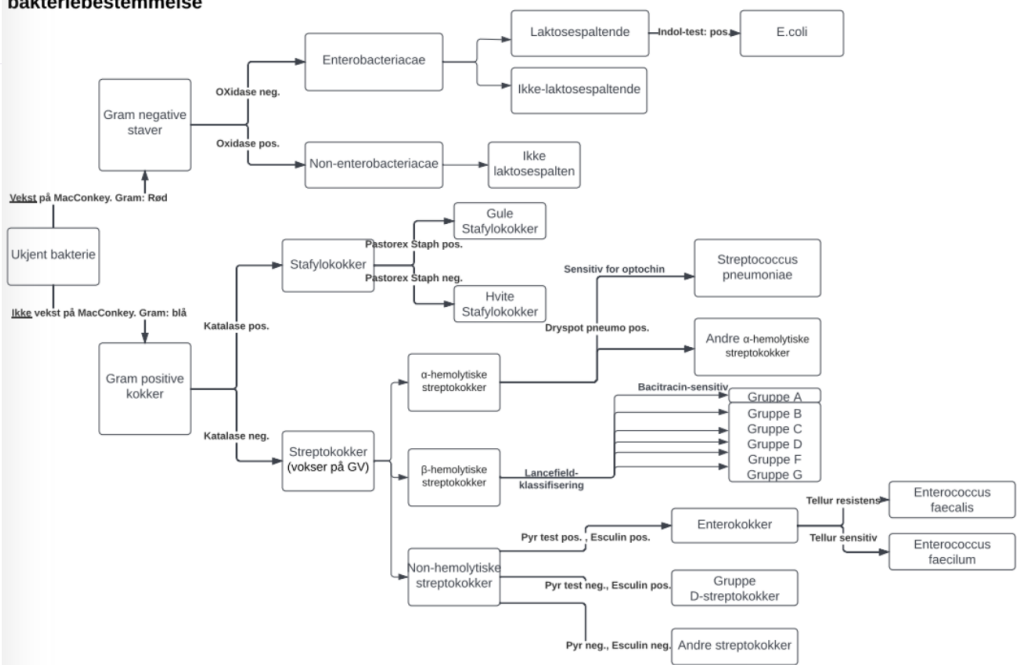
- Flytskjema-oppgaver
- Biokjemiske tester
- Beskriv oppveksten
- Biokjemiske tester spørs...

Oppsummering & levér

Identifisering

Ved identifisering av bakterier fra urin kan man vurdere oppvekst på agarer. Man bruker flere metoder for å vurdere oppveksten. Man kan observere utseende, lukt, hemolyse og tolke biokjemiske- og immunologiske tester. Gramfarging er en metode for å bestemme gram-egenskapene til bakterien. Ved bioingeniørstudiet benyttes ofte flytskjema som et hjelpemiddel til å bestemme hvilke bakterier en har. Flytskjemaer er skjema som viser hvilke observasjoner som skal til for å utelukke bakterietyper og for å identifisere bakterien. Flytskjemaer baserer seg på biokjemiske tester og immunologiske tester samt visuelle vurderinger av oppveksten.

Flytskjema bakteriebestemmelse



Bruk flytskjemaet over til å løse oppgavene.

Du har en bakterie som vokser på MacConkey agar, er oxidase negativ og indol spot test positiv. Hvilken bakterie har vi?

Proteus mirabilis

Non-enterobacteriaceae

Figur 62: viser et utdrag fra side 3 i den interaktive boka om urin. (29)

3.2.5 Resistensbestemmelse

Den interaktive boka om resistensbestemmelse inneholder informasjon om hvordan og hvorfor en utfører resistensbestemmelser, i tillegg til en interaktiv video. Videoen viser utførelse av

resistensbestemmelse ved bruk av lappediffusjons-metode. Figur 63 viser hvordan innledningen til boken om resistensbestemmelse ser ut.

