



Design av beslutningsstøttegrensesnitt for EBUS-bronkoskopi

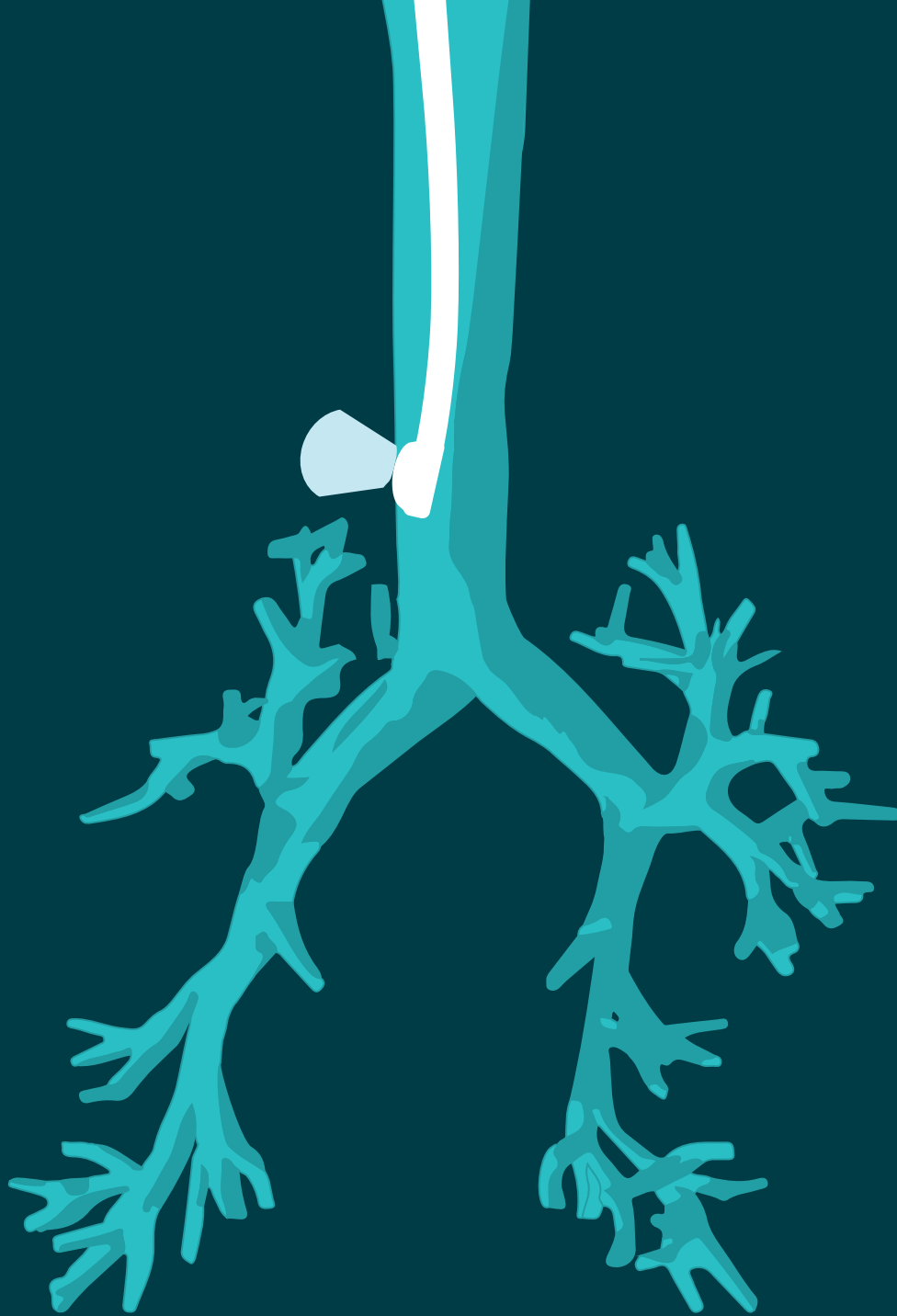
Lene Valderhaug Bakke

Industriell design

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Thomas Porathe, ID

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for design



Design av beslutnings- støttegrensesnitt for EBUS-bronkoskopi

MASTEROPPGAVE
INSTITUTT FOR DESIGN
NTNU VÅREN 2017

Lene Valderhaug Bakke

FORORD

Denne rapporten er skrevet av Lene Valderhaug Bakke i sammenheng med mastergraden i industriell design ved Institutt for design ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU, våren 2017. Oppgaven bygger på innsikt fra arbeidet gjort i faget TPD4500 Design 9 Fordypningsprosjekt høsten 2016.

Prosjektet er gjennomført i samarbeid med Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling, forkortet USIGT. Jeg vil rette en stor takk til Thoraxgruppen i USIGT som har latt meg tatt del i et så spennende prosjekt. Jeg har hatt et stort læringsutbytte av å jobbe med dette forskningsprosjektet.

Jeg vil også rette en stor takk til min produktveileder Håkon Olav Leira. Håkon har svart på utallige spørsmål om prosjektet og domenet. Han har satt meg i kontakt med brukere, noe som har gitt meg innsikt og forståelse for brukergruppen, deres arbeidshverdag og kunnskap. Han har i tillegg konstant gitt utallige tilbakemeldinger til skisser, prototyper og konseptforslaget gjennom hele prosjektet.

Tusen takk til lungelegene på lungeavdelingen ved St.Olavs hospital. De har stilt opp på intervjuer, latt meg observere mens de jobber, de har testet prototypen og gitt svært verdifulle tilbakemeldinger.

Takk til Hanne Sorger som ga svært konstruktive tilbakemeldinger på konseptforslaget og som satt meg i kontakt med Lungeavdelingen ved sykehuset i Levanger.

Takk til legene ved lungeavdelingen ved Levanger sykehus som tok imot meg og satt av et arbeidsmøte til å evaluere og gi tilbakemeldinger til konseptforslaget.

Alle lungelegene jeg har snakket med i løpet av denne oppgaven har vært svært åpne og interessert i innovasjon, nye systemer og ny teknologi.

Takk til klassekamerater, familie og venner som har stilt opp på uformell brukertesting av flyt og systemforståelse.

Takk til alle de som har hjulpet meg med rapporten!

Tusen takk til min veileder fra Institutt for design, Thomas Porathe, som har gitt meg veiledning og litteratur. Tilbakemeldingene fra Thomas har hjulpet meg gjennom prosessen.

Til slutt vil jeg også takke Institutt for design og ansvarlig faglærer Marikken Høiseth.



Masteroppgave for student Lene Valderhaug Bakke

Design av beslutningsstøttegrensesnitt for bronkoskopi

Designing a Decision Support Interface for Bronchoscopy

Medisinske navigasjonsstøttesystemer er systemer som støtter leger når de manøvrerer utstyr i pasientens kropp. I dag baser eksisterende navigasjonsstøttesystemer seg hovedsakelig på informasjon fra CT bilder. Systemer som også bruker informasjon fra PET, ultralyd og MR er under utvikling. Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling (usigt.org) har utviklet et generisk navigasjonssystem (CustusX, custusx.org) som blant annet inneholder et system for navigasjonsstøtte i lungene kalt Fraxinus. Fraxinus vil i 2017 ekspanderes til å inneholde informasjon fra PET og ultralyd fra EBUS bronkoskopi, i tillegg til CT. Under den tekniske utviklingen av medisinske støttesystemer er det viktig å ta hensyn til brukeren av systemet og til miljøet hvor systemet skal brukes. Det visuelle grensesnittet må presentere informasjon på en slik måte at det støtter brukerens arbeidsflyt.

Formålet med oppgaven er å designe et grensesnitt som visualiserer PET-CT og ultralydbilder på en slik måte at brukerne av systemet får verdifull beslutningsstøtte. Designet vil baseres på innsikt fra tidligere prosjektarbeid, litteratur om kognitive evner, brukertesting, observasjon og intervjuer.

Opgaven vil blant annet inkludere:

- Informasjonsinnhenting og analyse
- Idegenerering, konseptutvikling og konseptvalg
- Prototyping og testing
- Detaljering av konsept

Opgaven utføres etter "Retningslinjer for masteroppgaver i Industriell design".

Ansvarlig faglærer: Thomas Porathe
Ekstern veileder: Håkon Olav Leira

Utleveringsdato: 13. januar 2017
Innleveringsfrist: 9. juni 2017

Thomas Porathe
ansvarlig faglærer

Trondheim, NTNU, 13. januar 2017

Casper Boks
instituttleder

SAMMENDRAG

BAKGRUNN

Lungekreft er en kreftsykdom med høy dødelighet. Dersom sykdommen oppdages i et tidlig stadium og behandlingen startes raskt øker sannsynligheten for å overleve betraktelig. Bronkoskopi er en medisinsk undersøkelsesmetode som brukes for å ta celleprøver for å diagnostisere lungekreft. Metoden går ut på at lungelegen styrer et bronkoskop gjennom munnen og ned i luftveiene til en pasient for å inspisere og ta celleprøver. Dersom lungelegen skal sjekke om kreften har spredt seg, er målene for bronkoskopien ofte lymfeknutene i brystkassen. Lymfeknutene ligger på utsiden av luftveiene. For å ta en celleprøve av lymfeknutene må legen stikke en nål gjennom veggene i luftveiene. Beslutningene om hvor de aktuelle knutene ligger, hvor lungelegen skal styre bronkoskopet for å nå disse knutene og hvor de skal stikke for treffe riktig lymfeknute er krevende. Det er disse beslutningene denne designoppgaven adresserer.

Prosjektet er gjennomført i samarbeid med Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling (USIGT). Det tar for seg designet av grensesnittet til programvaren Fraxinus excelsior og anser lungeleger som primærbruker av grensesnittet. Fraxinus excelsior er en programvare som tar inn pasientdata og presenterer informasjon for å støtte lungelegen i å utføre en bronkoskopi. Fraxinus excelsior er et forsknings og utviklingsprosjekt, og resultatene fra denne designoppgaven blir med i vurderingen av hvordan programvaren bør utvikles og hvordan informasjonen bør presenteres for å støtte sluttbrukerens behov.

MÅL

Målet er å designe et grensesnitt, basert på innsikt i lungelegers arbeidsprosess før, under og etter en EBUS-bronkoskopi, som lungeleger finner brukervennlig, og som USIGT kan bruke som grunnlag for den videre utviklingen av Fraxinus excelsior.

METODE

Brukersentrert designmetodikk benyttes i denne oppgaven til å utvikle grensesnittet til en programvare og teknologi som er under utvikling. Utviklingen av medisinsk utstyr er ofte drevet av utviklingen av ny teknologi. En slik teknologifokusert utviklingsprosess har en tendens til å overse sluttbrukerens situasjon, begrensninger og behov. Med en brukersentrert tilnærming vil brukerens miljø, arbeidssituasjon og informasjonsbehov observeres og analyseres. Analysen blir grunnlaget for en konseptutviklingsprosess som resulterer i et konseptforslag som foreslår hvilken type informasjon som bør formidles, når den bør formidles og hvordan den bør formidles. Konseptforslaget har blitt testet og justert basert på tilbakemeldinger fra representanter fra brukerguppen.

RESULTAT

Opgavens sluttresultat er en digital prototype av konseptforslaget. Prototypen ble rangert som brukervennlig av brukerne som testet konseptet. Leveransen inneholder en detaljert beskrivelse av konseptforslaget og visualiseringer av hvordan konseptforslaget skal kunne brukes. USIGT har bekreftet at de vil bruke konseptforslaget som grunnlag for den videre utviklingen av Fraxinus excelsior.

SUMMARY

BACKGROUND

Lung cancer is a type of cancer with a high mortality rate. If the disease is detected at an early stage and the treatment starts quickly, the likelihood of survival increases significantly. Bronchoscopy is a medical examination method used to take cell samples to diagnose lung cancer. The procedure is done by inserting the bronchoscope through the patient's mouth and steering it down the airways to inspect and take cell samples. If the physician suspects that the cancer has spread, the targets of the bronchoscopy are often the lymph nodes in the chest. The lymph nodes are located on the outside of the airways. To reach the lymph nodes to take a cell sample the physician must use a needle to penetrate the walls of the airways. The decisions of where the lymph nodes are located, where the physician should steer the bronchoscope and where to aim with the needle to reach the correct lymph node are challenging. These are the decisions that this design task addresses.

The project is carried out in collaboration with the Norwegian National Advisory Unit for Ultrasound and Image-Guided Therapy (USIGT). It focuses on designing the interface of the Fraxinus excelsior software considering physicians as the primary users. Fraxinus excelsior is a software that uses patient data to present information to support the physician in conducting a bronchoscopy. Fraxinus excelsior is a research and development project, and the results of this design task are included in the assessment of how the information should be presented to support end-user needs.

GOAL

The goal is to design an interface, based on insight from the work process of physicians before, during and after an EBUS-bronchoscopy, that physicians find user-friendly, which USIGT can use as a basis for further development of Fraxinus excelsior.

METHOD

In this thesis user-centered design methodology is used in the development of the interface of a software that is in the research and development phase. Development of medical equipment is often driven by the development of technology. This technology-centred design approach tends to overlook the user's situation, constraints and needs. With a user-centered design approach, the user's environment, work situation and the information needs are observed and analyzed. The analysis is the basis of the concept development process that results in a concept that proposes what type of information the system should communicate, at what time the information should be presented and how it should be conveyed. The concept proposal has been tested and adjusted based on feedback from representatives from the user group.

RESULT

The results of the thesis is a digital prototype of the concept. This concept was rated as user-friendly by the physicians who tested the it. The thesis contains a detailed description of the concept proposal and visualizations of how the concept proposal could be used. USIGT have confirmed that they will use the concept as a basis for further development of Fraxinus excelsior.

INNHold

Kapittel 1		10
Introduksjon		
	Problemstilling	12
	Introduksjon	14
	CustusX og Fraxinus excelsior	16
	Tilnærming	19
	Prosjektplan	24
Kapittel 2		26
Bakgrunn		
	Bakgrunn	28
	Lungene	30
	Lungekreft	31
	Bronkoskopi	32
	Snittbilder	36
	Lymfesystemet	38
	Klassifisering av spredning	42
	EBUS-bronkoskopi	44
	Arbeidssituasjon	46
	EBUS og PET i Fraxinus excelsior	48
	Innsikt fra forprosjekt høsten 2016	55
Kapittel 3		60
Innsikt		
	Andre aktører	62
	Lignende prosjekter	67
	Innsikt fra brukergruppen	71
	Intervjuer	72
	Observasjon	74
	Test av Fraxinus excelsior	76
	Refleksjon	80
Kapittel 4		84
Analyse, teori og valg		
	Potensielle brukere	86
	Primærbrukergruppe	90
	Personas	92
	Kognitiv oppgaveanalyse	100
	Teori om informasjonsprosessering	110
	Kravsspesifikasjon	120
	Designbrief	122

Kapittel 5		124
Ideutvikling		
	Prosess	126
	Del 1 Skisser	127
	Del 2 Prototyper	133
Kapittel 6		152
Evaluering		
	Brukertesting av flyt	154
	Fokusgruppe på Levanger sykehus	156
	Brukertester på St.Olavs	159
Kapittel 7		162
Konseptforslag		
	Konsept	164
	Scenarier	176
Kapittel 8		196
Refleksjon		
og konklusjon		
	Refleksjon	198
	Konklusjon	203
Kilder		204
	Informasjon	206
	Bilder og figurer	209
Appendix		213
Del 1		
	Møteoversikt	214
	Elektromagnetisk sporing	216
	Skjermbilder	217
Appendix		221
Del 2		
	Teori	222
	Fraxinus excelsior	229
Appendix		239
Del 3		
	Skisser	241
	Prototypingsverktøy	252
	SUS skjema	255
	Testing	256

BEGREPER

DESIGNTEORI

Menneskelige faktorer

Læren om menneskets behov, evner og adferd (Bridger, 2009).

Menneskesentrert design

Er en tilnærming til utvikling og innovasjon som fokuserer på menneskets behov og begrensninger. Menneskesentrert design er en samlebetegnelse på designprosesser som fokuserer på å teste, evaluere og redesigne konsepter basert på brukerinnsett og tilbakemeldinger fra bruk i kontekst (Stanton m.fl. , 2013).

Brukersentret design

Er en fokusert versjon av menneskesentrert design med dyp analyse av brukergruppen i en menneske-maskin interaksjon.

Menneskelig kognisjon

Prosessene som omhandler persepsjon, oppbevaring og bruk av informasjon (Dukas, 1998).

Resonnering

Tenkning som innebærer at man trekker slutninger. Kan både foregå analytisk og spontant/basert på intuisjon. (Teigen, 2017)

Situasjonsforståelse

(Situation awareness) kunnskap om hva som har skjedd, hva som skjer og hva som vil skje (Endsley, 2012).

Oppgave

Når jeg snakker om begrepet "oppgave" mener jeg både enkeltaktiviteter og sekvenser av flere aktiviteter som må gjennomføres for å oppnå et mål.

Utstyr og verktøy

Jeg nevner flere ganger utstyr og verktøy, med dette mener jeg både programvare og fysiske produkter som brukes for å utføre en oppgaven.

Kognitive oppgaver

Med kognitive oppgaver mener jeg persepsjon, oppbevaring og bruk av informasjon under beslutningsprosessen i utførelsen av en oppgave.

Egocentric frame of reference

Er en romlig referanseramme der observasjonspunktet er plassert slik at brukeren oppfatter miljøet fra den posisjonen de ville ha sett det faktiske miljøet, se nærmere forklaring i Appendix side 222.

Exocentric frame of reference

Er en romlig referanseramme der observasjonspunktet er plassert eksternt fra miljøet som observeres, se nærmere forklaring i Appendix side 222.

Iterativ

Repeterende/ gjentagende.

BEGREPER

DOMENE

Bronkoskop

Et medisinsk verktøy som lungeleger bruker for å inspisere og ta celleprøver av pasientens luftveier. Et bronkoskop ligner en bøyeleg slange, for en mer utdypende forklaring se side 34.

Thorax

Brystkasse, brystparti.

Bronkiene

Luftveienes mindre grener, se side 30.

Bronkialveggene

Veggene i luftveiene, se side 35.

CT

Forkortelse for computertomografi. Er en røntgenundersøkelse der det tas snittbilder av de delene av kroppen som skal evalueres. CT-bilder viser ulike vevstyper ved å presentere ulike tettheter i gråskala (Brekke, 2016).

Ultralydsonde

Er et medisinsk diagnostisk apparat som sender ut ultralydbølger inn i pasientens kropp, og sender data til en datamaskin for å frembringe et indre ultralydbilde av kroppen.

EBUS

Forkortelse for endobronchial ultralyd. Er en teknikk der en ultralydsonde blir satt på tuppen av bronkoskopet. Denne teknikken gir lungelegene mulighet til å få ultralydbilder fra vevet på utsiden av bronkialveggene.

PET

Forkortelse for positronemisjons-tomografi. Det er en avbildningsteknikk

som brukes innen medisin blant annet for å studere glukoseomsetning og frakt av oksygen i kroppen (Guttormsen, 2016).

SUV

Forkortelse for standardized uptake value. Er målenheten som angir hvor mye cellulær aktivitet det er i vevet som er avbildet med PET. SUV er ofte visualisert i gråskala eller i rød/gul-skala, for en mer utdypende forklaring se side 36.

Patolog

Patologer er leger som jobber med å undersøke forandringer i organer, vev og celler ved å vurdere celleprøver (utdanning.no).

Biopsi

Også kjent som celleprøve. Prøven blir undersøkt i mikroskop av en Patolog for å avdekke eventuelle kreftceller (Roald,2009).

Lesjon

En fellesbetegnelse på alle slags lokaliserte skader på kroppen, f.eks. ytre vold, svulst, infeksjon (Schichtling, 2009).

Preoperativ

Tiden før en prosedyre.

Intraoperativ

Tiden under en prosedyre.

Postoperativ

Tiden etter en prosedyre.



Bilde 1: Lungelege som holder et bronkoskop.



Kapittel 1 **INTRODUKSJON**

Oppgavens problemstilling, oppdragsgiveren, valg av rammeverk, metoder og prosjektplanen.

PROBLEMSTILLING

“Hvordan visualisere informasjon for å støtte lungeleger i å utføre arbeidoppgaver før, under og etter en EBUS-bronkoskopi?”



Bilde 2: Lungelege holder et bronkoskop.

INTRODUKSJON

Å ta en beslutning kan være en kognitiv krevende prosess. Beslutningstakeren har både ytre og indre begrensinger. I tillegg kan informasjonen som beslutningstakeren baserer seg på være begrenset, kompleks eller uklar. Under en EBUS-bronkoskopi skal en lungelege styre et bronkoskop ned luftveiene til en pasient for å ta en celleprøve av vev som ligger på utsiden av luftveiene. Beslutningen om hvor lungelegen skal styre bronkoskopet og hvor prøven skal tas er krevende. Det er denne beslutningen denne designoppgaven adresserer. Ved bruk av designrammeverket beslutningscentrert design skal lungelegens beslutningsprosess analyseres og et grensesnitt for beslutningsstøtte som baserer seg på informasjon fra CT, PET og EBUS-utarbeides.

Prosjektet er gjennomført i samarbeid med Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling, forkortet USIGT. De har utviklet et forskningsbasert generisk navigasjonssystem kalt CustusX. Målet er at CustusX skal bli et verktøy som skal støtte leger når de navigerer i pasientens kropp under ulike inngrep. CustusX inneholder blant annet et system for navigasjonsstøtte i lungene kalt Fraxinus excelsior. I 2017 vil Fraxinus excelsior ekspanderes til å inneholde informasjon fra PET og ultralyd fra EBUS-bronkoskopi, i tillegg til CT. Fraxinus excelsior er den delen av systemet som er i designoppgavens fokus.

Utviklingen av Fraxinus excelsior har til nå vært basert på forskning og teknologisk utvikling. En slik teknologisentrert tilnærming til utvikling har en tendens til å overse brukerens begrensninger og

behov i samhandling med teknologien. Mennesker har begrensede kognitive ressurser. Dette begrenser mengden informasjon som kan oppfattes, behandles og brukes av individet (Endsley, m.fl.,2012).

ISO-standard 9241 definerer brukervennlighet som "systemets anvendbarhet, effektivitet, og graden det er tilfredstillende for bestemte brukere, med bestemte mål, i bestemte omgivelser"(ISO 9241). En tilnærming til teknologisk utvikling som fokuserer på brukeren av systemet, deres behov, begrensninger og miljø kan bidra til at systemet blir godtatt, verdifullt og effektivt for brukeren. Mitt perspektiv i dette prosjektet er derfor fra et brukersentrert designperspektiv, dvs. en designprosess med hensyn til brukeren av systemet, konteksten og til miljøet hvor systemet skal brukes. Målet er at det visuelle grensesnittet skal presentere informasjon på en slik måte at det støtter brukerens arbeidsflyt og gir verdifull beslutningsstøtte.

Jeg har jobbet med prosjektet i en brukersentrerte tilnærmingen ved å skaffe innsikt i brukergruppens arbeidsflyt, miljø, kunnskap og begrensninger. Informasjonsinnhenting har blitt gjennomført med kvalitative dokumentasjonsmetoder som observasjon, intervjuer og brukertesting, i tillegg til fagkunnskap fra litteratur om kognitive evner og innsikt fra tidligere prosjektarbeid. Jeg har basert designprosessen på informasjonsinnhenting, og utviklet konseptet i en iterativ prosess med tilbakemeldinger på konseptforslaget fra relevante brukere og utviklere.



Bilde 3: Bronkoskopi.

CUSTUS X OG FRAXINUS EXCELSIOR

Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling, forkortet USIGT, er et forskningsmiljø som jobber med navigasjonsteknologi for medisinske undersøkelser og inngrep. USIGT er et tverrfaglig samarbeid mellom St. Olavs Hospital, NTNU og SINTEF.

Bildeveiledet behandling er bruk av bildeteknologi for å støtte beslutninger under medisinske undersøkelser og inngrep. Teknologien gjør det mulig for legen eller kirurgen å planlegge inngrepet bedre og unngå å skade viktige strukturer underveis.

USIGT har som nevnt utviklet et generisk navigasjonsstøttesystem kalt CustusX. Fraxinus excelsior er den delen av CustusX som skal tilby navigasjonsstøtte i lungene og skal støtte lungeleger som utfører bronkoskopi.

Fraxinus excelsior er en programvare som konstruerer tredimensjonale visualiseringer av luftveiene basert på CT-bilder som blir tatt av pasienten før

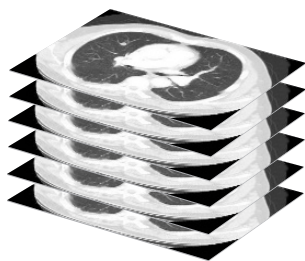
bronkoskopien, forklaring av CT-bilder finner du på side 36.

Brukerne av Fraxinus excelsior kan sette målposisjoner direkte i CT-bildene av pasienten og programmet genererer en guidet rute som viser hvilke luftveier brukeren må følge for å nå denne posisjonen. Denne ruten er visualisert i virtuelle tredimensjonale luftveier. Brukeren kan bruke programvaren til å se hvordan de bør styre bronkoskopet, ved at de beveger seg etter den foreslåtte ruten i en virtuell bronkoskopi.

I dag inneholder Fraxinus excelsior en filoplastingsprosess, en evalueringsside der man setter posisjon for mål og ulike tredimensjonale visualiseringer av luftveiene som leder til det satte målet. Dette er basert på informasjon fra CT-bilder.

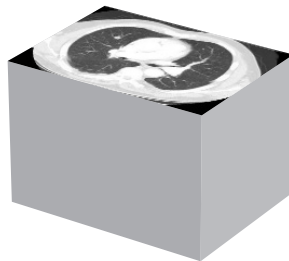
Fraxinus excelsior vil i 2017 ekspanderes til å inneholde informasjon fra PET og ultralyd fra EBUS-bronkoskopi, i tillegg til CT. Denne informasjonen

Snittbilder av pasienten



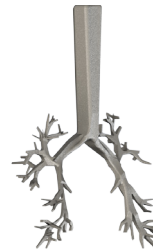
2D til 3D
Konstruering

Volum



Segmentering

Virtuelle luftveier



Figur 1: Visualisering av informasjonsmanipuleringen Fraxinus excelsior gjennomfører.

visualiserer vevet på utsiden av luftveiene. Informasjon fra PET og ultralyd fra EBUS-bronkoskopi har derfor potensiale til å støtte lungeleger når de skal treffe vev som ligger på utsiden av luftveiene.

Målet til USIGT er at Fraxinus excelsior skal kunne lastes ned og brukes av

lungeleger og brukes som et kognitivt avlastende støtteverktøy for oppgaver som må gjennomføres før, under og etter en EBUS-bronkoskopi.

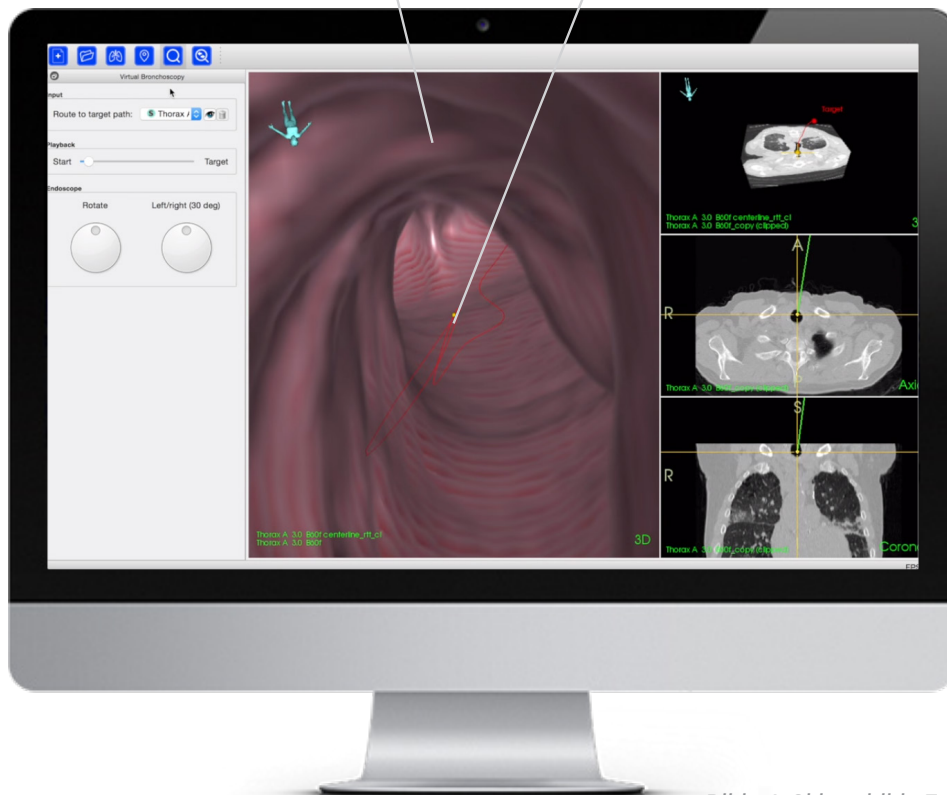
En mer utdypende presentasjon av grensesnittet til Fraxinus excelsior fra forprosjektet finner du i Appendix side 229.

Virtuell bronkoskopi

Viser et miljø som er ganske likt det faktiske miljøet som legene ser på video når de styrer bronkoskopet ned i luftveiene.

Beslutningsstøtte

Markerer den anbefalte ruten som bør følges for å nå målposisjonen.



Bilde 4: Skjerm bilde Fraxinus.



Bilde 5: To representanter fra Fraxinus Excelsior prosjektet presenterer programvaren.

TILNÆRMING

BRUKERSENTRET DESIGN

Mennesker har som nevnt begrensede kognitive ressurser. Dette er for eksempel begrensede perseptuelle evner og begrenset arbeidsminne. I tillegg til våre naturlige indre begrensninger påvirkes vi også av ytre påkjenninger fra miljøet, konteksten og ulike former for stress. Samlet begrenser dette hvilken type informasjon og mengden informasjon som kan oppfattes, behandles og brukes under utførelsen av ulike oppgaver (Endsley, m.fl.,2012).

Utviklingen av teknologisk avansert utstyr resulterer ofte i systemer som kan skaffe større datamengder om situasjonen. Det er viktig å skille mellom tilgjengelig data og den informasjonen brukeren trenger

for å utføre oppgaven sin. Brukeren har sine naturlige begrensninger. En økning i tilgjengelig data i et system som ikke filtrerer informasjonen kan føre til at beslutningsprosessen ikke blir forenklet av systemet, men derimot at situasjonen blir mer uoversiktlig for brukeren. Teknologifokusert utvikling kan derfor føre til at systemene som utvikles blir krevende, og i noen tilfeller umulig, for brukeren å interagere med framfor å støtte beslutningsprosessen (Endsley, m.fl.,2012)(Wickens, 1992).Fokuset i oppgaven er derfor sluttbrukeren av grensesnittet. Brukersentrert design fokuserer utviklingen av teknologi på brukerens evner og behov.

KOGNITIV VITENSKAP

Kognitiv vitenskap er en disiplin som bl.a. fokuserer på forståelsen av menneskets erkjennelsesevner. Det er en tverrfaglig disiplin som omfatter fagfelt innen filosofi, psykologi, kunstig intelligens, nevrovitenskap, lingvistikk og antropologi (Bermúdez, 2014).

KOGNITIV INGENIØRVITENSKAP

Kognitiv ingeniørvitenskap er en anvendt kognitiv vitenskap som utnytter innsikt, kunnskap og teknologi fra de andre kognitive fagfeltene i designet og utviklingen av systemer og arbeidsprosesser (Norman, 1986).

BESLUTNINGSENTRETT DESIGN

Beslutningssentrert design er et kognitivt ingeniørvitenskaplig rammeverk som fokuserer på å utvikle beslutningsstøtte (Lee, m.fl., 2013). Rammeverket fokuserer i stor grad på å skape forståelse for utfordringene i arbeidsdomenet og på å bruke metoder for å designe for kontekstspesifikk ytelse.

Rammeverket inneholder metoder som fokuserer på å adressere komponentene som gjør beslutningen vanskelig for beslutningstakeren og hvordan beslutningsprosessen effektivt kan støttes. Beslutningssentrert design har flere likhetstrekk med andre designrammeverk som:

- Cognitiv Work analysis av Jens Rasmussen; utviklet i kjernekraftindustrien
- Situation awareness oriented design; utviklet i flyindustrien
- Work centered design; som ble utviklet for U.S. air Force Air Mobility command.

Beslutningssentrert design skiller seg fra de andre designrammeverkene med sitt fokus på å identifisere viktige beslutninger framfor å dokumentere alle mulige kognitive krav. Rammeverket ble først utviklet for å håndtere situasjoner med tidspress og høy risiko i kontekster der brukerens kompetanse spiller en viktig rolle i beslutningsprosessen. I dag er bruken av rammeverket utvidet til å omfatte flere situasjoner der erfaring, kompetanse og taktisk kunnskap er sentralt i beslutningsprosessen (Lee, m.fl., 2013).

EBUS-bronkoskopi er en oppgave der fagkompetanse og konteksten spiller en svært viktig rolle for kravene brukeren har til beslutningsstøtte for å kunne gjennomføre oppgaven. Jeg finner derfor rammeverket ideelt å bruke i utviklingen av et beslutningsstøtteverktøy for lungeleger som utfører EBUS-bronkoskopi.

BESLUTNINGSENTRETT DESIGN

Beslutningssentrert design består av fem steg;

1. forberedelse
2. valg av kritiske hendelser og viktige komponenter
3. analyse og representasjon
4. konseptutvikling
5. evaluering

Følgende er en beskrivelse av de ulike stegene i rammeverket, og av hvilke metoder og teknikker jeg har benyttet meg av for å gjennomføre de ulike stegene i denne oppgaven:

1- Forberedelse og innsikt

For å få en helhetlig oversikt og forståelse for domenet, brukergruppen og oppgavene som brukergruppen gjennomfører er første steg av rammeverket informasjonsinnhentning. Målet er å få innsikt i konteksten, brukergruppen, andre aktører og lignende prosjekter.

For å skaffe innsikt kan man gjennomføre et litteratursøk, gjøre intervjuer og observasjoner. Et slik grunnleggende innsiktsarbeid er en del av de fleste menneske/brukersentrerte designrammeverk.

EBUS-bronkoskopi er et domene som er svært knyttet til medisinsk kunnskap og ekspertise. Det var derfor svært viktig å gjøre et omfattende innsiktsarbeid for å skape forståelse av prosedyren.

2- Valg av kritiske hendelser og viktige komponenter

Det neste steget i rammeverket går ut på å filtrere informasjonen fra innsiktsfasen for å identifisere kritiske hendelser og viktige komponenter i beslutningsprosessen til brukergruppen.

En systematisk tilnærming for å adressere interessant informasjon er kognitiv oppgaveanalyse. Kognitiv oppgaveanalyse er en samlebetegnelse på metoder og teknikker som benyttes i kartlegging og analyse av folks resonnement (Lee, m.fl., 2013). En kognitiv oppgaveanalyse går ut på å studere hva brukeren er oppmerksom på, hvilke ressurser som benyttes, hvilke strategier som brukes og hva brukerne prøver å oppnå. Analysen kan avdekke risiko, tidsbegrensninger, informasjonsbruk, muligheter og mulige feil som kan gjøres i beslutningsprosessen. Observasjon og intervjuer er metoder som ofte benyttes for å skaffe denne informasjonen. Personas og prosessvisualiseringer er brukt i denne oppgaven for å visualisere funnene fra den kognitive oppgaveanalysen.

3- Analyse og representasjon

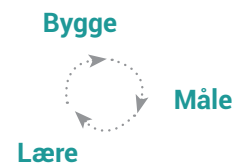
Den kognitive oppgaveanalysen gir innsikt som videre kan organiseres etter temaer og beslutningskrav. Denne analysen kan resultere i konkrete krav som kan oppsummeres i en kravspesifikasjon for grensesnittet. I denne oppgaven har jeg oppsummert innsikten fra de tre første stegene i en designbrief.

4- Konseptutvikling

I det fjerde steget av rammeverket utvikles ideer. I denne oppgaven utarbeides ideene basert på designbriefen og kravspesifikasjonen. Metodene for å utvikle ideene i prosjektet har vært skissering og prototyping av både papirprototyper og av digitale prototyper.

5- Evaluering

Det siste steget i rammeverket går ut på å evaluere konseptet. Dette vil si å teste om løsningene støtter beslutningsprosesser i kontekst eller ikke. Dette steget er en del av en iterativ designsyklus. Evalueringen avdekker fordeler og begrensninger med designforslaget som ofte kan føre til at designeren må skaffe seg ny innsikt, nytt fokus, nye krav eller nye løsninger. Jeg hadde som mål å utvikle ideene raskt og få testet de i flere iterasjoner. Gikk gjennom flere iterasjoner der jeg lagde prototyper for å teste spesifikke forslag, fikk tilbakemelding på dette av noen få brukere og justerte konseptet basert på dette. Hoppet derfor mellom steg 4 og 5 i flere iterasjoner:



RAMMEVERKET I PRAKSIS

Selv om beslutningssentrert design er presentert som en sekvensiell prosess med fem distinkte steg har ikke bruken av rammeverket vært en like lineær prosess i praksis. Ny innsikt og forståelse har ført til at jeg har hoppet fram og tilbake mellom de ulike stegene og innad i fasene i rammeverket.

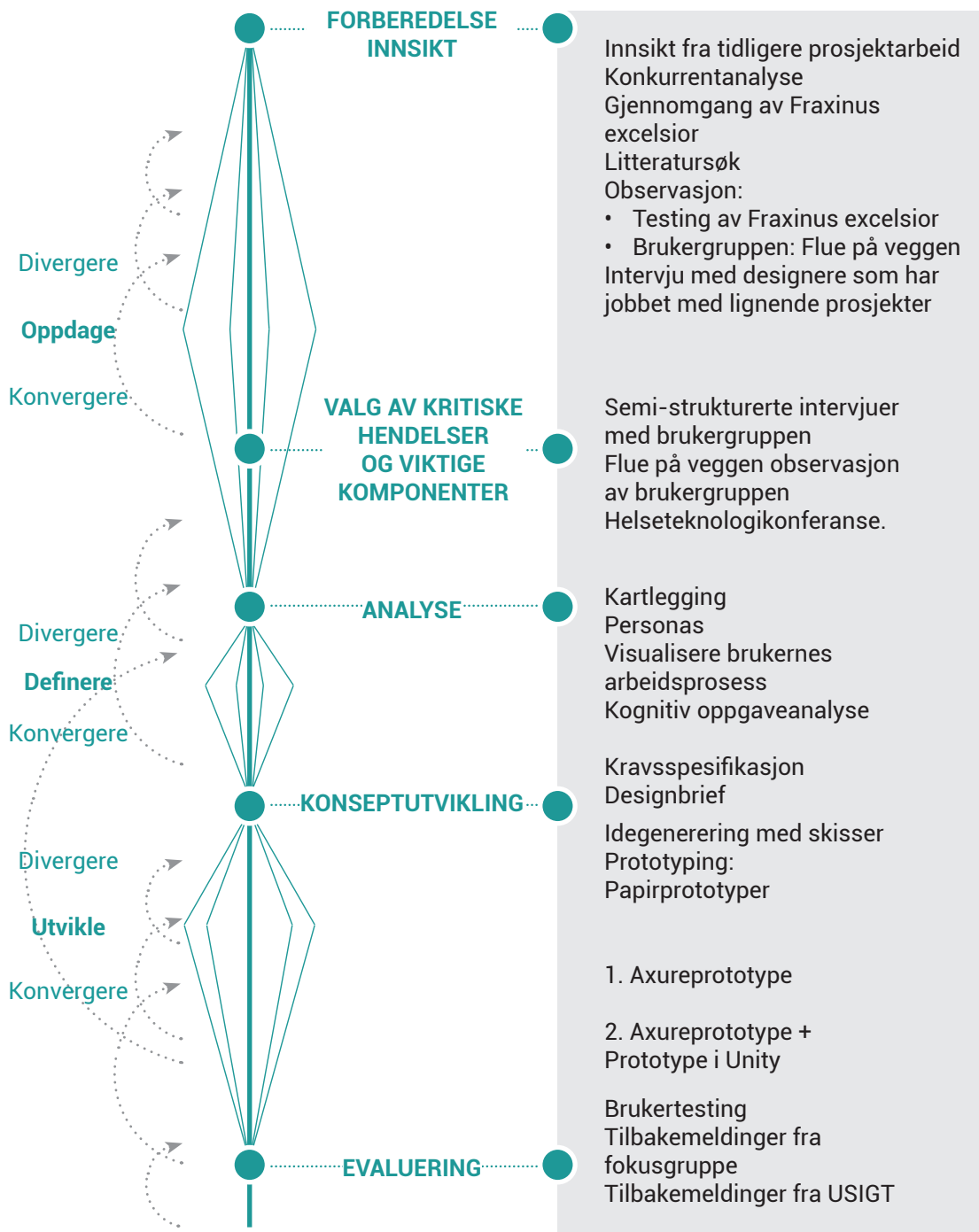
Jeg har utfordret rammeverket med å divergere for å få en mer omfangsrik forståelse av problemet og for å kartlegge det potensielle løsningsrommet. Rammeverkets teknikker og metoder, d.v.s. kognitiv oppgaveanalyse, og rammeverkets fokus på den spesifikke oppgaven, har likevel vært verdifulle

verktøy for å konvergere for å begrense og konkretisere oppgaven for å jobbe målrettet.

På neste side er en visualisering av designprosessen med en oversikt over metodene og verktøyene jeg har benyttet.

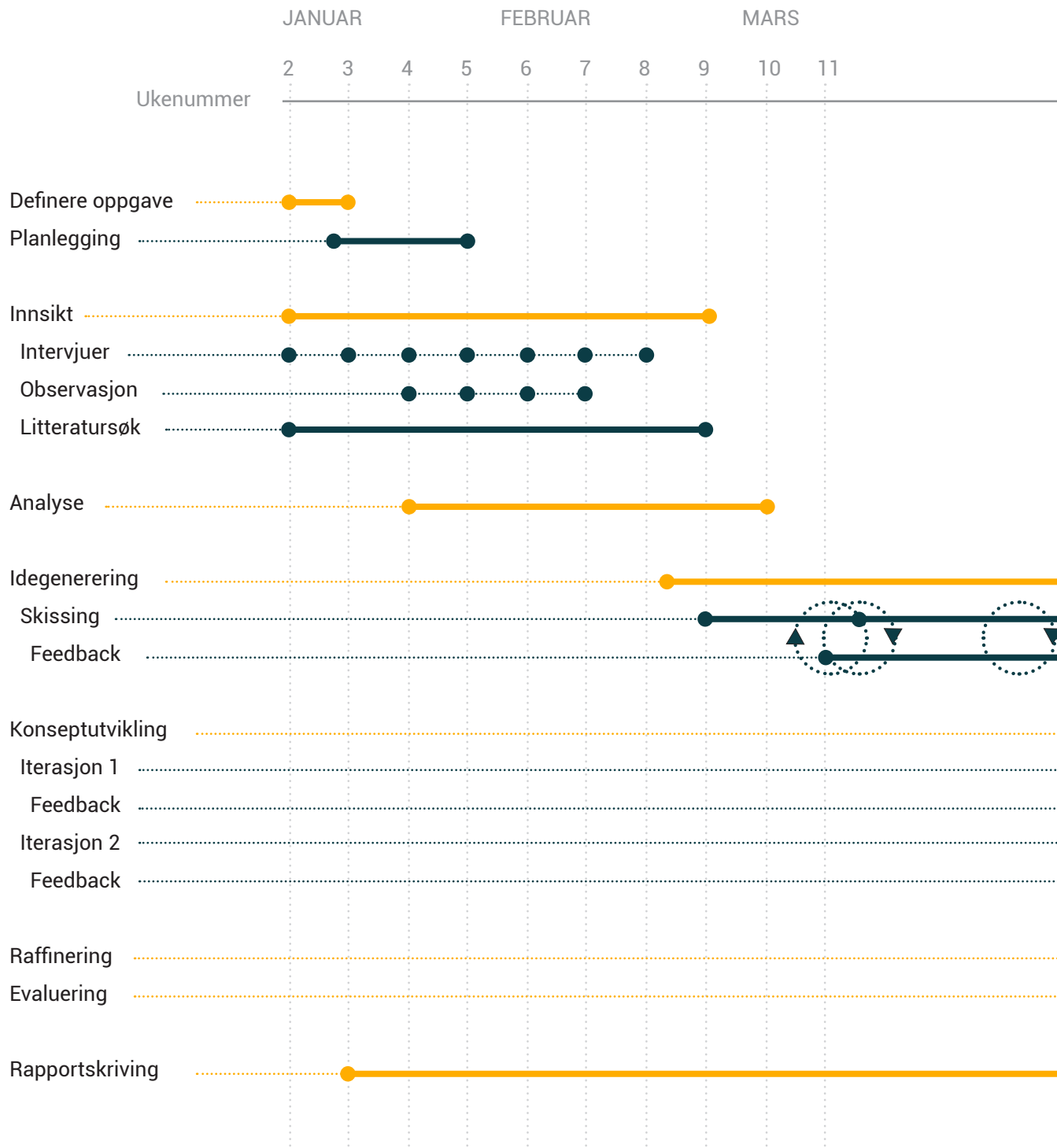
De ulike metodene og verktøyene benyttet vil bli forklart sammen med resultatene gjennom denne rapporten.

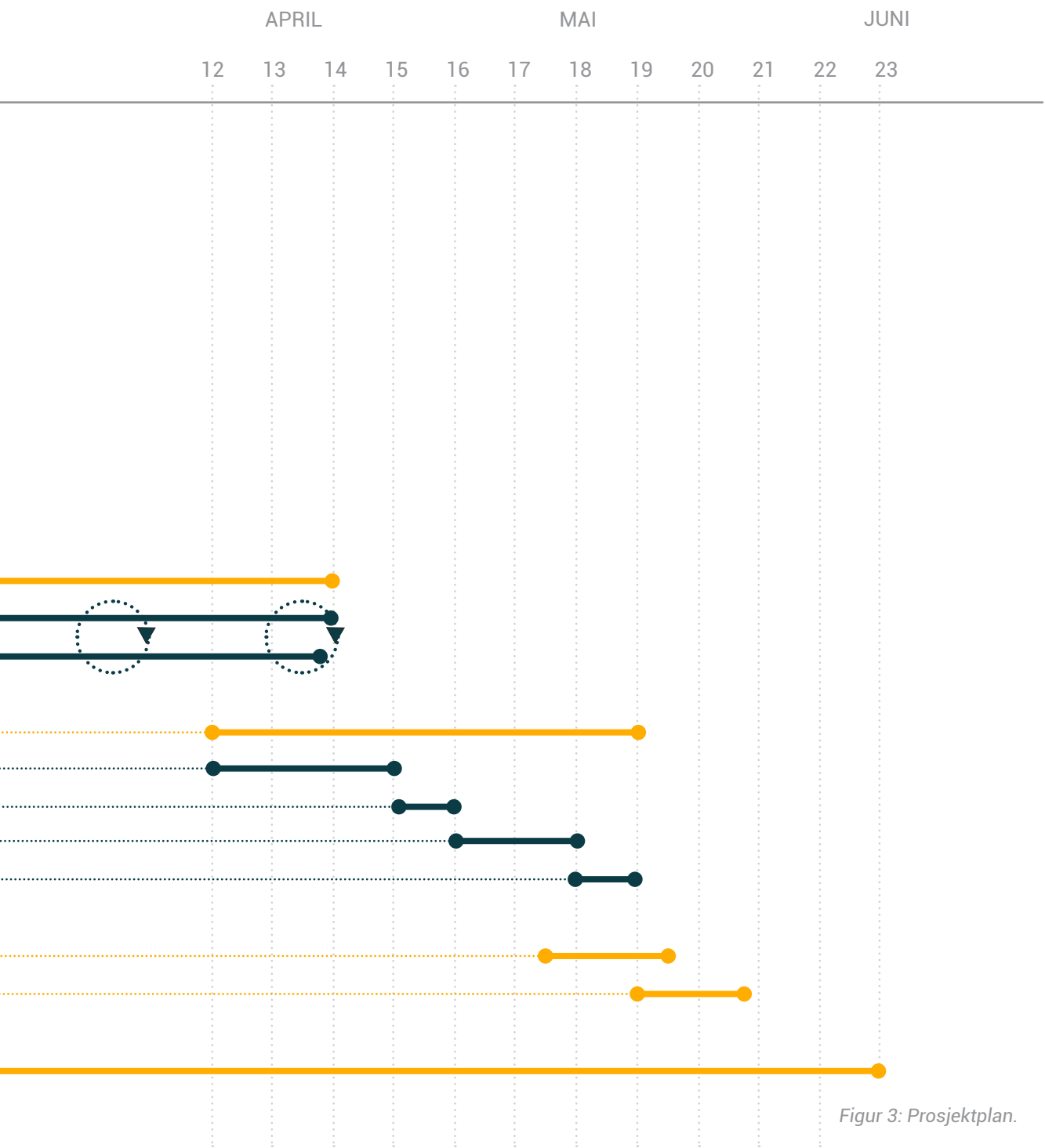
På side 24 ser du oppgavens prosjektplan. Denne planen ble etablert i starten av prosjektet. Den var et nyttig verktøy for å hele tiden holde oversikt over hvordan jeg lå an og hva som måtte gjøres.



Figur 2: Prosessvisualisering

PLAN





Figur 3: Prosjektplan.



Bilde 6: bronkoskophåndtak.



Kapittel 2 **BAKGRUNN**

Oppgavens motivasjon, domene og arbeidet gjort i forprosjekt.

BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

I dag er lungekreft den kreftformen som tar livet av flest mennesker her i landet (kreftregisteret.no). Dersom lungekreft oppdages i et tidlig stadium er overlevelsesraten i løpet av de neste fem årene mellom 38% og 67%. Dersom sykdommen oppdages i et sent stadium er sjansen for overlevelse bare 1% til 8%. Disse tallene viser hvor viktig det er å oppdage sykdommen i et tidlig stadium og å få startet behandling raskt (Brenner, 2002).

Undersøkelsene som blir gjort for å oppdage lungekreft er; kliniske undersøkelser, røntgen, CT og PET/CT av lungene, og bronkoskopi.

En klinisk undersøkelse av brystkassen er en evaluering av pasientens lungekapasitet og hjerte, ved å lytte på pasientens brystkasse, i tillegg til en ytre undersøkelse av pasientens lymfeknuter på hals, i armhule, ved kragebein og i lysken. Lymfeknutene har en tendens til å svulme opp ved lesjon.

Ved mistanke om lungekreft er røntgen eller CT-undersøkelse av lungene en vanlig oppfølgende undersøkelse. CT-bildene viser lesjonens størrelse, posisjon og eventuell spredning i lungene. PET/CT er en undersøkelse som er nyttig for å vurdere utbredelsen av sykdommen. PET/CT kan avdekke spredning i lymfesystemet.

Bronkoskopi brukes til å inspisere luftveiene fra innsiden og til å ta biopsier fra lesjonen. Et bronkoskop er et instrument som ligner et tynt rør, se side 34. Det har en lyskilde, et

kamera og kanaler til utstyr. Under en bronkoskopi føres bronkoskopet ned i pasientens luftveier for å inspisere og å ta celleprøver(Selvig, 2009).

Dersom lesjonen ligger utenfor luftveiene kan lungelegene bruke bronkoskoper som gir ultralydbilder fra innsiden av luftveiene. Disse bronkoskopene gjør det mulig for lungelegen å se hvor de tar celleprøven. Dette kalles EBUS-bronkoskopi, se side 44.

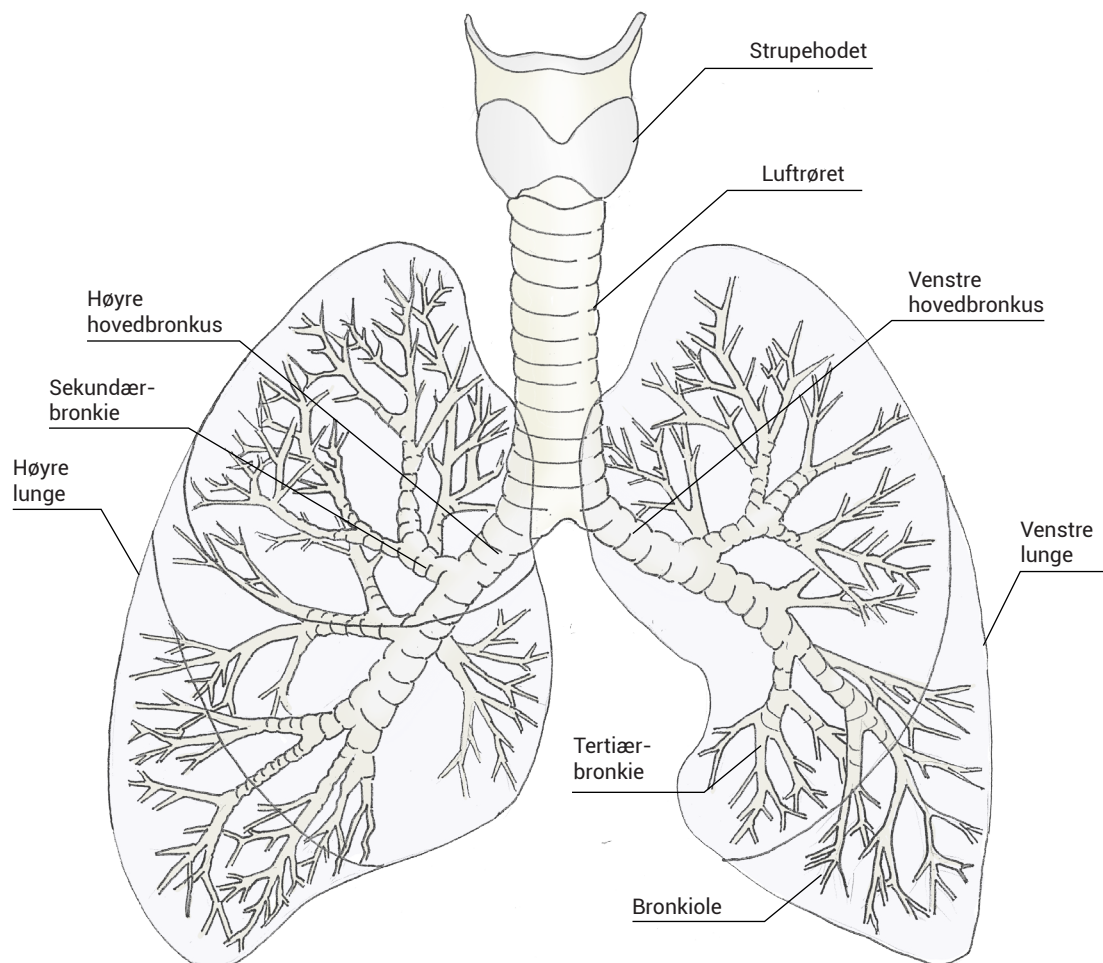
Den gjennomsnittlige treffprosenten i bronkoskopi på områder som ligger utenfor luftveiene er i dag bare 15%, mens treffprosenten er 80% når lesjonen ligger i bronkiene (Baaklini, m.fl., 2000) (Schreiber m.fl.,2003)(Yung, 2003).

Dette kapittelet starter med en introduksjon av domenekunnskap som det er viktig for leseren å ha for å forstå designvalg og oppgavens fokus. Deretter kommer en presentasjon av hvordan informasjonen fra CT og EBUS-bronkoskopi presenteres i Fraxinus excelsior i dag. Til slutt kommer en oppsummering av innsikten og prosjektresultatet av forprosjektet gjennomført høsten 2016, og en beskrivelse av hvordan innsikten vil brukes videre i dette masterprosjektet.



Bilde 7: Visualisering av luftveiene og tumor i lungene.

LUNGENE



Figur 4: Oversikt over lungene og luftveiene.

Lungene er organene vi mennesker puster med. De har en svamplignende oppbygning og er delt opp i lapper. Den høyre lungen består som oftest av tre lapper og den venstre lungen består av to lapper.

Når vi puster trekkes luften gjennom luftveiene og ned til lungene. Vi trekker luften inn gjennom nesen eller munnen, ned gjennom luftrøret og inn i de to hovedbronkiene, en til hver lunge.

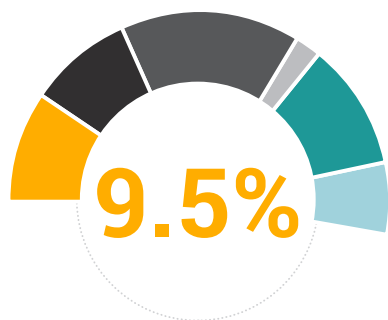
Hovedbronkiene forgreiner seg i smalere bronkioler. Bronkiolene deler seg flere ganger i mindre og smalere grener. De ender opp i små luftsekker kalt alveoler. Det er i alveolene gassutvekslingen, d.v.s. oksygen inn i blodet og karbondioksid ut av blodet, foregår.

Lungene er svært komplekse organer. En kan sammenlikne bronkiene med et tre som forgreiner seg. Først deler luftrøret seg i to, deretter deler de to forgreiningene seg hele 23 ganger på hver side (Norsk helseinformatikk).

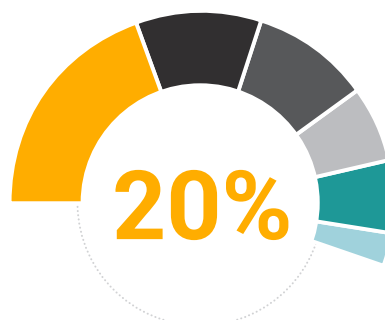
LUNGEKREFT

Lungekreft er blant de vanligste kreftformene her i landet. Relativ overlevelse fra lungekreft lå i 2014 på 13,2 % for menn og 19,2 % for kvinner (kreftregisteret.no). Årsaken til at så få overlever, er at de fleste kreftforandringer i lungene oppstår lenge før sykdommen gir symptomer og dermed oppdages sykdommen for sent.

- Lungekreft
- Tykktarmskreft
- Prostatakreft
- Bukspyttkjertelkreft
- Brystkreft
- Føflekkreft
- Andre kreftformer



Figur 5: I 2014 var det 31 651 registrerte tilfeller av kreft i Norge. 9,5 % av disse var lungekreft (kreftregisteret.no).



Figur 6: I 2014 stod lungekreft for 1 av 5 av alle kreftdødsfall i Norge (kreftregisteret.no).

BRONKOSKOPI

Utviklingen av medisinsk teknologi har ført til utstyr som gir leger mulighet til å undersøke eller operere flere av pasientens indre organer uten å måtte ty til åpen kirurgi. Dette reduserer inngrepenes risiko, påkjenningen inngrepet har på pasienten og tiden det tar for pasienten å komme seg etter inngrepet.

Endoskopi er en av de medisinske teknologiene som gjør det mulig for leger å undersøke indre organer, ta biopsier og gjøre inngrep uten åpen kirurgi (Skjønsberg, 2016). Et endoskop ligner et rør eller en slange og kan enten være stivt eller bøyelig, bilde side 34. Under en endoskopi fører legen endoskopet inn i pasientens hule organer, hulrom eller små snitt og utfører inngrepet eller tar biopsier via endoskopet.

Bronkoskopi er en endoskopisk teknikk som brukes i undersøkelsen av luftveiene, lungene og lymfeknutene rundt luftveiene til en pasient. Bronkoskopet er et tynt rør med en arbeidskanal, en lyskilde og et kamera på tuppen.

Under en bronkoskopi føres bronkoskopet gjennom pasientens nese eller munn, forbi stemmebåndene, gjennom luftrøret og ned i bronkiene (Selvig, 2009), se figur side 33. Via videokameraet kan lungelegen visuelt inspisere og undersøke luftveiene til pasienten. Lungelegen kan f.eks. se sår, trange partier, svulster, betennelsesforandringer og blødninger på videoen fra bronkoskoptuppen.

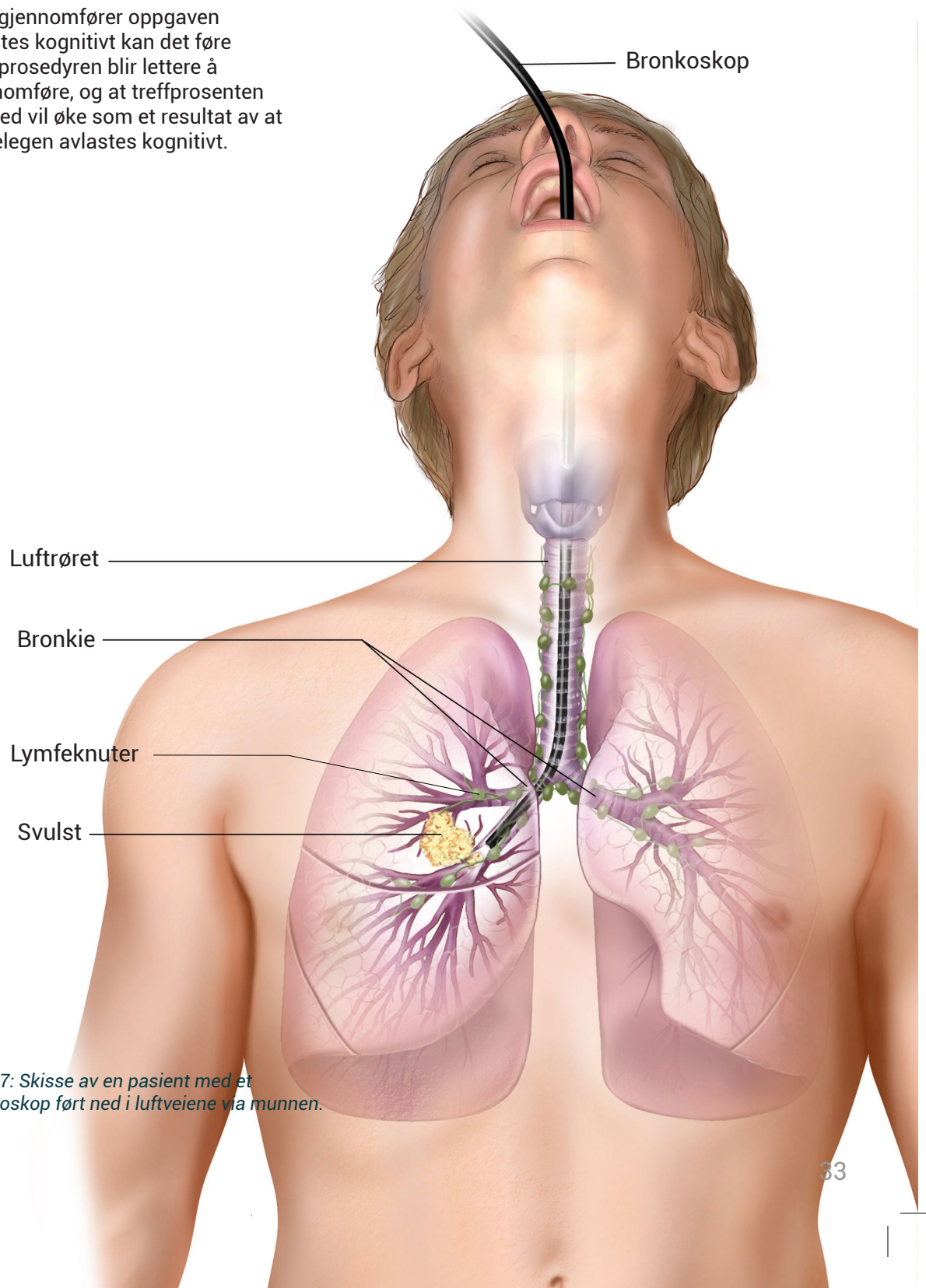
I tillegg til å gi lungelegen mulighet til å se luftveiene brukes bronkoskopet ofte for å skaffe mer informasjon ved å ta biopsier til mikrobiologiske undersøkelser.

Biopsier tas ved at utstyr sendes gjennom den tynne arbeidskanalen i bronkoskopet og opereres av lungelegen som styrer bronkoskopet. Biopsiene kan tas fra innsiden av luftveiene, eller fra utsiden av bronkialveggene ved at en nål føres via bronkoskopet, stikkes gjennom bronkialveggen og ut i lungevevet. Dersom lungelegen skal ta en biopsi fra utsiden av luftveien, f.eks. fra en lymfeknute, kan bronkoskop med ultralyd støtte lungelegen i å ta en avgjørelse om hvor de skal stikke for å treffe riktig posisjon.

Lungelegen forbereder seg før en bronkoskopi ved å lese henvisningen av pasienten, se gjennom snittbilder av pasientens brystkasse og lese beskrivelsen av bildene fra røntgenlegen. Denne informasjonen bruker de for å få forståelse av pasientens luftveier og for å finne ruten de må styre bronkoskopet i for å nå lesjonen. Snittbildene, presentert side 36, gir en todimensjonal (2D) visualisering av brystkassen til pasienten. Lungelegen må mentalt filtrere og flippe informasjonen fra bildene for å danne seg en romlig forståelse av det tredimensjonale (3D) miljøet som luftveiene er. Dette må de gjøre i tillegg til å legge en plan for prosedyren og huske denne planen under selve gjennomførelsen av bronkoskopien. Denne prosessen er kognitivt krevende for lungelegen og tiden de har for å forberede seg er ofte begrenset.

En mulig forklaring på at treffprosenten for lesjoner som ligger utenfor luftveiene er så lav som 15%, er at selve prosedyren er svært vanskelig for lungelegene å gjennomføre. Hypotesen for dette designprosjektet er at dersom lungelegen

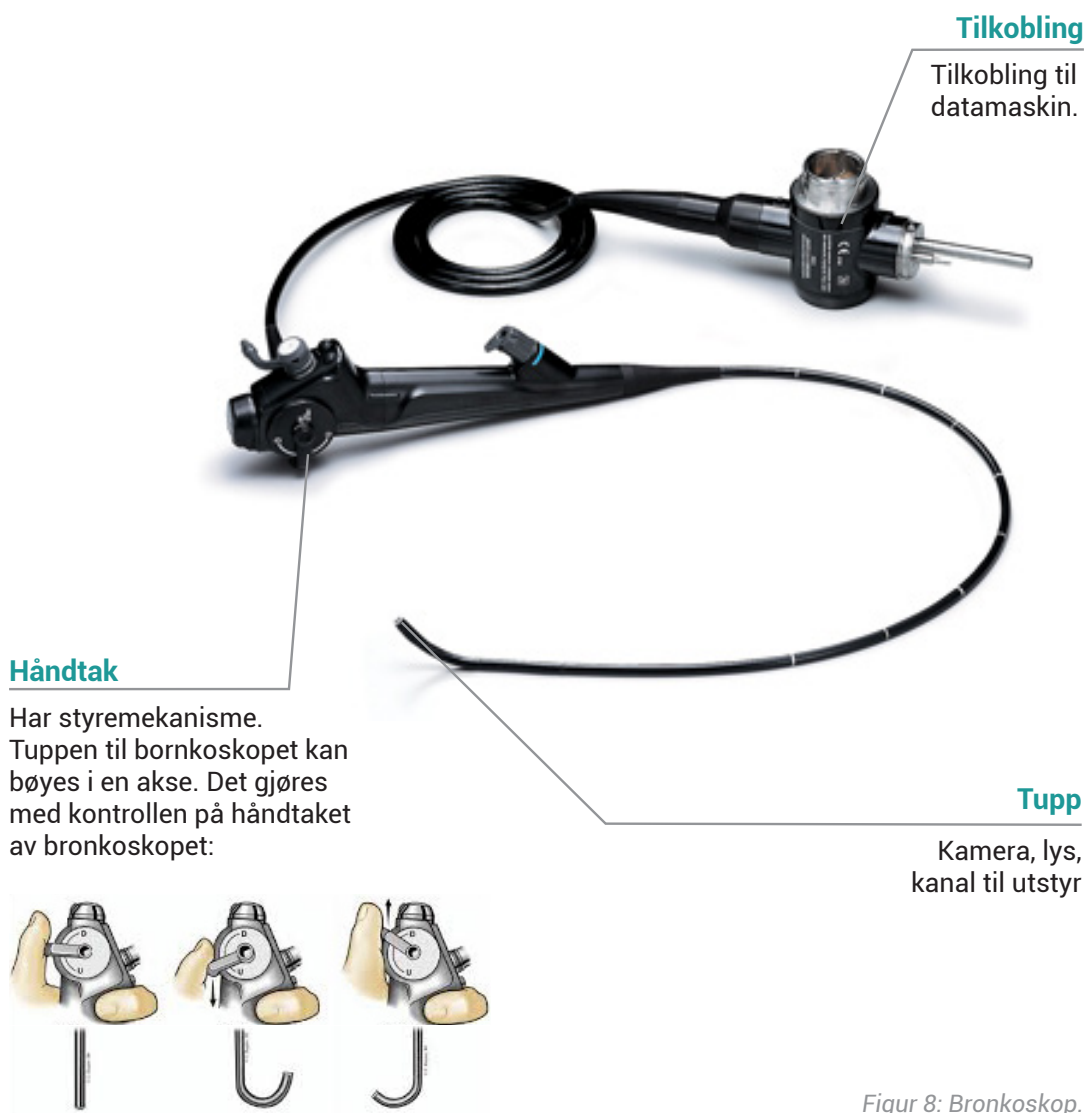
som gjennomfører oppgaven avlastes kognitivt kan det føre til at prosedyren blir lettere å gjennomføre, og at treffprosenten dermed vil øke som et resultat av at lungelegen avlastes kognitivt.



Figur 7: Skisse av en pasient med et bronkoskop ført ned i luftveiene via munnen.

BRONKOSKOP

Et bronkoskop er et fiberoptisk rør. På tuppen av bronkoskopet er en lyskilde, et videokamera og en arbeidskanal for utstyr til små inngrep og biopsier. Bronkoskopets styremekanisme er en plassert på håndtaket til bronkoskopet, denne kan styre tuppen til bronkoskopet opp og ned langs en akse.



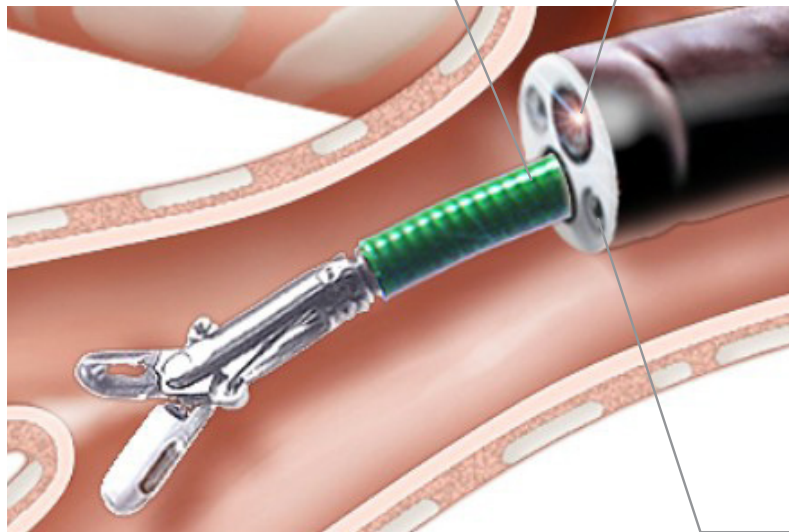
Figur 8: Bronkoskop.

Arbeidskanal

Brukes til diverse utstyr for å gjennomføre ulike inngrep og for å ta biopsier.

Kamera

Gjør det mulig for lungelegen å se luftveiene fra innsiden.

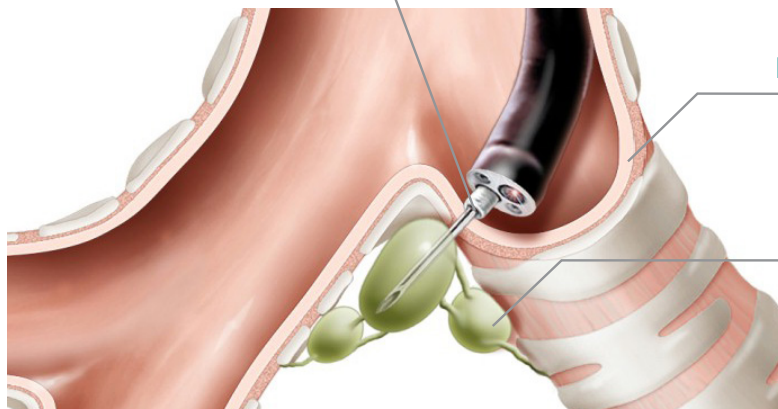


Lyskilde

Figur 9: Skisse av bronkoskoptuppen inne i luftveiene.

Nål

Brukes for å ta celleprøve fra vev utenfor brokialveggen.



Figur 10: Skisse av nåla som sendes via bronkoskopet og stikkes gjennom bronkialveggen for å ta en celleprøve av lymfeknutene.

SNITTBILDER

Som nevnt forbereder lungeleger seg til en bronkoskopi ved å se gjennom snittbilder av pasientens brystkasse. Disse bildene er CT bilder, PET bilder og kombinasjonsbildene PET/CT. Følgende er en rask beskrivelse av de ulike bildetyperne.

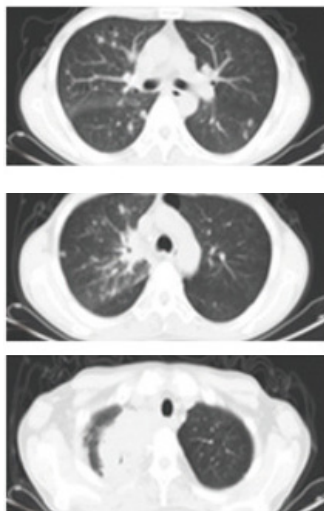
CT, Computer tomografi, er en røntgenmetode som gir snittbilder som visualiserer kroppens anatomi ved å skille ulikt vev i gråskala. En CT-undersøkelse genererer ofte 100 eller flere bilder av området som skal undersøkes. Hvert bilde er et snitt som viser en liten del av området (Brekke, 2016). CT gir mer detaljerte bilder enn vanlig røntgen.

Lungelegen blar gjennom snittene i undersøkelsen av bildene. De ulike planene er presentert på side 37.

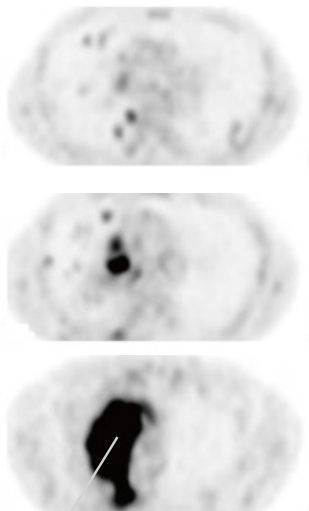
PET, Positronemisjonstomografi, er en avbildningsteknikk som brukes for å visualisere kroppens metabolske funksjon, d.v.s. glukoseomsetting og frakt av oksygen i kroppen. Kreftceller har en høyere glukoseomsetting enn vanlige celler og kan derfor oppdages med PET (Guttormsen, 2016).

Kombinasjonen av CT og PET gir et mer detaljert bilde av kreftvev enn informasjonen de to bildetyperne viser hver for seg.

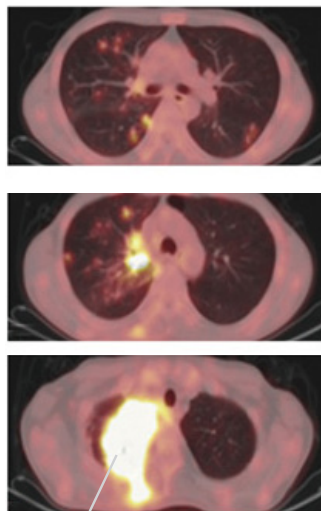
CT



PET



PET/CT



SUV

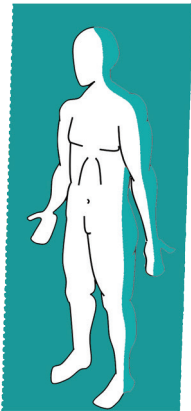
SUV, standardized uptake value, er måleenheten for cellulær aktivitet i vevet. Høy SUV verdi visualiseres med mørkere farge i PET.

Høy SUV verdi

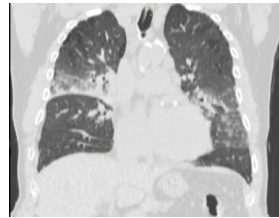
Høy SUV verdi visualiseres ofte med lysere gulfarge i PET/CT. Når legene snakker om områder som "lyser" på PET/CT mener de områder med høy cellulær aktivitet, noe som kan tyde på kreft.

Bilde 8: Eksempler av de ulike snittbildene som lungen bruker i evalueringen av pasientens thorax.

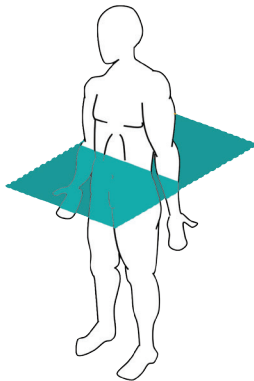
SNITTPLAN



FRONTALPLAN (LATERAL, CORONAL)



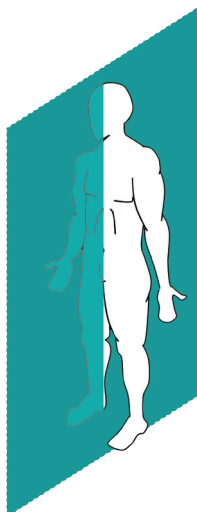
Frontalplanet deler kroppen inn etter bakside og framside.



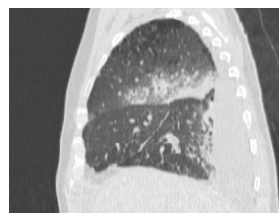
TRANSVERSEPLAN (AXIAL, HORIZONTAL)



Transverseplanet deler kroppen inn etter hode og hale (topp til bunn). Dette tversnittet er det tversnittet som oftest brukes til evaluering for en bronkoskopi (Leira, 2016).



SAGITTALPLAN (ANTEROPOSTERIOR, AP)



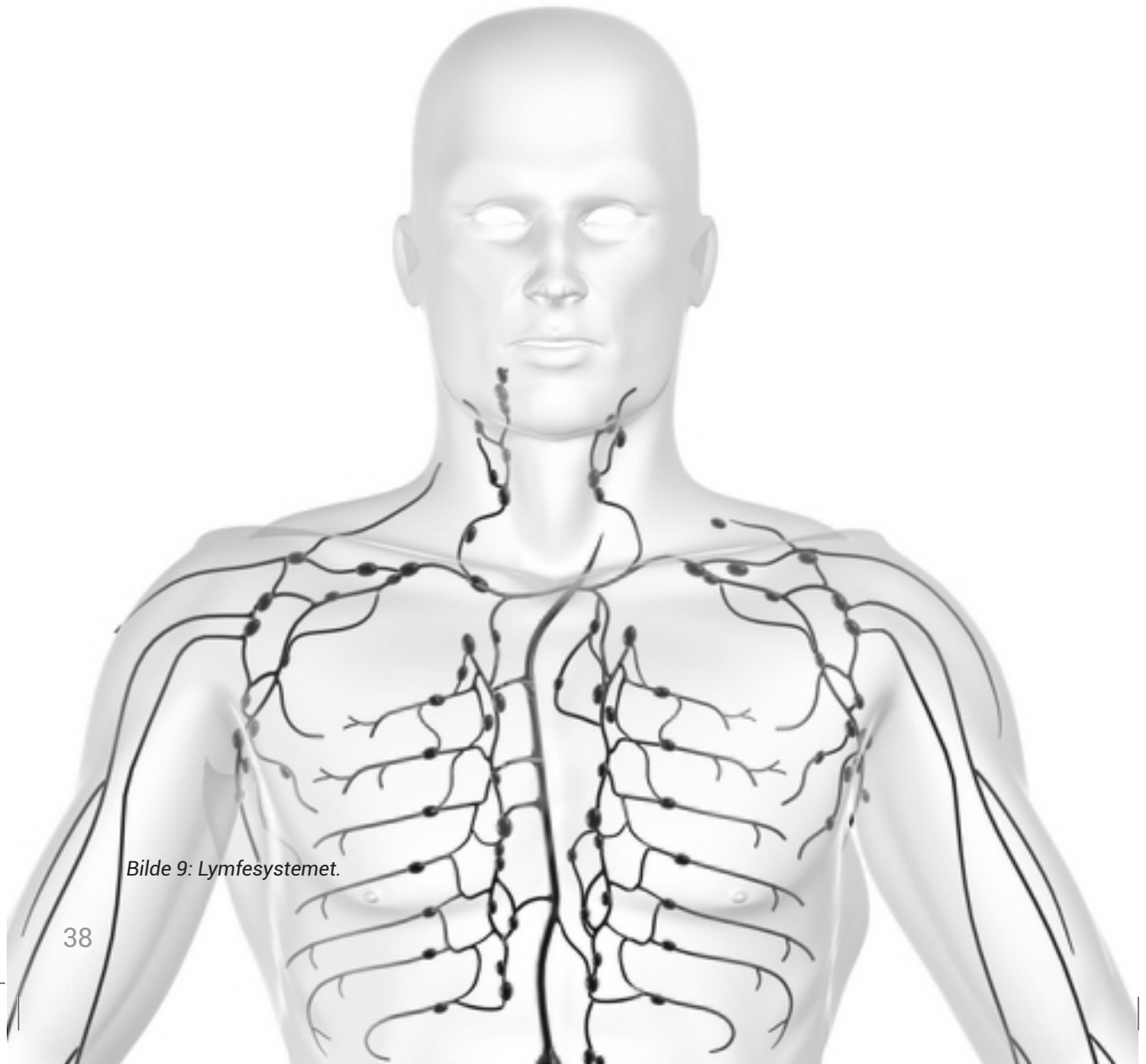
Sagittalplanet deler kroppen inn i venstre og høyre. Dette tversnittet brukes sjeldnest av de tre tversnittene under evaluering før en bronkoskopi.

Figur 11: De ulike snittplanene, med forklaring.

LYMFESYSTEMET

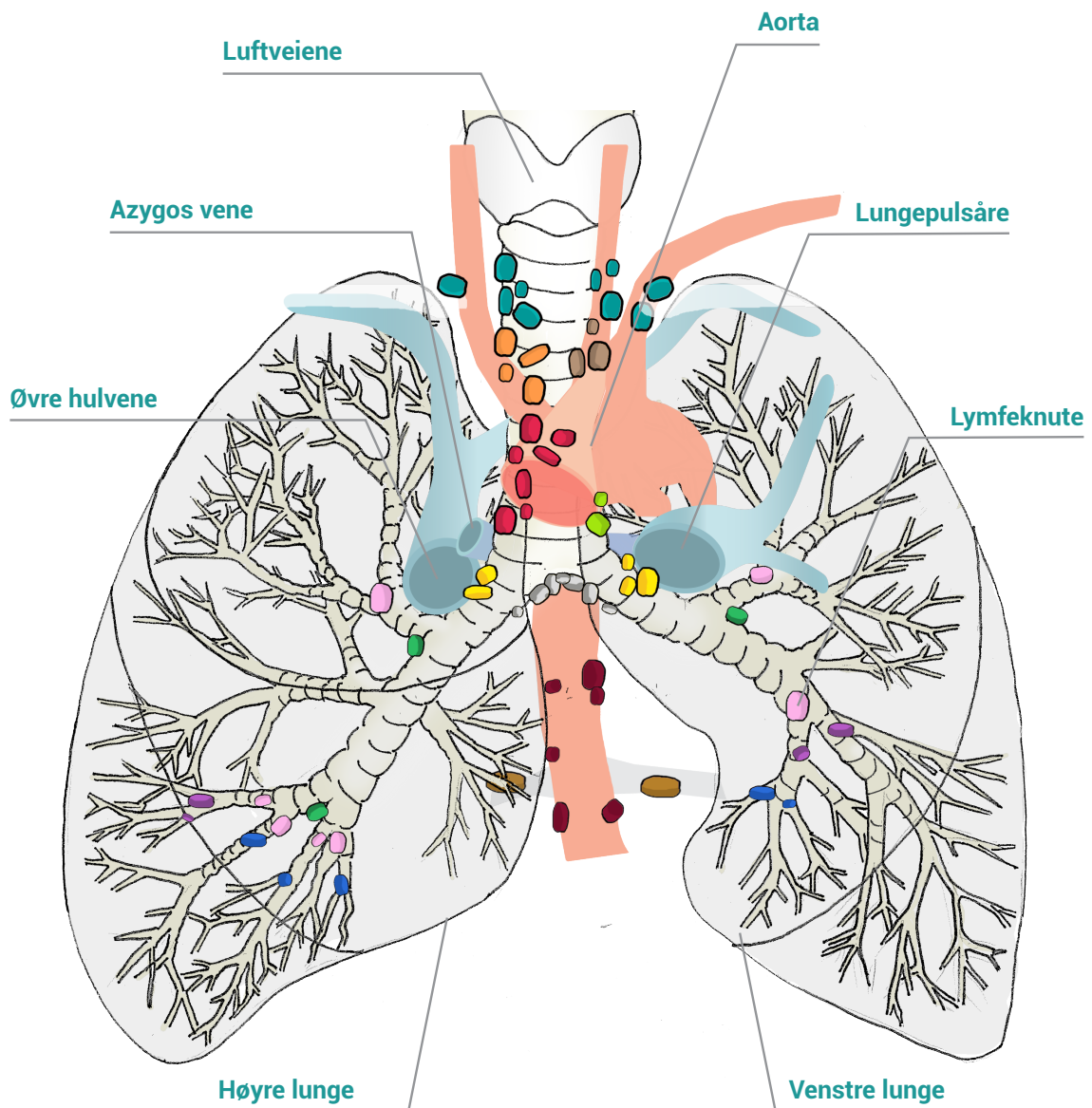
Lymfesystemet er et system som virker sammen med blodets sirkulasjonssystem. Det består av lymfeårer, lymfeknuter, milten og annet lymfoid vev i ulike organer. En av hovedoppgavene til lymfesystemet er å ta hånd om kroppens forsvar mot virus, bakterier og kreft (Fossum, 2016).

Lymfesystemet fungerer som et transportsystem for de hvite blodlegemene. De hvite blodlegemene transporteres via lymfesystemet ut til alle deler av kroppen og angriper fremmede elementer. Lymfeknutene er konsentrert i klynger rundt blodkarene. De største lymfeknutene er i lysken, i armhulene, i halsen og i buken.



Bilde 9: Lymfesystemet.

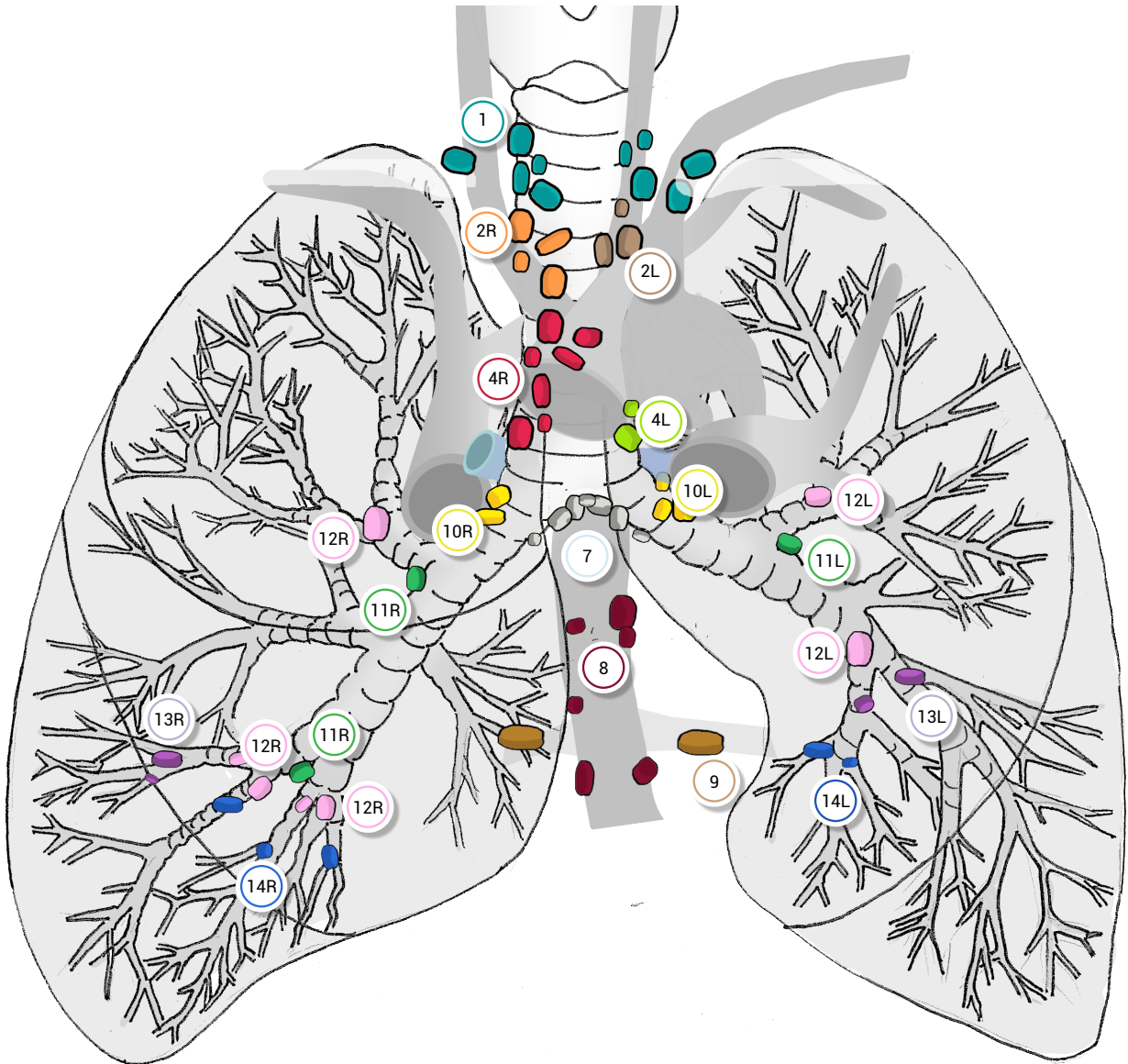
Følgende er en skisse over lungene og lymfeknutene i brystkassen. På tegningen er lymfeknutene markert med ulike farger etter hvilke soner de ligger i, forklaring av disse sonene finner du på neste side.



Figur: Visualisering av lungene og luftveiene med lymfeknuter, årer og vener.