The screenshot shows a digital book interface. At the top, there is a navigation bar with a menu icon, the title 'Innledning', and page indicators '1 / 6'. Below this is a sidebar with a search bar and a list of navigation options: 'Innledning', 'Kilder', 'Video om utsåing ...', 'Dra ordene', 'Flervalg oppgaver', 'Rettt/galt oppgaver', and 'Oppsummering & lever'. The main content area is titled 'Resistentbestemmelse' and contains the following text:

Resistensbestemmelse ved agardiffusjon er en mikrobiologisk metode for å måle bakterienes følsomhet for antibiotika. Resistensbestemmelse brukes for å finne ut hvilken mengde og type antibiotika som kan brukes for behandling av en bakteriell infeksjon, overvåking av antibiotika resistens og oppdagelse av nye bakterier med resistens. Bakteriene sås ut på en agarskål som er spesifikk for resistensbestemmelse. I Norge benyttes hovedsakelig Mueller Hinton II agar (MH-agar) eller IsoSensitest agar (Osoid) til resistensbestemmelse. I studentlaboratoriet benyttes MH-agar. (3,4)

Etter utsåing av bakterier på resistensagar, blir det plassert antibiotika-tabletter med kjent konsentrasjon på agaren. Agarskålen inkuberes i 35 ± 2 °C, i 18 til 24 timer. Dersom bakterien er følsom for antibiotika vil det dannes en oppklaringszone rundt antibiotika-tabletten. Denne sonen kalles en hemningssone. Figur 2 illustrerer hemningssoner rundt antibiotikatabletter. Hemningssonens diameter måles med et skyvelær og sensitivitet fastsettes basert på standardiserte tabeller etter retningslinjer for brytningspunkt fra NordiCAST og EUCAST. (1)

Below the text are three petri dishes illustrating the process:

- 1. 'Agarskål med bakterier': A petri dish with a uniform, opaque bacterial lawn.
- 2. 'Tilsetning av antibiotikatabletter': A petri dish with several small, grey antibiotic discs placed on the surface.
- 3. 'Hemningssoner rundt antibiotikatabletter': A petri dish showing clear, circular zones of inhibition around the antibiotic discs.

Figure 1: Agarskål med bakterier blir tilsatt antibiotikatabletter. Bakterien har ulik sensitivitet til de ulike typene antibiotika. Etter inkubering dannes hemningssoner som kan avleses for å vurdere grad av følsomhet. Figuren er laget med BioRender.com

SIR-systemet klassifiserer antibiotikaresistens inn i tre grupper basert på grad av følsomhet:

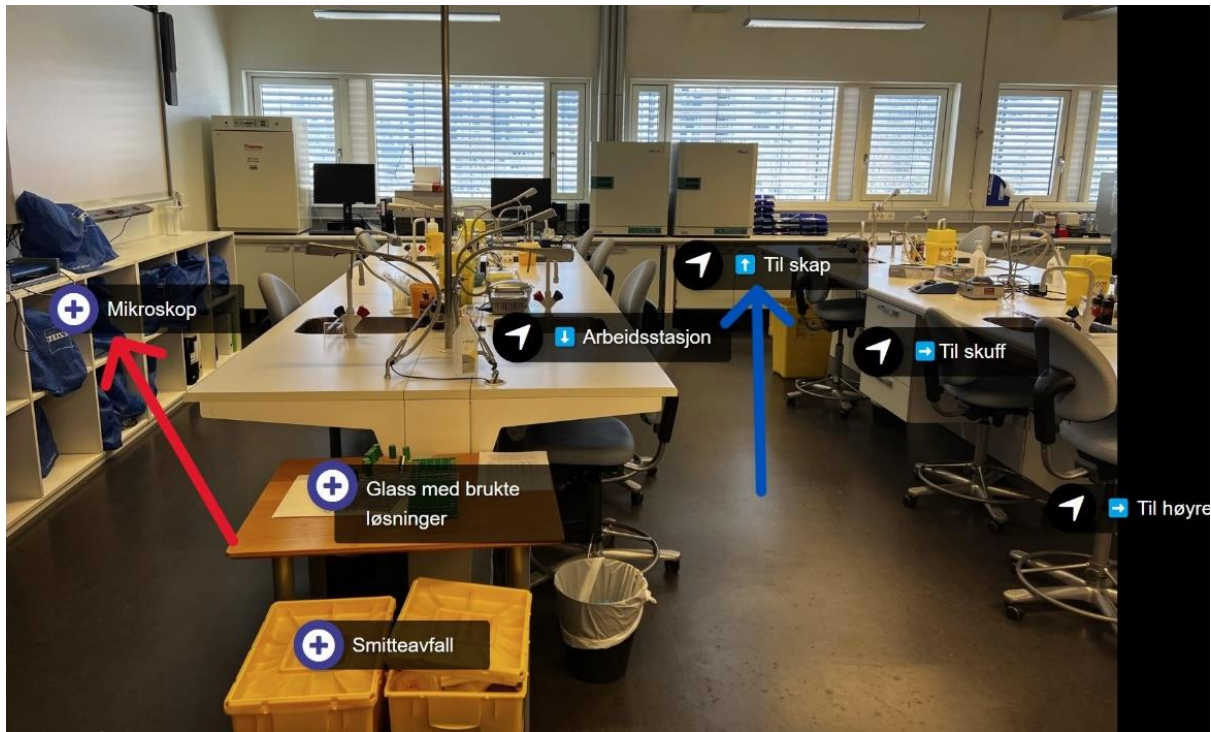
- o S - følsom ved standarddose, betyr at antibiotikaen er effektiv, og dreper bakteriene ved normal dosering.
- o I - følsom ved økt eksponering, betyr at bakteriene drepes av antibiotikaen, men man trenger høyere doser for at antibiotikaen skal ha god effekt.
- o R - resistent, bakterier er motstandsdyktige mot antibiotikaen, og det vil dermed ikke ha virkning å benytte den bestemte antibiotikaen i behandling av en infeksjon. (2, 3)