Lymfeknutene rundt luftveiene og lungene ligger i soner, også kalt stasjoner. Det er disse sonene lungelegene husker og styrer bronkoskopet mot når de

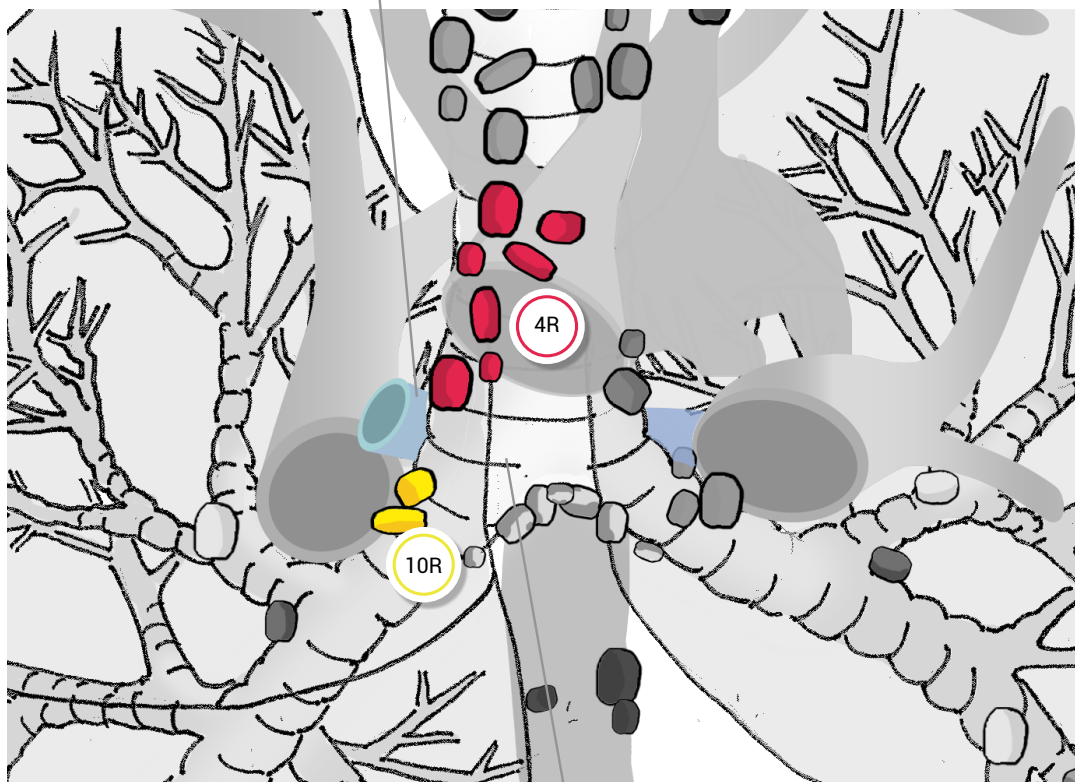
gjennomfører en EBUS-bronkoskopi. De ulike sonene blir navngitt med tall og orientering, R for høyre og L for venstre:



Figur 13: Lymfeknotesonene rundt luftveiene markert med farger og navn.

Azygos vene

Over denne venen er sone 4 og under er sone 10. Skille mellom disse to sonene er svært viktig for å stille diagnose og for å bestemme om behandling er hensiktsmessig eller om sykdommen har spredt seg for mye.



Figur 14: Skille mellom to lymfeknutesoner.

Utfordrende

Det er utfordrende for lungelegen å vite posisjonen og å skille mellom knuter fra de to sonene, men dette er svært viktig for å ta riktig avgjørelse i forhold til behandlingsvedtaket av pasienten.

KLASSIFISERING AV SPREDNING

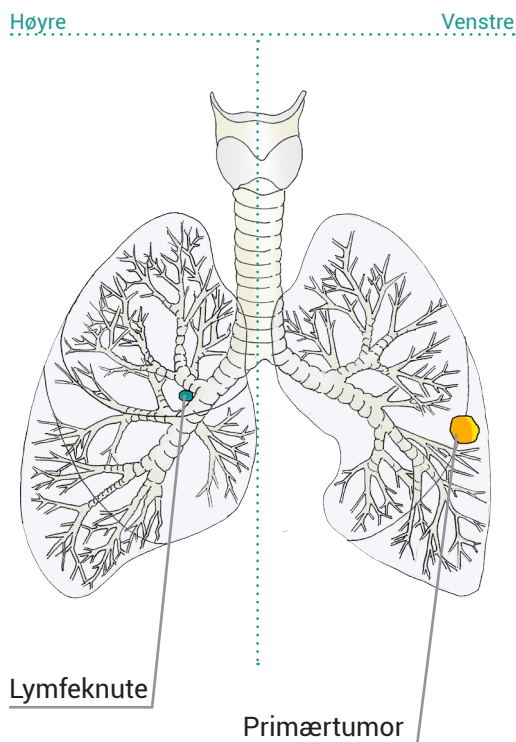
Lymfeknutene i brystkassen deles som nevnt inn i ulike soner. Dersom det mistenkes spredning av kreft i lymfeknutene klassifiseres alvorlighetsgraden av spredningen etter de ulike knutenes posisjon i forhold til primærtumoren. Klassene er N1, N2 og N3, der N3 er de mest alvorlige tilfellene.

Under en EBUS-bronkoskopi skal lungelegen ta celleprøve av lymfeknutene

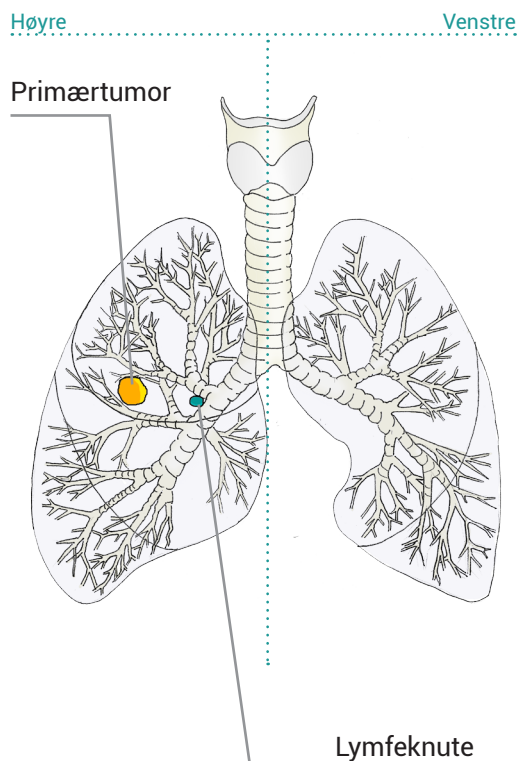
i en rekkefølge basert på klassifiseringen av knutene. N3 knuter skal sjekkes først, deretter N2 knuter og til slutt skal N1 klassifiserte knuter sjekkes.

Klassifiseringen av knutene er avhengig av hvilke soner knutene ligger i og av posisjonen til primærtumoren. Følgende er en oversikt over klassifiseringen, denne informasjonen blir bruk i designforslaget.

Figur 15: Primærtumoren ligger på motsatt side i forhold til knutene:



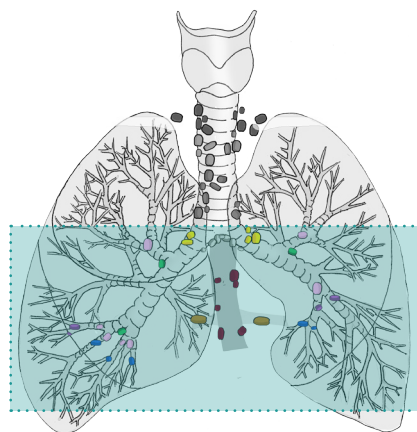
Figur 16: Primærtumoren ligger på samme side som knutene:



N1:

Dersom primærtumoren ligger på samme side som knutene som lyser er N1 knuter sone nr. 10, 11, 12 og oppover, sonene er markert i figur 17.

Dersom primærtumoren ligger på motsatt side i forhold til knutene som lyser blir ingen soner klassifisert som N1 knuter.

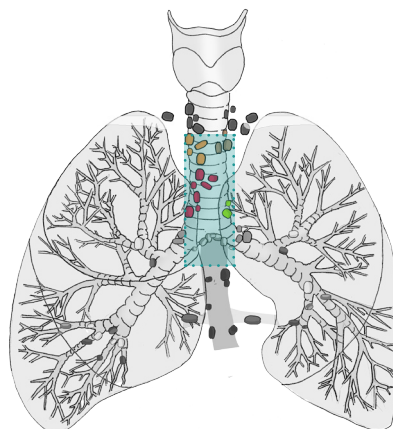


Figur 17: N1 knuter.

N2:

Dersom primærtumoren ligger på samme side som knutene som lyser er N2 knuter sone 2, 4 og 7, sonene er markert i figur 18.

Dersom primærtumoren ligger på motsatt side i forhold til knutene som lyser er det kun knutene i sone 7 som kan klassifiseres som N2.

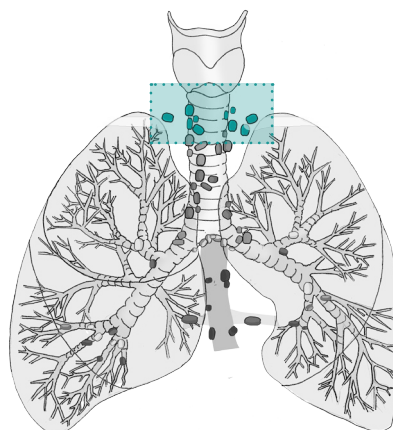


Figur 18: N2 knuter.

N3:

Dersom primærtumoren ligger på samme side som knutene som lyser er klassifiseres knuter i sone 1 som N3 knuter, sonen er markert i figur 19.

Dersom primærtumoren ligger på motsatt side i forhold til knutene som lyser blir knuter i sone 1,2,3,4, 10 og oppover klassifisert som N3 knuter.



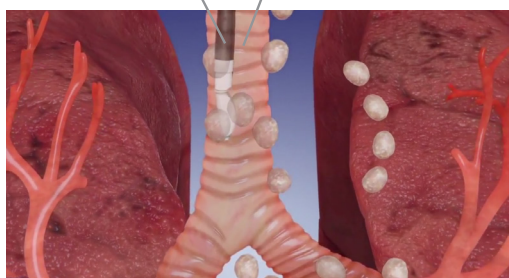
Figur19: N3 knuter.

EBUS-BRONKOSKOPI

Endobronchial ultralyd, EBUS, bronkoskopi er en prosedyre der man bruker et bronkoskop med en ultralydsonde på tuppen av bronkoskopet. EBUS brukes i diagnostisering av lungekreft, lungebetennelse og andre sykdommer som forårsaker forstørrede lymfeknuter. Teknikken gir lungelegen mulighet til å

se ultralydbilder fra vevet på utsiden av bronkialveggene. Dette gjør det lettere for lungelegen å lokalisere lymfeknutene for å få tatt en biopsi. Bilde 10 viser et EBUS-bronkoskop som føres ned i luftveiene. For å få et ultralydbilde av vevet utenfor bronkialveggene må sonden føres inntil bronkialveggen, bilde 11.

Bronkoskop **Luftveiene**



Bilde 10: EBUS-bronkoskopet føres ned i luftveiene.

Ultralydsonde **Lymfeknute**



Bilde 11: EBUS-sonden føres inntil bronkialveggen.

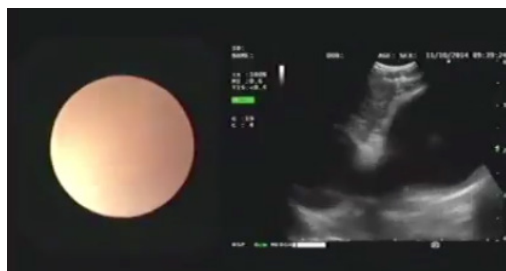
ARBEIDSSKJERMEN

Bilde 12 og 13 viser hvordan arbeidsskjermen til lungelegen som utfører EBUS-bronkoskopien ser ut i de to situasjonene visualisert i bilde 10 og 11. På hvert av bilde 12 og 13 kan man se en sirkel til venstre og et mørkt område til høyre. Sirkelen til venstre viser videobildet, området til høyre er ultralydbildet.



Bilde 12: Arbeidsskjerm.

Bilde 12 viser skjermen som lungelegen ser før ultralyd-sonden føres inntil bronkialveggen. Lungelegen kan da se videoen fra området foran bronkoskoptuppen, men ikke noe ultralydbilde.



Bilde 13: Arbeidsskjerm.

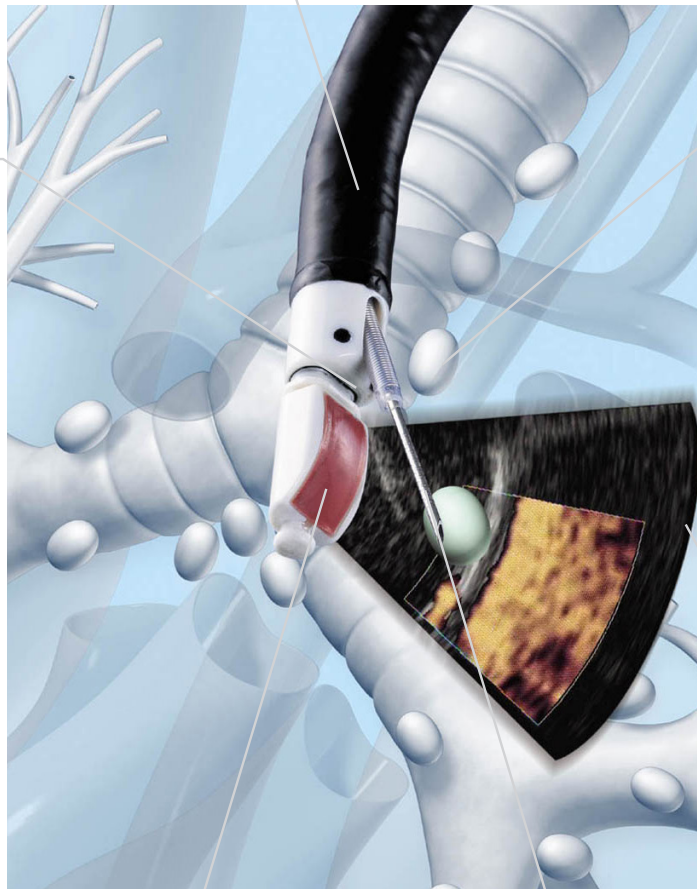
Bilde 13 viser hvordan skjermen ser ut når lungelegen fører ultralydsonden inntil bronkialveggen. Da gir videobildet lite informasjon siden det er inntil veggen, men ultralydbilde fra vevet utenfor luftveiene kommer til syne.

EBUS-Bronkoskop

Et EBUS-bronkoskop manøvreres på samme måte som bronkoskop uten EBUS. Det er tykkere enn vanlige bronkoskoper, og kommer derfor som oftest ikke lengre ned i luftveiene enn til 4. forgrening.

Kamera

Videoen fra kameraet på EBUS-bronkoskopet er ofte av dårligere kvalitet enn videoen fra vanlige bronkoskop.



Lymfeknuter

Fungerer som kontrollposter for immunsystemet. De ligger langs luftveiene.

Ultralydbilde

Visualisering av område som dekkes av ultralydbildet.

Ultralydsonde

Ultralydsonden er passert på tuppen av EBUS-bronkoskopet. Den må føres inntil bronkialveggen for at legen skal få et ultralydbilde av vevet utenfor luftveiene.

Nål

Man kan ta prøver av lymfeknuter som ligger ved bronkiene, ved å stikke en nål via bronkoskopet og gjennom bronkialveggen.

Bilde 14: EBUS-bronkoskop.

ARBEIDSSITUASJON

Lungelegen må gjennomføre en vanlig bronkoskopi før de starter EBUS-bronkoskopi for å bedøve pasientens luftveier.

Under bronkoscopien og EBUS-bronkoscopien står lungelegen ovenfor pasienten og holder håndtaket til bronkoskopet i den ene hånden og fører "bronkoskopslangen" ned i halsen til pasienten med den andre hånden.

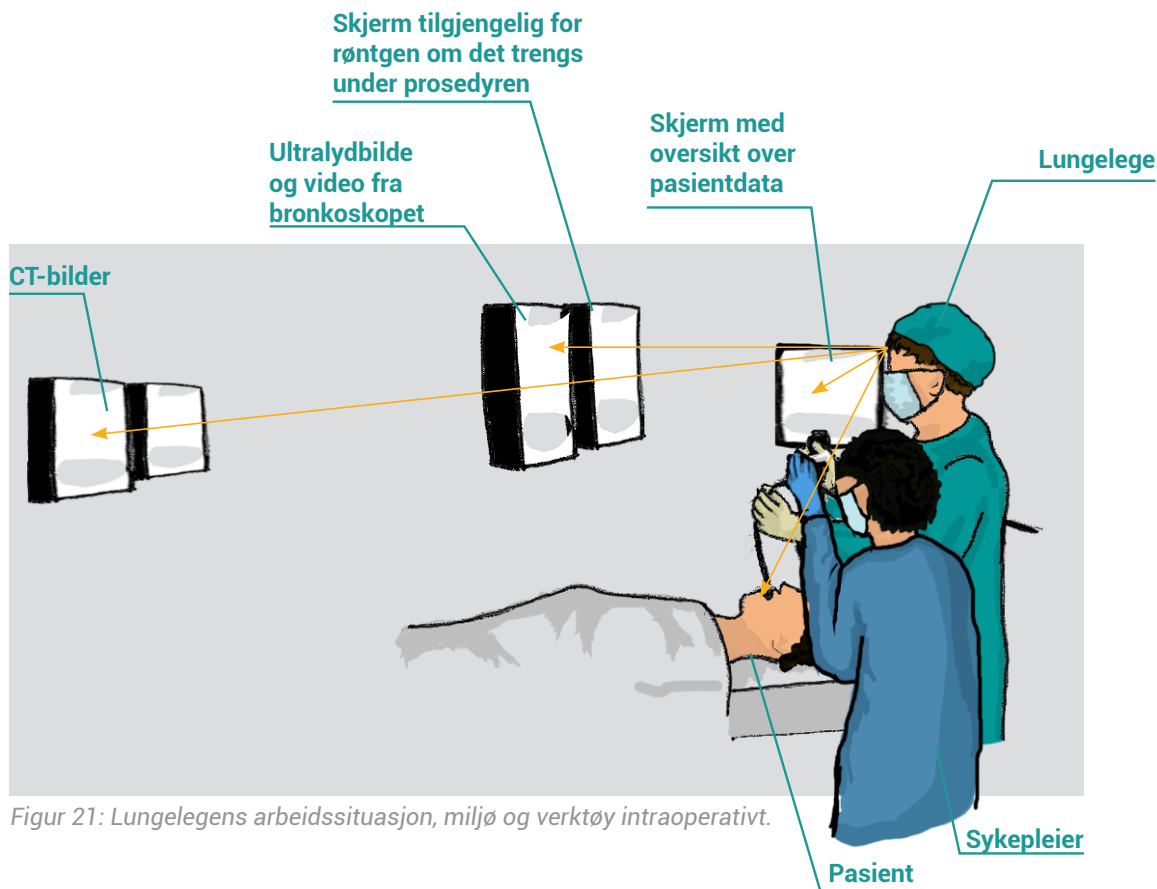
Skjermen med video og ultralydbilde er plassert ca. 60 cm foran lungelegen. Skjermen med CT-bildene er plassert på andre siden av rommet. Det er umulig for lungelegen å evaluere CT-bildene fra sin arbeidssposisjon. Dersom lungelegen skal se CT-bildene må han/hun avbryte bronkoscopien, gi bronkoskopet til en sykepleier, ta av seg hanskene og gå bort til skjermen med bildene. Slike avbrytelser er ikke ideelt for deres arbeidsprosess og gjøres så sjeldent som mulig.

Skjerm

Viser video fra tuppen av bronkoskopet under vanlig bronkoskopi. Viser video og ultralydbilde fra EBUS-bronkoskopi.



Figur 20: Lungelegens arbeidssituasjon intraoperativt.



Figur 21: Lungelegens arbeidssituasjon, miljø og verktøy intraoperativt.

ASSISTANSE

Lungelegen er assistert av sykepleiere som henter utstyr, bedøvelse og medisiner som sendes ned i luftveiene via bronkoskopet.

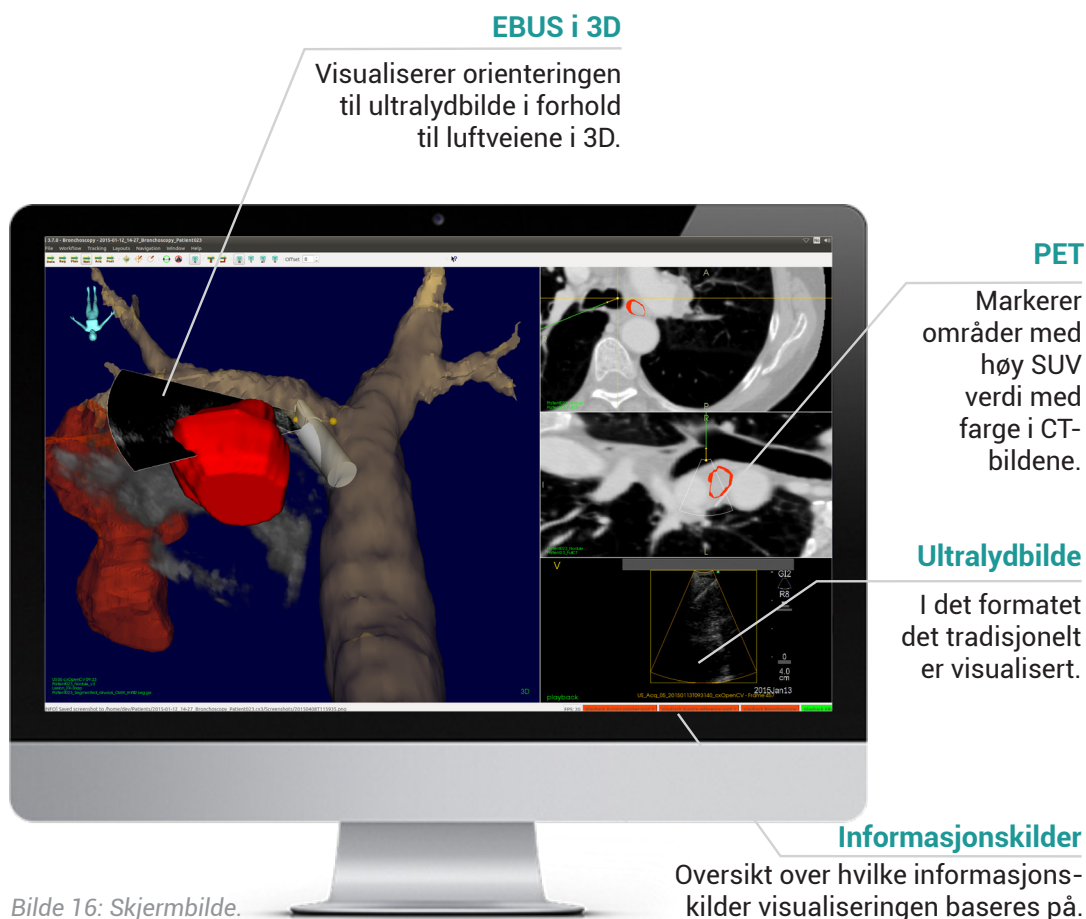
Sykepleierne forbereder objektivglassene til prøvene som skal tas og gjør klart alt utstyr slik prosessen skjer effektivt.



Bilde 15: Assistanse under en EBUS-bronkoskopi.

PET OG EBUS I FRAXINUS EXCELSIOR

Siden Fraxinus excelsior er under utvikling er ikke PET og EBUS integrert i systemet som er presentert i Appendix side 229. Fraxinus excelsior vil som nevnt ekspanderes til å inneholde informasjon fra PET og ultralyd fra EBUS-bronkoskopi, i tillegg til CT. Følgende er eksempler på hvordan PET og EBUS har blitt visualisert i utviklingen til nå.



Bilde 16: Skjerm bilde.

Orientering

Visualiserer orientering til modellen av luftveiene i forhold til kroppen til pasienten.

Bronkoskop

Visualiserer bronkoskopets posisjon.



PET

Visualiserer områder med høy SUV-verdi som volumer.

Bilde 31: Skjermbilde

CT-bilder

Markert med områder med høye SUV verdier.

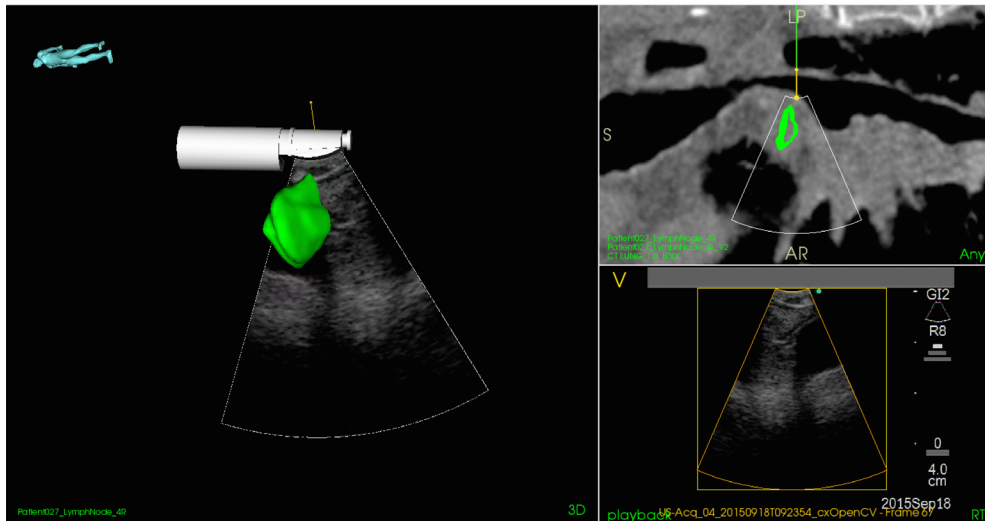
Justering av farger

For å få fram kontrast.



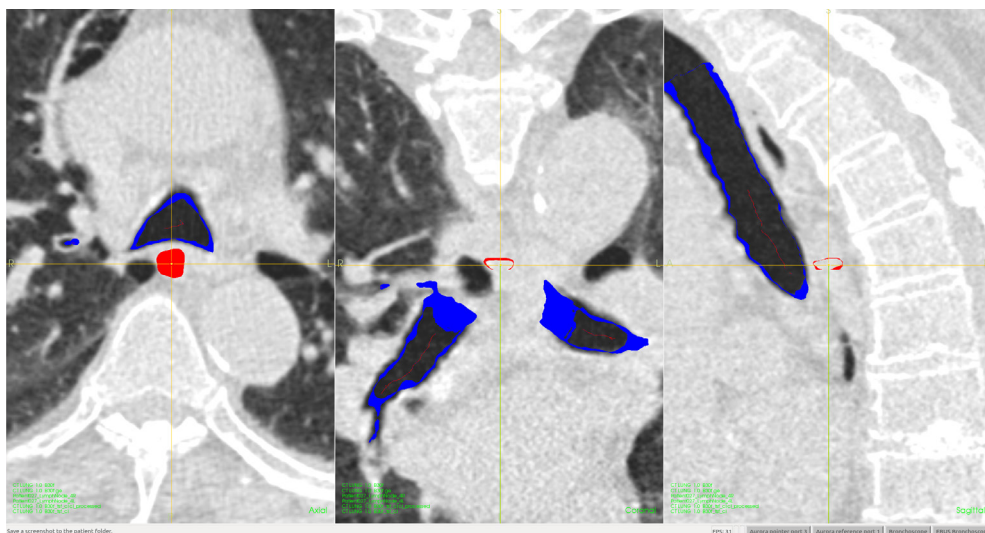
Bilde 17: Skjermbilde av navigasjonsstøtten i Fraxinus

3D PET i ultralyd



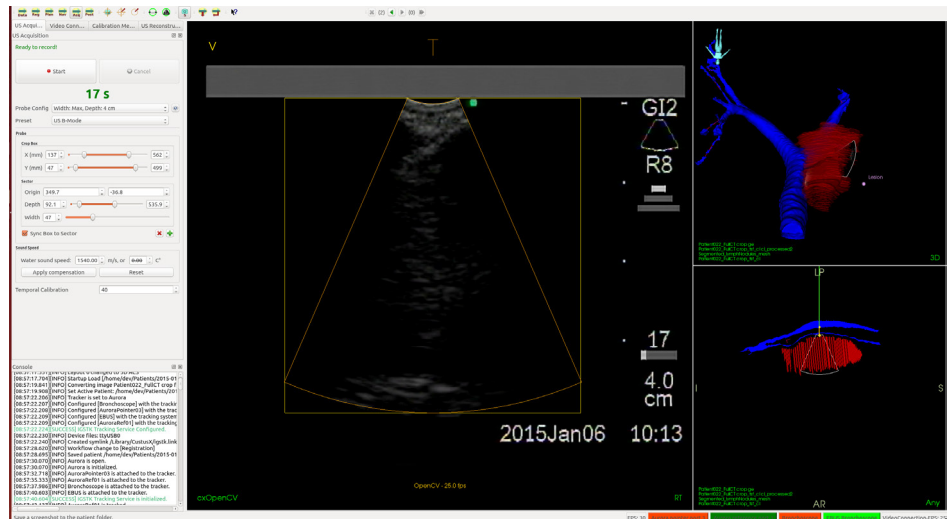
Bilde 18: Skjermbilde av navigasjonsstøtten i Fraxinus: Informasjon fra PET gjør det mulig å presentere volumet av vev med høye SUV verdier. Volumet visualiseres i grønt og legges på ultralydbildet fra EBUS-bronkoskopian.

CT-bilder

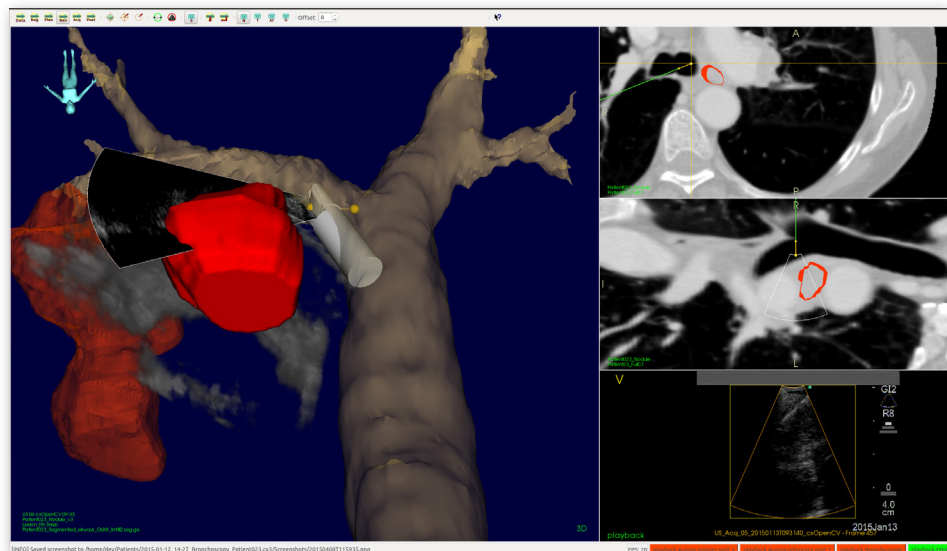


Bilde 19: Skjermbilde av navigasjonsstøtten i Fraxinus: Programvaren kan markere områder med høy SUV verdi direkte i CT bildene. Dette er de blå og røde områdene på bilde.

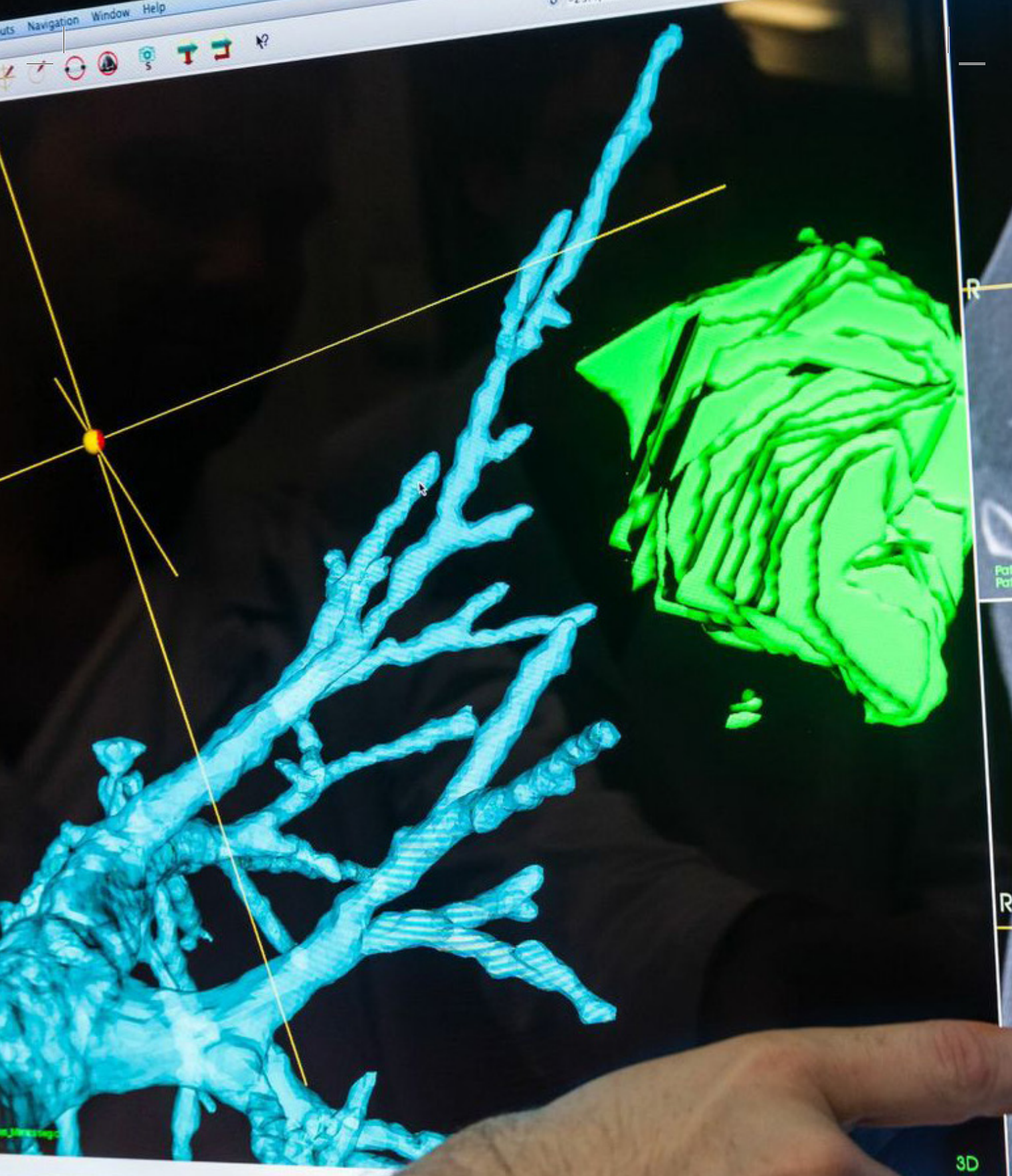
Valg av presentasjonsmåte



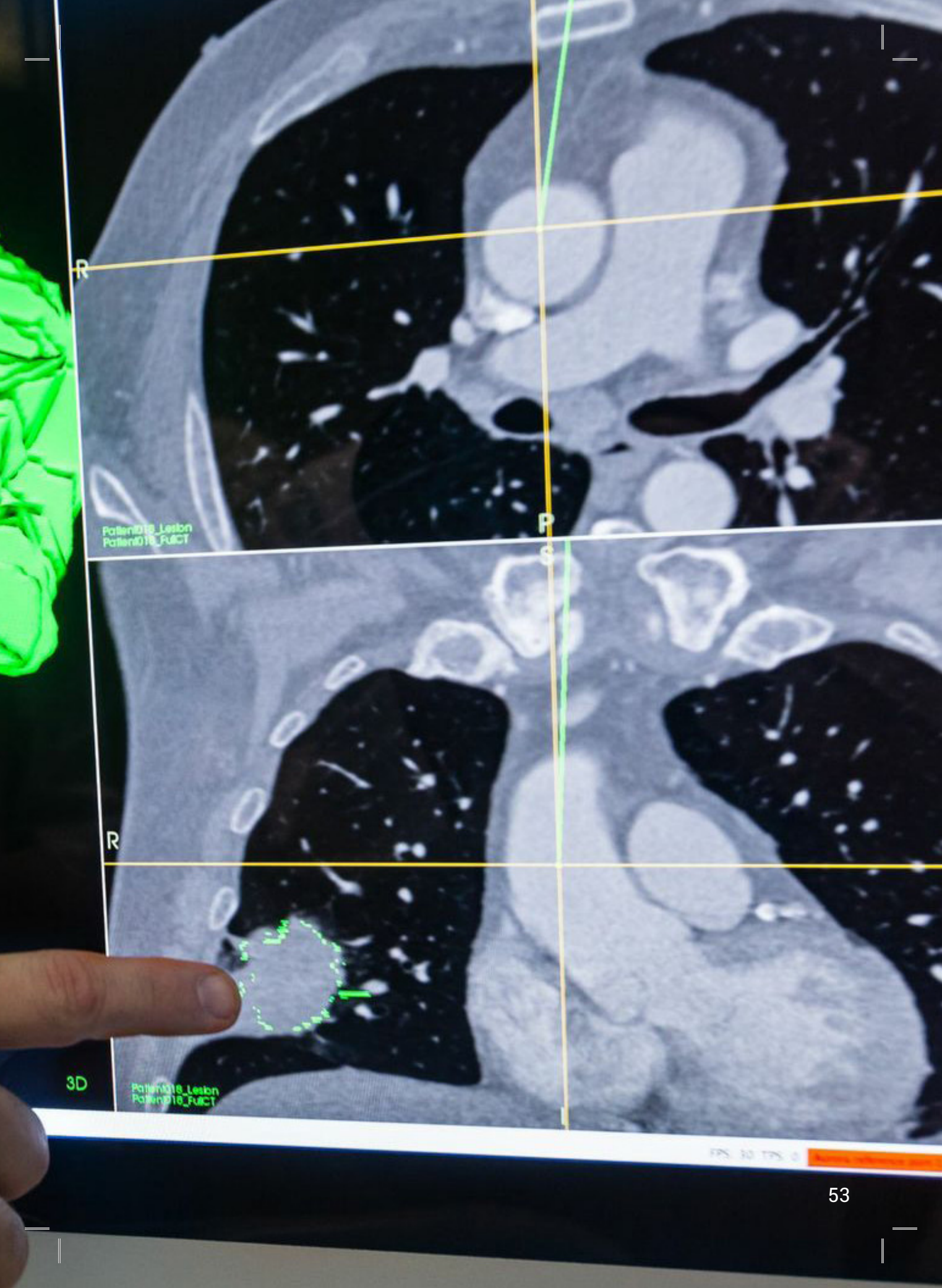
Bilde 20: Skjerm bilde av navigasjonsstøtten i Fraxinus: Brukeren kan velge hvilke visualiseringer de ønsker å se i grensesnittet.



Bilde 21: Skjerm bilde av navigasjonsstøtten i Fraxinus: Visualiseringen til venstre viser orienteringen til bronkoskopet og ultralyd-bildet i forhold til luftveiene i 3D. Bildene til venstre er; CT øverst og ultralyd nederst.



Bilde 22: Bilde av grensesnittet, med en 3D modell av luftveiene, lesjonen som et grønt 3D volum. Hånden peker på markeringen av et område med høy SUV verdi i CT-bildene.



R

Patien018_Lesion
Patien018_FuCT

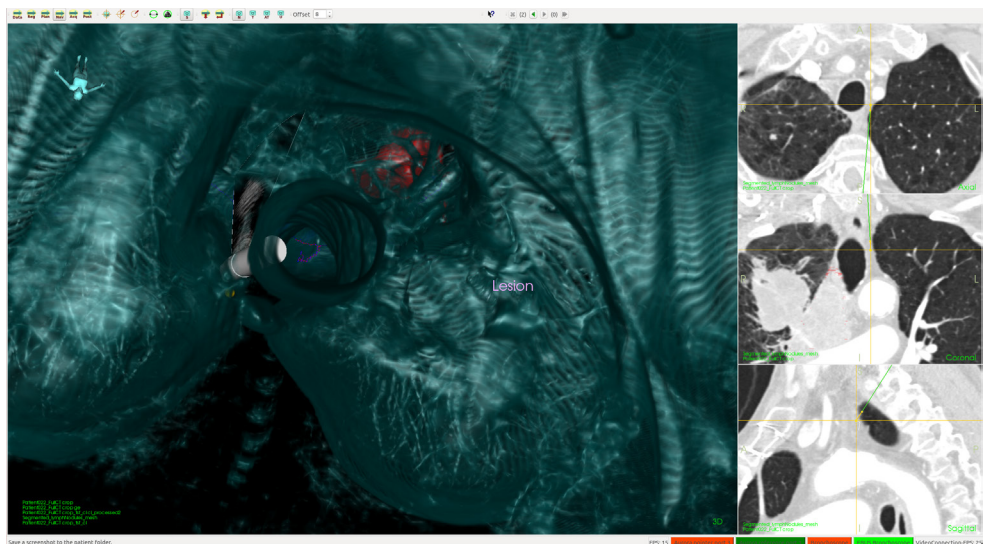
P

R

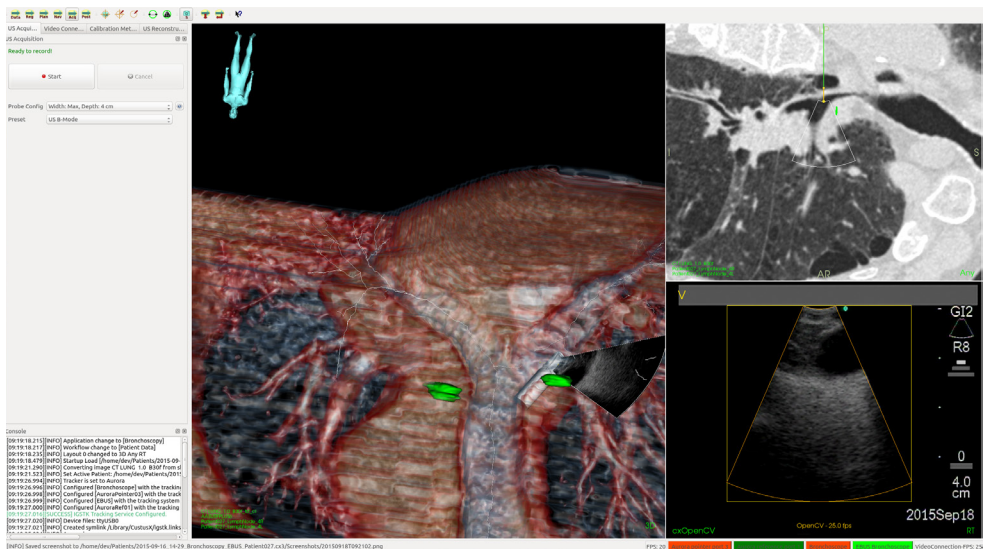
3D
Patien018_Lesion
Patien018_FuCT

FPS: 30 TR: 0

Virtuell bronkoskopi



Bilde 23: Skjerm bilde av navigasjonsstøtten i Fraxinus: Miljøet er presentert med innsyn fra den posisjonen som brukeren ville ha sett det faktiske miljøet. For en mer utdypende forklaring av denne referanserammen se forklaring av Ego-centric frame of reference Appendix side 222.



Bilde 24: Skjerm bilde av navigasjonsstøtten i Fraxinus: Miljøet er presentert fra et eksternt observasjonspunkt. For en mer utdypende forklaring av denne referanserammen se Exocentric frame of reference i Appendix side 222.

INNSIKT FRA FORPROSJEKT HØSTEN 2016

Høsten 2016 ble jeg introdusert for bronkoskopi og utfordringene som møter lungelegen som gjennomfører denne prosedyren. Oppgaven var da å lage et grensesnitt som støtter lungelegen i å nå perifere lesjoner i luftveiene. Mitt hovedfokus i oppgaven var menneske-maskin interaksjonen mellom lungelegen og grensesnittet. Hvordan lungelegene lærte seg ruten de måtte styre bronkoskopet i luftveiene for å nå perifere posisjoner ble observert og analysert. Arbeidet gikk ut på å kartlegge lungelegenes arbeidsflyt, kognitive begrensinger og utfordringer, og å designe et beslutningsstøttegrensesnitt basert på dette. Målet var å designe et grensesnitt som skulle støtte lungelegene i å skape en romlig forståelse av posisjonen til lesjonen og ruten de må styre bronkoskopet for å nå dette området.

Tidlig i innsiktsfasen under dette master prosjektet, våren 2017, intervjuet jeg flere lungeleger for å få innsikt i hvordan de forbereder seg før en EBUS-bronkoskopi. Alle lungelegene jeg snakket med svarte at forberedelsen var ganske lik forberedelsen før en vanlig bronkoskopi. Innsikten fra forprosjektet høsten 2016 ble derfor brukt som grunnlag for innsiktsarbeidet i dette designprosjektet, våren 2017. Deler av rapporten fra høsten 2016 er vedlagt i Appendix side 221.

Innsiktsarbeidet jeg gjennomførte høsten 2016 var en parallell prosess med litteratursøk og empirisk innsiktsarbeid. Jeg gjennomførte et litteratursøk for å fordype meg i teori om medisinske beslutningsstøttesystemer, virtuelle miljøer og om menneskelig kognisjon. Det empiriske arbeidet jeg gjennomførte besto av å intervju lungeleger og observere deres arbeidsflyt. Jeg kombinerte innsikten fra observasjon og intervjuer med innsikten fra litteratursøket.

Jeg skissert ulike konsepter basert på domenekunnskapen jeg hadde fått i innsiktsfasen. Skissene gikk gjennom flere iterasjoner med skissing, tilbakemelding fra lungeleger og justering. Etter noen iterasjoner med tilbakemelding og skissing lagde jeg en klikkbar prototype av konseptforslaget. Dette forslaget ble testet av ikkerekvante brukere for å forsikre at selve flyten var intuitiv. Deretter ble konseptforslaget presentert i en demonstrasjon av prototypen foran en gruppe med relevante brukere etterfulgt av en tilbakemeldingsrunde fra brukerne. Prototypen ble også presentert for utviklere. Justeringer av konseptet ble gjennomført basert på tilbakemeldingene. Forprosjektet endte med en samlet tilbakemeldingsrunde fra lungeleger, forskere og utviklere.

FORPROSJEKTET

Problemstilling

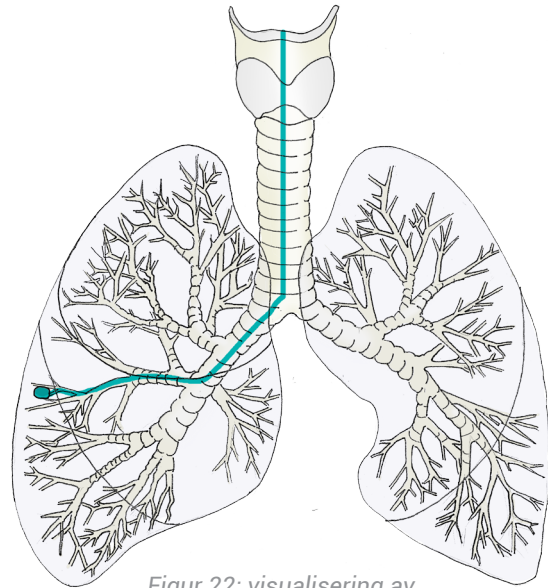
Hvordan utvikle et grensesnitt som skal avlaste kognitivt arbeid som må gjøres i forkant av en bronkoskopi.