Figur 63: Skjerm bilde av den interaktive boka om resistensbestemmelse. (29)

3.2.6 Lab-omvisning

Denne ressursen er ikke en oppgave, men en digital omvisning på studentlaboratoriet. Ressursen består av statiske bilder hvor det er lagt på markører over visse områder/objekter i bildet.

Markører med et pluss-symbol viser informasjon, mens pil-symbolet brukes for å bevege seg til et annet bilde, se figur 64.



Figur 64: Skjerm bilde av den digitale omvisningen av laboratoriet, med ulike markører. Rød pil peker på et informasjons-symbol mens blå pil peker på et bevegelses-symbol. (29)

Bildene i ressursen er satt opp slik at en kan bevege seg slik en hadde gjort i virkeligheten. Om en for eksempel trykker på en pil markert med «til høyre» vil bildet skifte til hvordan ting ser ut i den retningen. Figur 65 viser et eksempel på dette.



Figur 65: Viser hvordan en kan bevege seg mellom bilder ved hjelp av pil-symboler. (29)

Lab-omvisningen inneholder en del tips til momenter man bør være oppmerksom på, og informasjon om hvordan laboratorierutinene er. Et eksempel på noe som nevnes er at når en har brukt opp utstyr skal nytt utstyr fylles på.

4 Diskusjon

4.1 Muligheter og begrensninger ved opplæringsressurs i mikrobiologi

Det er flere positive sider ved å benytte en digital opplæringsressurs i forbindelse med undervisning i medisinsk mikrobiologi. Studentene kan ha nytte av å gjøre individuelle forberedelser i forkant av laboriekurs, for eksempel ved hjelp av den interaktive omvisningen. Dette kan enten være frivillig, eller som en obligatorisk aktivitet. Det kan også være nyttig å repetere pensum etter forelesninger ved hjelp av læringsressursen. Da kan det for eksempel legges til en lenke og/eller QR-kode i slutten av presentasjonen, som studentene kan benytte for å komme til relevante oppgaver til det gjeldende temaet. Dette kan bidra til å gjøre studentene oppmerksomme på om de har forstått innholdet, og vil kunne bidra til økt læring.

En digital læringsressurs har fordelen av å alltid være tilgjengelig, slik at studentene selv kan velge når og hvor de ønsker å benytte seg av den. Hovedpoenget med ressursen er ikke å erstatte tradisjonell undervisning, men heller være et supplement til det. Oppgavene gir også faglærer mulighet til å se resultatene til studentene, noe som gjør det enklere å identifisere vanskelige temaer og dermed hvilke tema det bør fokuseres mer på. H5P oppgavene er som nevnt varierte og gir en stor mulighet til å kunne tilpasse innhold for brukeren

Det er mulig å iverksette bruk av læringsressursen som en del av forelesninger og laboriekurs, ved at det blir satt av tid til å jobbe med de ulike oppgavene. Vi opplever det selv som en fordel å benytte ulike arbeidsmetoder for læring. Om forelesninger er varierte og har avbrekk der man har mulighet til aktiv deltagelse, gir dette økt motivasjon, og det er enklere å holde seg fokusert de dagene det er mye undervisning.