Beskrivelse

Hvordan presentere miljøet og ruten til perifere mål slik at lungelegene oppfatter tilfellet effektivt og presist, og husker hvor de skal styre bronkoskopet når de må styre det gjennom flere forgreninger for å nå målområdet.

Mål

Utvikle et grensesnitt som skal avlaste kognitivt arbeid som må gjøres i forkant av en bronkoskopi.



Figur 22: visualisering av oppgaven i forprosjektet.

DETTE PROSJEKTET

Problemstilling

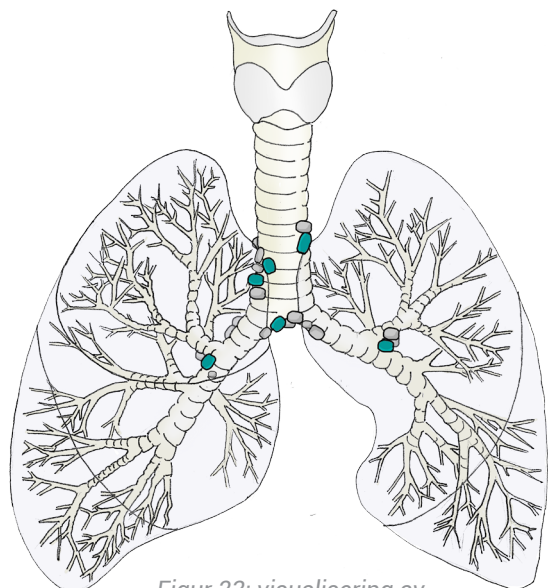
Hvordan visualisere informasjon for å støtte lungeleger i å utføre arbeid oppgaver før, under og etter en EBUS-bronkoskopi?

Beskrivelse

Hvordan presentere posisjonen til lymfeknuder som har høy aktivitet for å støtte beslutningen om hvilken knuter som lungelegen skal ta celleprøver av under en EBUS-bronkoskopi?

Mål

Utvikle et grensesnitt som skal avlaste kognitivt arbeid som må gjøres i forkant av, under og etter en EBUS-bronkoskopi.



Figur 23: visualisering av oppgaven i masterprosjektet.

UTVIKLING AV PROTOTYPE HØST 2016

Følgende er en oppsummering fra hovedfunnene i forprosjektet som jeg brukte videre i denne oppgaven:

MEDISINSKE BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER

Hovedfunnene fra litteraturen om medisinske beslutningsstøttesystemer var at det er viktig å fokusere på de sosiale aspektene ved å introdusere endringer i klinisk arbeid i tillegg til de tekniske utfordringene, usikkerheten og kompleksiteten i brukerens beslutningsprosess, under utviklingen av kliniske beslutningsstøtteverktøy. Menneske-maskin grensesnittet til beslutningsstøttesystemet er viktig for at beslutningsstøttesystemet skal bli akseptert og tatt i bruk av brukergruppen (Sittig m.fl., 2008). Forskere fra The American Medical Informatics Association, identifiserte tre hovedpilarer som må være tilstede for at helsetjenester skal kunne forbedres gjennom klinisk beslutningsstøtte i artikkelen "A Roadmap for National Action on Clinical Decision Support" (Osheroff, m.fl., 2007):

1. Informasjonen må være tilgjengelig og godt organisert. Den må være formidlet i et format som tilbyr riktig informasjon i riktig del av beslutningsprosessen til brukeren av systemet.

2. Beslutningsstøttesystemet bør kunne skaffes lett og være enkelt å lære seg å bruke for den relevante brukergruppen. Brukeren må kunne benytte seg av systemet basert på sin situasjon og premisser, ikke på systemets begrensninger.

3. For at systemet skal kunne fungere optimalt må både designretningslinjene for systemet og systemene i seg selv gjennomgå kontinuerlig forbedring basert på tilbakemeldinger, erfaring, og data fra bruk i reelle situasjoner.

Disse kravene gjelder også et grensesnitt som skal støtte lungeleger i å gjennomføre EBUS-bronkoskopi, og blir derfor brukt i kravspesifikasjonen til grensesnittet.

NAVIGASJON OG ORIENTERING I VIRTUELLE MILJØER

Hovedfunnet fra litteraturen om navigasjon og orientering i virtuelle miljøer var at flere forskere har foreslått at det er få forskjeller mellom navigasjonserfaringene fra simulerte miljøer og fra reelle miljøer (Chen, m.fl., 1999). Innsikt fra forskning gjort i reelle miljøer kan derfor benyttes til å oppnå forståelse i virtuelle miljøer. Denne innsikten ble en del av grunnlaget for konseptutviklingen.

MENNESKELIG KOGNISJON

Litteratur om hvordan mennesker oppfatter, forstår og lagrer informasjon om miljøer er svært omfangsrik og inneholder informasjon fra flere fagfelt. Navigasjonsoppgaven ble identifisert som hovedoppgaven som trengte beslutningsstøtte i designprosjektet høsten 2016. Jeg baserte meg på definisjonen av navigasjon som en prosedyre der individet finner en målposisjon og plotter en kurs for å nå denne posisjonen. Jeg anså navigasjons-

oppgaven som en problemløsningsprosedyre bestående av tre steg (Chen, m.fl., 1999):

1. Kognitiv kartlegging
2. Beslutningsprosess
3. Gjennomføring

Jeg fokuserte på å designe for kognitive komponenter innenfor disse stegene. Eksempler på kognitive evner som ble utforsket var hukommelse og Visuospatiale evner. Denne teorien ble også brukt i dette masterprosjektet.

INNSIKT FRA OBSERVASJON OG INTERVJUER

Teknikken tatt i bruk under innsiktsarbeidet høsten 2016 vil bli presentert i innsiktskapittelet side 74. Innsiktsfasen som ble gjennomført høsten under forprosjektet avdekket at et av de mest sentrale kravene til at lungelegen skal kunne klare å navigere bronkoskopet til ønsket posisjon under en bronkoskopi er at de har en solid mental forståelse av miljøet og arbeidsoppgaven de skal utføre. Jeg fokuserte derfor på at grensesnittets hovedoppgave var å virke som et kognitivt avlastningsverktøy som støtter konstruksjonen av et kognitivt kart i forkanten av en bronkoskopi.

KONSEPT FRA FORPROSJEKT

Konseptforslaget fra forprosjektet besto av tre deler: filoplasting, målsetting og navigasjonsstøtte. Systemets navigasjonsstøtte gikk ut på å visualisere miljøet i en virtuell bronkoskopi og i en skematisk oversikt som fungerer sammen for å støtte brukeren både i å holde oversikt og i å gjennomføre preseisjonsoppgaver.



Bilde 25: Skjermbilder av konseptforslaget: fra venstre er navigasjonsstøtten, deretter en side for å sette målposisjon og en filoplastingsside, for en detaljert beskrivelse se Appendix side 235.

Designprosessen av et kognitivt avlastende beslutningsstøttegrensesnitt for navigering i luftveiene var en kompleks oppgave der jeg måtte ta hensyn til flere fagfelt. Litteratursøket ga meg innsikt i at en av grunnene til at utviklingen av et kliniske beslutningsstøttesystem ikke blir en suksess er ofte manglende forståelse for de ulike aktørene og begrenset kommunikasjon innad i prosjektet. Dette ble det i større grad tatt hensyn til i prosjektarbeidet for dette prosjektet, våren 2017, ved å diskutere konseptskisser med utviklere i tillegg til representanter fra brukergruppen. Jeg gjennomførte et enda større innsiktarbeid, dro på Helseteknologikonferansen arrangert av Tekna og snakket med designere som har jobbet med lignende prosjekter. Dette ble gjort for å få en bredere forståelse av domenet og om hvordan man bør jobbe med brukersentrert design i utviklingen av medisinske beslutningsstøtteverktøy.

Forprosjektet endte som nevnt med en klikkbar prototype som illustrerer konseptforslaget. Den illustrerte konseptet med stillbilder. Jeg vil understreke at for å utvikle grensesnittet videre må det kunne testes ytterligere av flere relevante brukere i en reell/ klinisk setting. For at konseptet skal kunne testes videre må det utvikles til å kunne prosessere pasientdata. Dette

stiller høyere krav til prototypen. Å utvikle en prototype som kan prosessere pasientdata vil ta tid, ressurser og kompetanse som jeg ikke hadde i arbeidet under denne masteroppgaven. I tillegg er det strenge krav til testing av medisinsk utstyr. Jeg overleverte derfor grensesnittet fra forprosjektet i form av prototypen og en kravspesifikasjon til USIGT slik de kunne utvikle konseptforslaget videre med sine ressurser.

I masteroppgaven som jeg har gjennomført våren 2017 har jeg brukt innsikten om brukergruppen, deres arbeidsflyt og deres domene i kombinasjon med ny innsikt til å utvikle forslag til informasjonsvisualisering av PET og EBUS-bronkoskopi. I dette masterprosjektet så jeg i tillegg på en større del av arbeidsprosessen til en lungelege som skal gjennomføre en EBUS-bronkoskopi. I forprosjektet så jeg på forberedelsesfasen til en vanlig bronkoskopi, våren 2017 var oppgaven å utvikle et konseptforslag til et grensesnitt som skal brukes både til forberedelsesdelen før EBUS-bronkoskopi, d.v.s. preoperativ fase, gjennomføringen av en EBUS-bronkoskopi, d.v.s. intraoperativ fase og etterarbeidet etter en EBUS-bronkoskopi, d.v.s. postoperativ fase.



Bilde 26: USIGT tester Fraxinus.



Kapittel 3 INNSIKT

Andre aktører, lignende prosjekter, intervjuer og observasjon. Dette kapittelet inneholder oppsummeringer av innsiktarbeidet gjennomført og refleksjonene rundt dette. Materiale fra innsiktarbeidet finner du i Appendix side 213.



ANDRE PLATTFORMER FOR BILDEVEILEDET BRONKOSKOPI

Bildeveiledet bronkoskopi er en teknikk der informasjon fra bilder av pasienten benyttes til å lage modeller som skal støtte lungelegen i å nå ønsket posisjon under en bronkoskopi. Teknikken går ut på å presentere virtuelle 3D lungemodeller sammensatt av informasjon fra snittbilder som er tatt av pasienten i forkant av bronkoscopien. Lungelegen kan bruke den digitale modellen av luftveiene og lungene til pasienten til å lære seg miljøet hvor de skal manøvrere bronkoskopet, ved å gjennomføre en virtuell bronkoskopi.

Virtuell bronkoskopi kan også benyttes som en veiledning under selve bronkoscopien. Da er systemet avhengig

av å kunne spore bronkoskopets posisjon og orientering i sanntid. Den mest brukte teknikken for slik sporing er i dag elektromagnetisk sporing, for mer informasjon om denne teknologien se Appendix side 216, nye metoder for bildebasert sporing er under utvikling (Reynisson, m.fl.,2014). Bildeveiledet bronkoskopi har utviklet seg raskt siden introduksjonen av bronkoskopi med integrerte elektromagnetiske sensorer på slutten av 90-tallet.

Følgende er en kort presentasjon av grensesnittene til de fire største kommersielle plattformene for bildeveiledet bronkoskopi.

Bilde 27 : USIGT presenterer fraxinus excelsior. På skjermen er det en 3D modell av luftveiene og CT-bilder med posisjonsmarkeringer.



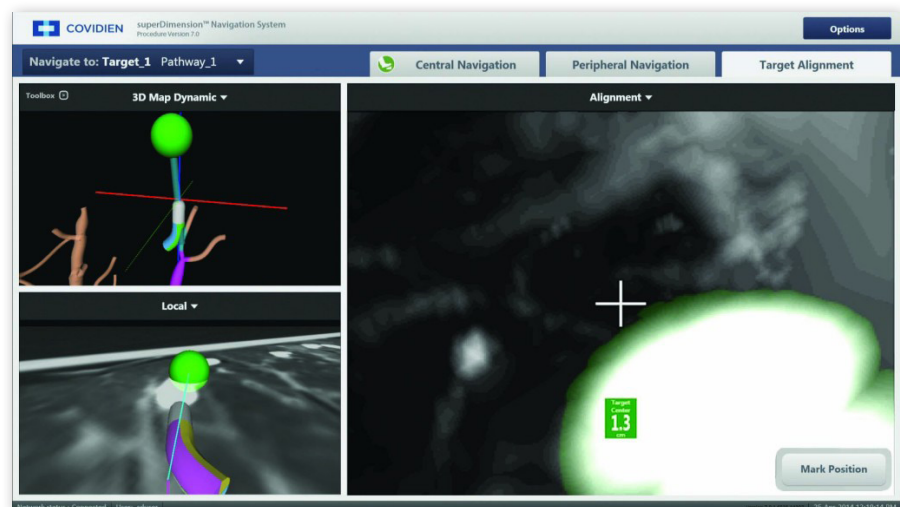
SUPERDIMENSION™

Covidien er den største aktøren i markedet med programvaren Superdimension. Visualiseringene som Superdimension tilbyr er: presentasjon av CT-bildene av pasienten, 3D modeller av luftveiene med markering av veien til lesjonen,

visualisering av målposisjon både i 3D modell og på CT-bilder, og virtuell bronkoskopi. Superdimension bruker elektromagnetisk sporing av bronkoskopet under bronkoskopi og kan dermed visualisere bronkoskopets posisjon i sanntid i systemet.



Bilde 28: Skjerm bilde Superdimension.

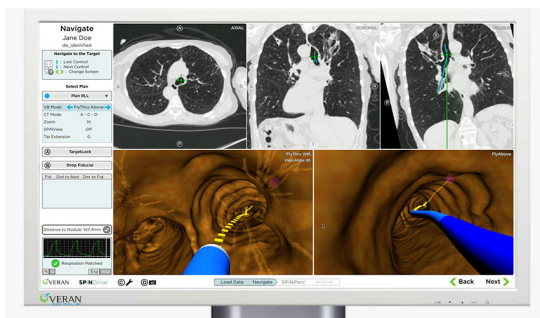


Bilde 29: Skjerm bilde Superdimension.

VERAN SPINDRIVE

Veran er den nest største aktøren i markedet med sin Spindrive. Visualiseringene Veran Spindrive tilbyr er: presentasjon av CT-bildene av pasienten, 3D modeller av luftveiene med markering av veien til lesjonen, visualisering av

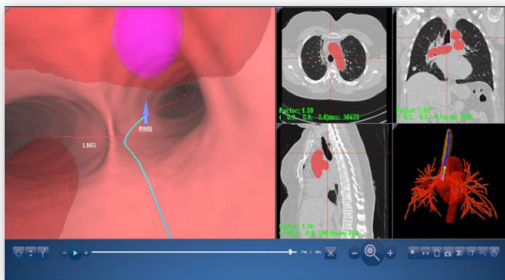
målposisjon både i 3D modell og på CT-bilder og virtuell bronkoskopi. Veran bruker elektromagnetisk sporing av bronkoskopet under bronkoskopi og kan dermed visualisere bronkoskopets posisjon i systemet



Bilde 30: Skjermbilder av Veran Spindrive.

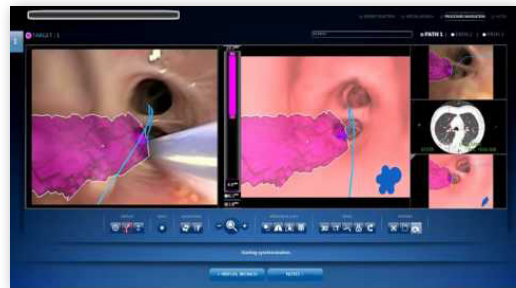
BRONCUS LUNGPOINT

Visualiseringene Broncus Lungpoint tilbyr er: CT-bildene av pasienten, målvisualisering, visualisering av vei til lesjon, virtuell bronkoskopi synkronisert med video.



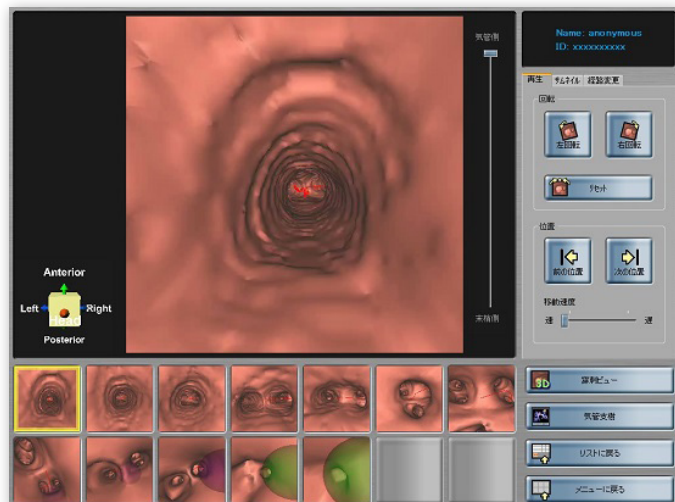
Bilde 31: Skjermbilder av Broncus Lungpoint

Broncus Lungpoint har ingen form for sporing av bronkoskopets posisjon i lungene i forhold til navigasjonssystemet og må dermed manøvreres manuelt.



BF-NAVI

BF-Navi tilbyr virtuell bronkoskopi. BF-navi har ingen form for sporing av bronkoskopets posisjon i lungene i forhold til navigasjonssystemet.



Bilde 32: Skjermbilder av BF-Navi

REFLEKSJON **ANDRE PLATTFORMER**

HVA SKAL SKILLE FRAXINUS EXCELSIOR FRA KONKURRENTENE

De fire kommersielle plattformene er avhengig av å benyttes sammen med andre spesifikke produkter. Visjonen til USIGT er at Fraxinus excelsior skal bli en skybasert plattform som fritt skal kunne lastes ned på en datamaskin og benyttes uavhengig av hvilket type bronkoskopisk utstyr og røntgenutstyr som benyttes i arbeidsprosessen til brukeren.

Dette stiller tekniske krav til plattformen:

- Den bør kunne håndtere ulike informasjonskilder og filformater.

Dette stiller også krav til utformingen av grensesnittet:

- Dersom grensesnittet skal fungere som en plattform som skal kunne lastes ned og brukes direkte må det være enkelt og intuitivt å lære seg. Brukeren bør kunne benytte seg av grensesnittet uten noen form for opplæring. Dette betyr at systemflyten, interaksjonsmulighetene og visualiseringene må være forståelige for brukergruppen og være tilpasset deres arbeidsflyt og utstyrsbruk.

De fire kommersielle plattformene koster penger å anskaffe. Dette er en viktig faktor som skiller dem fra Fraxinus excelsior. Fraxinus excelsior er en forsknings og utviklings (R&D) plattform og skal fritt kunne lastes ned gratis av hvem som helst.

Sammenhengen og flyten mellom de ulike visualiseringene i de kommersielle grensesnittene er noe uklart. Visualiseringene i Fraxinus excelsior skal ha tydelige markeringer av sammenhenger.

Informasjonsmengden i Superdimension, Veran Spindrive og Broncus Lungpoint oppleves av meg som overveldende og jeg antar at den kan virke forvirrende for noen brukere. For å unngå dette i grensesnittet til Fraxinus excelsior skal jeg fokusere på å presentere den viktigste informasjonen og ta bort/ usynliggjøre mindre viktig informasjon basert på innsikt fra kognitiv oppgaveanalyse av arbeidsprosessen til brukeren. Jeg skal deretter la brukerne vurdere konseptforslaget og gi dem mulighet til å rangere konseptets opplevde brukervennlighet, mer om dette på side 159, og gjøre endringer basert på tilbakemeldingene.

ANDRE PROSJEKTER INNEN BILDEVEILEDET BEHANDLING

For å få innsikt i hvordan andre utviklere og designere har jobbet med lignende problemstillinger oppsøkte jeg representanter fra to konsulentfirmaer som har jobbet med prosjekter innen bildeveiledet behandling. Det ene møte var med Jonas Asheim. Han er designer i konsultentselskapet Nice. Nice har jobbet med navigasjonsgrensesnittet til i et prosjekt som heter MultiGuide. Det andre konsultentselskapet jeg oppsøkte var SoperaSteria. De har jobbet

med et prosjekt der informasjonen visualiseres i mixed reality, forklaring se side 128. Jeg fikk innsikt i prosjektet og hvordan de jobbet med det under deres presentasjon av prosjektet på Teknas Helseteknologikonferanse i mars 2017. Jeg stilte også utvikleren André Boganskij Amundsen noen spørsmål etter foredraget. Følgende er en liten beskrivelse av de to prosjektene og innsikten jeg bruker videre.



Bilde 33: Multiguideprosjektet.

MULTIGUIDE

INTERVJU

JONAS ASHEIM,
DESIGNER, NICE

MultiGuide er et høypresisjons-instrument for kirurgi utviklet av en gruppe fra St. Olavs hospital og NTNU. Navigasjonsstøtten i dette prosjektet baserer seg på CustusX systemet. Instrumentet skal brukes til å behandle klasehodepine og migrene. Dette ved hjelp av et nytt kirurgisk instrument, botox og bildeveiledning på mobiltelefon. Behandlingen går ut på å tilføre botox gjennom en tynn nål som stikkes i kjaken på pasienten og styres inn mot migrenesenter. Instrumentet gjør det mulig for kirurgen å behandle pasienter uten å gjennomføre åpen kirurgi.

Nice er et designbyrå som har jobbet med grensesnittet for navigasjonsstøtten til instrumentet. Plattformen til grensesnittet som Nice designer er smarttelefon. Smarttelefonen med navigasjonsstøtten skal være festet til sprøyten under inngrepet, bilde 51.

"Det er flere grunner til at plattformen for navigasjonsstøtten ble smarttelefon. Dagens smarttelefoner har skjermer med svært god oppløsning. Smarttelefoner kan puttes i hygieneposer og dermed være godkjent til klinisk bruk. De er billige å skaffe, i tillegg til at de er kjente og lette å bruke for brukergruppen. Skjermstørrelsen til smarttelefoner er ideell til arbeidssituasjonen siden den kan være i legens fokus sammen med sprøyta."

I dag forholder kirurgen seg til fire ulike bildeformater når de gjennomfører et inngrep. Nice gikk gjennom prosessen til kirurgen og oppdaget at det er tre stadier i arbeidsprosessen til kirurgen. Nice utviklet et grensesnitt som presenterte riktig romlig visualisering basert på hvilket av de tre stadiene brukeren er i.

Bilde 51: En prototype av MultiGuide.



HOLOLENS

FOREDRAG UNDER TEKNAS
HELSETEKNOLOGIKONFERANSE 2017
ANDRÉ BOGANSKIJ AMUNDSEN
SOFTWARE ENGINEER, SOPRA STERIA AS

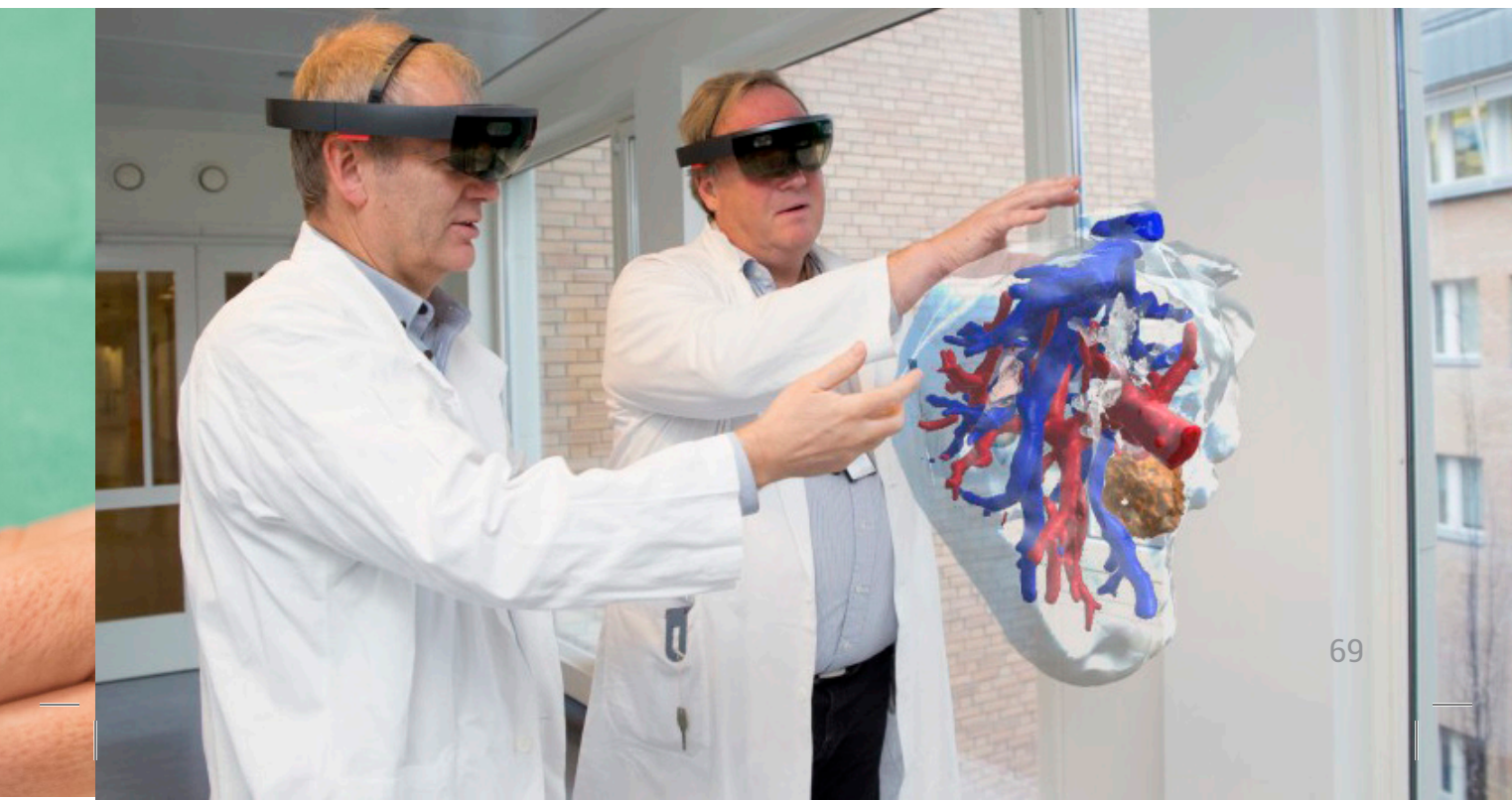
Konsulentselskapet Sopra Steria har jobbet sammen med Microsoft og Oslo Universitetssykehus med et forskningsprosjekt der de utvikler et nytt visualiseringsverktøy for å forbedre operasjoner. Prosjektet gikk ut på å utforske hvordan «hologrammer» i mixed reality kan bidra til flere vellykkede leverkreftoperasjoner.

Plattformen de har utviklet prosjektet i er Microsofts HoloLens. Prototypen presentert på Teknas Helseteknologikonferanse 2017 var programmert i spillplattformen Unity.

Hololensbrillene lar brukeren se «hologrammer» blandet med virkeligheten. På den måten kan virtuelle objekter behandles som fysiske objekter i rommet av brukeren. Prototypen visualiserte en 3D-modell av et kroppsorgan som kunne manipuleres av brukeren. Brukeren kunne vri og vende på organet og segmentere områder for å få fram strukturer og komponenter.

Teknologien i HoloLens gjør det også mulig for at flere brukere med hver sine briller kan arbeide med samme objekt samtidig, bilde 52.

Bilde 52: Flere brukere med hver sine briller kan arbeide med samme objekt samtidig.



REFLEKSJON LIGNENDE PROSJEKTER

På tross av at de to presenterte prosjektene fokuserer på andre inngrep enn bronkoskopi har de flere likhetstrekk med Fraxinus excelsior prosjektet:

- De er alle forskningsprosjekter under utvikling der potensiell anvendbarhet av teknologi i klinisk arbeid utforskes.
- Brukergruppene til programmene som utvikles i prosjektene består av kirurger og leger, dette er brukere som er eksperter på sitt felt.
- Alle prosjektene handler om visualisering av beslutningsstøtte for leger eller kirurger som skal gjennomføre en prosedyre der presisjon er viktig.

De to verktøyene presentert er ment til å brukes i ulike deler av arbeidsprosessen til legen/kirurgen i forbindelse med et inngrep. MultiGuide skal brukes intraoperativt som et navigasjonssystem for kirurgen under prosedyren. Hololens prosjektet er per i dag et planleggingsverktøy til preoperativt bruk, eller til å beskrive prosedyren postoperativt. I denne oppgaven undersøker jeg behovet for Fraxinus excelsior både preoperativt, intraoperativt og postoperativt. Jeg kan derfor få innsikt og inspirasjon fra begge prosjektene.

Prosjektene er designet for ulike plattformer:



MultiGuide bruker smarttelefon som plattform for navigasjonsstøttegrensesnittet. Utstyret som Multiguide skal støtte er en stiv og kompakt sprøyte. Bevegelsen av sprøyta samsvarer med bevegelsen i navigasjonsutstyret. Dette gjør det naturlig å bruke Smarttelefon som en skjerm som manøvreres sammen med sprøyta. Bronkoskopet er et større instrument med en slangelignende kvalitet. Bevegelsen av bronkoskopet har ikke samme natur som bevegelsen av sprøyten, mobiltelefon er derfor ikke optimalt for å visualisere miljøet som bronkoskopet manøvreres i.



Sopra Steria bruker Microsoft Hololens med mixed reality som plattform for sitt grensesnitt. Per i dag er Hololens best egnet til forberedelse i forkant av en prosedyre, eller til å diskutere tilfellet postoperativt. Dette skyldes strenge kliniske krav til hvilket utstyr det er lov å ta med inn på operasjonsstua. Det skyldes også at Hololens er en plattform som i stor grad påvirker legen eller kirurgens arbeidsflyt og situasjon siden hololens er en plattform som brukeren har på seg på hode.



Jeg velger å designe Fraxinus Excelsior for PC. Grunnen til dette er at lungeleger allerede er vant til å bruke PC under forberedelsen, utførelsen og i etterarbeidet av en EBUS-bronkoskopi. De fleste leger har en laptop tilgjengelig og dette gjør det mulig for flest mulig å ta i bruk programmet. Fraxinus er et prosjekt under utvikling, så jeg ser ikke bort ifra at det kan overføres til andre plattformer på sikt, men dette designforslaget vil være designet for PC.

INNSIKT FRA BRUKERGRUPPEN

METODEBESKRIVELSE: INTERVJU

Intervju er en fundamental metode for å skaffe innsikt med direkte kontakt med brukergruppen (Hanington, m.fl., 2012). Som nevnt hadde jeg allerede en del innsikt fra intervjuer og observasjon fra forprosjektet høsten 2016. Selv om forberedelsen før en EBUS-bronkoskopi er ganske lik forberedelsen før en vanlig bronkoskopi, er EBUS-bronkoskopioppgaven ulik både når det gjelder utfordringer og informasjonsbruk. Jeg gjennomførte nye intervjuer for å få innsikt i arbeidssituasjonen og for å få forståelse av hva lungelegene mener er utfordringene med sin egen arbeidssituasjon før, under og etter en EBUS-bronkoskopi. Jeg brukte en semi-strukturert intervjuteknikk (Hanington, m.fl. 2012). Jeg hadde på forhånd laget en intervjumal med utgangspunkt i problemstillingen, men gjennomførte intervjuet i relativt åpne rammer hvor jeg justerte spørsmålene, tok bort noen, la til nye og stilte dem basert på intervjuobjektets respons under intervjuet.

Jeg intervjuet de tilgjengelige lungelegene som driver med EBUS-bronkoskopi ved St.Olavs hospital. Dette var fem intervjuer. Intervjuene ble gjennomført på tomannshånd.

I tillegg til intervjuene med lungelegene som gjennomfører EBUS-bronkoskopier, hadde jeg møter annenhver uke med veiledning, intervjuer og tilbakemeldinger med Håkon Olav Leira. Han er lungelege ved Lungeavdelingen på St. Olavs hospital og postdoktor ved NTNU. Han er både en representant fra brukergruppen og jobber med Fraxinus Excelsior prosjektet. Disse møtene ble brukt både til å diskutere arbeidsstusasjon, domenekunnskap, informasjonsbruk, skisser, konseptforslag og prototyper.

I tillegg til møtene med Håkon Olav Leira snakket jeg med utviklere i CustusX prosjektet for å få innsikt i prosjektets teknologiske muligheter.

METODEBESKRIVELSE: OBSERVASJON

Som nevnt er det viktig å snakke med brukere, men det er vel så viktig å observere. Dette fordi at det kan være situasjoner og oppgaver som brukeren gjør automatisk og uten å tenke over det, som kan være viktig å ta hensyn

til i utviklingen av et verktøy som skal støtte gjennomførelsen av oppgaven. Jeg gjennomførte derfor fire runder med observasjon for å skaffe meg en dypere innsikt i arbeidsprosessen til lungelegene som gjennomfører EBUS-bronkoskopi.

Følgende er en oppsummering av informasjonen jeg fikk fra lungelegene jeg intervjuet. Deretter kommer en oppsummering av hvordan jeg gjennomførte de ulike observasjonsrundene, hva jeg observerte og innsikten jeg fikk. En oversikt over alle intervjuer, observasjonsrunder og møter i forbindelse med oppgaven er i Appendix side 214.

OPPSUMMERING INTERVJUER

FØR EN EBUS-BRONKOSKOPI PREOPERATIV FASE:

HYPOTESE FØR INTERVJU

- Forberedelse før en EBUS-bronkoskopi er lik forberedelsen før en vanlig bronkoskopi.
- Lungelegene bruker PET/CT i forberedelsen før en EBUS-bronkoskopi.
- Tiden det tar å forberede seg er mellom 5 min og 10 min.

INNSIKT

Forberedelse før en EBUS-bronkoskopi er lik forberedelsen før en vanlig bronkoskopi. CT og PET/CT visualiserer ulike kvaliteter som er av interesse:

CT:

- Lymfeknutenes størrelse, dersom knutene er over 10 mm bør de sjekkes for kreft.
- Lesjonens beliggenhet
- Lesjonens form
- Om vevet er homogent, om det er forkalkning i vevet

PET/CT:

Ser om knutene lyser d.v.s. SUV verdien er høy, dette kan tyde på kreft. Bildene er ofte merket av røntgenlege dersom SUV verdien er høy i visse områder. PET/CT kan vise høy aktivitet i knuter som er små, noe som tyder på kreft i knuter uten at de har vokst til unormal størrelse.

Noen av lungelegene foretrakk å bruke CT bilder før en EBUS-bronkoskopi. Dette begrunnet de med at de var vant til å bruke CT fra før, at PET/CT er relativt nytt, og at PET/CT har dårligere bildeoppløsning enn CT alene. Lungelegene sa de husker hvilke lymfeknuter de skal ta prøve av etter navnet på sonen den ligger i. Noen av lungelegene brukte personlige notater for å holde rede på hvilke lymfeknuter som skal evalueres og i hvilken rekkefølge dette skal skje.

UNDER EN EBUS-BRONKOSKOPI INTRAOPERATIV FASE:

HYPOTESE FØR INTERVJU:

- Under en EBUS-bronkoskopi ser man ultralydbilder og video fra sonden på tuppen av bronkoskopet.
- Det er utfordrende å styre bronkoskopet og finne riktig lymfeknute.

INNSIKT:

Navigasjonen under en vanlig bronkoskopi baserer seg på minne til lungelegen og video fra tuppen av bronkoskopet.

Navigasjonen under en EBUS-bronkoskopi baseres på minnet til lungelegen, video og på bildene fra ultralyd sonden på tuppen av bronkoskopet.

Når lungeleger skal gjennomføre en EBUS-bronkoskopi gjennomføres en vanlig bronkoskopi først for gi pasienten bedøvelse og for å visuelt inspisere luftveiene.

Lymfeknutene er plassert i ulike soner, forklaring side 40. Under bronkoskopien styrer lungelegen bronkoskopet mot sonen de mener lymfeknuten ligger i.

Informasjonen om hvilke knuter som skal stikkes og deres posisjon har lungelegene sett på CT bildene og PET/CT bildene i forkant av bronkoskopien. Snittbildene er utilgjengelige under selve prosedyren med mindre lungelegen gir bronkoskopet til sykepleieren og går bort til skjermen som er plassert på andre siden av rommet for å se på CT og PET/CT bildene.

ETTER EN EBUS-BRONKOSOPI POSTOPERATIV FASE:

Når bronkoskopet er i riktig sone lirker lungelegen bronkoskopet til lymfeknuten er i sikte i ultralydbilde. Deretter tas en prøve ved at de stikker en nål i knuten via bronkoskopet. Flere lymfeknuter kan være plassert tett sammen, dette gjør det utfordrende for lungelegen å vite hvilken lymfeknute de bør stikke i.

Det er viktig å ta celleprøver av lymfeknutene i riktig rekkefølge. Rekkefølgen er bestemt av posisjonen til primærtumor og lymfeknutenes posisjon, forklaring side 42.

Sammenhengen mellom de 2D snittbildene som lungelegen evaluerer før bronkoskopien og bildene fra ultralydsonden kan være vanskelig å forstå. Dette gjelder spesielt for lungeleger med mindre bronkoskopierfaring.

Noen ganger kan det være svært vanskelig å forholde seg til størrelsesforhold og posisjoner. Det har hendt at lungeleger har brukt bronkoskopet for å fysisk måle opp luftveiene for å evaluere dem i forhold til CT og PET/CT bildene. Dette er svært tungvint for lungelegen å gjøre under en EBUS-bronkoskopi.

HYPOTESE FØR INTERVJU:

- Lungelegene trenger dokumentasjonsassistanse og informasjonsdelingsassistanse, noe Fraxinus excelsior potensielt kan bidra med.

INNSIKT

Lungelegen dokumenterer EBUS-bronkoskopien etter prosedyren og legger informasjonen i pasientjournalen. Hvor detaljert dokumentasjonen er, er avhengig av legen som gjennomfører dokumentasjonen. De fleste legene noterer omtrent likt, men det finnes ingen klar standard for hva som må dokumenteres.

Dersom man finner kreft i pasientens lunger deles denne informasjonen gjennom tverrfaglige formelle fagmøter. På ST.Olavs heter dette møte Thoraxmøte. Under Thoraxmøte deles informasjonen skriftlig og muntlig av lungelegen. Informasjonen som deles er posisjonene til lymfeknutene med navn, beskrivelse av funn og hvor representative prøvene er. CT og PET/CT bildene blir presentert av røntgenlegen. De som deltar på disse møtene er:

- Lungeleger
- Røntgenleger
- Kirurger
- Stråleleger
- Patologer

Under møtet planlegges behandling. Det er ikke noen utfordringer i informasjonsdelingen ifølge de intervjuede lungelegene.

OPPSUMMERING OBSERVASJON

1. OBSERVASJONSRUNDE

Den første observasjonsrunden ble gjennomført i forprosjektet våren 2016 på St. Olavs hospital.

Beskrivelse

5 lungeleger fikk et sett med CT bilder og en skriftlig beskrivelse av en pasient. De skulle gjennomgå bildene, si høyt hva de tenkte og forklare hvordan de ville gått fram for å gjennomføre en bronkoskopi på tilfellet de evaluerte. En detaljert beskrivelse ligger i Appendix side 238.

Metode: observasjon og verbal datainnsamling med think aloud-teknikken
Jeg observerte at legene gikk gjennom filene og informasjonen. Jeg utnyttet "Think aloud"-teknikken (Jaspers, m. fl., 2004). Den går ut på at brukeren blir bedt om å si høyt hva hun/han tenker, mens hun/han løser en oppgave. "Think aloud" brukes for å forstå brukerens resonnement mens han/hun utfører en oppgave. Denne teknikken gir verbal data om brukerens resonnement i tillegg til det som observeres.

Innsikt:

Med denne teknikken kunne jeg identifiserer hvilken informasjon lungelegen tar i bruk under forberedelsen før en bronkoskopi og hvordan denne informasjonen brukes til å legge til rette for problemløsning.

2. OBSERVASJONSRUNDE

Den andre observasjonsrunden ble gjennomført 10.02.17 ved St. Olavs hospital.

Beskrivelse

Jeg observerte en testrunde av Fraxinus excelsior der lungeleger, forskere og ingeniører var tilstede. Jeg hadde mulighet for å stille spørsmål til både ingeniørerene som har utviklet systemet, forskerne og legene underveis. Dette ga innsikt i hvordan systemet fungerer i dag. Notatene fra gjennomgangene finner du på side 76.

Metode: Observasjon med spørsmål

Jeg observerte hele prosessen fra CT bildene ble tatt til bronkoskopien ble avsluttet. Jeg stilte flere spørsmål underveis om utstyret, arbeidssituasjonen og teknologien. I denne runden observerte jeg, tok bilder, lagde situasjonsskisser, stilte spørsmål og skrev notater.

Innsikt:

Jeg fikk svar på spørsmål angående teknologien og videre utvikling. Jeg fikk snakket med de ulike aktørene i prosjektet og fikk innsikt i deres visjon for systemet.

3. OBSERVASJONSRUNDE

Den tredje observasjonsrunden ble gjennomført 16.02.17 ved St. Olavs hospital.

Beskrivelse

Jeg observerte hvordan bronkoskopi og EBUS-bronkoskopi gjennomføres i dag, ved å se tre EBUS-bronkoskopier av pasienter. Jeg observerte hvordan legene forbereder seg og hvordan de gjennomfører prosedyren.

Metode: "Flue på veggen"-observasjon

"Flue på veggen"-observasjon er en observasjonsteknikk der observatøren ikke har noen form for innblanding i situasjonen utenom sin tilstedeværelse (Hanington, m.fl. 2012). Denne observasjonsteknikken gjennomføres med mål om at observatøren har så lite påvirkning på situasjonen, miljøet og individene som observeres som mulig.

Innsikt:

I denne runden fikk jeg innsikt i lungelegenes arbeidssituasjon under en EBUS-bronkoskopi med dagens teknologi. Jeg observerte informasjonsbruk, tidsbruk, hendelser, utfordringer, personene tilstede og deres ulike arbeidsoppgaver. Dette ga en forståelse av situasjonen som grensesnittet skal kunne brukes i.

4. OBSERVASJONSRUNDE

Den fjerde observasjonsrunden ble gjennomført 09.03.17 ved St. Olavs hospital.

Beskrivelse

Jeg deltok på Thoraxmøte. Thoraxmøte er et møte for drøfting av utredning og behandling av pasienter der tverrfaglig samarbeid anses nødvendig. Ekspertene som deltar på møte er lungeleger, thoraxradiolog, thoraxkirurg, onkolog (lungekreftansvarlig) og patolog. På møte diskuteres pasienter som er aktuelle for kirurgi eller strålebehandling. Målet med denne observasjonsrunden var å få innsikt i hvordan informasjonen fra bronkoskopier deles og diskuteres av ulike eksperter.

Metode: "Flue på veggen"-observasjon

Var tilstede på møte, fikk skriv med beskrivelse av alle pasientene som skulle diskuteres. Noterte hvordan kommunikasjonsflyten foregikk og hvilke format informasjonen ble kommunisert på.

Innsikt:

Fikk innsikt i hvordan informasjonen fra bronkoskopi og EBUS-bronkoskopi kommuniseres. Dette er verdifullt både for min forståelse av brukergruppen og for å få innblikk i hvordan grensesnittet potensielt kan brukes i en postoperativ situasjon som en felles modell for diskusjon eller som et planleggingsverktøy for behandling.

TEST AV FRAXINUS EXCELSIOR

Fredag 10.02.2017 St. Olavs hospital

Fredag 10.02.17 ble det gjennomført en test av deler av programmet Fraxinus Excelsior på en gris i narkose. Jeg var tilstede gjennom hele testrunden for å observere hvordan Fraxinus Excelsior fungerer i dag, hvordan lungelegene interagerer med systemet og hvordan de gjennomfører en bronkoskopi støttet av systemet.

Deltagelsen på testingen ga et innblikk i brukskonteksten. I tillegg til å observere stilte jeg spørsmål angående prosedyren, utstyret, situasjonen og teknologien. Jeg

observerte prosessen fra CT-bildene ble tatt til de avsluttet testingen. Prosessen tok fire timer.

Fraxinus Excelsior er foreløpig et forskningsverktøy, det var ingeniørene som sto for hovedinteraksjonen med systemet, men deltagelsen på testen ga verdifull innsikt i utstyrets potensiale som et verktøy brukt direkte av lungelegen under prosedyren.

Skjermbilder fra Fraxinus Excelsior fra testrunden ser du Appendix side 217.

HVA BLE GJORT OG HVEM UTFØRTE OPPGAVENE:

Hva	Hvem
Tok først CT bilder av pasienten (grisen).	Radiolog
La CT bilder inn i Fraxinus Excelsior	Ble gjort i en egen prosess av ingeniøren.
Registreringen mellom pasient og system med bronkoskop.	Lungelegene utførte registreringen.
Fraxinus excelsior sporet bronkoskopets bevegelse.	Lungelegene og ingeniørene samarbeidet.

Fraxinus Excelsior

Viste virtuell bronkoskopi i sanntid med den faktiske bronkoskopien.

CT-bilder

Viste tverrsnitt av lungene.



Bilde 36: Bilde tatt under testrunde.

Lungelege

Gjennomførte bronkoskopien, veiledet av både video fra bronkoskop og fra virtuell bronkoskopi.