En mulig utfordring med innholdet vi har produsert er at de interaktive bøkene kun dekker en viss del av pensum. Det er også et relativt lavt antall oppgaver til hvert tema. Dette bidrar til å begrense den faglige bredden i læringsutbyttet til opplæringsressursen. Om en student mestrer oppgavene under et bestemt tema kan dette gi hen et inntrykk av at hen ikke har behov for videre lesing om temaet, selv om det egentlig kunne vært nødvendig for å få tilstrekkelig forståelse. Man kan tenke seg at studentene velger å benytte opplæringsressursen istedenfor å lese pensum, selv om ressursen er ment som et supplement.

Oppgavetyperne i opplæringsressursen har store begrensninger for hvor mye forståelse man kan vise ved å besvare de. I for eksempel dra og slipp-oppgaver eller flervalgsoppgaver er det ingen rom for å vise refleksjon eller dyp forståelse. Det vil kanskje være hensiktsmessig å ha skriftlige oppgaver til innlevering for å vurdere studentenes forståelse på et dypere plan. En mulig løsning for å kunne vise dypere forståelse er å legge til oppgaver med langsvær. Da vil studentene kunne skrive fritt, og det blir nødvendig å tenke mer nøye igjennom hva man skal svare på oppgavene. Ulemper med denne løsningen er at det krever mer arbeid å rette disse oppgavene, ettersom de ikke blir automatisk rettet, og at studentene ikke får øyeblikkelig tilbakemelding på besvarelsen.

4.2 Innhold i opplæringsressursen

Vår erfaring er at undervisningen i medisinsk mikrobiologi har hovedfokus på bakterier, og at det er mindre fokus på virus, sopp og parasitter. Spesielt sopp og parasitter har hatt lite fokus i undervisningen, noe som trolig skyldes at disse mikrobene er en mindre del av arbeidshverdagen til en bioingeniør i et mikrobiologisk laboratorium. Vi så allikevel som nyttig å lage innhold som gir studentene oversikt over disse temaene, for å gi en grunnleggende forståelse av dem.

Grunnen til at vi valgte urin som hovedfokus, var at urin er det materialet som blir mest benyttet i laboratoriekurs i mikrobiologi. For å gi best mulig læring, valgte vi å innlede hver interaktiv bok med informativ tekst kombinert med bilder. Deretter valgte vi å gi studenten mulighet til å teste kunnskapen sin, og repetere innholdet med ulike oppgavetyper.

Tanken bak lab-omvisningen var å gi studentene muligheten for å bli kjent med hvor de finner utstyr i laboratoriet, og er godt egnet som en forberedelse til laboratoriekurs. Ressursen er beregnet for 1.års bioingeniørstudenter som ikke har mye erfaring med arbeid på studentlaboratoriet. For en fersk bioingeniørstudent kan det virke overveldende å komme til studentlaboratoriet uten å ha kjennskap til alt utstyret, og hvor en finner det. Ved hjelp av den digitale lab-omvisningen kan studentene komme bedre forberedt til laboratoriekurs, noe som vil kunne forbedre utbyttet av undervisningen.

Resistensbestemmelse med agar-diffusjon er en sentral metode innen fagfeltet medisinsk mikrobiologi. Vi valgte derfor å lage en oppgave samt en video som kan brukes som forberedelse til laboratoriekurs. Dette vil kunne redusere feil ved utførelse og gi læreren mer tid til undervisning. Videoen bidrar til visuell læring, og er en effektiv innføring i utførelsen av resistensbestemmelse.

4.3. WeVideo

Våre erfaringer med å bruke WeVideo som redigeringsverktøy er at det fungerer godt. Verktøyet er lett tilgjengelig, ettersom det kan brukes direkte i nettleseren, og det krever ingen nedlastning av programvare. Programmet oppfattes som lett å bruke på grunn av et intuitivt grensesnitt.

4.4 Tekniske utfordringer

Det ble forsøkt å danne videomateriale av svermende bakterier i våtpreparat, men dette ble ikke vellykket, og ble ikke tatt med i det ferdige produktet. Utfordringen var i hovedsak at vi ikke lyktes med å fokusere våtpreparatet i 100x-linsa. Det kan være aktuelt for senere prosjekter å prøve å produsere godt videomateriale av svermende bakterier.

Ved redigering av H5P-oppgaver oppsto det problemer om flere personer redigerte den samme oppgaven samtidig. Dette førte til en feilmelding om at endringene måtte forkastes, eller at filen måtte lagres som en ny fil. Vi løste dette ved at kun en person kunne redigere en bestemt oppgave om gangen.

H5P har en funksjon for å oversette innholdet fra engelsk til norsk, men ikke alle ord ble oversatt automatisk, noe vi oppdaget sent. For å kunne oversette alt innholdet til norsk måtte vi oversette og skrive inn oversettelsene manuelt. Dette er noe vi føler andre som skal lage H5P-oppgaver kan lære av.

Vi hadde utfordringer med å laste opp noe av det produserte innholdet til WordPress. Dette gjelder for den interaktive lab-omvisningen og innholdet om urin. Den interaktive lab-omvisningen mistet noen av ikonene i de klikkbare boksene når de ble lastet opp til WordPress (opplæringsressursen). Vi løste dette med å sette inn en hurtiglenke i WordPress, som leder brukeren til oppgaven, istedenfor å laste opp oppgaven til WordPress.

De to videoene om utsåing av urin og resistensbestemmelse kunne ikke bli lastet opp til en interaktiv bok i WordPress, på grunn av deres høye filstørrelse. Vi løste dette med å laste opp videoene til YouTube, for så å bruke lenken til å integrere videoen i den interaktive boka.

Ved fotografering av bakterier og biokjemiske tester hadde vi utfordringer med å få tatt gode bilder, på grunn av belysning. For å få klare bilder med gode farger var det viktig med godt belyste objekter, men vi måtte samtidig forsøke å unngå gjenskinn i agarer og objektglass. For å

få tatt gode bilder var det nødvendig med prøving og feiling med ulike kilder til belysning: blitz, taklys, bordlamper og naturlig sollys.

4.5 Konklusjon og videre arbeid

Tidligere bacheloroppgaver har dannet et godt grunnlag i utarbeidelsen av opplæringsressursen. Vi føler vi har bidratt til å gjøre ressursen mer fullstendig, med å produsere innhold i de temaene som ikke allerede er dekket.

Praktisk laboratoriearbeid er svært sentralt i bioingeniørutdanningen, men teoretisk arbeid er avgjørende for å få nødvendig kunnskap. I denne sammenhengen kan en digital læringsressurs være et svært godt hjelpemiddel.

For at læringsressursen skal komme til nytte er det viktig at studentene informeres om at den eksisterer, slik at de har mulighet til å bruke den. Det kan også være aktuelt å sette av tid i løpet av forelesninger eller laboratoriekurs til å lese innhold eller gjøre oppgaver fra læringsressursen.

For å sikre kvaliteten til læringsressursen er det hensiktsmessig å motta tilbakemelding fra studentene på hvordan de opplever at den fungerer, og eventuelt hva som kan forbedres.

Tilbakemeldingene kan brukes til å legge grunnlag for videre arbeid med læringsressursen, for eksempel i fremtidige bachelorprosjekt. Vi har ikke gjennomført en spørreundersøkelse eller testet på studenter ettersom vi har prioritert å ferdigstille oppgaver og å laste disse opp til læringsressursen. Ved prosjektstart var vi ikke oppmerksom på behovet for en undersøkelse, og på slutten av prosjektet hadde vi ikke kapasitet til å gjennomføre en. Vi så det også som lite sannsynlig at et stort antall studenter ville prioritert å prøve oppgavene og svare på en spørreundersøkelse når innholdet var klart, ettersom de fleste var opptatt med eksamener eller arbeid med egne bacheloroppgaver.