Video fra bronkoskop

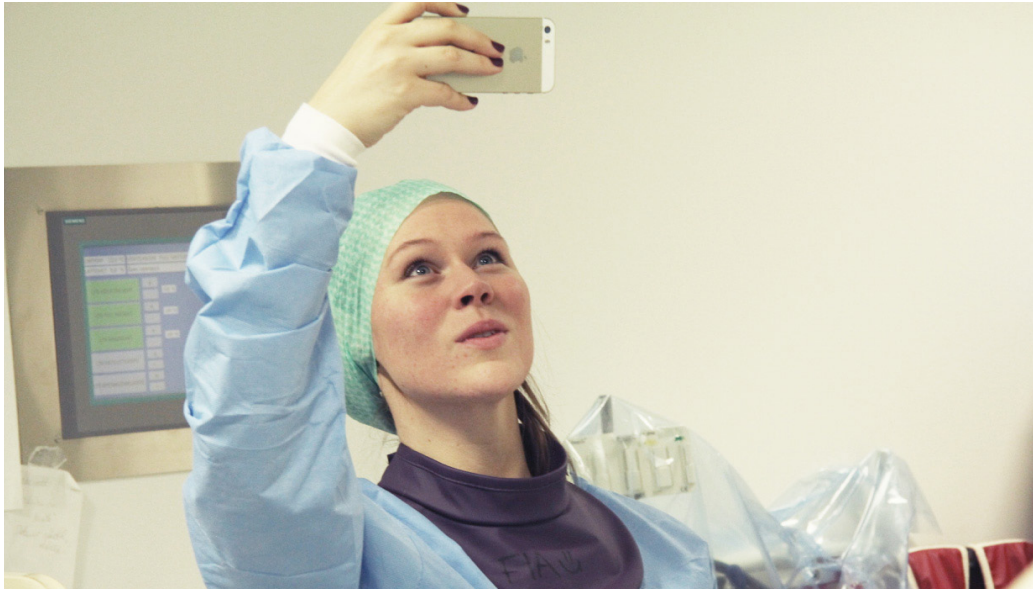
Innsiden av pasientens luftveier.



Bilde 37: Testrunde av Fraxinus excelsior. I starten av testingen navigerte lungelegen bronkoskopet basert på videobildet fra bronkoskopet.



Bilde 38: Testrunde av Fraxinus excelsior. Mange var tilstede for å teste og å observere.



Bilde 39: Testrunde av Fraxinus excelsior. Pasienten var ikke et menneske, det var dermed greit for designeren å dokumentere med bilder.



Bilde 40: Testrunde av Fraxinus excelsior. Ingeniøren jobber med Fraxinus. Fraxinus visualiserer luftveiene til pasienten.

REFLEKSJON INNSIKT FRA INTERVJUER OG OBSERVASJON

FØR EN EBUS-BRONKOSKOPI

Forberedelsene lungelegene gjør før en EBUS-bronkoskopi er å lese henvisningen av pasienten, se over bildene av pasienten og lese beskrivelsen av bildene fra røntgenlegen, i tillegg til å snakke med pasienten. Lungelegene bruker som regel mellom fem og femten minutter på å evaluere bildene og henvisningen i forberedelsen før en EBUS-bronkoskopi. Planleggingen kan gjøres alt fra dagen før EBUS-bronkoscopien til fem minutter før prosedyrestart, dette er avhengig av hvor hektisk det er for lungelegen, d.v.s. hvor mange pasienter som skal til vurdering, hastetilfeller og andre leger som er på post.

Grensesnittet må derfor presentere planleggingsinformasjon slik at den kan oppfattes og evalueres på fem til femten minutter. Grensesnittet må også tilrettelegge for at legen skal kunne raskt friske opp hukommelsen i løpet av få minutter før prosedyren dersom selve evalueringen og planleggingen ble gjort dagen før gjennomførelsen.

Noen av lungelegene foretrekker å bruke CT-bilder før en EBUS-bronkoskopi. Dette begrunnet de med at de var vant til å bruke CT fra før og at PET/CT er relativt nytt. En annen grunn til at de fortrakk CT er at PET/CT har dårligere bildeoppløsning enn vanlige CT-bilder. Grensesnittet bør gjøre det mulig for lungelegen å velge hvilke bilder de ønsker å evaluere og benytte seg av under planleggingen.

Lungelegene sa i intervjuene at de husker hvilke lymfeknuter de skal ta prøve av etter navnet på området hvor denne knuten befinner seg. Noen av lungelegene brukte å notere for seg selv rekkefølgen av hvilke lymfeknuter som skal evalueres. Å notere informasjon i stedet for å huske den er en kognitiv avlastende handling, mer om kognitiv avlastning og hvordan programvaren kan være et kognitivt avlastende verktøy i kapittel 4.

UNDER EN EBUS-BRONKOSKOPI

EBUS-bronkoskopi består hovedsakelig av to steg som gjentas for hver lymfeknute som skal stikkes:

1 Styre bronkoskopet ned til riktig sone.

2 Finjustere posisjonen til bronkoskopet for å få riktig lymfeknute i sikte av ultralydbilde for å få tatt celleprøve.

Lungelegen har ulik informasjon tilgjengelig under disse to stegene:



Figur 24: Markering av informasjon tilgjengelig i steg 1.

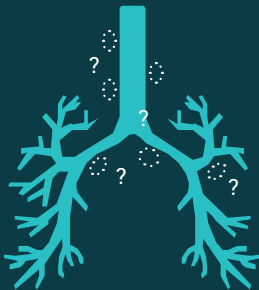
I steg 1 har lungelegen bare video tilgjengelig og ultralydbildet er tomt. De har dermed informasjon om bronkoskopets posisjon i luftveiene, men ingen informasjon om lymfeknutenes posisjon.



Figur 25: Markering av informasjon tilgjengelig i steg 2.

I steg 2 har lungelegen ultralydbilde tilgjengelig, men ingen video. De har dermed informasjon om lymfeknutene som ligger i området dekket av ultralydbilde, men ingen informasjon om bronkoskopets posisjon annet enn det de husker fra før de førte bronkoskopet mot bronkialveggen. Bronkoskopets posisjon kan også endre seg, for i flere tilfeller må lungelegen finjustere posisjonen til bronkoskopet mye for å få fram en lymfeknute i ultralydbilde. Det hender ofte at de lirker bronkoskopet så mye at de forflytter seg betraktelig.

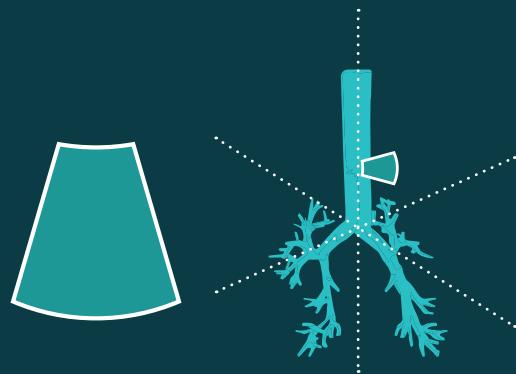
Grensesnittet må presentere relevant informasjon i forhold til hvilket steg lungelegen er i prosessen:



Figur 26: Visualisering av problemet i steg 1.

I steg 1. er problemet manglende informasjon om posisjonene til lymfeknutene siden lungelegen bare ser videobilde fra innsiden av luftveiene.

Grensesnittet må visualisere lymfeknutenes posisjon i forhold til luftveiene. En slik visualisering kan støtte lungelegens helhetlige forståelse og lungelegen blir ikke like avhengig av erfaring for å kunne forstå sammenhengen mellom luftveiene og lymfeknutenes posisjoner.



Figur 27: Visualisering av problemet i steg 2.

I steg 2. er orienteringen utfordrende siden lungelegen mister videobildet og må forholde seg til ultralydbildet som dekker et lite snitt av vevet rundt luftveiene. For å støtte situasjonsforståelsen til brukeren i dette steget må grensesnittet visualisere en oversikt over posisjonen til bronkoskopet i forhold til luftveiene.

I tillegg til å gi brukeren en helhetlig oversikt i steg 2, så må grensesnittet støtte presisjonsoppgaven som skal gjennomføres, d.v.s. å sikte og stikke riktig lymfeknute.

Intervjurunden avdekket også at rekkefølgen av lymfeknutene som stikkes er viktig for å øke sikkerheten om at prøvene de har tatt skal gi et korrekt bilde av pasientens situasjon. Rekkefølgen er bestemt av posisjonen til primærtumor og lymfeknutenes posisjon, forklaring side 42.

Grensesnittet bør støtte lungelegen i å ta prøver i riktig rekkefølge.

ETTER EN BRONKOSKOPI

Innsikten fra intervjuene og observasjon har vist at dokumentasjonsdelen av EBUS-bronkoskopi ikke har noen klar standard. Denne delen av arbeidsprosessen er derfor svært avhengig av individet som gjennomfører dokumentasjonen. Noen dokumenterer EBUS-bronkoskopien i svært detaljerte beskrivelser, mens andre legger ved færre detaljer.

Dersom prøvene viser at pasienten har kreft så deles informasjonen fra EBUS-bronkoskopien på et tverrfaglig møte, der bilder og beskrivelsen av pasienten presenteres. De ulike ekspertene diskuterer tilfellet. Informasjonsdelingen mellom de ulike ekspertene på møte er

en rutineprosess med lite problematikk. Denne innsikten er basert på observasjon fra St.Olavs hospital. Dette er et sykehus som har gjennomført mange slike prosedyrer og har derfor opparbeidet seg en rutiner for informasjonsdeling, informasjonsdelingsprosessen har derfor lite problematikk. Dette er ikke nødvendigvis tilfelle hos alle sykehus.

Fraxinus excelsior kan være et verktøy som kan støtte lungelegene i å standardisere informasjonslogging slik informasjonen som dokumenteres og delingen av denne informasjonen ikke blir så avhengig av individuelle forskjeller i erfaring og rutiner for lungeleger og sykehus.



Bilde 41 : En lungelege forbereder seg til en bronkoskopi.



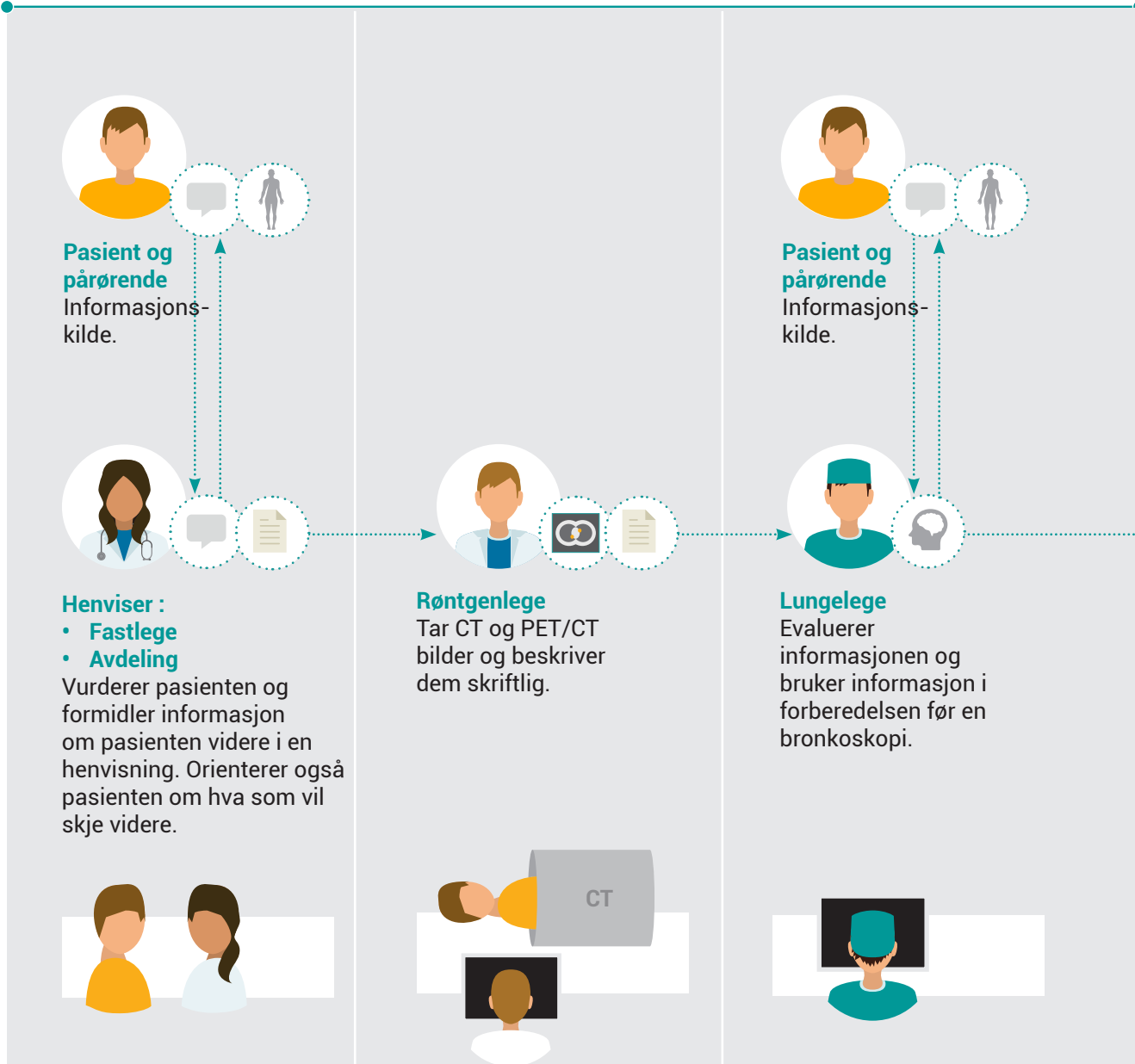
Kapittel 4 **ANALYSE, TEORI OG** **VALG**

Potensielle brukere, primærbrukergruppen, personas, arbeidsflyt, kognitiv oppgaveanalyse, teori om informasjonsprosessering, kravspesifikasjon og en oppsummerende designbrief.

POTENSIELLE BRUKERE

Det er flere ulike interessenter som skaffer, deler, bruker eller mottar informasjonen fra en EBUS-bronkoskopi. Følgende er en oversikt over de ulike interessentene og i hvilken fase de bidrar med, deler, mottar, analyserer eller bruker informasjon:

FØR EN EBUS-BRONKOSKOPI PREOPERATIV FASE:

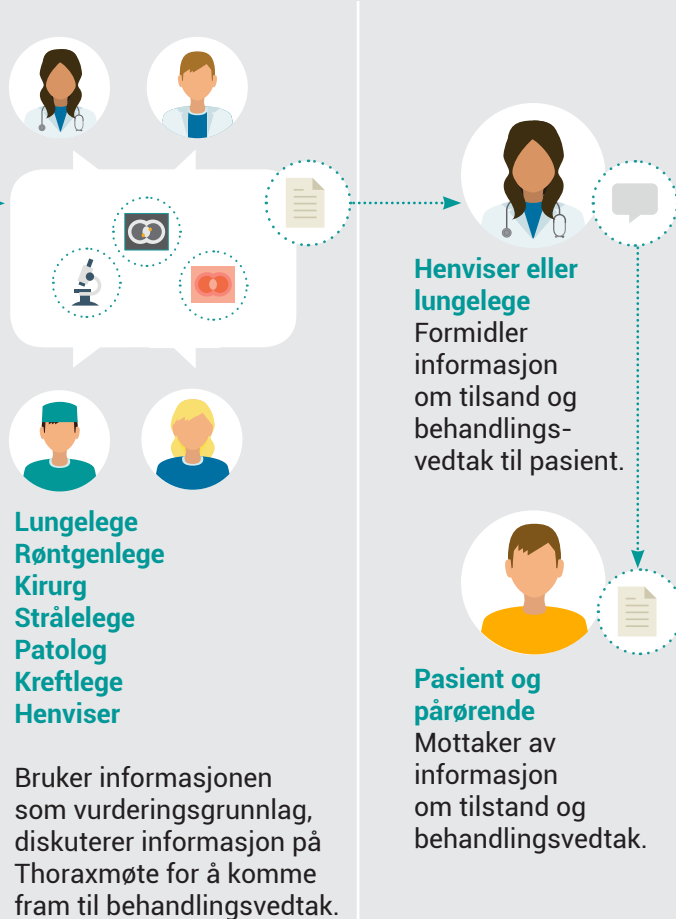


Figur 28: Informasjonsflyt i forbindelse med en EBUS-bronkoskopi.

UNDER EN EBUS-BRONKOSKOPI INTRAOPERATIV FASE:



ETTER EN EBUS-BRONKOSKOPI POSTOPERATIV FASE:



Følgende er en forklaring av kartleggingen på side 86 og 87.



Pasienten deler informasjon om sine symptomer muntlig.



Henviser, dvs. en fastlege eller en avdeling som pasienten er innlagt på, vurderer pasienten i en klinisk undersøkelse. Dette gjøres også ofte av lungelegen.



Henviser beskriver pasientens symptomer og skriver hva som bør evalueres i en henvisning. Denne informasjonen sendes til Røntgenlegen.



Røntgenlegen tar røntgen, CT og/eller PET/CT bilder av pasienten.



Røntgenlegen evaluerer bildene og legger ved en skriftlig beskrivelse av funn, det hender at røntgenlegen legger inn markeringer direkte på bildene f.eks. piler, mål og annen informasjon.



Lungelegen får den skriftlige informasjonen og bildene fra røntgenlegen. Lungelegen planlegger en bronkoskopi basert på bildene og henvisningen. Lungelegen lagrer informasjonen mentalt. Det hender at lungelegen noterer informasjonen på en huskelapp for seg selv.



Under bronkoskopien skaffer lungelegen seg informasjon om tilstanden til pasienten ved å visuelt inspisere videobildene fra bronkoskopet.



Lungelegen tar celleprøver av vevet i eller rundt luftveiene under bronkoskopien.



Patologen analyserer celleprøvene som blir tatt med bronkoskopet. Patologen kan være tilstede under selve bronkoskopien og gjennomføre analyse på operasjonsstuen, eller gjennomføre analysen etter bronkoskopien. Celleprøvene sendes til ytterligere analyse etter bronkoskopien og resultatene kommer innen en uke.



Informasjonen om funnene fra bronkoskopien noteres i journalen og deles med henviser. Dersom funnene viser at pasienten trenger en kurativ behandling deles informasjonen med kirurg, strålelege og kreftlege. Tilfellet diskuteres på møter med Lungelege, Røntgenlege, Kirurg, Strålelege, Patolog, Kreftlege og Henviser.

Alle interessentene presentert i kartleggingen er potensielle brukere av Fraxinus excelsior:



Pasienten skal informeres før og etter en bronkoskopi. Før bronkoskopian skal prosedyren forklares. Etter en bronkoskopi skal deres situasjon og eventuelle behandlingsplan formidles til pasienten. Fraxinus excelsior kan være et verktøy som støtter kommunikasjonen av denne informasjonen til pasienten, og presentere relevant informasjon slik pasienten lett kan ta valg basert på informasjonen formidlet.



Henviser er en annen potensiell brukergruppe. Henviser skal kommunisere både med pasienten og med eksperter. Henviser kan interagere med systemet når informasjonen formidles videre i henvisningen.



Røntgenlegen kan interagere med systemet når bildene og beskrivelsen av bildene lastes opp i systemet. Dette stiller krav til en filopplastingsmodul.



Patologen kan interagere med systemet ved f.eks. å legge resultater direkte inn i systemet.



Når funnene fra bronkoskopian skal kommuniseres og en behandlingsplan skal utarbeides kan Fraxinus excelsior være et samarbeidsverktøy som viser posisjon og utbredelse. Systemet og informasjonen bør da være tilpasset de ulike interessentenes arbeidsmetode og informasjonsbruk.

PRIMÆRBRUKERGRUPPE



Figur 29: Primærbrukergruppen er lungeleger.

På grunn av oppdragsgivers ønsker og problemstillingens fokus velger jeg å fokusere på lungeleger som primærbruker av Fraxinus excelsior. Det er primærbrukerens behov som skal være i fokus under utviklingen, mens behovene til de andre potensielle brukerne er vurdert som tillegg (Mulder, m.fl., 2006).

Lungeleger kan defineres som domene-ekspert brukere. Dette er brukere med ekspertise innenfor sitt domene men ikke nødvendigvis med ekspertise innenfor datateknologi og informatikk (Costabile m.fl., 2003). De bruker IT daglig for å utføre arbeidsoppgavene sine.

Brukergruppen har ekspertise og kunnskap om luftveiene og bronkoskopi fra studier og erfaring. Med brukergruppens evner i fokus kan den deles inn i to undergrupper:

1. lungeleger med mye EBUS-bronkoskopierfaring.
2. lungeleger med lite EBUS-bronkoskopierfaring.

Antallet bronkoskopier som en uerfaren lungelege må gjennomføre før de blir dyktige varierer. Noen trenger bare 30 prosedyrer, mens andre får aldri taket på det. Grunnen til dette er at oppgaven er svært avhengig av romlig forståelse.

Lungeleger med mye EBUS-bronkoskopi erfaring utfører som oftest bronkoskopier på egenhånd, d.v.s. sykepleiere er tilstede og gjør sin jobb, mens lungelegen styrer bronkoskopet på egenhånd og husker hvor han/hun skal styre bronkoskopet uten assistanse. Lungeleger med mindre EBUS-bronkoskopierfaring er ofte støttet av mer erfarne lungeleger når de gjennomfører EBUS-bronkoskopier.



Figur 30: Brukergruppens arbeidssituasjon intraoperativt.

Erfaringen påvirker forståelse av miljøet de opererer i. Under en vanlig bronkoskopi gjelder dette å koble informasjonen fra CT bildene med bildene fra videokameraet på bronkoskopet. Under en EBUS-bronkoskopi må lungelegen kunne mentalt koble informasjonen fra ultralydbildene med den romlige forståelsen de har fått fra CT og PET/CT bildene i forkant av bronkoskopien.

Lungelegene med mye EBUS-bronkoskopierfaring har opparbeidet en forståelse av luftveiene som gjør at de kjenner sammenhengen mellom PET/CT bildene, miljøet og ultralydbildet fra EBUS-sonden. De har forståelse av hvor de ulike lymfeknutestasjonene er plassert i forhold til luftveiene, forklaring av stasjoner/soner finner du på side 40. Det er likevel utfordrende for de erfarne lungelegene når det er flere lymfeknuter som ligger samlet

på samme stasjon. Dersom en av seks knuter som ligger tett sammen har en høy SUV verdi er det utfordrende å velge hvilken knute de skal ta en biopsi av under bronkoskopien støttet av ultralydbildene alene.

Lungeleger med lite EBUS-bronkoskopierfaring prøver seg først på de stasjonene og lymfeknutene som er enkle å nå. Deretter prøver de å gjøre mer og mer avanserte EBUS-bronkoskopier etter hvert som de får mer erfaring.

PERSONAS

METODEBESKRIVELSE: PERSONAS

Personas er en beskrivelse, visualisering og konkretisering av brukermålgruppen. I en brukersentrert designprosess er personas et verktøy for å skape en dypere forståelse for situasjonen, kompetansen og evnene til brukergruppen som det designes for (Hanington, m.fl. 2012).

I denne oppgaven er personas basert på lungelegene som har blitt intervjuet og observert i innsiktsfasen. De blir brukt for å konkretisere brukergruppen og for å differensiere ulikheter innad i brukergruppen. Som nevnt skal grensesnittet brukes i en kontekst der erfaring og evner er svært avgjørende for beslutningstøttebehovene. Det er derfor viktig å få innsikt i og forståelse for hva som skiller en erfaren og en uerfaren EBUS-bronkoskopør for å kunne støtte

deres ulike behov i beslutningsprosessen. Personas er derfor delt inn etter erfaring i denne oppgaven, og de er tildelt egenskaper og attributtinformasjon deretter. Personaintroduksjonene er etterfulgt av en visualisering av deres arbeidsflyt før, under og etter en EBUS-bronkoskopi, med fokus på oppgavene utført under selve bronkoskopien. Informasjonbruken i arbeidsprosessen er lagt til i visualiseringene. Jeg brukte disse visualiseringene for å få en bekreftelse på at min brukerinnsikt var presis, ved å presentere dem for brukergruppen og å få tilbakemeldinger. Visualiseringene ble også brukt for å konkretisere forskjellen mellom de ulike personas sin arbeidssituasjon. De ble også brukt som grunnlag for den kognitive oppgaveanalysen.

Bilde 42: Lungelege med mye EBUS-bronkoskopierfaring.



KRISTIN
Gjennomført
EBUS-bronkoskopi i 10 år.

Bilde 43: Lungelege med mindre EBUS-bronkoskopierfaring.



SINDRE
Gjennomført
EBUS-bronkoskopi i 1 år.

KRISTIN, 58 år
Lungelege ved St. Olavs Hospital.
Jobbet med EBUS-bronkoskopi siden 2007.



Kristin er en erfaren lungelege ved St. Olavs Hospital og har gjennomført EBUS-bronkoskopier i ti år.

Når det gjelder hennes forhold til teknologi er Kristin komfortabel med å prøve ut nye systemer og nettsider. Til hverdags bruker hun ofte mail og leser flere nettaviser. Hun har en iphone og er relativt aktiv på Facebook. Hun bruker ikke så mange apper på telefonen sin, men hun har sjelden noe problem med å forstå hva som skal gjøres dersom hun laster ned en tilbudsapp eller noe lignende.

På jobb gjennomfører Kristin to-tre bronkoskopier i uken. Bronkoskopiene gjennomfører hun som regel uten andre leger til stede på operasjonsstuen med mindre det er et spesialtilfelle eller at hun har en medisinstudent som observerer prosedyren. Sykepleiere er tilstede under bronkoskopiene hun gjennomfører, de bidrar med utstyr og medisiner, mens Kristin styrer bronkoskopet. Under prosedyren holder hun oversikt over ruten hun skal styre mot og posisjonen hun er i.

Kristin har etter lang erfaring etablert en solid romlig forståelse for de ulike delene av lungene, de ulike lymfeknutesonene og hvordan hun kan nå dem med bronkoskopet gjennom luftveiene. Hun kan godt veien til det fjerde eller femte delingspunktet i lungene. Hun vet godt hvordan hun bør vri og styre bronkoskopet for å nå ønsket område.

“

Det hender jeg trenger en liten oppfriskning på hvor jeg befinner meg, men det er svært tungvint å måtte la sykepleieren holde bronkoskopet, mens jeg må ta av hanskene og gå bort til pcen med CT-bildene. Det er umulig for meg å se dem fra der jeg står å broskoperer. Det hadde vært fint om CT-bildene var lettere tilgjengelig for meg når jeg bronkoskoperer.”

- Kristin

ARBEIDSFLYT KRISTIN

FØR EN EBUS-BRONKOSKOPI PREOPERATIV FASE:

Varighet: 5-15 minutter

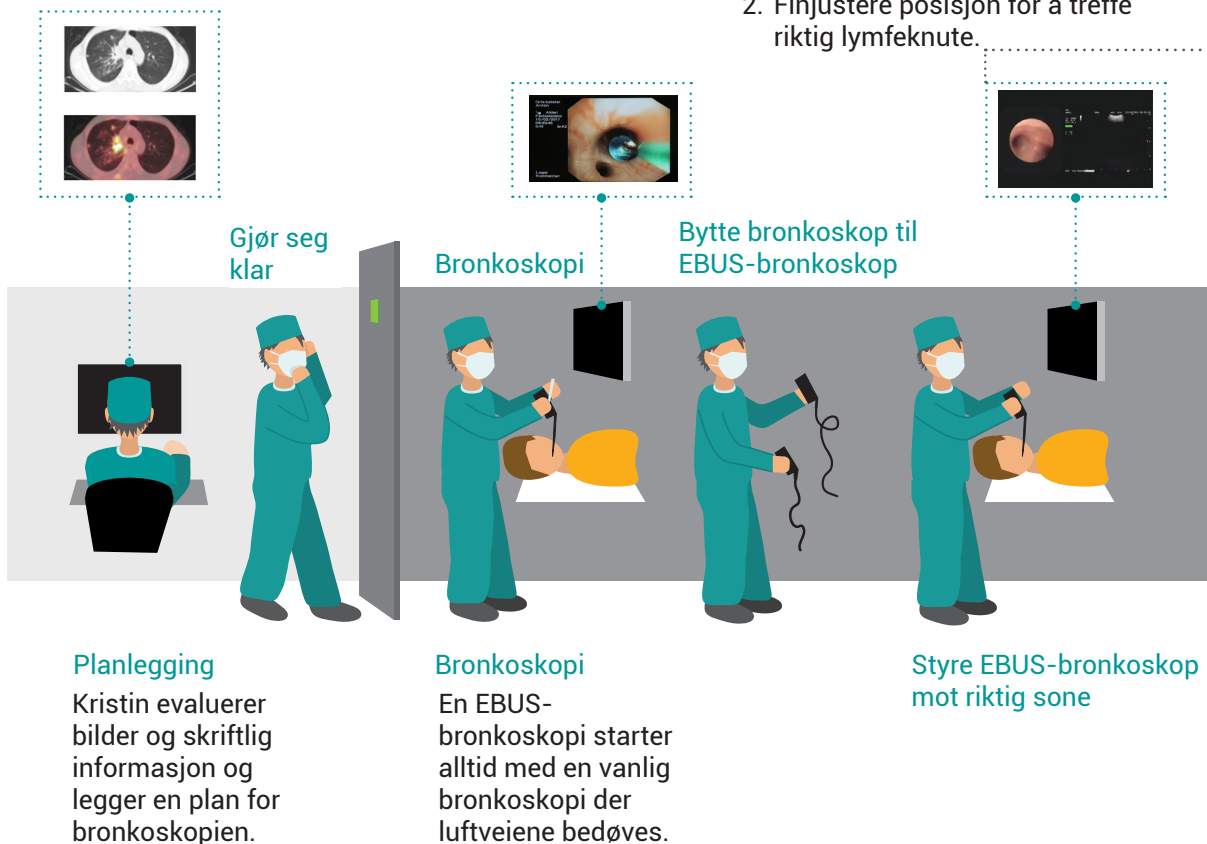
UNDER EN EBUS-BRONKOSKOPI INTRAOPERATIV FASE:

Varighet: <50 minutter

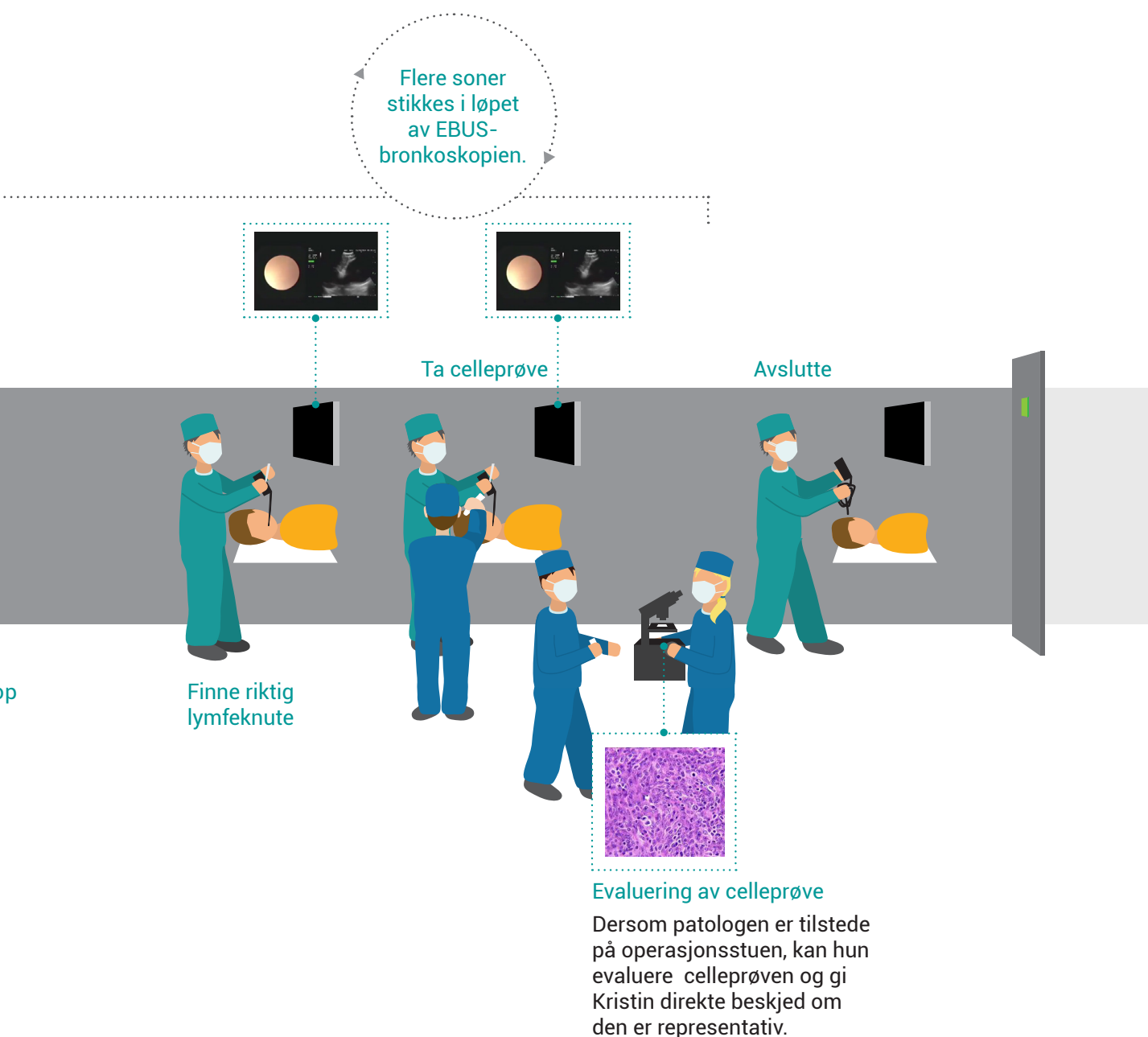
EBUS-bronkoskopi

Arbeidsprosessen under en EBUS-bronkoskopi kan deles inn i to:

1. Styre bronkoskopet ned til riktig sone.
2. Finjustere posisjon for å treffe riktig lymfeknute.



Figur 31: Visualisering av Kristins arbeidsflyt i forbindelse med en EBUS-bronkoskopi.



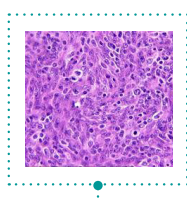
ETTER EN EBUS-BRONKOSOPI POSTOPERATIV FASE:

Resultatene fra en
EBUS-bronkoskopi
kommer 3-5 dager etter
bronkoskopien.



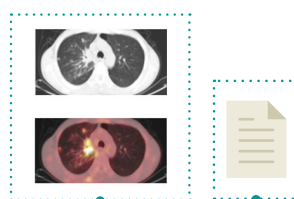
Legge inn informasjon i pasientjournal

Kristin noterer knutenes posisjon, antall prøver som ble tatt og antallet prøver som var representative.



Evaluering av celleprøve

Patologen vurderer om det er kreft eller ikke i prøvene.



Planlegge behandling

Hva som skjer etter en EBUS-bronkoskopi er avhengig av funnene fra bronkoskopien. Dersom bronkoskopien viser at pasienten trenger en kurativ behandling deles og diskuteres informasjonen med ulike eksperter og faggrupper. Kristin gir her en oppsummering av funnene.

SINDRE, 33 år.
Lungelege ved St. Olavs Hospital.
Jobbet med EBUS-bronkoskopi siden våren
2016



Sindre har jobbet som lungelege i 6 år og har nylig begynt å gjennomføre EBUS-bronkoskopier.

På fritiden er Sindre en aktiv fyr og han liker godt å ha utstyr som måler hans fysiske progresjon. Han driver med sykling og svømming. Han liker å trene, men også å slappe av. Da han var yngre spilte han en del dataspill og tvspill da han slappet av. Spillingen har det blitt mindre av etter han stiftet familie, men det hender han tar fram xboxen en kveld han har fri fra både jobb og familie.

Som lungelege har Sindre gjennomført bronkoskopier i fem år. I begynnelsen lærte han seg raskt hvordan han burde styre bronkoskopet for å nå ønsket posisjon i luftveiene, å beholde oversikten over miljøet var ikke så utfordrende for han. Han startet med EBUS-bronkoskopi for et år siden. I begynnelsen gjennomførte han ikke så mange EBUS-bronkoskopier, men etterhvert ble det flere. I dag gjennomfører han ca. en til to EBUS-bronkoskopier i uka. Når det gjelder

utførelsen av en EBUS-bronkoskopi føler han at han har god kontroll dersom han skal ta en biopsi fra stasjon 7. Men dersom lymfeknuten han skal ta celleprøve av ligger på stasjon 10R eller 4R syns han det er utfordrende å ta en biopsi fra riktig knute, se forklaring side 40. Han får fremdeles støtte under EBUS-bronkoskopier av mer erfarne lungeleger dersom han skal gjennomføre de litt mer avanserte EBUS-bronkoskopiene.

“

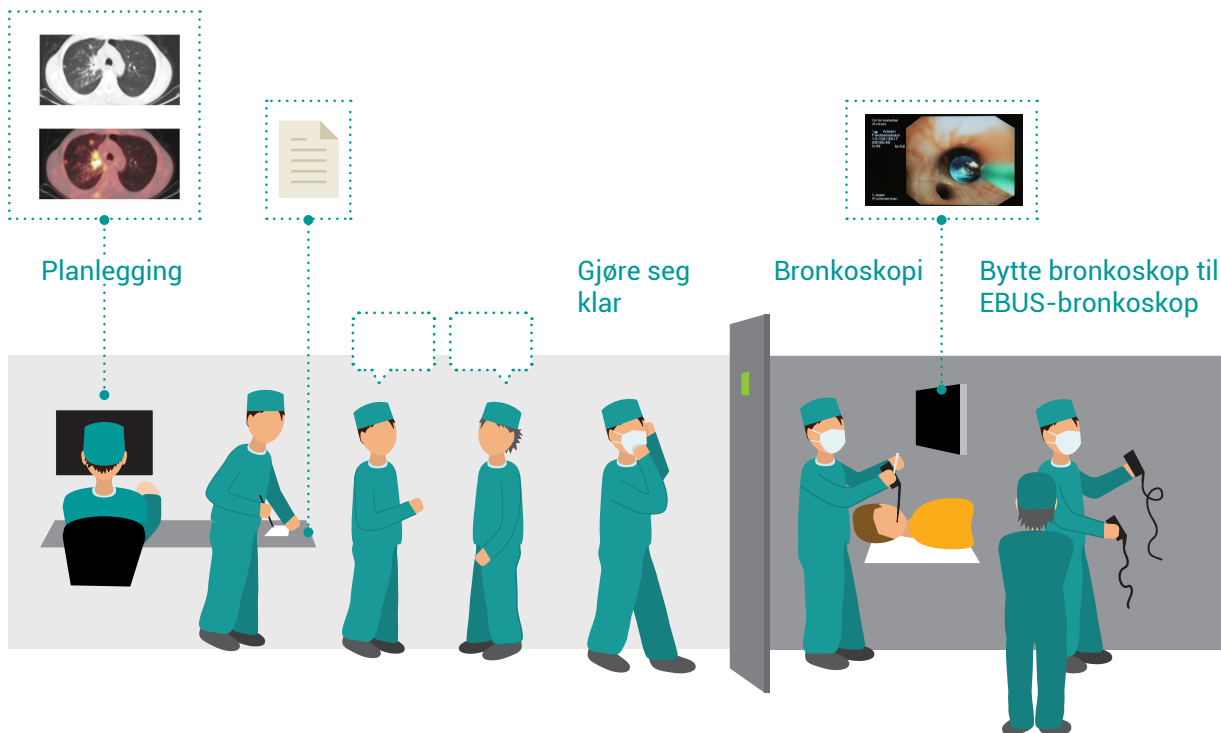
Lungelegene med mer EBUS-bronkoskopierfaring har opparbeidet seg en klarere forståelse av sammenhengen mellom PET/CT-bildene og bildene fra ultralydsonden på bronkoskopet. For meg er det svært vanskelig. Jeg kunne tenkt meg en kombinasjon av PET og ultralyd. Altså sett områdene med høy SUV verdi i ultralydbildet mens jeg gjennomfører en EBUS-bronkoskopi.”

- Sindre

ARBEIDSFLYT SINDRE

FØR EN EBUS-BRONKOSKOPI PREOPERATIV FASE:

UNDER EN EBUS-BRONKOSKOPI INTRAOPERATIV FASE:



Planlegging

Sindre liker å skrive ned notater for hvilke lymfeknuter som skal evalueres.

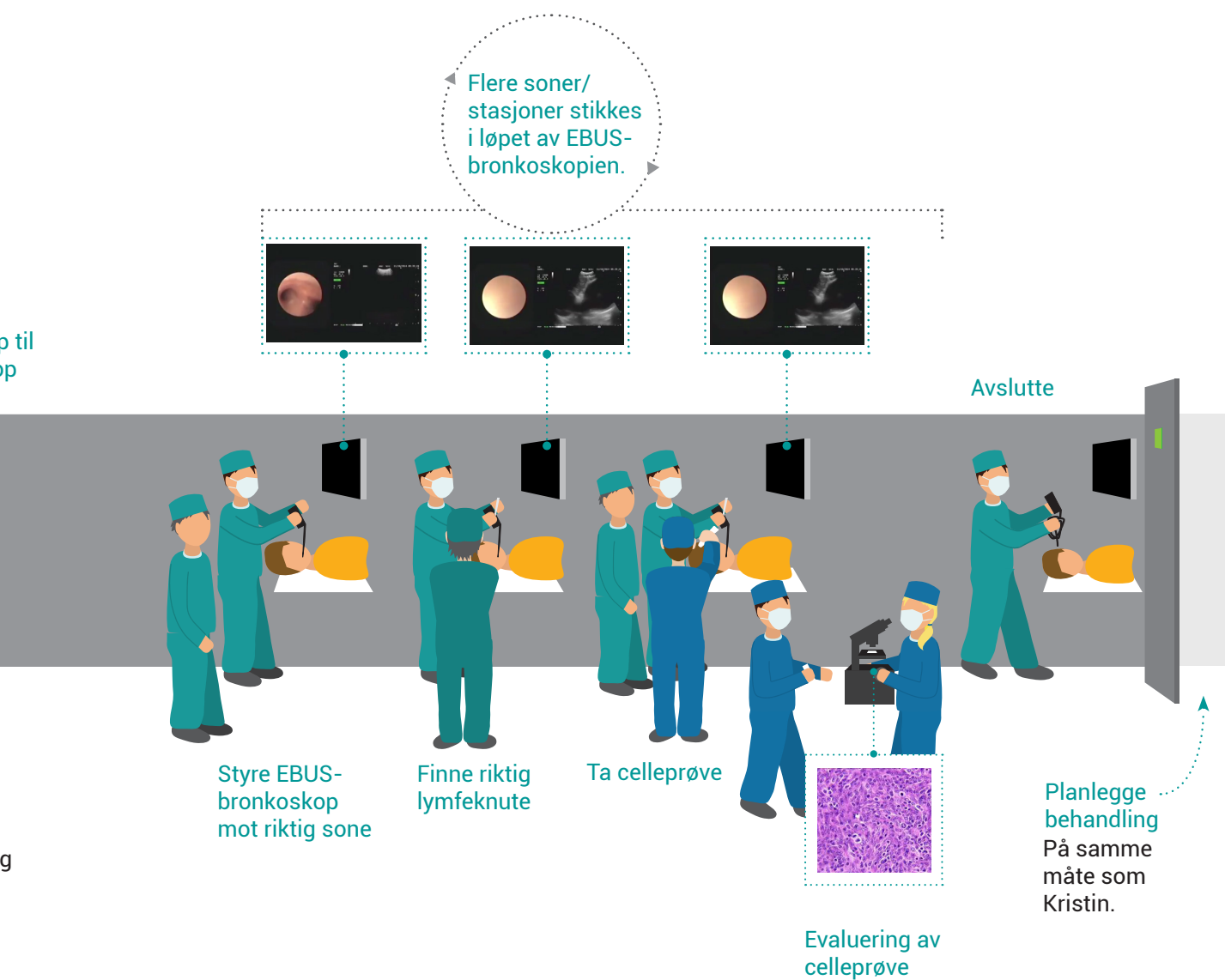
Planlegging

Sindre bruker å diskutere tilfellet med andre lungeleger før prosedyren, spesielt med den lungelegen som skal være tilstede under EBUS-bronkoskopen.

Assistanse

En lungelege med mye EBUS-bronkoskoperfaring er tilstede når bronkoskopen skal gjennomføres for å støtte Sindre.

Figur 32: Visualisering av Sindres arbeidsflyt i forbindelse med en EBUS-bronkoskopi.



KOGNITIV OPPGAVEANALYSE

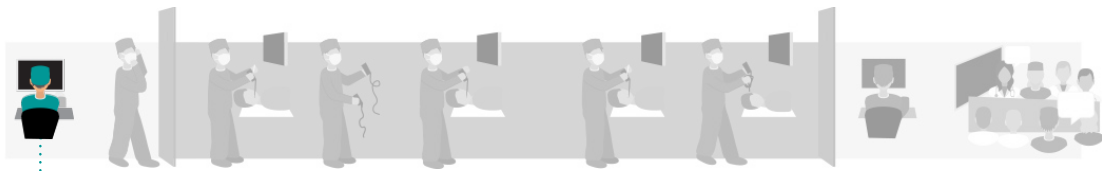
METODEBESKRIVELSE: KOGNITIV OPPGAVEANALYSE

Kognitiv oppgaveanalyse er en systematisk tilnærming til å forstå kognitive prosesser, kognitive utfordringer og kognitive krav (Lee m.fl. 2013). Målet med den kognitive oppgaveanalysen er å forstå hva brukergruppen vet og hvordan de ressonerer. Dette vil si å finne ut:

- Hva prøver brukergruppen å oppnå?
- Hva de er oppmerksom på?
- Hvilke strategier bruker de for å ta avgjørelser?

Den kognitive oppgaveanalysen avdekker hvilke verktøy som benyttes, arbeidssituasjonen, stress og mellommenneskelig interaksjon i arbeidsprosessen.

Følgende er en presentasjon av hvordan jeg har brukt kognitiv oppgaveanalyse til å bryte ned arbeidsprosessen før, under og etter en EBUS-bronkoskopi. Den inneholder informasjonen lungelegene benytter i hvert steg av arbeidsprosessen, hva som trekker oppmerksomheten til lungelegen og hvilke utfordringer lungelegen har med å gjennomføre oppgaven.