Referanser

1. Pommerville JC. Alcamo's fundamentals of microbiology. 8th ed. Sudbury, Mass: Jones and Bartlett; 2007. XXVI, 898.
2. Sirevåg R. bakterier. In: Store medisinske leksikon [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 20]. Available from: <https://sml.snl.no/bakterier>
3. JrPol. Nederlands: Schematische weergave bacterie [Internet]. 2009 [cited 2023 Mar 16]. Available from: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bacteria-.svg>
4. Sirevåg R. bakterier. In: Store medisinske leksikon [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 16]. Available from: <https://sml.snl.no/bakterier>
5. Rollag H, Müller F, Tønjum T, editors. Medisinsk mikrobiologi. 4. utg. Oslo: Gyldendal; 2019.
6. Scientific Image and Illustration Software | BioRender [Internet]. [cited 2023 Apr 5]. Available from: <https://www.biorender.com/>
7. Brøgger A, Martinsen L. virusgenetikk. In: Store norske leksikon [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 16]. Available from: <https://snl.no/virusgenetikk>
8. Klein J. virus. In: Store medisinske leksikon [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 14]. Available from: <https://sml.snl.no/virus>
9. Gulden G, Eckblad FE, Høiland K. sopp – biologi. In: Store norske leksikon [Internet]. 2023 [cited 2023 May 19]. Available from: https://snl.no/sopp_-_biologi
10. Bacteria Fungal Yeast Comparison Cell Structure Arkivvektor (royaltyfri) 1815821876 [Internet]. [cited 2023 Mar 30]. Available from: <https://www.shutterstock.com/nb/image-vector/bacteria-fungal-yeast-comparison-cell-structure-1815821876>
11. Tønjum T. sopp. In: Store medisinske leksikon [Internet]. 2021 [cited 2023 Mar 20]. Available from: <https://sml.snl.no/sopp>
12. Animal Cell Fungal Yeast Cell Structure Arkivvektor (royaltyfri) 1770007151 [Internet]. [cited 2023 Mar 16]. Available from: <https://www.shutterstock.com/nb/image-vector/animal-cell-fungal-yeast-structure-cross-1770007151>
13. Microbiology Illustration Shows Basic Morphology Fungi Arkivvektor (royaltyfri) 2126181617 [Internet]. [cited 2023 Mar 16]. Available from: <https://www.shutterstock.com/nb/image-vector/microbiology-illustration-shows-basic-morphology-fungi-2126181617>
14. Kvam, Augusta Irene, Slotterøy, Kirsten Lines, Kristiansen, Kine Husteli. Metodehefte Medisinsk mikrobiologi 2021/2022. NTNU Institutt for bioingeniørfag;

15. Shutterstock. Structure Aspergillus Arkivvektor (royaltyfri) 1107348494 [Internet]. [cited 2023 Mar 16]. Available from: <https://www.shutterstock.com/nb/image-vector/structure-aspergillus-1107348494>
16. Shutterstock. Structure Microsporium Arkivvektor (royaltyfri) 1111232552 [Internet]. [cited 2023 Mar 16]. Available from: <https://www.shutterstock.com/nb/image-vector/structure-microsporium-1111232552>
17. Tønjum T, Otterholt E. Parasitter. In: Store medisinske leksikon [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 17]. Available from: <https://sml.snl.no/parasitter>
18. Pommerville JC. The Protozoa. In: Alcamo's fundamentals of microbiology. 8th ed. Sudbury, Mass: Jones and Bartlett; 2007. p. 473–505.
19. Lier T. Kapittel 5: Introduksjon til medisinsk parasittologi. In: Medisinsk mikrobiologi. 3. utg. Oslo: Gyldendal; 2010. p. 72–4.
20. Lier T. Kapittel 43: Medisinsk parasittologi. In: Medisinsk mikrobiologi. 4. utg. Oslo: Gyldendal; 2019. p. 365–74.
21. FHI. Diagnostikk malaria [Internet]. Folkehelseinstituttet. 2019 [cited 2023 Mar 28]. Available from: <https://www.fhi.no/nettpub/malariaveilederen/bakgrunnsinformasjon/3.5-diagnostikk/>
22. NHI. Bendelorm [Internet]. NHI.no. [cited 2023 Apr 18]. Available from: <https://nhi.no/sykdommer/barn/infeksjoner/bendelorm/>
23. Goering RV, Mims CA. Mims' medical microbiology. 5th ed. S.l.: Elsevier Saunders; 2013. XIV, 565.
24. Otterholt E. resistensbestemmelse. In: Store medisinske leksikon [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 28]. Available from: <https://sml.snl.no/resistensbestemmelse>
25. Lindemann PC, Gammelsrud KW, Löhr IH, Akselsen PE, Lindbæk M, Sundsfjord A. Valg av antibiotika – viktig endring i prøvesvar fra mikrobiologen. Tidsskr Den Nor Legeforening [Internet]. 2019 Sep 9 [cited 2023 May 3]; Available from: <https://tidsskriftet.no/2019/09/debatt/valg-av-antibiotika-viktig-endring-i-provesvar-fra-mikrobiologen>
26. H5P [Internet]. [cited 2023 Mar 22]. Available from: <https://h5p.org/>
27. WeVideo [Internet]. [cited 2023 Apr 7]. Available from: <https://eu.wevideo.com/>
28. H5P. Create or Upload Content - H5P.com [Internet]. [cited 2023 Apr 24]. Available from: <https://ntnu.h5p.com/content/create>
29. NTNU. Opplæringsressurs IBF [Internet]. [cited 2023 Apr 25]. Available from: <https://h5p.it.ntnu.no/hbio3005/>

Vedlegg

Vedlegg 1: Anbefalt antibiotikavalg ved laboratoriekurs i medisinsk mikrobiologi 2. bio.