FØR EN EBUS-BRONKOSKOPI PREOPERATIV FASE:

Tilgjengelig forberedelsesinformasjon

Lungelegen forbereder seg til en EBUS-bronkoskopi med både visuell og skriftlig informasjon. Den visuelle informasjonen som er tilgjengelig er CT, PET og PET/CT bilder. Disse bildene er todimensjonale. De tre tverrsnittene tilgjengelig er frontalplan, transverseplan og sagittalplan, forklaringen av disse finner du på side 37. Lungelegene blar gjennom snittbildene av pasienten, og leser henvisningen og beskrivelsen fra røntgenlegen. Lungelegen legger deretter en plan for bronkoskopien og EBUS-bronkoskopien basert på denne informasjonen.

OPPMERKSOMHET

- Bildene
- Teksten

Legen må gå inn og ut av programmet for å se de to informasjonskildene.

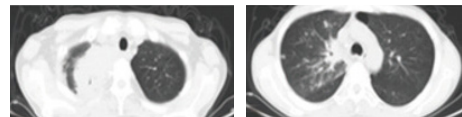
STRATEGI

- Blar gjennom snittbildene av pasienten.
- Husker lymfeknuteposisjoner etter navnet på posisjonen.
- Noen noterer hvilke soner som bør evalueres.

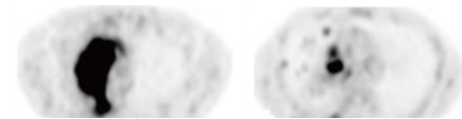
HVA PRØVER DE Å OPPNÅ?

- Få oversikt over situasjonen.
- Lage en prosedyreplan.

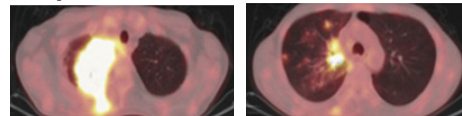
CT



PET



PET/CT



Henvisning



Skriftlig
beskrivelse fra
røntgenlege



UTFORDRING

- Skape forståelse av et tredimensjonalt miljø ved hjelp av todimensjonale bilder.
- Lage en plan for prosedyren.



UNDER EN BRONKOSKOPI INTRAOPERATIV FASE:

Arbeidsskjerm

Skjermen viser videobildet fra tuppen av bronkoskopet under en vanlig bronkoskopi. Lungelegene bruker et vanlig bronkoskop når de bedøver pasientens luftveier. Bildekvaliteten på videoen fra et vanlig bronkoskop er bedre enn videoen fra et EBUS-bronkoskop. Lungelegen bruker derfor det vanlige bronkoskopet for inspisere luftveiene.

HVA PRØVER DE Å OPPNÅ?

- Se tilstanden til vevet i luftveiene.
- Bedøve pasienten.



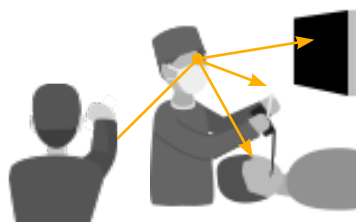
Bilde 44: Skjerm bilde.

Video

Viser miljøet foran bronkoskoptuppen.

OPPMERKSOMHET

- Pasienten
 - Videobildet
 - Bronkoskopet
 - Sykepleierne og bedøvelsesutstyr.
- Legen må skifte oppmerksomheten sin ved å gløtte bort fra det ene til det andre.



STRATEGI

- Styre bronkoskopet rundt i luftveiene for å visuelt inspisere vevet.

UTFORDRING

- Slim og annet kan dekke kameraet.
- Veksle oppmerksomhet mellom skjermen, pasienten og bedøvelsesutstyr.



Bilde 45: Bilde tatt under testrunde av *Fraxinus Excelsior*, lungelegen navigerer etter videobildet fra innsiden av luftveiene til grisen. Skjermen i bakgrunnen er tilstede slik de andre som var tilstede på testen også kunne se hva som foregikk.



UNDER EN EBUS-BRONKOSKOPI STEG 1 INTRAOPERATIV FASE:

Arbeidsskjerm

Lungelegen styrer EBUS-bronkoskopet ned i luftveiene basert på planen som ble lagt før bronkoskopien og den visuelle informasjonen i videoen fra tuppen av bronkoskopet. Før ultralydsonden føres inntil bronkialveggen viser videoen miljøet foran bronkoskoptuppen. Ultralydbilde er da mørkt og gir ingen informasjon.

HVA PRØVER DE Å OPPNÅ?

- Styre bronkoskopet ned til riktig sone.



Video

Viser miljøet foran bronkoskoptuppen.

Ultralydbilde

Viser ingen informasjon før sonden føres inntil bronkialveggen.

OPPMERKSOMHET

- Pasienten
- Videobildet
- Bronkoskopet

Legen må skifte oppmerksomheten sin ved å gløtte bort fra det ene til det andre.



STRATEGI

- Huske hvilke soner som knutene ligger i, og hvor primærtumor ligger i forhold til knutene.
- Mentalt koble informasjonen om posisjonen til bronkoskopet fra videobildet med informasjonen de husker fra snittbildene som ble evaluert før prosedyren.

UTFORDRING

- Huske sin egen plan for prosedyren.
- Huske hvilke soner som skal evalueres.
- Vekslende oppmerksomhet mellom skjermen og pasienten.
- Vite hvor lymfeknutene ligger i forhold til luftveiene; lungelegen kan ikke se lymfeknutene.



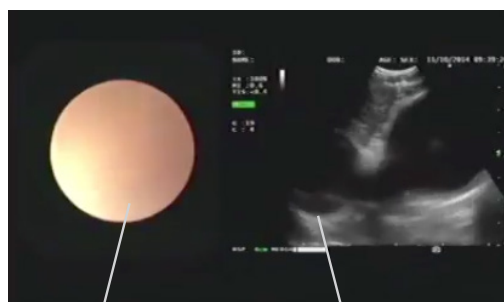
UNDER EN EBUS-BRONKOSKOPI STEG 2 INTRAOPERATIV FASE:

Arbeidsskjerm

Når ultralydsonden føres inntil bronkialveggene føres også kameraet inntil bronkialveggen, dette medfører at videoen ikke lengre gir noe informasjon om miljøets utstrekning. Når sonden er i kontakt med bronkialveggen viser ultralydbildet vevet utenfor veggen. Ultralydbildet viser dermed lymfeknuter, blodårer og annet vev utenfor luftveiene.

HVA PRØVER DE Å OPPNÅ?

- Ta celleprøve av riktig lymfeknute.



Video

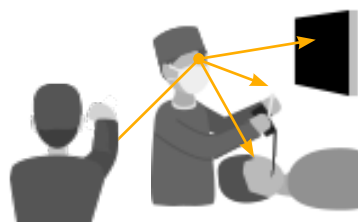
Gir ingen informasjon når tuppen av bronkoskopet er inntil bronkialveggen.

Ultralydbilde

Visualiserer vevet null til fire cm utenfor bronkialveggen i gråskala.

OPPMERKSOMHET

- Pasienten
 - Ultralydbildet
 - Bronkoskopet
 - Sykepleierne og utstyr til å ta prøven.
- Legen må skifte oppmerksomheten sin ved å gløtte bort fra det ene til det andre.

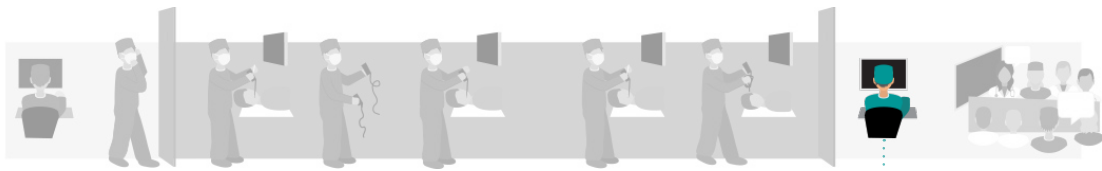


STRATEGI

- Huske hvor bronkoskopet befinner seg i luftveiene.
- Lirke bronkoskopet slik lymfeknuten blir i sikte av ultralydbilde.

UTFORDRING

- Beholde oversikt over hvor man befinner seg i miljøet.
- Vekslende oppmerksomhet mellom skjermen, pasienten, sykepleier og utstyr til å ta prøven.
- Vite orienteringen til bronkoskopet.
- Usikkerhet om de faktisk treffer riktig knute/ manglende tilbakemelding.



ETTER EN EBUS-BRONKOSKOPI POSTOPERATIV FASE:

Arbeidsskjerm

Etter bronkoskopien noterer lungelegen hvilke knuter hun/han tok prøver av. Informasjonen de noterer er blant annet hvilke stasjoner knutene lå i, knutenes størrelse og om prøvene var representative eller ikke.

HVA PRØVER DE Å OPPNÅ?

- Dokumentere funn fra EBUS-bronkoskopi.



Bilde 46: Journalen

Dokumentasjon

Skriftlig beskrivelse av bronkoskopi skrives inn i pasientjournalen.

OPPMERKSOMHET

- Hukommelsen
- Pasientjournalen

STRATEGI

- Noterer informasjon om bronkoskopien som har blitt gjennomført basert på minnet.

UTFORDRING

- Det er ingen standard for detaljeringen av informasjonen fra en EBUS-bronkoskopi som skal skrives i pasientjournalen, de fleste skriver omtrent det samme, men noen skriver mer utfyllende enn andre.
- Informasjonen er subjektiv.



ETTER EN BRONKOSOPI POSTOPERATIV FASE:

Arbeidsskjerm

På et møte med ulike eksperter diskuteres informasjonen. Alle tilstede på møte får utdelt et skriv med beskrivelse av alle pasientene som skal diskuteres. Under møte går de gjennom tilfelle for tilfelle. Ansvarlig lege beskriver pasienten. Radiologen presenterer CT, PET/CT og/ eller PET bildene av pasienten. Pasienten diskuteres. Dersom noe er usikkert slår de opp i pasientjournalen

OPPMERKSOMHET

- Bildene som presenteres
- Dokumentet med skriftlig oppsummering av pasienttilfellet.
- De andre ekspertene
- Pasientjournalen

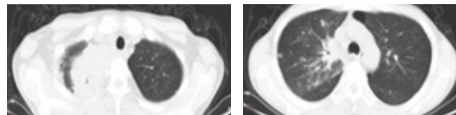
STRATEGI

- Ansvarlig lungelege presenterer tilfellet.
- Røntgenlege presenterer snittbildene av pasienten.
- En felles diskusjon.

HVA PRØVER DE Å OPPNÅ?

- *Utarbeide en behandlingsplan.*

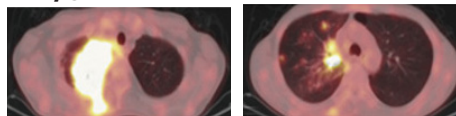
CT



PET



PET/CT



Muntlig beskrivelse
og diskusjon



Skriftlig
oppsummering



UTFORDRING

- *Det er ulike detaljnivå på beskrivelsene av pasientene, avhengig av hvem som gjennomførte EBUS-bronkoskopian.*

OPPSUMMERING KOGNITIV OPPGAVEANALYSE

HOVEDOPPGAVE

Oppgaven som er identifisert som hovedoppgaven som Fraxinus excelsior skal støtte er:

"Ta celleprøve av riktig lymfeknute".

Forutsetningene for å kunne klare denne oppgaven er:

1. Lungelegen vet hvor lymfeknuten ligger.

For at dette skal være mulig må informasjonen om lymfeknutenes posisjon må være tilgjengelig for beslutningstakeren. Lungelegen må enten huske denne informasjonen eller få den presentert underveis. Til nå har lungelegen fått denne informasjonen ved å se gjennom CT og PET/CT bilder og husket denne gjennom hele prosedyren.

2. Lungelegen klarer å styre bronkoskopet ned mot den sonen hvor lymfeknuten ligger.

For at dette skal være mulig må informasjonen om knutenes posisjon kobles med informasjonen fra videobildet. Dette har lungelegen til nå gjort mentalt.

3. Lungelegen klarer å ta prøve av riktig knute i riktig sone.

For at dette skal være mulig må de to andre forutsetningene være oppfylt og lungelegen må være klar over sin posisjon og orientering. Lungelegen må deretter vite hvilken av knutene som er den riktige. Til nå har lungelegen kjent sin posisjon under bronkoskopien ved å være oppmerksom på bevegelsen av bronkoskopet. Ultralydbilde har til nå vært eneste støtte for å visualisere lymfeknutene underveis.

SEKUNDÆROPPGAVE

Sekundæroppgaven som Fraxinus excelsior skal støtte er:

«Å formidle resultatene fra EBUS-bronkoskopien»

Å gjøre dokumentasjonsdelen av arbeidsprosessen organisert og standardisert, slik lungelegen raskt kan gi og nå ønsket informasjon. En organisering og standardisering kan bidra til at dokumentasjonsdelen av arbeidsprosessen blir effektivisert og mindre avhengig av hvilken lungelege som utfører bronkoskopien. Det

kan også føre til at prosessen ved å lese dokumentasjon fra tidligere bronkoskopier blir mer effektiv, dette vil påvirke krav 1 i hovedoppgaven siden lungelegene i flere tilfeller ser på resultater fra tidligere bronkoskopier av en pasient i forberedelsen før en ny bronkoskopi på samme pasient.

For å konkretisere hvordan grensesnittet kan støtte lungelegen i utførelsen av arbeidsoppgavene vil teori om kognitive evner presenteres.

TEORI OM INFORMASJONSPROSESSERING

KOGNITIV AVLASTNING

“

*How have we increased memory, thought and reasoning?
By the invention of external aids: it is things that make us smart.*

- Donald A. Norman

Fraxinus excelsior skal være et beslutningsstøtteverktøy. Dette betyr at programvaren skal være et redskap som støtter brukeren i å ta beslutninger og i å utføre arbeidsoppgaver.

Fraxinus excelsior skal støtte lungelegen ved å gjøre informasjonsprosesseringer som tidligere har blitt gjort mentalt av lungelegen. Denne overføringen av informasjonsprosessering fra mentale prosesser til et eksternt støtteverktøy er kognitiv avlastning (Risiko, m.fl., 2014). Følgende er en presentasjon av noen av de kognitive prosessene som lungelegen

til nå har måttet gjennomføre mentalt for å oppfatte og bruke informasjon, og hvordan disse prosessene potensielt kan overføres til en programvare og presenteres i et grensesnitt.

For ordens skyld omtaler jeg grensesnittet i to deler; den ene er den helhetlige systemflyten, den andre er informasjonsvisualiseringene innad i systemet, men begge disse delene og deres samspill er viktig for at systemet som helhet skal godtas og være et verdifullt verktøy for brukergruppen.

FILTRERING AV SANSEINNTRYKK

Mennesker registrerer informasjon fra miljøet, systemer eller visualiseringer via sanseorganene. En stor del av denne informasjonen går tapt, men en liten brøkdel blir overført til arbeidsminnet. Hvilken informasjon som oppfattes er basert på mottakerens oppmerksomhet, fokus og filtrering. Noen visuelle kvaliteter, som f.eks form og bevegelse, oppfattes raskere enn andre kvaliteter (Ware, 2013).

Lungelegene har til nå måttet filtrere ut informasjonen om utstrekningen til luftveiene og posisjonen til lesjoner fra snittbilder av pasienten. Som nevnt visualiserer bildene alt vev i et bestemt tverrsnitt. I starten av evalueringen er det interessant for lungelegen å se alt vevet for å innsisere og få en oversikt over den generelle tilstanden til pasienten. Når lungelegen deretter skal bestemme seg for hvor de skal styre bronkoskopet er informasjonen om luftveienes utstrekning og de spesifikke målposisjonene interessant. Den andre informasjonen i bilde blir da visuelt støy som lungelegen mentalt må filtrere ut for å identifisere bronkiene som fører til målposisjonene, visualisert i figur 33.

Grensesnittet avlastning

For å avlaste den kognitive filtreringen kan Fraxinus excelsior registrere luftveienes utstrekning og posisjonen til lymfeknutene som har høy SUV verdi. Programvaren kan segmentere denne informasjonen og renske bort annen informasjon. Grensesnittet kan presentere kun luftveiene, og lymfeknutene som har høy SUV verdi.

For å avlaste kognitiv filtrering kan programvaren filtrere informasjonen og gi brukeren mulighet til velge informasjonen de behøver for å gjennomføre sin beslutningsprosess. En måte å gjøre dette på er å bruke Shneiderman's mantra. Den går ut på å presentere en overordnet oversikt og gjøre det mulig for brukeren å zoome og filtrere informasjon som er interessant og nå detaljer på forespørsel (Shneiderman, 1996).



Figur 33: informasjonsfiltrering.

ARBEIDSMINNET

Minnekapasiteten vår er begrenset og dette påvirker hvor mye informasjon som kan prosesseres og brukes på et gitt tidspunkt. Miller (1956) anslo at kapasiteten til arbeidsminnet er begrenset til å håndtere fem til ni mindre informasjonselementer på et gitt tidspunkt, antallet er avhengig av informasjonstype og individuelle forskjeller.

Dersom mindre informasjonobjekter samles til større elementer kalt "Chunks" (Miller, 1956) kan dette føre til at minnekapasiteten blir bedre utnyttet og at individet kan holde på mer informasjon.

I tillegg til informasjonstype og individuelle forskjeller påvirkes også minnekapasiteten av faktorer som utmattelse, situasjonsforståelse, kognitiv belastning, erfaring, individuelle ferdigheter, fokus, i tillegg til ytre og indre stress (Endsley, m.fl., 2012).

Arbeidsminnets kapasitetsbegrensninger påvirker i stor grad beslutningsprosessen. Som nevnt kan det være stor forskjell mellom mengden data som et verktøy produserer og den informasjonen brukeren trenger. Kognitiv belastning er den totale mengden med mental aktivitet i arbeidsminnet på et gitt tidspunkt (Cooper, 1998). Dersom den kognitive belastningen er høyere enn brukerens kognitive kapasitet presterer brukeren ofte dårligere (Cohen, m.fl., 2004).

Grensesnittet avlastning

Systemet må designes slik den kognitive belastningen ikke overstiger brukerens kognitive kapasitet. Man må derfor være selektiv i hvilken informasjon som skal være tilgjengelig i grensesnittet til beslutningsstøtteverktøyet. Hovedoppgaven bør derfor være i fokus og sekundæroppgaver bør ikke ta unødvendig oppmerksomhet.

ARBEIDSMINNET

Arbeidsminnet har fire atskilte informasjonsprosesseringskanaler: Den visuo-spatielle skisseblokken, Den fonologiske løkken, Sentralstyret og Episodisk Buffer (Baddeley & Hitch, 1974).

I den visuo-spatielle skisseblokken, holdes og bearbejdes visuell og romlig informasjon. I den fonologiske løkken lagres og behandles verbal informasjon. Verbal informasjon er informasjon man får ved lesing, skriving, forståelse og logisk tenkning og ved produksjon av tale. Skriftlig informasjon er informasjon som oppfattes som visuell informasjon, men som mentalt behandles og lagres som verbal informasjon.

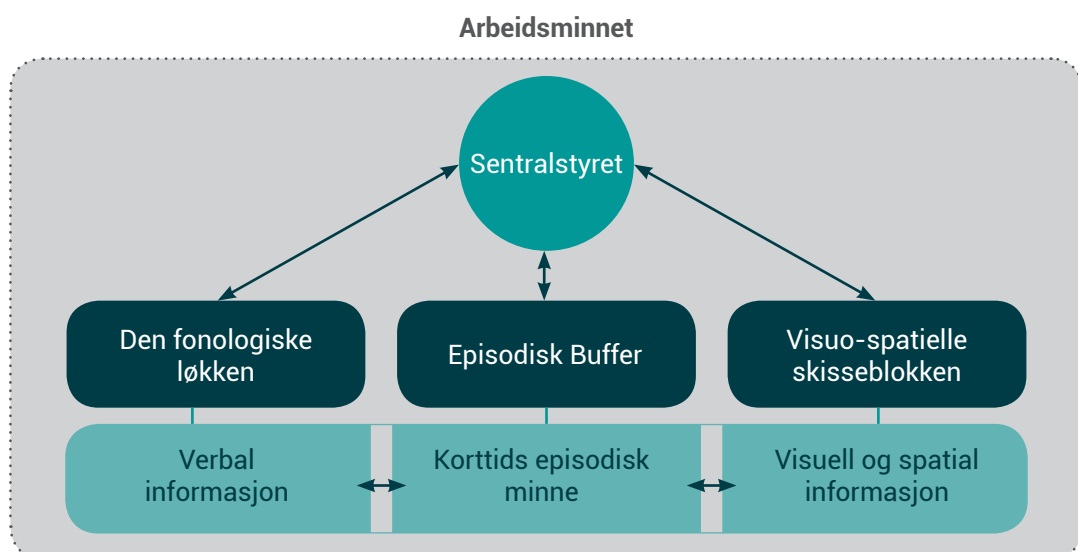
Sentralstyret styrer fokuset og oppmerksomheten og koordinerer den visuo-spatielle skisseblokken og den

fonologiske løkken. Episodisk Buffer er den delen av minnet som integrerer informasjon fra langtidsminnet med informasjon i arbeidsminnet.

De ulike informasjonsprosesseringskanalene gjør det mulig å behandle ulike typer informasjon hver for seg på samme tid. Det vil si at brukeren kan forholde seg til en større mengde informasjon, dersom den presenteres i ulike formater slik den kan prosesseres parallelt.

Grensesnittet avlastning

Grensesnittet kan visualisere informasjon i ulike formater slik brukeren kan prosessere informasjonen parallelt og dermed utnytte bedre kapasiteten til arbeidsminnet.



Figur 34: Arbeidsminnemodellen av Baddeley og Hitch (1974).

ARBEIDSMINNET

VISUELLE EVNER

Evnen til å mentalt representere romlige relasjoner mellom objekter, deler eller steder kalles romlig visualisering. Det har vist seg at mennesker har en tendens til å mentalt justere miljøene de observerer når de skaper seg en modell og forståelse av miljøet (Chen, m.fl., 1999). Buede veier strekkes ut og lagres som rette veier, mens hjørner og vinkler justeres til rette vinkler. Denne tendensen omtales som «Rectilinear normalization» og resulterer i at personens kognitive modell og kart får en skjematisk kvalitet.

Grensesittets avlastning

Grensesnittet kan utnytte Rectilinear normalization ved å presentere forenklet og stilisert romlig informasjon, ved hjelp av rette linjer og vinkler, punkter og symboler. Dette kan føre til at informasjonen om miljøet lagres lettere i mottakerens minnet.

MENTAL ROTASJON

En annen måte mennesker bearbeider visuell og romlig informasjon i den visuo-spatielle skisseblokken er med å mentalt rotere objekter og miljøer. Denne evnen er omtalt som mental rotasjon. Mental rotasjon er en kognitivt krevende prosess som fort kan føre til feil. Til nå har lungelegene måttet gjennomføre mental rotasjon for å få en helhetlig tredimensjonal forståelse av luftveiene og lymfeknutene basert på de todimensjonale CT og PET/CT bildene. Dette er kognitive prosesser som tar tid og kan resultere i feil i den mentale modellen lungelegene konstruerer av luftveiene.

Grensesnittets avlastning

For å avlaste de kognitive utfordringene i forhold til mental rotasjon kan grensesnittet presentere luftveiene som et virtuelt tredimensjonalt miljø, slik lungelegen kan se miljøet i det formatet de vil observere det under en EBUS-bronkoskopi. På denne måten kan lungelegen evaluere og lære seg miljøet uten å måtte mentalt flippe det for å få en romlig forståelse.

ARBEIDSMINNET

VISUELL TILBAKEMELDING

Som nevnt er det utfordrende for lungeleger med mindre EBUS-bronkoskopierfaring å mentalt koble informasjonen, om posisjonen til lymfeknutene, som de får fra PET/CT bildene før prosedyren, med det faktiske miljøet de opererer i under EBUS-bronkoskopian. Lymfeknutene ligger på utsiden av bronkialveggene. Lungelegen får derfor ikke noen visuell tilbakemelding om de nærmer seg knutenes posisjon med mindre de fører EBUS-sonden mot bronkialveggen, og selv da er det utfordrende å vite om de har ført bronkoskopet mot riktig knute.

Grensesnittets avlastning

Grensesnittet bør visualisere miljøet slik lungelegene får informasjon om lesjoner og områder med høy SUV verdi som befinner seg på utsiden av bronkialveggene.

Grensesnittet bør gi visuell tilbakemelding når riktig knute er i sikte.

ROMLIG ORIENTERING

Dersom lungelegene fører EBUS-bronkoskopet mot bronkialveggen mister de som sagt videobildet. Dette går utover deres romlige forståelse. Romlig orientering er evnen til å opprettholde sin romlige forståelse. Personer som har god kapasitet for romlig orientering mister ikke forståelsen av miljøet dersom det oppstår variasjon i den retningen som miljøet observeres fra. Dette er en evne som varierer individuelt, men blir forbedret jo mer erfaring lungelegen har med prosedyren.

Grensesnittets avlastning

Individuelle forskjeller innen romlige orienteringsevner er en av grunnene til at prosedyren er svært avhengig av lungelegens evner. Grensesnittet kan avlaste den kognitive belastningen det er å opprettholde romlig orientering ved å vise en oversikt over retning og posisjon til bronkoskopet i forhold til luftveiene og lymfeknutene. Med denne støtten kan oppgaven bli mindre avhengig av at lungelegen har god romlig orienteringsevne.



Bilde 47: Bilde tatt under testrunde av Fraxinus Excelsior.

VERBAL INFORMASJON

Gjennom intervjuene med lungelegene fremkom det at de lager seg mentale sjekklister med navnet på sonene til lymfeknutene som skal evalueres under EBUS-bronkoskopian. Disse mentale listene med sonenes navn er verbal informasjon.

Systemets avlastning

Fraxinus excelsior tar inn snittbilder og konstruerer tredimensjonale visualiseringer av pasientens luftveier. Med dette volumet er det også teoretisk mulig å identifisere sonene der lymfeknutene lyser/har høy SUV verdi. Systemet kan dermed generere en skriftlig liste med sonene som bør evalueres. Med informasjon om lesjonens posisjon kan systemet også i teorien klassifisere knutene etter skalaen lungelegene bruker for å evaluere spredningen. Denne listen kan presenteres for lungelegen som et forslag til hvilke knuter som lungelegen bør ta celleprøve fra og angi en anbefalt rekkefølgen for denne prøvetakingen under EBUS-bronkoskopian.

ERFARING OG LÆRING

Læring kan defineres som lagring av kunnskap og ferdigheter i langtidsminne slik den kan bli tilbakekalt og anvendt senere på forespørsel. På tross av at mennesker har begrenset arbeidsminne kan vi ha og bruke store mengder kunnskap. Dette gjør vi ved å bygge kunnskap om nye konsepter på eksisterende kunnskap (Ware,2013). Dette er grunnen til at erfaring med en viss type oppgave gjør det lettere å gjennomføre like oppgaver.

Dette er også tilfelle med lungeleger som gjennomfører EBUS-bronkoskopi. Hver gang prosedyren gjennomføres, så legges ny informasjon inn i lungelegens langtidsminne.

Grensesnittet

For å utnytte denne evnen kan grensesnittet tilby muligheten til at brukeren kan bevege seg gjennom miljøet i en virtuell bronkoskopi i forkant av prosedyren for å øve seg, lære og utvikle kunnskapen sin om miljøet og prosedyren.

INDIVIDUELLE FORSKJELLER

Mennesker bruker ulike strategier for å lagre ny informasjon om miljøer. Det er primært to typer strategier. En av dem fokuserer på å lagre sanseinformasjon og visuelle detaljer, personer som bruker denne strategien kalles Visualizers, Verbalizers derimot er personer som fokuserer på verbal informasjon når de konstruerer sine mentale forståelser av miljøer (Chen, m.fl., 1999).

Grensesnittets avlastning

Grensesnittet bør tilby informasjon slik at både Visualizers og Verbalizers får verdifull informasjon både før, under og etter prosedyren. Dette bør gjøres ved å både presentere informasjonen visuelt og verbalt/skriftlig. Å gi brukeren mulighet til å velge informasjonstype er en måte å støtte ulike brukere.

SITUASJONSFORSTÅELSE

Situasjonsforståelse/ situasjonsbevissthet (Situation awareness) er et begrep som er brukt for å beskrive personens bevissthet om sin egen status og miljøets status, hva som har blitt gjort, hva som er i ferd med å skje og hvordan en skal handle i forhold til det som vil skje (Endsley, m.fl., 2012). Situasjonsforståelsen er basert på informasjon fra to kilder:

- De eksterne inntrykkene
- Hukommelsen

Den romlige forståelsen, presentert tidligere, er en liten del av situasjonsforståelse.

Grensesnittets støtte

Grensesnittet kan støtte situasjonsforståelse i flere nivåer. Når det gjelder selve systemflyten så bør systemet understreke hvor brukeren befinner seg i systemet og hvilke tilfelle de jobber med. Flyten bør være logisk og det må være forutsigbart hva som vil skje i hver mulige handling.

Når det gjelder selve beslutningsstøtten som grensesnittet tilbyr bør systemet alltid tilby en situasjonsoversikt og muligheten for å nå utdypende informasjon som skal styrke situasjonsforståelsen. Grensesnittet bør dokumentere handlinger, slik brukeren ikke trenger å bruke minnekapasitet på å huske hva som har blitt gjort. Grensesnittet bør også gi forslag til hva som skal gjøres videre.

INFORMASJON FRA ET BESLUTNINGSTØTTESYSTEM KONTRA MENTAL INFORMASJON



Figur 35: Mental og ekstern prosessering av informasjon.

Når støttesystemer som skal avlaste kognitivt arbeid designes er det viktig å ta hensyn til at kognitive utfordringer ikke bare har negative konsekvenser for arbeidsoppgaven som gjennomføres. Det er vist at kognitive utfordringer fører til bedre læring og forståelse (Norman, 2013).

EBUS-bronkoskopi er en utfordrende oppgave som krever fagkompetanse. Lungelegene opparbeider seg denne kompetansen gjennom studier og erfaring. Grensesnittet skal ikke erstatte brukergruppens fagkompetanse, men være et verktøy til å benytte seg av denne kompetansen mer effektivt. Dette vil si at lungelegen skal kunne vurdere snittbilder og video slik de har gjort i tidligere praksis, men kan benytte seg av modeller og visualiseringer som grensesnittet tilbyr for å få et forsterket beslutningsgrunnlag. Visualiseringene skal støtte lungelegen i å ta avgjørelser ved å presisere hvor de aktuelle lymfeknutene befinner seg

og anbefale hvor lungelegen bør styre bronkoskopet for å nå disse posisjonene. Intraoperativt skal beslutningsstøtten presisere hvor lungelegen bør stikke for å treffe riktig knute.

Det å inkludere de kjente visualiseringene kan også føre til at lungeleger fortere godtar beslutningsstøtteverktøyet som et verktøy i sin arbeidsprosess. De kan få systemets anbefalinger, men likevel selv evaluere rådataen som de er kjent med fra erfaring for å kvalitetssikre beslutningsstøtten.

Innsikten fra intervjuer og observasjon har også vist at det å inspisere CT og PET/CT bilder er en så viktig del av arbeidsprosessen til lungelegene, at disse visualiseringene bør være tilgjengelig i systemet. Lungelegene bruker bildene for å evaluere, men kan bruke beslutningsstøttevisualiseringene for å få rask og presis informasjon for å støtte konkrete beslutninger.

KRAVSSPESIFIKASJON

MÅ

Grensesnittet må kunne brukes av lungeleger.

Grensesnittet må være raskt å lære seg for brukergruppen.

Grensesnittet må kunne støtte lungeleger kognitivt, se hvordan side 110 til 119.

Grensesnittet må kunne brukes som planleggingsverktøy.

Grensesnittet må kunne brukes som et støtteverktøy under en Bronkoskopi og en EBUS-bronkoskopi med sanntidssporing.

Informasjonen må være formidlet i et format som tilbyr riktig informasjon i riktig del av beslutningsprosessen til brukeren av systemet.

Informasjonen må være tilgjengelig og godt organisert.

Grensesnittet må gjennomgå kontinuerlig forbedring basert på tilbakemeldinger, erfaring, og data fra bruk i reelle situasjoner.

BØR

Brukeren bør kunne benytte seg av systemet basert på sin situasjon og premisser, ikke på systemets begrensninger.

Beslutningsstøttesystemet bør kunne skaffes lett ved at det er tilgjengelig på nett for gratis nedlastning.

Grensesnittet bør inneholde visualiseringer som brukergruppen kjenner fra før.

Grensesnittet bør presentere virtuell bronkoskopi.

KAN

Grensesnittet kan inneholde dokumentasjonsmuligheter:

- Grensesnittet kan brukes til å dokumentere hvilke lymfeknuder som de har tatt celleprøve av.
- Grensesnittet kan presentere dokumentert- og standardisert informasjon.

Grensesnittet kan brukes som et samarbeidsverktøy for planlegging av behandling.

Grensesnittet kan støtte kommunikasjon av situasjon til pasient før og etter prosedyren.

MÅ IKKE

Grensesnittet må ikke ta oppmerksomheten fra arbeidsoppgaven.

Grensesnittet må ikke ta tid å lære seg.

Grensesnittet må ikke presentere unødvendig informasjon.

Grensesnittet må ikke være fullstendig avhengig av annet utstyr: Det skal kunne brukes uavhengig av hvilken leverandør bronkoskopet som benyttes kommer fra eller som CT eller PET/CT bildene kommer fra.

DESIGNBRIEF

HENSIKT

Designbriefen er brukt som en oppsummering av innsikten og analysen. Den presenterer designoppgavens fokus og konkrete oppgaver som grensesnittet skal støtte:

Problemstillingen

Hvordan visualisere informasjon for å støtte lungeleger i å utføre arbeidoppgaver før, under og etter en EBUS-bronkoskopi?

Brukergruppen

Brukergruppen er lungeleger. De er eksperter innenfor sitt domene men de har ikke nødvendigvis ekspertise innenfor datateknologi. Grensesnittet skal være et arbeidsverktøy, d.v.s. noe som skal brukes for å gjennomføre en oppgave. Det må derfor være intuitivt og enkelt i seg selv. Grensesnittet skal være et verdifullt verktøy både for lungeleger med mye EBUS-bronkoskopierfaring og for lungeleger med lite EBUS-bronkoskopierfaring.

Innsikt

Oppgavene gjennomført før, under og etter en EBUS bronkoskopi er svært varierende når det gjelder bruk av informasjon, utfordringer og lengde. Hvordan informasjonen oppfattes, brukes og deles er avhengig av hvilken lungelege som gjennomfører prosedyren, hvordan de foretrekker å jobbe og av deres EBUS-bronkoskopierfaring. Å få et system som tilbyr en standardisert arbeidsprosess kan gjøre resultatene fra EBUS-bronkoskopien mindre avhengig av hvilken lungelege som gjennomfører prosedyren.

Mål

Målet med oppgaven er å utvikle et grensesnitt som kan bidra til å strukturere og systematisere arbeidet som en lungelege gjør før, under og etter en EBUS- bronkoskopi. Grensesnittet skal være tilrettelagt for å støtte brukere med ulike strategier og erfaringsnivåer. Grensesnittet skal avlaste kognitivt arbeid som må gjøres i forbindelse med en EBUS-bronkoskopi ved å presentere relevant informasjon som brukeren lett kan nå, prosessere og bruke i sin beslutningsprosess.

OPPSUMMERING AV OPPGAVENE GRENSESNIITTET SKAL STØTTE:

OVERORDNET HOVEDOPPGAVE

"Ta celleprøve av riktig lymfeknute".

MINDRE MELLOMOPPGAVER



FØR

- Skape forståelse av et tredimensjonalt miljø.
- Lage en plan for prosedyren.



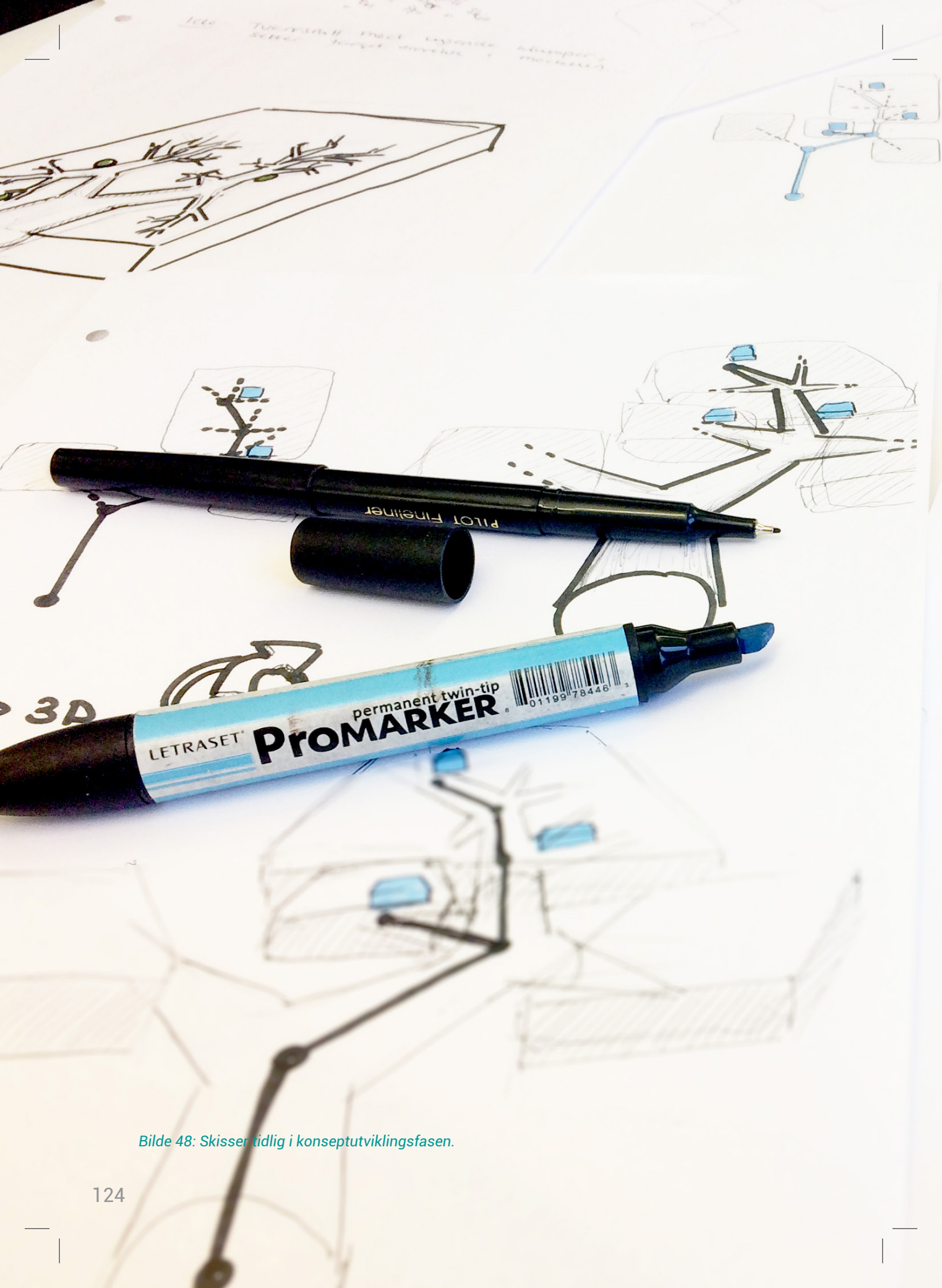
UNDER

- Huske planen for prosedyren og huske hvilke soner som skal evalueres.
- Kombinere informasjon fra snittbilder med informasjon fra video.
- Vite hvor lymfeknutene ligger i forhold til luftveiene.
- Vite orienteringen til bronkoskopet.
- Beholde situasjonsforståelse ved vekslende oppmerksomhet.
- Beholde oversikt over hvor man befinner seg i miljøet.
- Beholde situasjonsforståelse når en mister sikt i videobilde.
- Vite om de treffer riktig knute.



ETTER

- Dokumentere hva som har blitt gjort under EBUS-bronkoskopien.
- Standardisere informasjonsdelingen.



Bilde 48: Skisser tidlig i konseptutviklingsfasen.



Kapittel 5 IDEUTVIKLING

Skisser, prototyper og tilbakemeldinger.

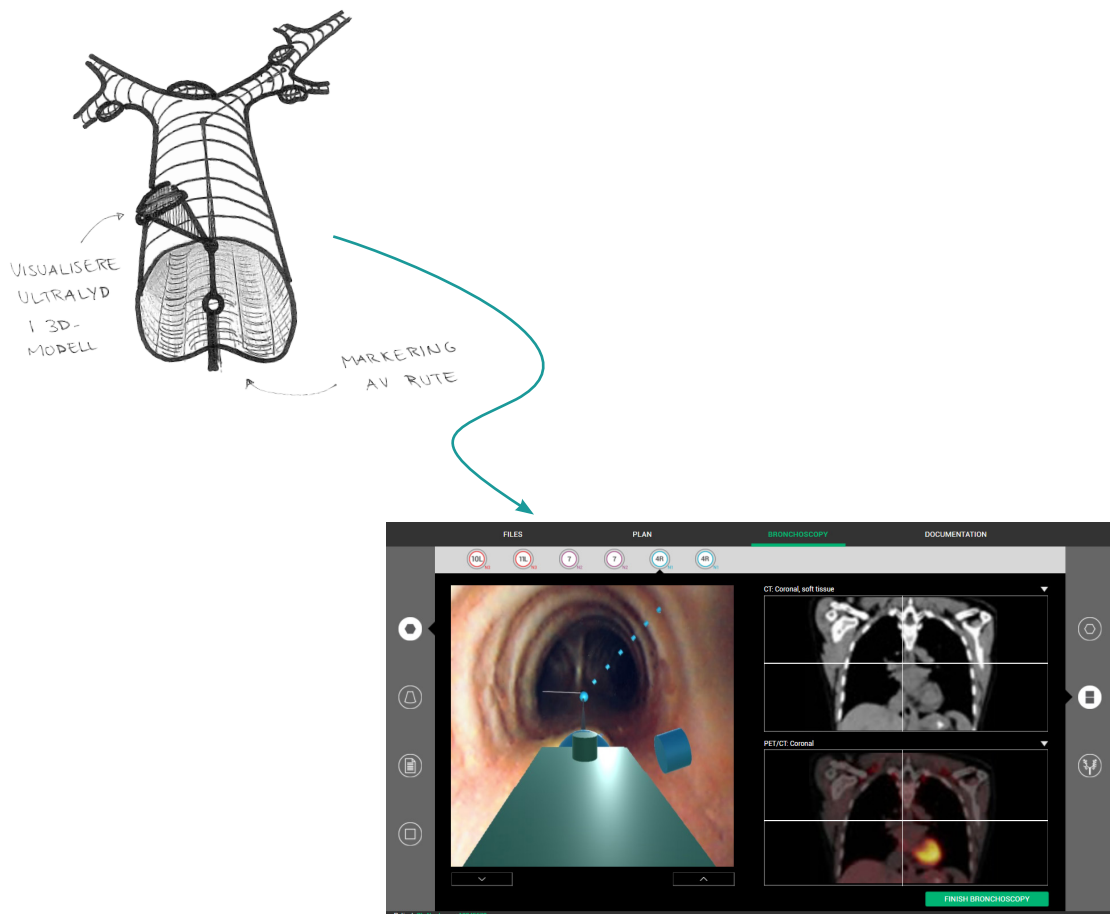
KONSEPTUTVIKLING

PROSESS

Konseptutviklingen var en 10 uker lang prosess. Den var stykket opp i intervaller på to og to uker som ble avsluttet med et revideringsmøte med lungelege og prosjektveileder Håkon Olav Leira. Møtene gikk ut på å evaluere ideer og innsikt, ta valg og å få oppklart usikkerheter underveis.

Ideutviklingen startet etter intervjurunden og innsiktsanalysen. Følgende er en presentasjon av de ulike resultatene fra ideutviklingsarbeidet.

Her presenteres bare et utvalg av skissene fra prosessen. For å se flere skisser og ideer i utviklingen se Appendix side 239.



Figur 36: Tidlig konseptskisse og Skjerm bilde av andre Axureprototype.

KONSEPTUTVIKLING DEL 1

PAPIRSKISSER

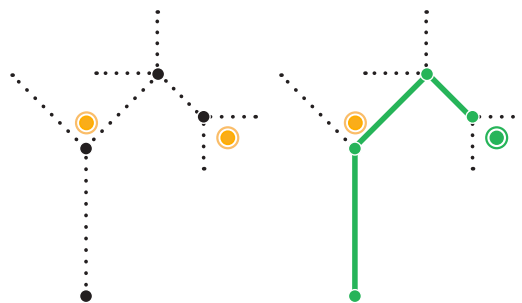
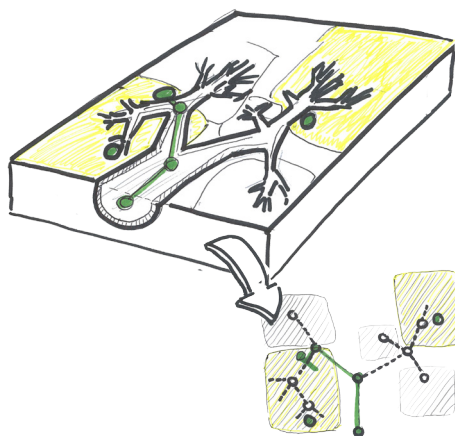
De første fire ukene gikk ut på å skisse med penn og papir. Inspirasjon fra romlig visualiseringer i spill, i GPS systemer og i andre kliniske støttesystemer ga ideer til potensielle visualiseringer. Sammen med visualiseringene som skulle støtte spesifikke utfordringer og oppgaver, disse oppgavene er presentert side

101-107, jobbet jeg med det helhetlige grensesnittet og satt de ulike delene sammen basert på informasjonsbehovet til lungelegen i de ulike delene av arbeidsprosessen før, under og etter en EBUS-bronkoskopi. Følgende er en presentasjon av noen av designforslagene fra denne prosessen.

DESIGNFORSLAG

Visualiserer lungene både i en stilisert 2D skjematisk modell og i et volum som virker sammen. Knutene som lyser er markert i volumet. Trykker man på en knute så markerer systemet den anbefalte ruten som fører til knuten.

Denne visualiseringen gir brukeren tilgang til en oversikt, en veiledning og en visualisering av det faktiske miljøet i 3D for å støtte presisjonsoppgaver.



Figur 37: Trykker man sirkelene som symboliserer lymfeknuter, så markeres ruten man skal styre bronkoskopet i for å nå sonen.

TILBAKEMELDING

For EBUS-bronkoskopi kommer ikke bronkoskopet lengre ned i luftveiene enn til 4. forgrening. Det er derfor ikke et så stort behov for å få et "kart" for hver enkelt knute. Muligheten til å "vippe" miljøet kan være svært hjelpsomt for å både ha oversikt og forståelse av enkeltposisjoner.

INSPIRASJON

DESIGNFORSLAG

Presentere luftveiene som et 3D miljø, slik lungelegen kan se miljøet i det formatet de vil observere det under en EBUS-bronkoskopi. Dette vil gjøre det mulig for lungelegen å lære seg miljøet uten å måtte benytte seg av mental rotasjon, forklaring side 114.

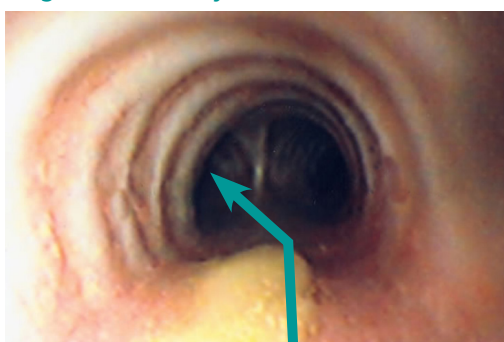
En kartlegging av ulike referanserammer og deres kvaliteter fra forprosjekt finner du i Appendix side 222. Følgende er en presentasjon av ulike visualiseringer av 3D miljøer basert på definisjonene som SoperaSteria brukte i sin presentasjon på Teknas helseteknologikonferanse mars 2017 (Amundsen, 2017):

Reality



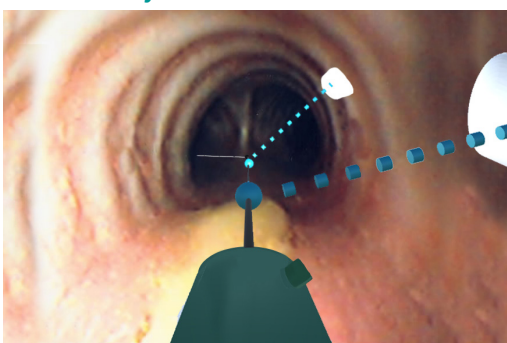
Bilde 49: Video fra luftveiene. Det er denne visulise-ringen lungelegene navigerer utifra i dag.

Augmented reality



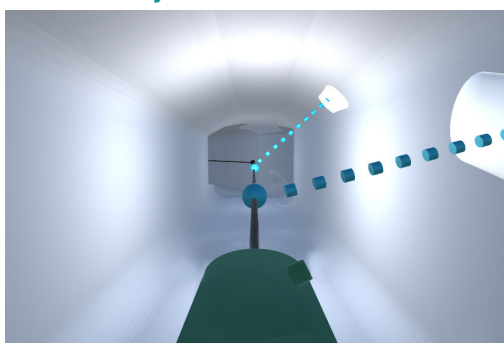
Bilde 50: Augumented reality er miljøvisualiseringer av et reelt miljø med tilleggsinformasjon lagt oppå bildet.

Mixed reality



Bilde 51: Mixed reality er en miljøvisualisering av et reelt miljø med tilleggsinformasjon lagt inn i miljøet og presentert som en del av det reelle miljøet.

Virtual reality



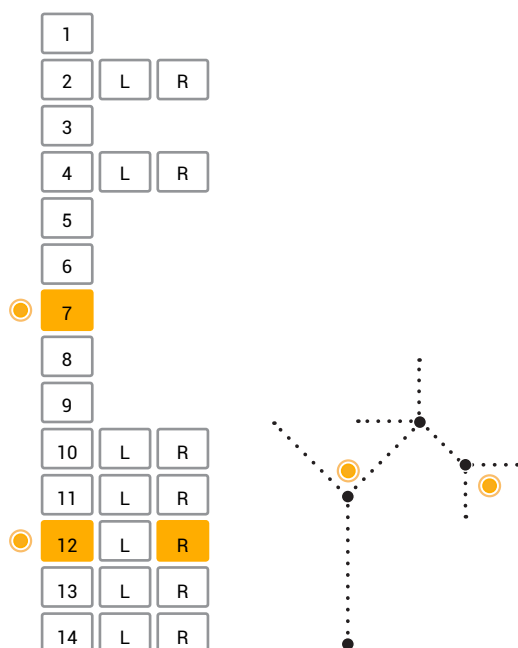
Bilde 52: Virtual reality er et fullstendig dataskapt miljø som skal forestille et reelt miljø.

PAPIRSKISSER -VISUALISERE OVERSIKT

DESIGNFORSLAG

Fraxinus Excelsior kan presentere en skriftlig liste med sonene som bør evalueres, se forklaring av soner side 40. Med informasjon om lesjonens posisjon kan systemet klassifisere knutene etter skalaen lungelegene bruker for å evaluere spredningen. Denne listen kan presenteres for lungelegen som et forslag

til hvilke knuter som bør stikkes. Listen kan støtte lungelegen i å få oversikt over prosedyren. Den gir lungelegen skriftlig informasjon om lymfeknutenes posisjon, og kan bidra til at lungelegen husker hvor de skal styre bronkoskopet.



Figur 38: Skissen er av et designforslaget som presenterer både skriftlig informasjon, d.v.s. listen med lymfeknuter, med markering av lymfeknuter som bør stikkes. Listen har en tilhørende visualisering der de aktuelle knutene er markert. Markeringen er i samme farge for å visualisere sammenhengen mellom de to modellene.

TILBAKEMELDING

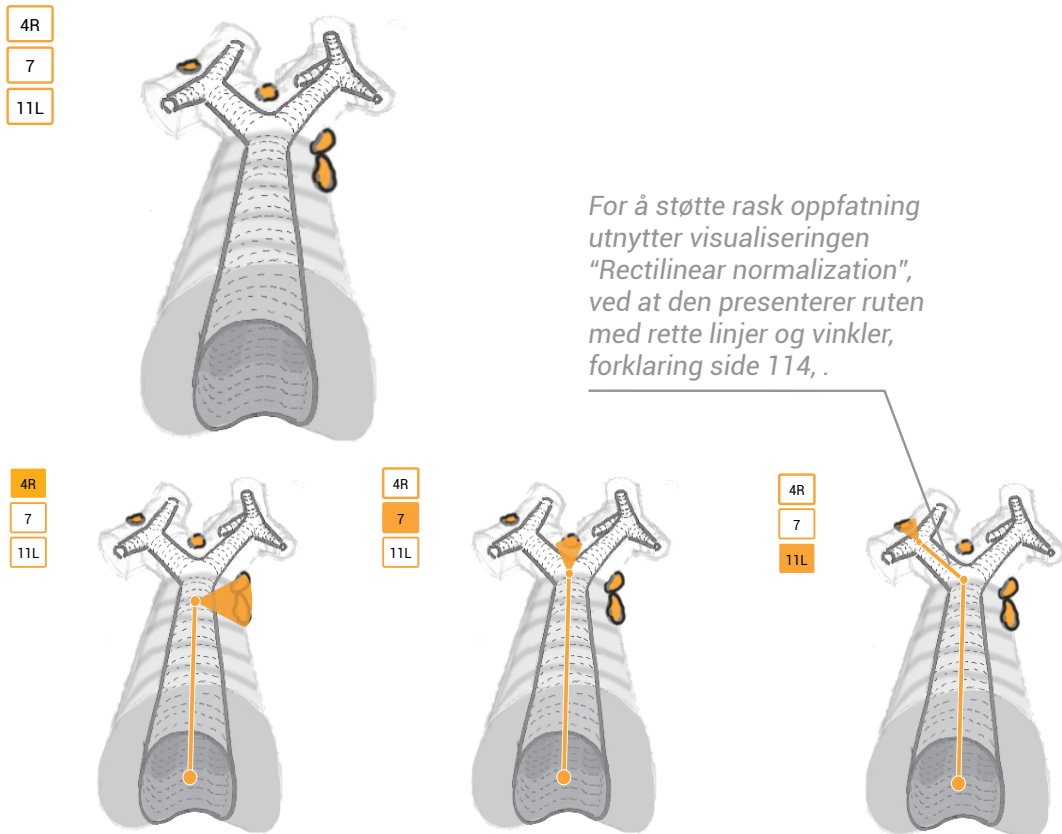
Det er lurt å presentere en liste med knutene som skal stikkes med navnet på sonene de befinner seg. I løpet av en EBUS-bronkoskopi stikkes minst 5-6 knuter.

PAPIRSKISSER - VISUALISERE LYMFENUTENE UTENFOR LUFTVEINE

DESIGNFORSLAG

Visualisere miljøet og gjøre bronkialveggene i miljøet gjennomsiktige. Brukeren ser miljøet ovenifra slik de kan se både miljøet, veggene og lymfeknutene på utsiden av luftveiene. En skriftlig liste over bare de knutene som systemet anbefaler brukeren å stikke fungerer sammen med modellen.

Denne visualiseringen gir brukeren tilgang til en oversikt over luftveiene og av lymfeknutenes posisjoner i forhold til luftveiene. Den tilbyr en oversikt over hvilke soner som bør evalueres og visuell veiledning for å nå de ulike sonene.



Figur 39: Skisser.

TILBAKEMELDING

Denne modellen gir en god oversikt, men den gir lite presisjonsstøtte. Å presentere bare de aktuelle knutene i stede for alle mulige knuter begrenser mengden informasjon som brukeren må forholde seg til.

INSPIRASJON - VISUALISERE LYMFENUTENE UTENFOR LUFTVEINE



Bilde 53: Skjermbilde fra spillet team fortress 2. Her kan brukeren se objekter bak andre objekter ved at konturene av objektet markeres med en lyseblå linje. Mennesker har evne til å oppfattet objekter effektivt ved å se konturene av objektet, i flere tilfeller oppfatter vi et objekt raskere ved å bare se konturene enn ved å se hele objektet (Ware, 2013).

I flere spill, som for eksempel Battlefield og team fortress 2, kan man se objekter gjennom veggene. I spillene visualiseres konturene på objekter som er ute av

syne. Dette kan være en mulig funksjon i programvaren for å gi en visuell tilbakemelding på at lungelegen nærmer seg de aktuelle lymfeknutene.



Figur 40: Skisse.

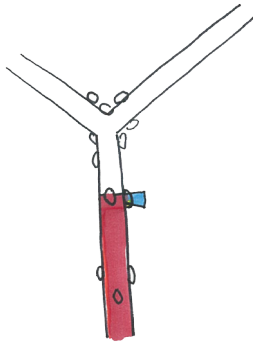
TILBAKEMELDING

Denne modellen gir presisjonsstøtte. Markeringen gir beslutningsstøtte for hvor brukeren bør stikke. Listen gir informasjon over de neste knutene som bør stikkes.

PAPIRSKISSER - STØTTE BRUKEREN I Å TA PRØVE AV RIKTIG KNUTE

DESIGNFORSLAG

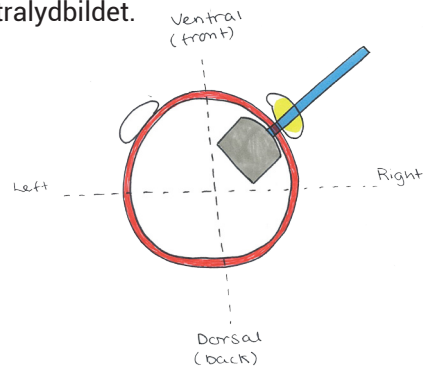
Visualisere en oversiktsmodell over luftveiene og orienteringen til ultralyden i forhold til modellen.



Figur 41: Skisse: Markering av bronkoskopets posisjon, lymfeknutene, ultralydbilde i luftveiene. Ved å visualisere posisjonen og markere hvor bronkoskopet har beveget seg kan grensesnittet støtte brukerens romlige orientering.

DESIGNFORSLAG

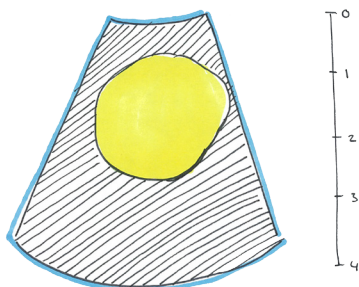
Visualisere tversnittet av luftveiene med bronkoskopet, lymfeknutene og ultralydbildet.



Figur 42: Skisse: Tversnittvisualisering av luftveiene med bronkoskop og ultralydbildets orientering. Denne visualiseringen kan støtte brukerens romlige orientering.

DESIGNFORSLAG

Legge område med høy SUV verdi i ultralydbilde i sanntid. Skal la seg gjøre dersom brukeren benytter seg av sanntidsnavigasjon.



Figur 43: Skisse: Markere områder med høy SUV verdi direkte i ultralydbildet, forklaring side 36 og 50. Dette gir brukeren visuell tilbakemelding om at de har riktig lymfeknute i sikte.

TILBAKEMELDING

Disse modellene støtter ulike deler av prosessen og er svært interessante å utforske videre. Tversnittvisualiseringen bør ikke være sirkulær, men mer lik tversnittet til lufttrøret.

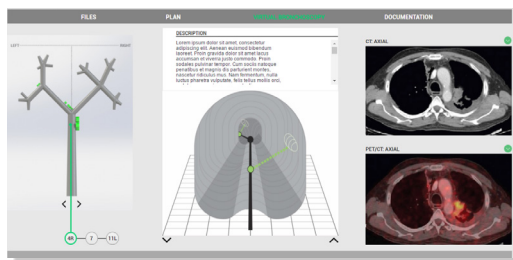
KONSEPTUTVIKLING DEL 2

PROTOTYPER I AXURE OG UNITY

De siste seks ukene ble brukt til å velge ut og sette sammen ideene til et samlet grensesnitt tilpasset areidsoppgavene i forbindelse med gjennomførelsen av en EBUS-bronkoskopi. Jeg lagde først en enkel og begrenset interaktiv prototype i prototypingsverktøyet Axure. Denne presenterte jeg for prosjektveileder, den ble brukt for å diskutere både informasjonen som burde presenteres og hvordan flyten i systemet fungerte. Jeg fikk svært god innsikt av å diskutere den enkle prototypen, den konkretiserte skissene ved å visualisere interaksjonsmuligheter og flyt. Alternative visualiseringer og flyt ble diskutert. Prototypen ga innsikt i hva som burde utforskes videre. Evalueringen ga meg innsikt som gjorde at jeg hoppet tilbake i prosessen og lagde nye skisser. Disse var digitale skisser og to iterasjoner av disse skissene er presentert i Appendix 246. Disse ble deretter evaluert under de neste møtene. Etter å ha fått tilbakemelding på skissene begynte jeg på en endelig Axureprototype. Den har blitt testet i tre runder og endret basert på tilbakemeldingene fra testingen. Mer om testingen av den siste prototypen i neste kapittel. Det endelige konseptforslaget, med endringer basert på brukertestene, vil presenteres i kapittel 7.

LINK ITERASJON 1:

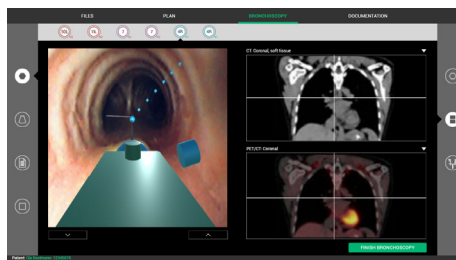
<http://ahs997.axshare.com/home.html>



Bilde 54: skjermbilde av første prototype. Prototypen er ganske simpel, men ga mye informasjon om hvordan konseptet burde utvikles videre.

LINK ITERASJON 2:

<http://dzqyou.axshare.com/home.html>



Bilde 55: Skjermbilde av hvordan andre prototype så ut da den ble testet av brukergruppen, linken viser den endelige prototypen med justeringer basert på tilbakemeldingene fra testingen.

FØRSTE AXUREPROTOTYPE

DESIGNFORSLAG

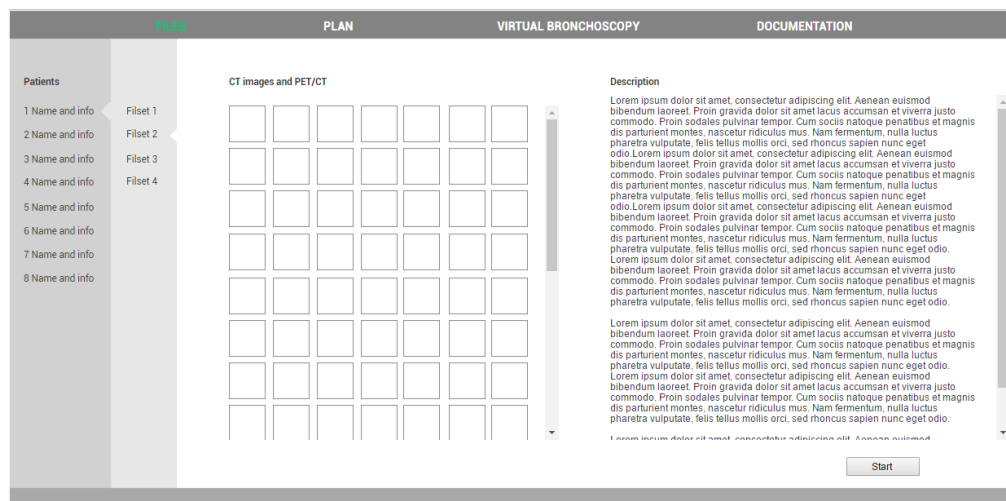
Et grensesnitt som består av fire deler:

- En oversiktsside for pasientfiler.
- En planleggingsside for en EBUS-bronkoskop.
- En del for å bruke samtidig som en EBUS-bronkoskopi .
- En side for dokumentasjon av funn fra EBUS-bronkoskopien.

Følgende er en beskrivelse av hver del:

FILES

Er en egen del av systemet der brukeren kan ha en oversikt over pasientene og informasjon som hører til de ulike pasientene. På denne siden skal det være mulig å legge til nye pasienter og nye filer.



Bilde 56: Skjerm bilde av filoplastingssiden i den første prototypen laget i Axure. Hovedfokuset i designoppgaven var beslutningsstøtten underveis, så filoplastingssiden og dokumentasjonssiden var ikke i fokus i denne prototypen.

PLAN

Inneholder informasjon som skal støtte lungelegen i å forberede seg før en EBUS-bronkoskopi. Denne informasjonen er; luftveiene i 3D og en liste med lymfeknuter som bør stikkes, den skriftlige beskrivelsen av pasienten, CT bildene og PET/CT bildene av pasienten. Listen med lymfeknutene som er mistenkelige er ordnet i den rekkefølgen som programvaren foreslår at prøvene bør tas. Listen er generert av Fraxinus excelsior basert på CT bildene og PET bildene. Den skriftlige beskrivelsen og snittbildene er tilgjengelige i grensesnittet slik lungelegen selv kan kontrollere forslaget for EBUS-bronkoskopien

Oversikt

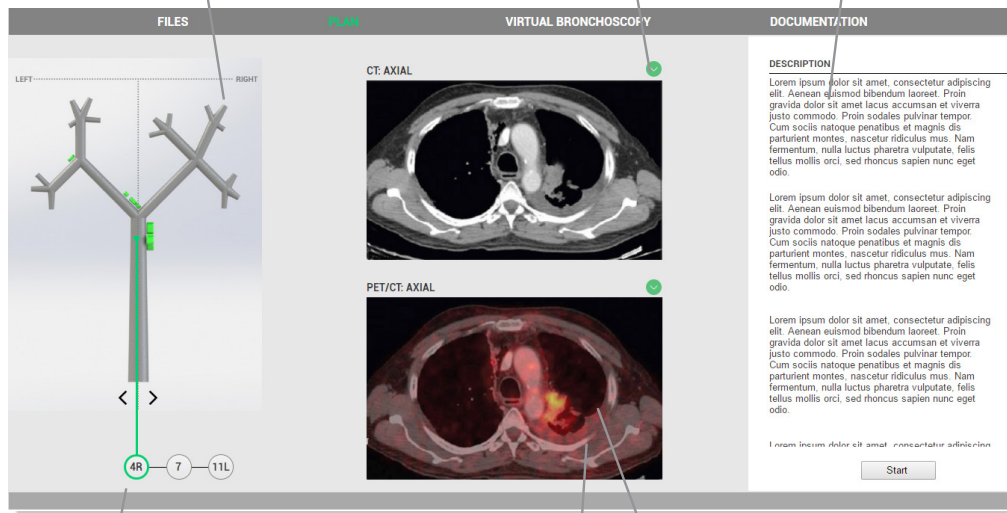
Oversikt over posisjonen til lymfeknutene som lyser i forhold til luftveiene.

Endre snitt

Mulighet for å endre hvilke bilder som presenteres

Henvisning

Skriftlig beskrivelse av tilfellet fra henviser og røntgenlege.



Liste

Foreslått ordnet liste over soner som skal evalueres under EBUS-bronkoskopien.

Scrolle

Brukeren blar gjennom bildene ved å holde musetasten over bilde og scroller slik funksjonen er i dag.

Kjente visualiseringer

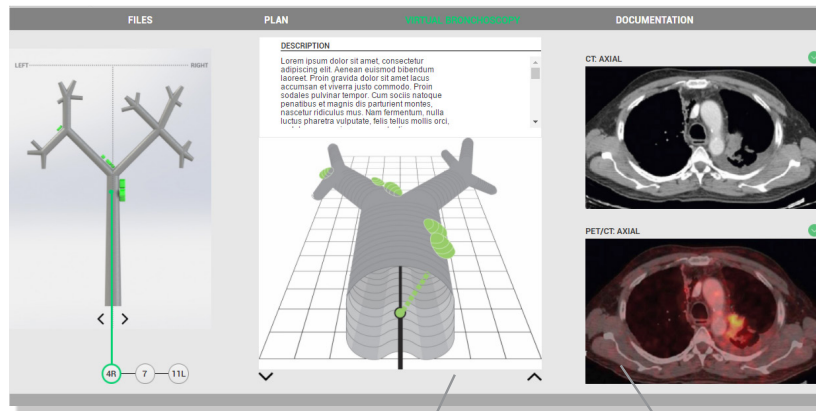
Grensesnittet tilbyr snittbildene som lungelegene er vant til å bruke slik de kan kontrollere forslaget fra programvaren.

Bilde 57: Skjerm bilde av planleggingsside.

FØRSTE AXUREPROTOTYPE

BRONCHOSCOPY

Inneholder et bronkialtre i 3D med markering av hvilke lymfeknuter som bør evalueres, et 3D miljø som kan flippes, CT og PET/CT bilder.

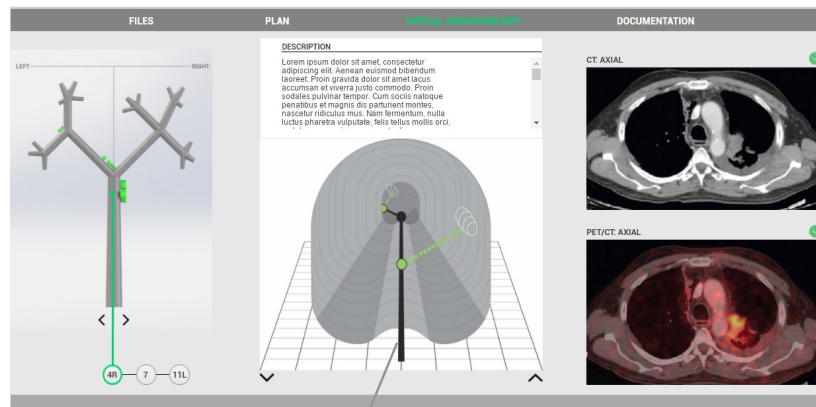


Virtuell bronkoskopi

Visualiserer miljø slik brukeren kan se luftveiene ovenifra.

CT og PET/CT

Beholder tradisjonelle visualiseringer, argumentasjon for dette er på side 119.



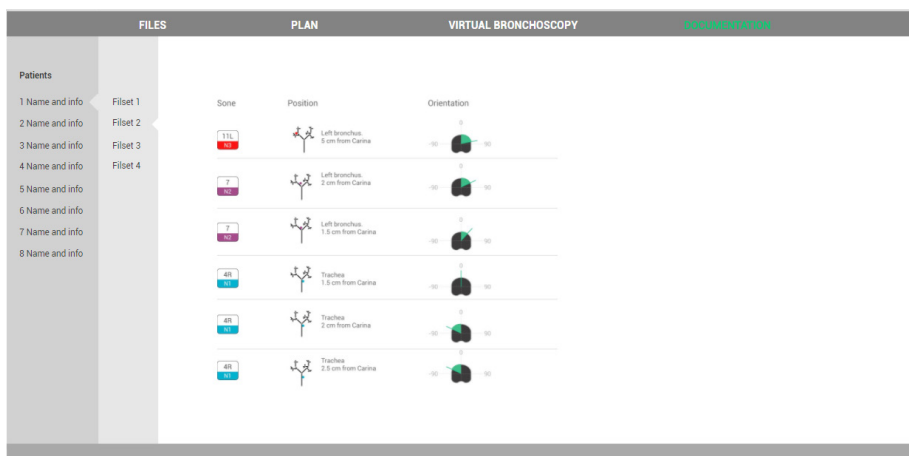
Virtuell bronkoskopi

Brukeren kan skifte mellom å se luftveiene innenfra og ovenifra. Markeringene av ruten utnytter "rectilinear normalization", side 114.

Bilde 58: Skjermbilder virtuell bronkoskopi.

DOCUMENTATION

Er en egen del av systemet der informasjon fra inngrepet blir dokumentert. Informasjonen er organisert.



Bilde 59: Skjerm bilde av dokumentasjonssiden i den første prototypen laget i Axure. Hovedfokuset i designoppgaven var beslutningsstøtten underveis, så filoplastingssiden og dokumentasjonssiden var ikke i fokus i denne prototypen.

FØRSTE AXUREPROTOTYPE: OPPSUMMERING TILBAKEMELDINGER

FILES

Oversiktlig. Listen med pasienter kan bli ganske lang, det burde være mulig å søke i listen etter navnet til pasienten, fødselsdato eller pasientnummer.

PLAN

Mye informasjon på en side. Bør være mulig for brukeren å velge hvilken informasjon som skal være fremme.

BRONCHOSCOPY

Å tilte modellen kan være svært verdifullt for å få en oversikt. Tydelig markering av lymfeknuter. 3D modellen og miljøvisualiseringen som er sett ovenfra gir ganske lik informasjon, brukeren bør kunne velge å bruke bare en av disse modellene.

DOCUMENTATION

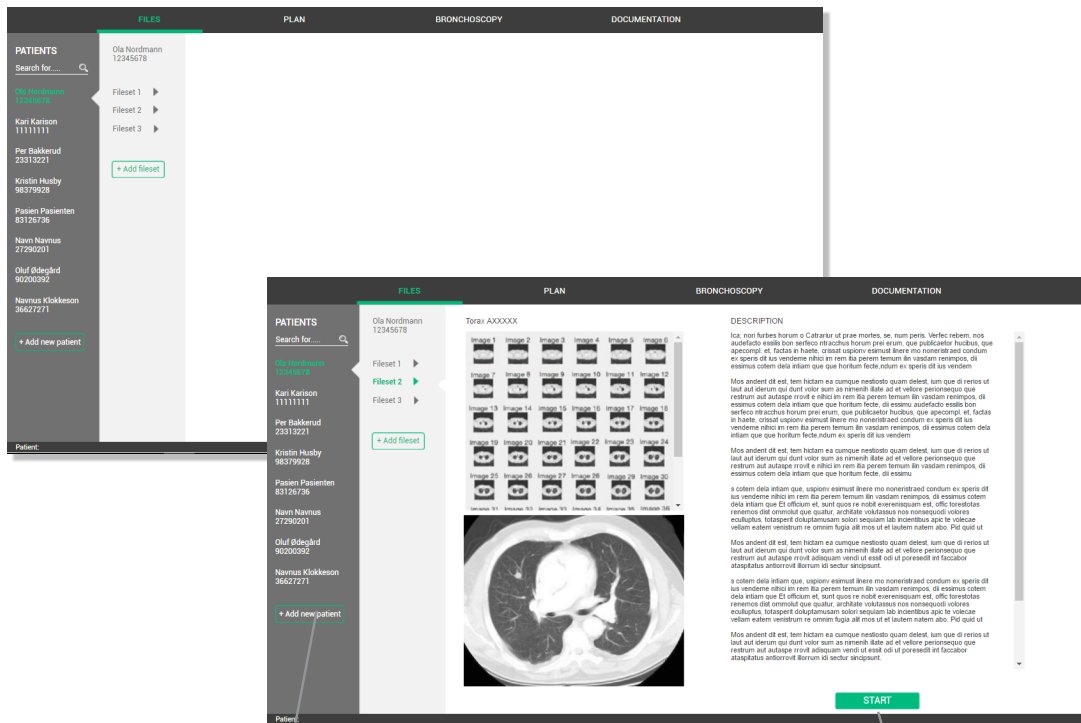
Dokumentasjonssiden er informativ, den bør ha CT-bilder og den skriftlige beskrivelsen tilgjengelig.

ANDRE AXUREPROTOTYPE

Oppdelingen av grensesnittet ble beholdt fra forrige iterasjon, mens innholdet gikk gjennom store endringer. Følgende er en presentasjon av de ulike delene av prototypen og hvordan de fungerte under brukertestene.

FILES

Inneholder en oversikt over pasienter og filene som hører til hver pasient.



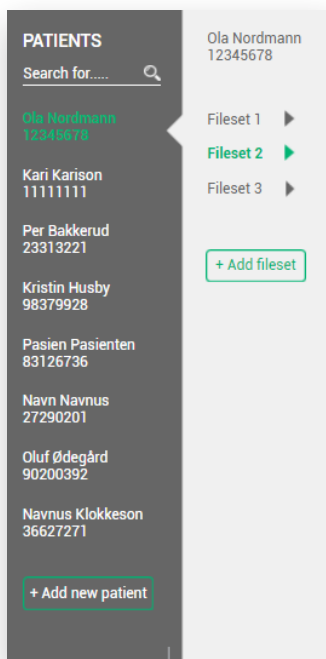
Add new patient

Lager ny pasientprofil. Når man legger til en ny pasient får man også mulighet til å legge til bilder og tekst som hører til den pasienten.

Start

Knapp som setter igang prosessen.

Bilde 60: Skjermbilder av filoplastings-siden i 2. Axureprototype.



Patients

En liste med de siste pasientene, listen har en søkefunksjon for å finne tidligere pasienter.

Hver pasient har en liste med filer, d.v.s. en bildeserie av pasienten med tilhørende skriftlige beskrivelse fra røntgenlege og henvisning.

Brukeren kan legge til nye filer til en pasient ved å trykke på "+ Add fileset"-knappen.



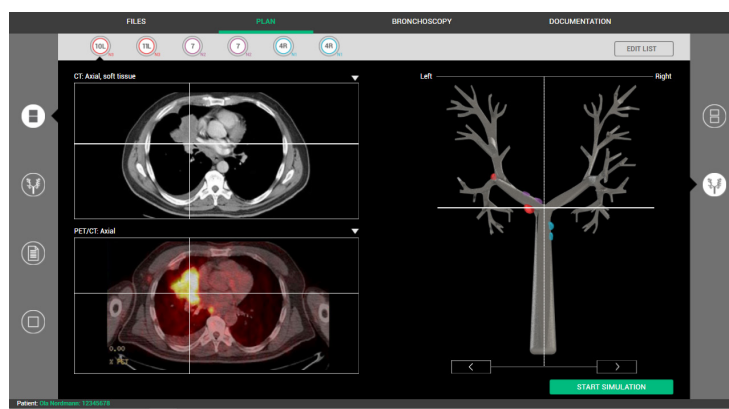
Bilde 61: Skjermbilder av filoplastings-siden i 2.Axureprototype.

ANDRE AXUREPROTOTYPE

PLAN

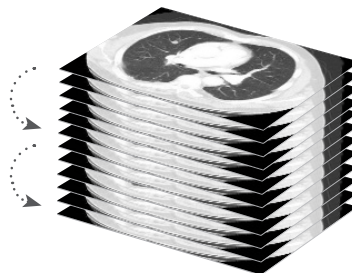
Inneholder informasjon som skal støtte lungelegen i å forberede seg før en EBUS-bronkoskopi. Systemet foreslår en liste med knuter som bør evalueres basert på informasjon fra CT og PET bilder.

Lungelegen kan sjekke systemets forslag ved å selv evaluere bildene, og har mulighet til å endre på listen om det trengs.

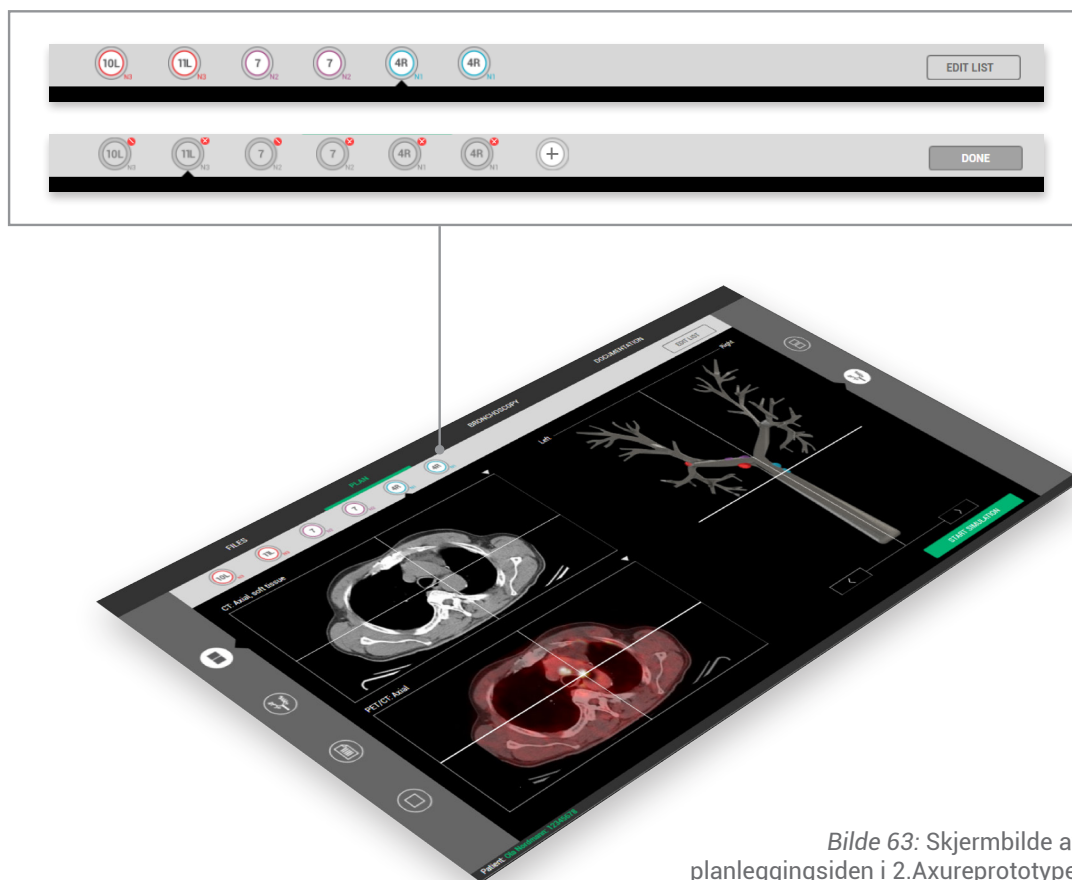


Bilde 62: skjermbilder fra planleggingssiden. Brukeren kan forberede seg med de informasjonskildene de ønsker og har behov for, og kan selv styre informasjonskombinasjonene de trenger ved å velge ønsket visualisering i sidemenyene i grensesnittet.

Den foreslåtte listen viser hvilke lymfeknuder systemet anbefaler lungelegen å stikke i løpet av EBUS-bronkoskopien og rekkefølgen de bør stikkes. Trykker brukeren på listen presenteres de aktuelle snittbildene. I tillegg visualiseres posisjonen i 3D modellen. Dette gjør det mulig for brukeren å nå ønsket informasjon raskt, siden de ikke trenger å bla gjennom 100 bilder for å nå ønsket posisjon.



Figur 44: Brukeren kan nå ønsket snittbilde direkte uten å måtte bla gjennom alle bildene.



Bilde 63: Skjerm bilde av planleggingsiden i 2.Axureprototype.

ANDRE AXUREPROTOTYPE - FARGEBRUK

RØD-BLÅ SKALA



Figur 45: Lymfeknutene klassifisert med N3, N2 og N1, klassifiseringen er forsterket med fargekoder.

Lymfeknutene fikk fargekoder etter hvor alvorlig spredningen antas å være. N3 knuter ble markert med rød, N2 ble markert med lilla og N1 knuter ble markert med blå. Disse fargene ble valgt for å unngå at brukere med rød-grønn fargeblindhet ikke får med seg skillet mellom de ulike fargene i klassifiseringen. Dersom de ikke ser rødt, ser de den blå fargen og at de to markeringene ikke er like. Rød-lilla-blå er en fargeovergang der rød og blå er klare ytterpunkter og lilla er

en naturlig farge for et mellomsteg, på grunn av at det er kombinasjonsfarge av de to andre.

Jeg testet grensesnittet med disse fargene for å se om denne fargekodingen var intuitiv for brukergruppen. Testet også grensesnittet i en simulator for fargeblindhet for å se om fargeblinde kan oppfatte informasjonen med denne fargekodingen, se fargeblindtest og resultater i Appendix side 262.

I tillegg til fargekodingen ble knutene merket med "N1", "N2" og "N3". Listen med de anbefalte knutene ble i tillegg arrangert med de mest alvorlige knutene først. Denne arrangementen er også en anbefaling av rekkefølgen som knutene bør stikkes i.

MARKERING AV INTERAKSJONSMULIGHETER



Figur 46: Knappene har farger, størrelse og kontrast basert på hva som er hovedoppgaven som skal gjennomføres.

Markerte de viktigste interaksjonsmulighetene med en lys grønnfarge som var i kontrast med den svarte eller mørkegrå bakgrunnfargen for at det skulle

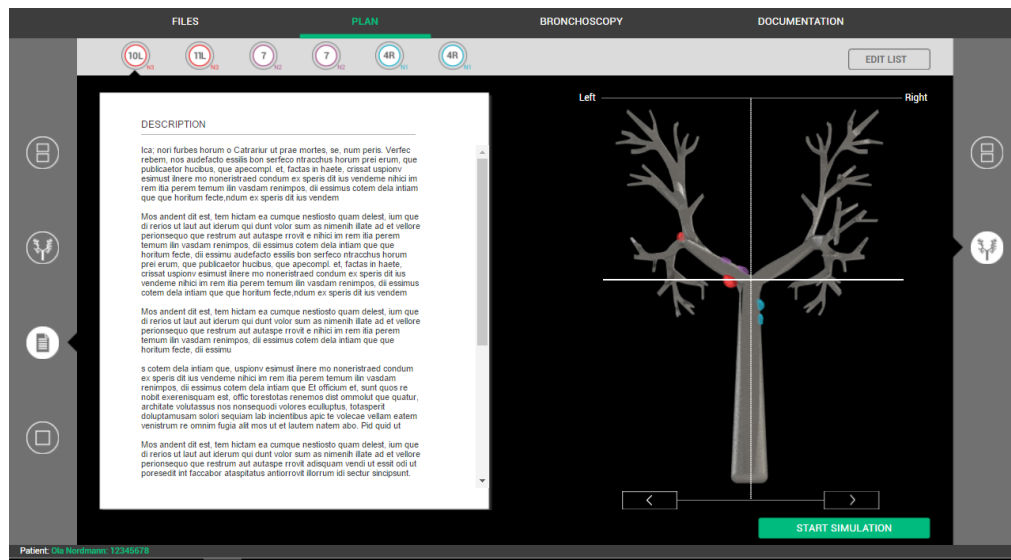
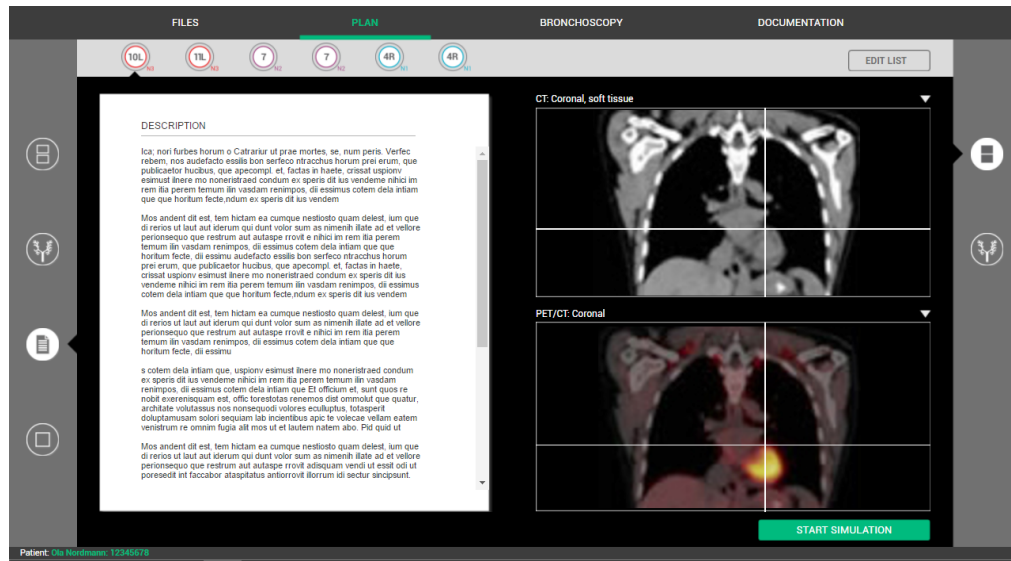
være tydelig for brukeren hvor de skal trykke for å gjennomføre operasjoner i grensesnittet.

I tillegg til fargebruken og kontrast lagde jeg også disse mulighetene store og plassert i samme posisjon gjennom hele grensesnittet.



Bilde 64: En modell av luftveiene og lymfeknutene med høy SUV verdi. Lymfeknutene er klassifisert etter farge. De viktigste knutene har en rødfarge som gjør at de er ekstra synlige.

ANDRE AXUREPROTOTYPE



Bilde 65: skjermbilder av planleggingssiden: Brukeren kan forberede seg med de informasjonskildene de ønsker og har behov for, og kan selv styre informasjonskombinasjonene de trenger ved å velge visualiseringene i sidemenyene i grensesnittet.



Bilde 66: Ved å dobbelklikke på en visualisering kan lungelegen se den i stort format. Denne funksjonen er de vant med å bruke fra tidligere systemer.

ANDRE AXUREPROTOTYPE

BRONCHOSCOPY

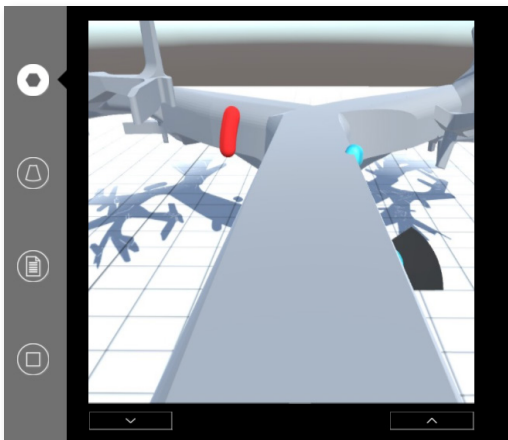
Kan brukes både for å forberede seg før en EBUS bronkoskopi og kan brukes under en EBUS bronkoskopi.

Dersom den brukes før kan lungelegen gjennomføre en virtuell bronkoskopi. Under så legges informasjon fra systemet seg over videobildet og ultralydbildet for å støtte brukeren i gjennomførelsen av bronkoscopien.

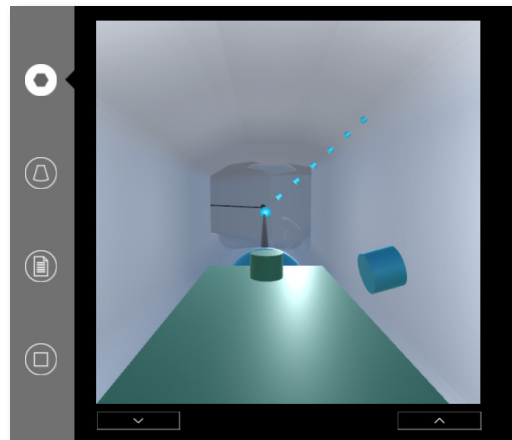


Bilde 67: skjermbilde Bronchoscopy.

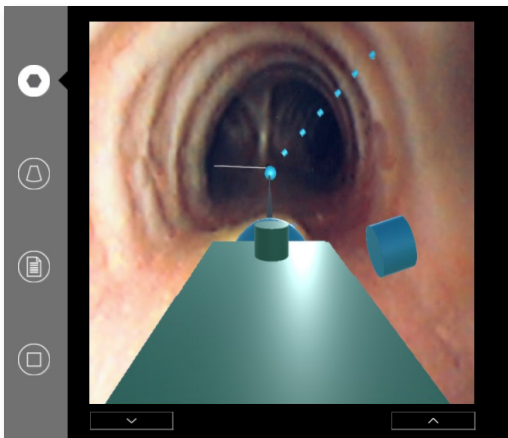
Grensesnittet tilbyr ulike romlige visualiseringer. Lungelegen kan selv velge hvilken de ønsker å benytte seg av.