Tabellen er hentet fra studentlaboratoriet, LK24.



ANBEFALT ANTIBIOTIKAVALG I MEDISINSK MIKROBIOLOGI

Bakterie	Anbefalt antibiotika			
Enterobacteriaceae	Ampicillin (AMP10/AMP33)	Cefotaxime (CTX30)	Mecillinam (MEC10)	Trimethoprim/Sulfa (SxT25)
Stafylokokker	Fucidin (FUCID)	Penicillin (PEN10)	Clindamycin (CLIND/CLI.2)	Oxacillin (OXA.1)
Enterokokker	Ampicillin (AMP10/AMP33)	Ciprofloxacin (CIP5/CIPR5)	Mecillinam (MEC10)	Imipenem (IMIPM/IMI10)
* α -hemolytiske streptokokker	Oxacillin (OXA.1)	Ciprofloxacin (CIP5/CIPR5)	Clindamycin (CLIND/CLI.2)	Imipenem (IMIPM/IMI10)
* β -hemolytiske streptokokker	Ampicillin (AMP10/AMP33)	Imipenem (IMIPM/IMI10)	Clindamycin (CLIND/CLI.2)	Penicillin (PEN10)
Non-Enterobacteriaceae	Ciprofloxacin (CIP5/CIPR5)	Gentamycin (GN30/GN40/GN250)	Imipenem (IMIPM/IMI10)	Trimethoprim/Sulfa (SxT25)
Haemophilus/Neisseria meningitidis	Penicillin (PEN10)			

* Krever resistensagar (MH) med blod.

Oppdatert: 2023

Vedlegg 2: Brytningspunkter: Lappemetoden. Tabellen er hentet fra studentlaboratoriet, LK24.

BRYTNINGSPUNKTER LAPPOMETODEN

ANTIBIOTIKA	MIKROBER	MM S ₂ Sone-diameter	MM R _c Sone-diameter
Ampicillin(AMP10/AMP33)	Enterobacteriaceae	32	18
	Enterococcus	28	20
	β-streptococcus	34	21
Cefotaxime(CFTAX/CTX30)	Enterobacteriaceae	30	16
	Staphylococcus	28	28
Cefuroxime(CEFUR/CXM30)	Enterobacteriaceae	34	18
	Staphylococcus	28	18
Ciprofloxacin(CIP5/CIPR5)	Enterococcus	32	18
	Staphylococcus	30	21
	Pseudomonas	28	28
	Enterobacteriaceae	32	18
	Pneumokokker	36	21
Clindamycin(CLIND/CLI.2)	β-streptococcus	36	27
	Staphylococcus	26	18
	Pneumokokker	36	27
Fucidin(FUCID)	Staphylococcus	32	32
Gentamycin(GN30/GN40/GN250)	Enterococcus	17	17
	Pseudomonas	26	20
	Enterobacteriaceae	26	20
	Staphylococcus	26	20
Imipenem(IMIPM/IMI10)	β-streptococcus/ Enterococcus	26	13
	Pseudomonas	28	20
	Staphylococcus	26	20
	Enterobacteriaceae	32	23
	Pneumokokker	30	27
Mecillinam(MEC10)	Enterobacteriaceae	22	16
	Enterococcus	28	20
	Staphylococcus	32	16
Oxacillin(OXA.1)	Staphylococcus, hvite	20	20
	Staphylococcus, gule	16	13
	Pneumokokk	20	
Penicillin(PEN10)	β-streptococcus	26	13
	Staphylococcus	32	26
	Enterococcus	12	
Trimethoprim/Sulfa(SxT25)	Neisseria gonorrhoeae	16	
	Enterobacteriaceae/ Pseudomonas	28	23
	Staphylococcus	16	13

Oppdatert: 2021