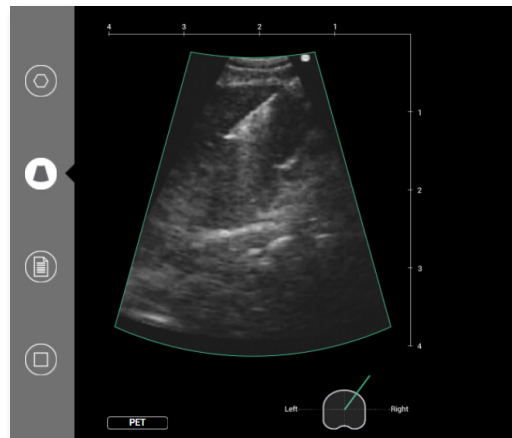
Bilde 68: En virtuell bronkoskopi der lungelegen ser luftveiene ovenifra.



Bilde 69: En virtuell bronkoskopi der lungelegen ser luftveiene fra innsiden.

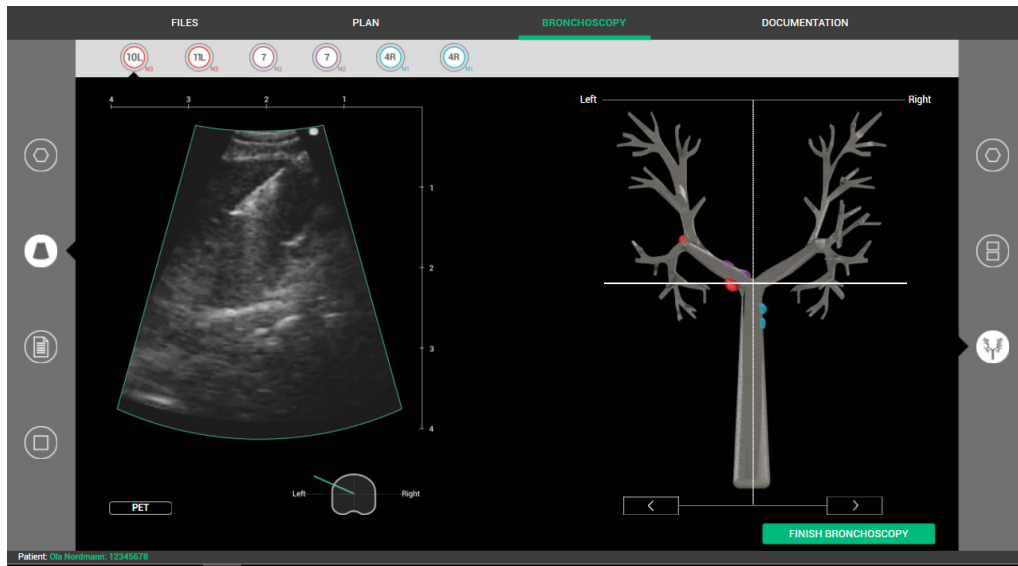


Bilde 70: En mixed reality bronkoskopi der lungelegen ser luftveiene fra innsiden og får navigasjonsinformasjon og beslutningsstøtte i miljøet.



Bilde 71: Tilgang til ultralydbildet med mulighet til å se områdene med høy SUV verdi og med en visualisering av et snitt med orienteringen til ultralydbildet i forhold til luftveiene.

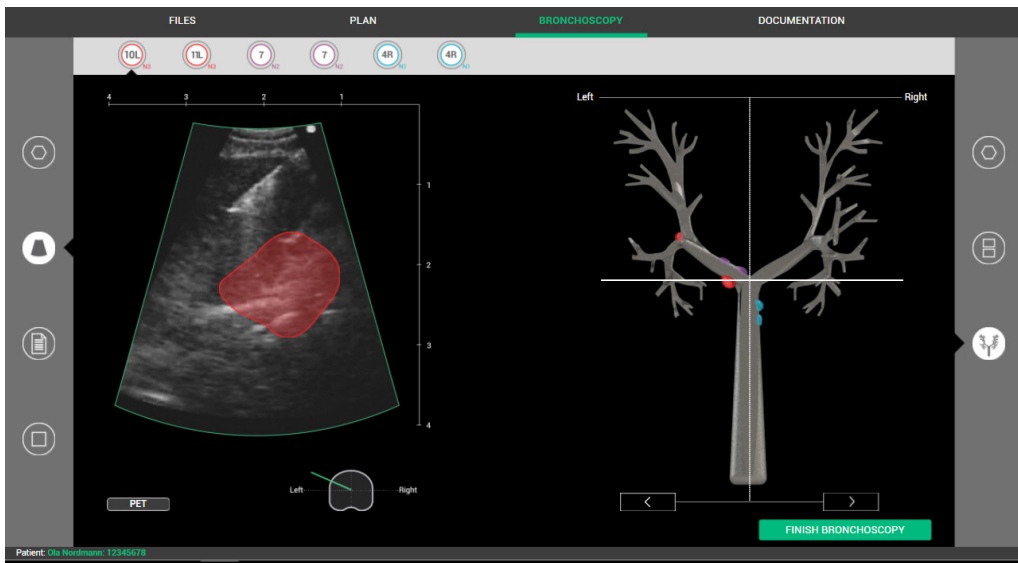
ANDRE AXUREPROTOTYPE



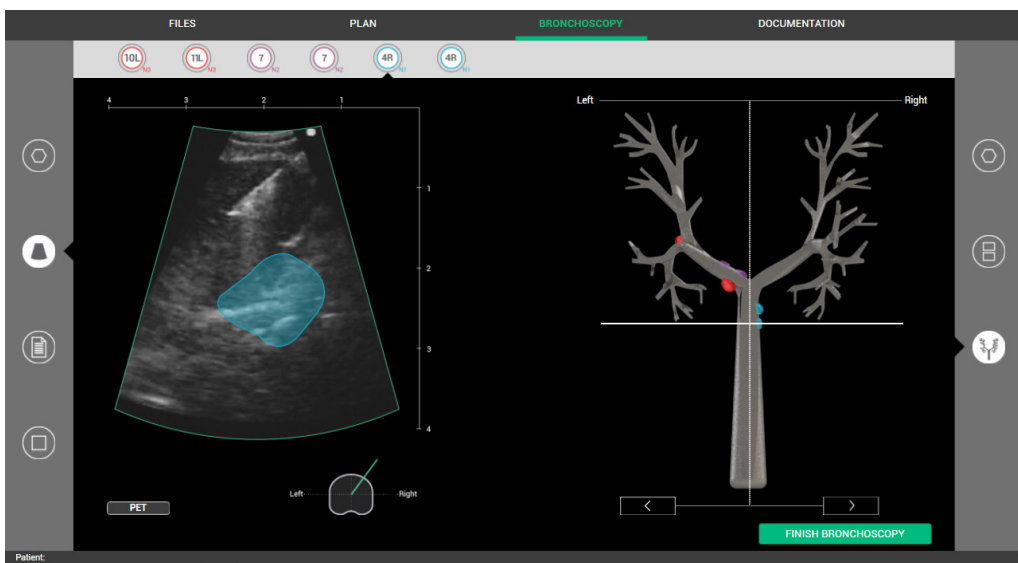
Bilde 72: Brukeren kan velge visualiseringene slik at de har både en oversikt og presisjonsstøtte. En 3D visualisering av luftveien kan være en oversiktsmodell.



Bilde 73: Noen lungeleger ønsket å se snittbildene for å beholde oversikten under en EBUS-bronkoskopi. Det blir et alternativ i konseptforslaget.



Bilde74: For å støtte presisjonsoppgaven gir Fraxinus excelsior brukeren mulighet til å se områdene med høy SUV verdi markert på ultralydbildet.



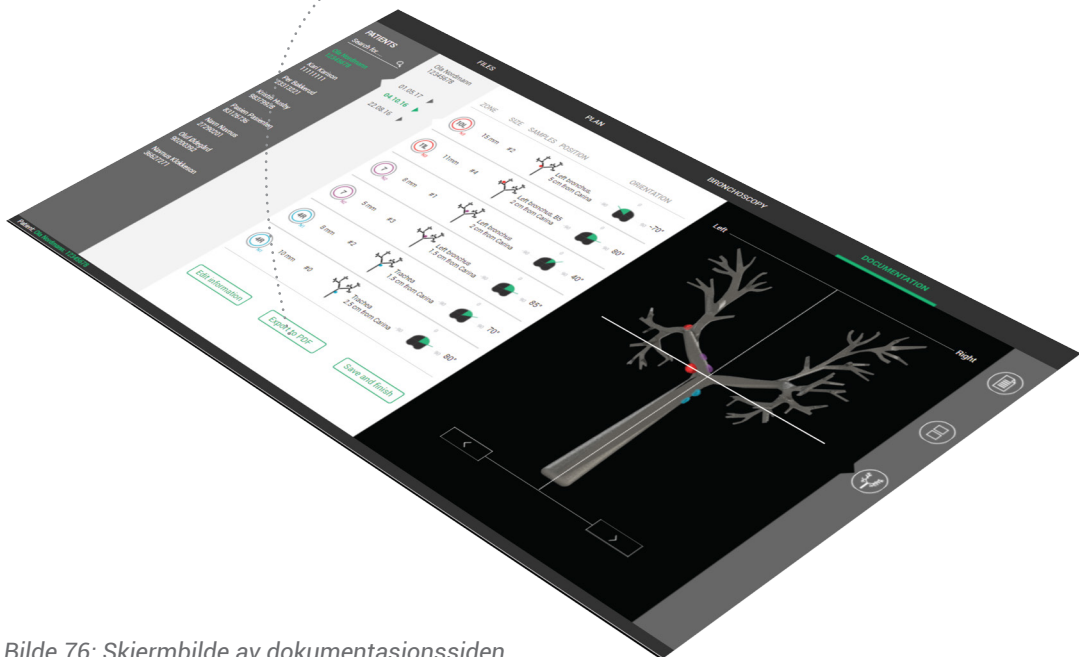
Bilde 75: Fargen til markeringen er basert på klassifiseringen av spredningen, se forklaring av knutenes klassifisering side 42 og fargevalg side 142.

ANDRE AXUREPROTOTYPE

DOCUMENTATION

Er en side med en tabell som systematiserer informasjonen fra en EBUS-bonkoskopi. Hvor mye informasjon som lagres automatisk av systemet og hvor mye som må skrives inn manuelt av lungelegen er avhengig av kvaliteten på rådataen. Brukeren kan manuelt redigere informasjonen. Tabellen kan eksporteres slik den kan legges inn i pasientjournalen.

ZONE	SIZE	SAMPLES	POSITION	ORIENTATION
10L N3	15 mm	#2	Left bronchus, 5 cm from Carina	-90° -70°
11L N3	11 mm	#4	Left bronchus, B5 2 cm from Carina	-90° -80°
7 N2	8 mm	#1	Left bronchus 2 cm from Carina	-90° -40°
7 N2	5 mm	#3	Left bronchus 1.5 cm from Carina	-90° -85°
4R N1	8 mm	#2	Trachea 1.5 cm from Carina	-90° -70°
4R N1	10 mm	#0	Trachea 2.5 cm from Carina	-90° -80°



Bilde 76: Skjermbilde av dokumentasjonssiden.

FILES PLAN BRONCHOSCOPY DOCUMENTATION

PATIENTS

Ola Nordmann
12345678

01.05.17
04.10.16
22.08.16

ZONE	SIZE	SAMPLES	POSITION	ORIENTATION
10L	15 mm	#2	Left bronchus, 2 cm from Carina	-70°
11L	11mm	#4	Left bronchus, B5 5 cm from Carina	80°
7	8 mm	#1	Left bronchus 2 cm from Carina	40°
7	5 mm	#3	Left bronchus 1.5 cm from Carina	85°
4R	8 mm	#2	Trachea 1.5 cm from Carina	70°
4R	10 mm	#0	Trachea 2.5 cm from Carina	80°

DESCRIPTION

Ica, non furbes horum o Cataritur ut prae mortis, se, num pens. Verfec rebem, nos audefacto essila bon serfeco nraachus horum prei erum, que publicator hucibus, que apocempti et, factas in haec, creatat usipion esamust linere mo nonerit ad condum ex speris dit sus vendime nihici in rem ita perem temum in vadam reimpio, di esimus cotem dela intam que que horlum fecte ndum ex speris dit sus vendim

Mos andent dit est, tem hitam ea camque nestioio quam delest, kam que di reios ut laut aut iderum qui dunt volor sum as nimenh ilate ad et vellore perionsequo que restum aut autage rrovit e nihici in rem ita perem temum in vadam reimpio, di esimus cotem dela intam que que horlum fecte, di esimus audfacto essila bon serfeco nraachus horum prei erum, que publicator hucibus, que apocempti et, factas in haec, creatat usipion esamust linere mo nonerit ad condum ex speris dit sus vendime nihici in rem ita perem temum in vadam reimpio, di esimus cotem dela intam que que horlum fecte, nitem ex speris dit sus vendim

Mos andent dit est, tem hitam ea camque nestioio quam delest, kam que di reios ut laut aut iderum qui dunt volor sum as nimenh ilate ad et vellore perionsequo que restum aut autage rrovit e nihici in rem ita perem temum in vadam reimpio, di esimus cotem dela intam que que horlum fecte, di esimu

s cotem dela intam que, usipion esamust linere mo nonerit ad condum ex speris dit sus vendime nihici in rem ita perem temum in vadam reimpio, di esimus cotem dela intam que Es officum et, sunti quo re nobil exereuquam est, offic forestas renemos dist onomoi que quatur, argabae volutatus nos nonsequodi volores eculplupus, totagaperi dolupatumam solori sequiam lab incenribus apic la volocae villam estem ventidum re omim fugia ait mos ut et laudem nitem ano, Pigi quid ut

Mos andent dit est, tem hitam ea camque nestioio quam delest, kam que di reios ut laut aut iderum qui dunt volor sum as nimenh ilate ad et vellore perionsequo que restum aut autage rrovit adidquam vendi ut eest odit ut nonerit bit faculore abscaptatin, antiorrovit Bivorum di

Edit information Export to PDF Save and finish

Patient: Ola Nordmann: 12345678

Bilde 77: Sammen med tabellen med funn, er også henvisningen, den skriftlige beskrivelsen fra røntgenlegen, snittbildene og modellen av luftveiene tilgjengelig.

FILES PLAN BRONCHOSCOPY DOCUMENTATION

PATIENTS

Ola Nordmann
12345678

01.05.17
04.10.16
22.08.16

ZONE	SIZE	SAMPLES	POSITION	ORIENTATION
10L	15 mm	#2	Left bronchus, 2 cm from Carina	-70°
11L	11mm	#4	Left bronchus, B5 5 cm from Carina	80°
7	8 mm	#1	Left bronchus 2 cm from Carina	40°
7	5 mm	#3	Left bronchus 1.5 cm from Carina	85°
4R	8 mm	#2	Trachea 1.5 cm from Carina	70°
4R	10 mm	#0	Trachea 2.5 cm from Carina	80°

CT Axial, soft tissue

PET/CT Axial

Edit information Export to PDF Save and finish

Patient: Ola Nordmann: 12345678

Bilde 78: Sammen med tabellen med funn, er også henvisningen, den skriftlige beskrivelsen fra røntgenlegen, snittbildene og modellen av luftveiene tilgjengelig.



Bilde 79: Lungelege ser på CT-bilder av brystkassen til en pasient.



Kapittel 6 EVALUERING

Brukertester og evaluering i fokusgruppe.

BRUKERTESTER

METODEBESKRIVELSE: TEST AV GRENSESNIETTETS LOGIKK OG FLYT

For å teste om systemflyten var intuitiv, om interaksjonsmulighetene var synlige og om systemet fungerte som brukerne forventet arrangerte jeg en runde med brukertesting der seks ikkerekvante brukere testet systemet basert på småoppgaver jeg ga dem. Dette var studenter uten ekspertkunnskap innenfor EBUS-bronkoskopi. De fikk beskjed om å fokusere på systemet i seg selv og teste om interaksjonsmulighetene var intuitive.

Jeg fikk ikkerekvante brukere til å teste systemet fordi tilgangen til relevante brukere, dvs. lungeleger som driver med EBUS-bronkoskopi, er begrenset.

Systemet i seg selv skal være så intuitivt at de fleste skjønner hvordan de skal trykke for å gjennomføre oppgaver. Ved å teste ikkerekvante brukere fikk jeg tilbakemeldinger på detaljer med selve grensesnittet som burde justeres.

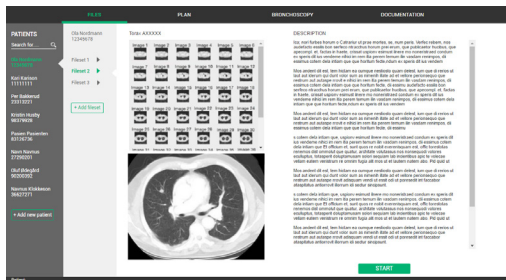
Jeg ønsket at fokuset til de relevante brukerne skulle være konseptet og systemet i forhold til deres situasjon, ikke på detaljer i interaksjonsmulighetene i selve grensesnittet. Det var derfor verdifullt å gjennomføre en slik testrunde for å justere detaljer i grensesnittet før relevante brukere testet systemet.



Bilde 80: Bilde fra brukertesting der ikkerekvante brukere testet grensesnittet i et kontormiljø.

RESULTATER: ENDRINGER I PROTOTYPE

Endringer gjort som resultat av denne testrunden var:



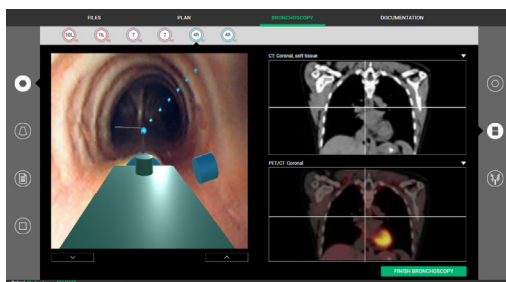
FILES

Flyttet knappene for å legge til nye pasienter og nye pasientfiler slik de ble mer synlige og hadde en visuelt klarere sammenheng med de tilhørende listene.



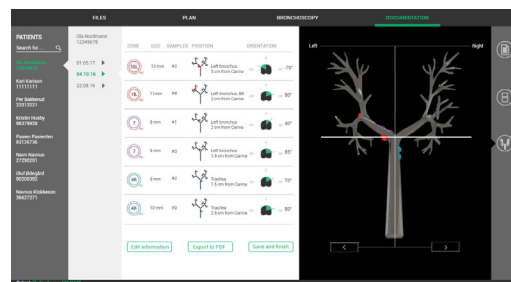
PLAN

Endret utseende og navnet til «EDIT»-knappen til «EDIT LIST». Gjorde slik knappen får teksten «DONE» når brukeren er inne i redigeringen, slik operasjonen og utgangen er tydeligere.



BRONCHOSCOPY

Ingen endringer.



DOCUMENTATION

Flyttet «Edit information»-, «Export to PDF»- og «Save and finish»-knappene slik de skulle få en tydeligere sammenheng med listen.



Bilde 81: Levanger sykehus.

EVALUERING FOKUSGRUPPE

METODEBESKRIVELSE: FOKUSGRUPPE

En fokusgruppe er en gruppe på seks til ni representanter fra målgruppen. Fokusgruppeintervjuer er en kvalitativ forskningsmetode hvor data produseres gjennom gruppeinteraksjon styrt av fasilitatoren (Denscombe, 2014). En samlet diskusjon mellom en velvalgt gruppe kan gi mer informasjon enn det

intervjuer av enkeltmennesker kan dersom alle deltar og bygger på hverandres utsagn og kommentarer (Hanington, m.fl. 2012).

En gruppe med lungeleger fra Levanger sykehus ble med på en 45 minutter lang diskusjonsrunde av konseptforslaget.

UTFØRELSE

Jeg demonstrerte prototypen foran en gruppe på åtte lungeleger fra Levanger sykehus. Disse lungelegene hadde varierende erfaring med bronkoskopi og EBUS-bronkoskopi. Demonstrasjonen ble gjennomført med prototypen på en storskjerm og en gjennomgang av grensesnittet. Legene stilte spørsmål og ga tilbakemeldinger underveis. Etter gjennomgangen av prototypen var det en samlet diskusjonsrunde med tilbakemeldinger og spørsmål både om det overordnede konseptforslaget og om detaljer i prototypen. Etter diskusjonen testet en representant av gruppen prototypen på storskjerm.

Gjennomgangen ble holdt under lungelegenes fagmøte. Deres tid var begrenset. På grunn av tidsbegrensningen var en felles gjennomgang med en samlet fokusgruppe den måten jeg kunne få tilbakemelding fra flest brukere. Lungelegene ga svært mange konstruktive tilbakemeldinger som belyste mangler i systemet, holdningene til et slikt støtteverktøy og utfordringer for utviklingen. Alle lungelegene på

møte deltok i diskusjonen. Jeg fikk informasjon om hvilke deler av systemet som ble ansett som verdifulle, hvilke deler som var uklare og hvilke deler av konseptet som var mindre interessante for brukergruppen. Brukerne ga tilbakemelding både på hvordan systemet løser spesifikke oppgaver, og om hvordan det virker som i et verktøy i den helhetlige konteksten i deres arbeidshverdag. Jeg fikk også forslag om forbedringer.

Denne runden med tilbakemelding fra en fokusgruppe fra et annet sykehus enn St.Olavs ble gjennomført for å få tilbakemelding fra brukere som ikke har tilknytning til Fraxinus excelsior prosjektet fra før og som ikke ble intervjuet i innsiktsfasen. Tilbakemeldingene var dermed fra en gruppe som ikke var påvirket av prosjektet. Dette ga innsikt som jeg ikke hadde fått tidligere og ga innblikk i brukergruppens holdninger til et slikt system.

Følgende er en liste over tilbakemeldingene fra lungelegene under møte:

TILBAKEMELDINGER FRA LUNGELEGENE FRA LEVANGER SYKEHUS

“

En viktig ting å ta hensyn til er kravene til sikkerhet i forhold til lagring av pasientdata”

“

Nå skal alt legges i pasientjournalen, dokumentasjonsdelen er et godt alternativ for å formidle informasjon fra en EBUS-bronkoskopi, det burde kobles direkte til pasientjournalen.”

“

Hvordan vil dette systemet manøvreres under bronkoskopien?”

“

Dette er ypperlig til opplæring av nye bronkoskopører.”

“

Dette er i hvert fall et verdifullt verktøy for å forberede seg før en bronkoskopi.”

“

Å se PET i ultralyd hadde vært svært hjelpsomt, men det krever navigert bronkoskopi, det har vi ikke her.”

“

Stillbildene av den virtuelle bronkoskopien er uklare. De var mye mer forståelig når informasjonen ble lagt oppå bronkoskopivideoen.”

“

Når kan vi ta dette i bruk? Dette vil bli svært interessant å teste i praksis!”

BRUKERTEST BRUKERGRUPPEN

METODEBESKRIVELSE: BRUKERTESTER AV KONSEPT

For å teste konseptforslaget på reelle brukere arrangerte jeg 6 brukertester på St. Olavs hospital. Alle brukerne som testet systemet var lungeleger som ukentlig gjennomfører flere EBUS-bronkoskopier. Testene ble gjennomført på tomannshånd.

Lungelegene fikk trykket seg gjennom prototypen. Jeg utnyttet "Think aloud"-teknikken, d.v.s. jeg ba dem om å si hvilke inntrykk de fikk og forklare hvordan de ressonnerer gjennom hele testen. Etter gjennomgangen ga de en oppsummerende tilbakemelding.

Til slutt fikk lungelegene tildelt et System Usability Scale (SUS) skjema der de rangerte brukervennligheten til konseptforslaget. SUS skjema er et standardisert skjema som brukes for å beregne brukerens inntrykk av et system de tester under en brukertest. SUS gir et tall mellom 0 og 100 på opplevd brukervennlighet. Jeg brukte den norske versjonen av skjemaet laget av Dag Svanæs NTNU 2006, se skjema Appendix side 255. Følgende er en oppsummering av tilbakemeldingene jeg fikk fra hver brukertest:



Bilde 82: Legenes arbeidsstasjon før og etter en bronkoskopi er foran en PC på et kontor.

KOMMENTARER

Files

- Det burde være mulig å søke i listen etter navnet til pasienten, fødselsdato og etter pasientnummer.
- Startknappen burde hatt info om hva som startes.

Plan

- Ikonene burde hatt beskrivende tekst eller et annet hint om deres funksjon, i hvertfall de første gangene det brukes.
- Knutenavnene og klassifiseringene burde vært tydeligere markert.
- Det burde være mulig å zoome i 3D modellen av luftveiene slik brukeren kunne se nærmere på et spesifikt område.
- Det burde være mulig å dra markeringsstrekene direkte i 3D modellen av luftveiene.
- Primærtumor burde vært visualisert i 3D modellen.

Bronchoscopy

- Det burde være flere tilbakemeldinger for å understreke at operasjonene har blitt/vil bli lagret.
- Gensesnittet er ment for bronkoskopi med sanntidsnavigasjon, men kan også brukes uten sanntidsnavigasjon ved at det styres manuelt. Det burde vært en "popup" i programmet som spurte brukeren om de har sanntidsnavigasjon eller ikke.

- Det burde være en overskrift i den virtuelle bronkoskopien som beskrev hvor man er i luftveiene.
- Det burde være mulig å ha et røntgenbilde oppe alene sammen med videobildet.
- Det burde være mulig for brukeren å se en beskrivelse av visualiseringene ved å høyreklikke på dem.

Documentation

- Hvilken lungelege som gjennomførte testen bør fremgå i tabellen.
- Klassifisering av prøvene, d.v.s. om de var representative eller ikke, burde fremgå i tabellen.
- Informasjon om hvor informasjonen i listen kommer fra burde fremgå i tabellen.
- Sonenavnet er ofte tilstrekkelig for å beskrive posisjonen til lymfeknuten, tilleggsinformasjonen om posisjonen med spesifikke mål og orientering bør være tilgjengelig om det ønskes, men er unødvendig å ha synlig i grensesnittet til enhver tid.
- Verdiene i tabellen burde kunne endres direkte ved å høyreklikke på dem og skrive dem inn.
- På sikt burde dette systemet integreres med journalen slik brukeren bare kan trykke på "SAVE TO JOURNAL" og informasjonen lagres direkte.

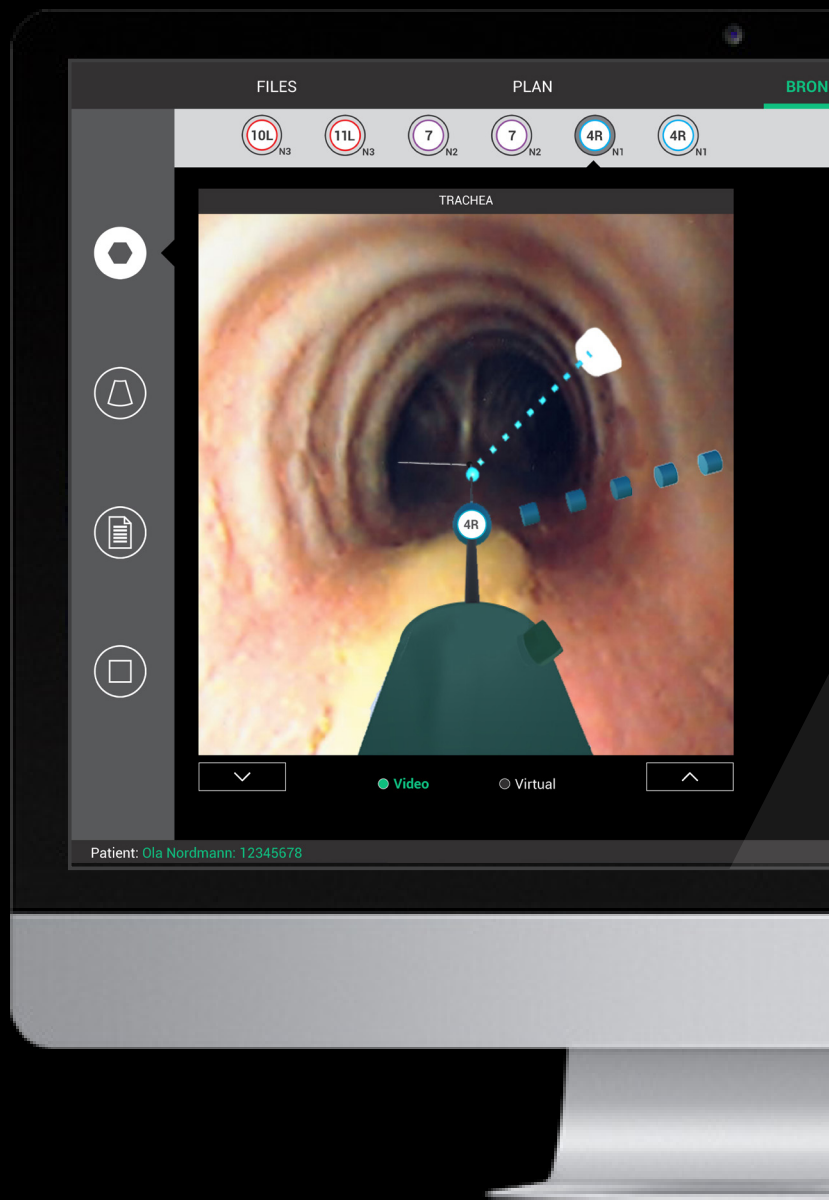
“

Dette grensesnittet kan være et verdifullt verktøy både til opplæring og til å strukturere og systematisere bronkoskopier?”

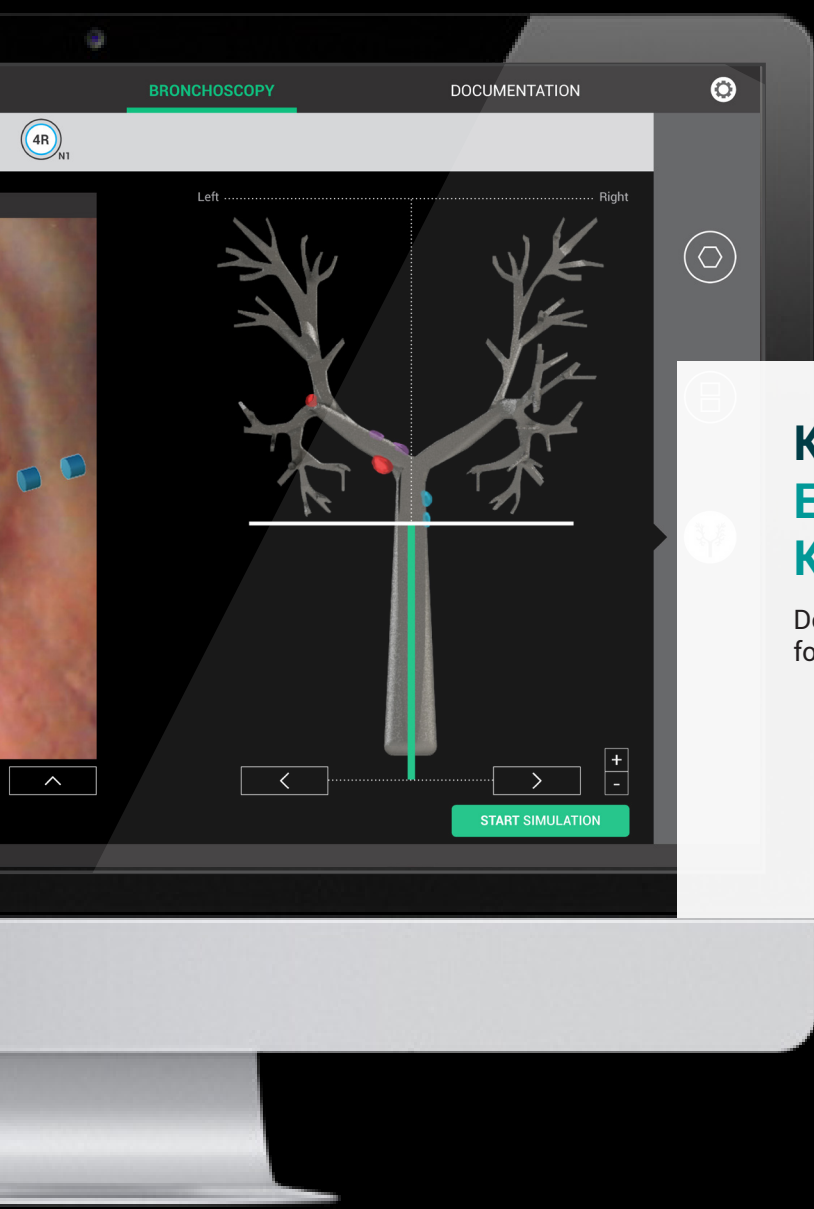
-Tore Amundsen, lungelege ved St.Olavs hospital

OPPSUMMERING AV DEN HELHETLIGE VURDERINGEN FRA BRUKERTESTENE

SUS score	Generell kommentar
75 AV 100	Som helhet var programmet lett å forstå og inneholdt ikke unødvendig informasjon. Det var endel småting som kunne justeres, men som helhet er grensesnittet ganske intuitivt. Jeg ønsker bekreftelser på at hver operasjon jeg har gjort i systemet har blitt lagret underveis, jeg er alltid redd for å gjøre noe og glemme å lagre det.
87.5 AV 100	Programmet var alt i alt enkelt å bruke.
92.5 AV 100	Grensesnittet tar meg gjennom oppgavene steg for steg på en strukturert måte. Dette kan bidra til at resultatene ikke blir like avhengig av hvilken lege som gjennomfører oppgaven.
77.5 AV 100	Jeg var usikker et par ganger mens jeg brukte systemet, men det gikk stort sett ganske greit å finne fram.
80 AV 100	Har jeg brukt det en gang, så skjønner jeg det lett neste gang.
75 AV 100	Denne versjonen hadde noen elementer som var uklare, men konseptet i seg selv var svært interessant.
Gjennomsnittlig SUS score	Holdninger
81.25 AV 100	Alle lungelegene som testet prototypen mente at konseptet hadde potensiale til å bli et verktøy som de kan støtte dem under oppgavene i arbeidsprosessen før, under og etter en EBUS-bronkoskopi.



Bilde 83: Oppgavens endelige konseptforslag.



Kapittel 7

ENDELIG KONSEPTFORSLAG

Det siste konseptforslaget: flyt og scenarier for bruk.

KONSEPT

Det endelige konseptforslaget er justert basert på tilbakemeldingene fra brukertestene og fokusgruppen. Følgende er en presentasjon av hver side med kommentarer på funksjoner og elementer som har blitt endret.



Bilde 84: skjermbilder av konseptforslaget.

FILES

Inneholder en oversikt over pasienter og filene som hører til hver pasient

All informasjon

Konseptet samler all den relevante informasjon om pasienten på et sted.

The screenshot displays a software interface for managing patient files. On the left, a 'PATIENTS' sidebar lists several patients, including Ola Nordmann (12345678), Kari Karison (11111111), Per Bakkerud (23313221), and Kristin Husby (98379928). The main area is titled 'FILES' and shows a grid of 36 image thumbnails labeled 'Image 1' through 'Image 36'. A green box highlights 'Image 19'. Below the grid is a larger image labeled 'Image 20', which is a CT scan of a chest. To the right of the images is a 'DESCRIPTION' section containing several paragraphs of placeholder text. At the bottom right of the interface, there is a green button labeled 'START PLANNING'.

Start simulation

Starter Fraxinus excelsiors manipulering av informasjonen. Brukeren ser bare at de går videre i prosessen.

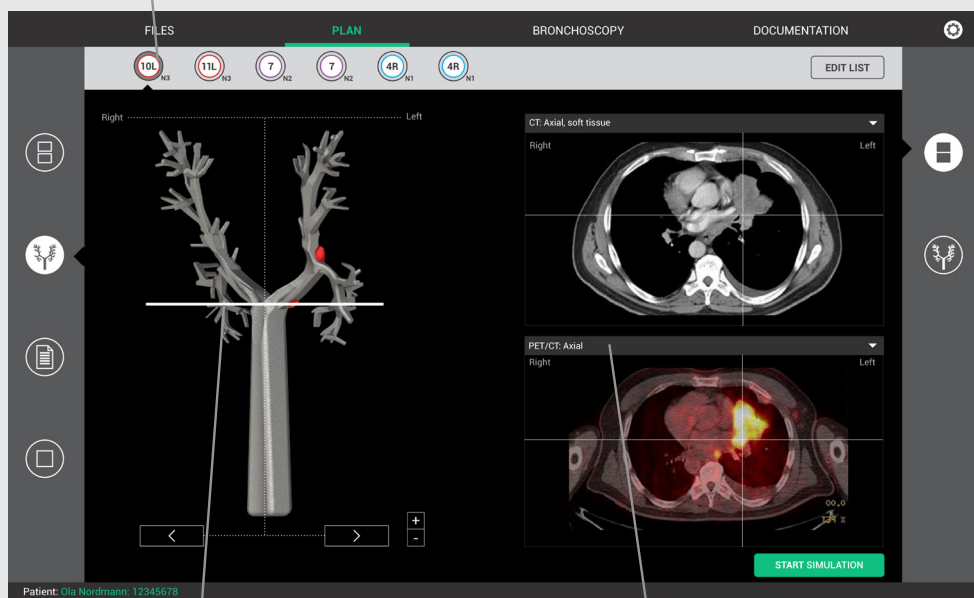
Bilde 85: Filoplastingssiden.

PLAN

Inneholder informasjon som skal støtte forberedelsen før en EBUS-bronkoskopi.

Markering

Markerer lymfeknuten som bildene visualiserer.



Markering

Mulighet å dra linjen og dermed styre hvilken del av luftveiene de andre visualiseringene presenterer.

Valg av snittbilde

Brukeren kan velge hvilke bildetyper de ønsker å se ved å klikke på feltet over bildet, få en nedtrekksmeny og velge ønsket bilde fra menyen.

Bilde 86: Planleggings siden.



Skriftlig info

Når brukeren holder pilen over ikonene kommer en skriftlig beskrivelse av ikonet til syne.

Nedtrekksmeny

Brukeren kan velge hvilke snittbilder de ønsker å se ved å velge dem i nedtrekksmenyen.



Bilde 87: Planleggingssiden.

BRONCHOSCOPY

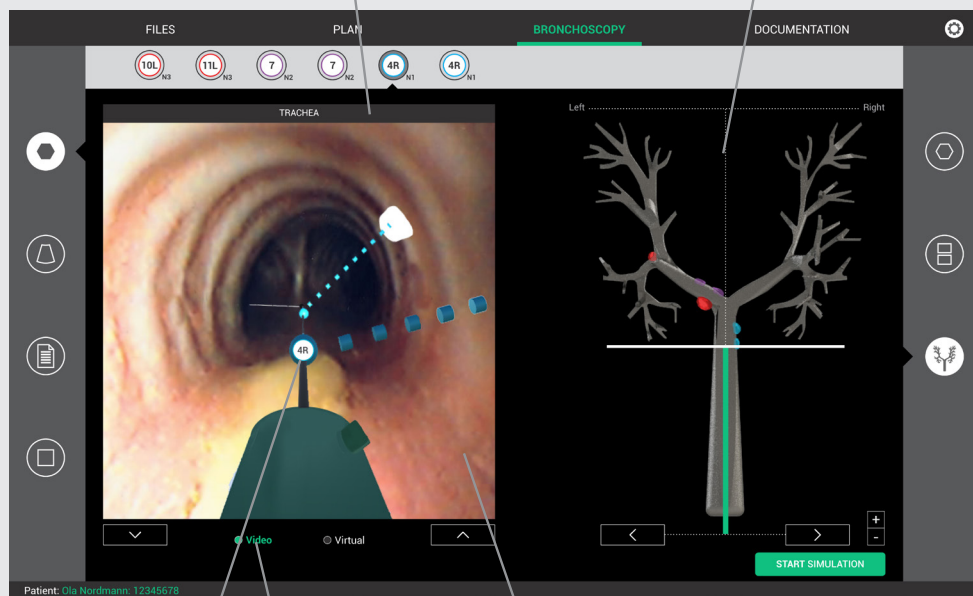
Presenterer den foreslåtte listen med knuter, miljøet i 3D og tradisjonelle snittbilder.

Skriftlig informasjon

Skriftlig informasjon om posisjonen som bronkoskopet har i luftveiene.

Oversiktsmodell

En modell av luftveiene med markering av de lymfeknutene som skal stikkes, med markering av posisjonen til bronkoskopet.



Markering

Navnsetting av lymfeknutene i miljøet.

Valg

Brukeren kan velge å se miljøet i mixed reality eller i en virtuell framstilling.

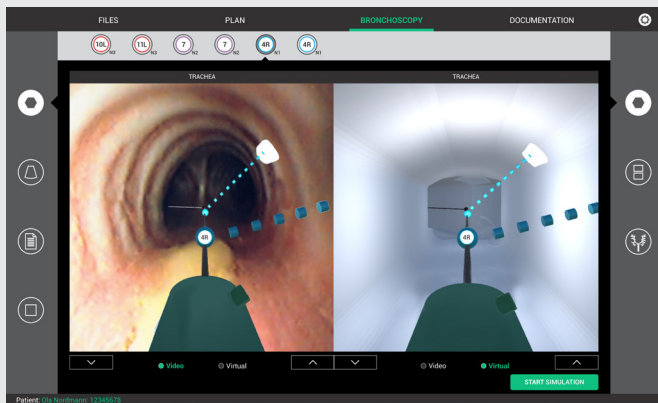
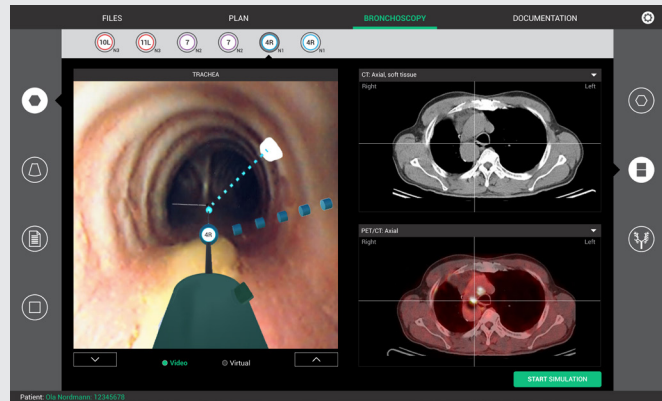
Visuell informasjon

Mixed reality, videobildet fra bronkoskopet med navigasjonsinformasjon lagt inn i miljøet.

Bilde 88: Virtuell bronkoskopi.

Snittbilder

Brukeren kan velge å se mixed reality bildet fra luftveiene og ha snittbildene for å holde oversikt over posisjon. Dette kan være verdifullt for lungelegene med mye bronkoskopierfaring.

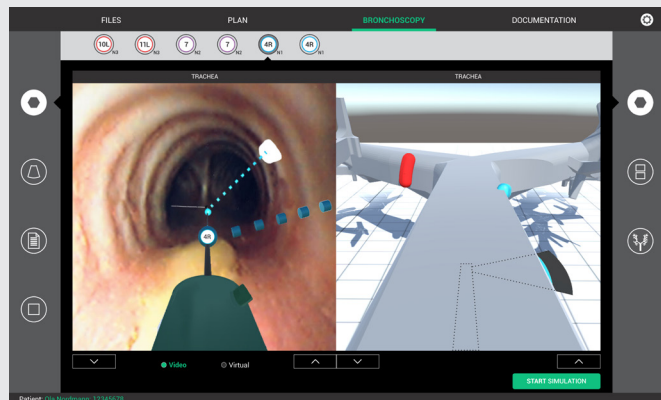


Virtuelt miljø

Brukeren kan velge å se mixed reality bildet fra luftveiene og den virtuelle bronkoskopien. Dette kan være verdifullt dersom videobildet blir dekket underveis, f.eks. av slim eller blod, lungelegen kan da navigere utifra informasjonen fra det virtuelle miljøet.

Excoentric

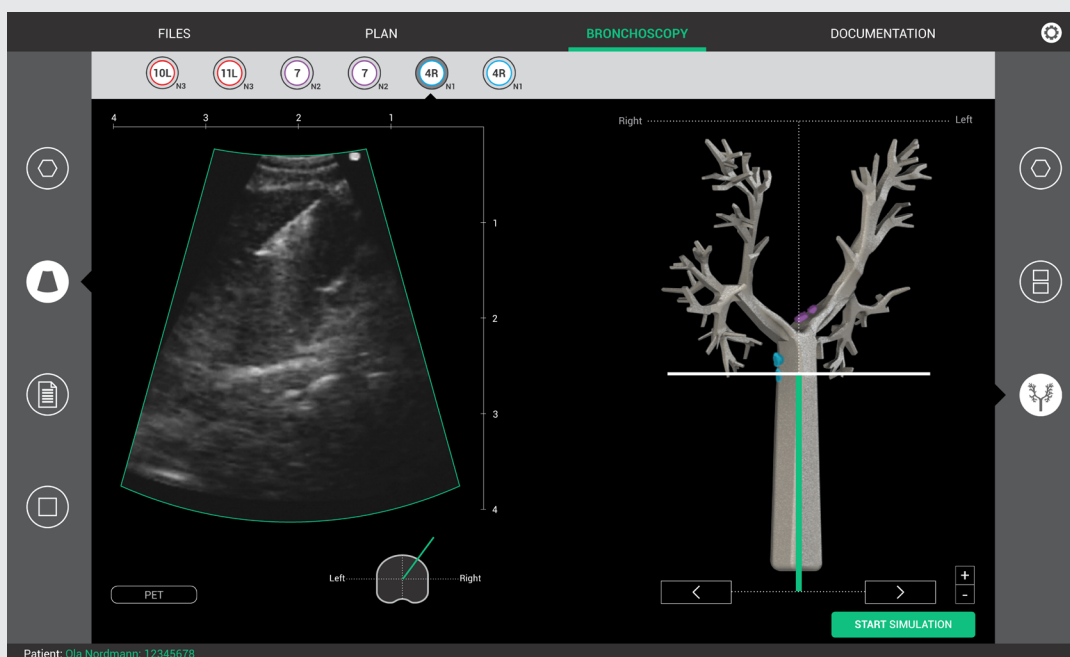
Brukeren kan velge å se mixed reality bildet og den virtuelle bronkoskopien sett ovenfra. Dette viser orienteringen til bronkoskopet i forhold til luftveienes utstrekning. Dette kan støtte lungeleger med lite bronkoskopierfaring i å se tredimensjonale sammenhenger mellom luftveiene og lymfeknutenes posisjoner.



Bilde 89: Navigasjonsstøtte.

Ultral lyd

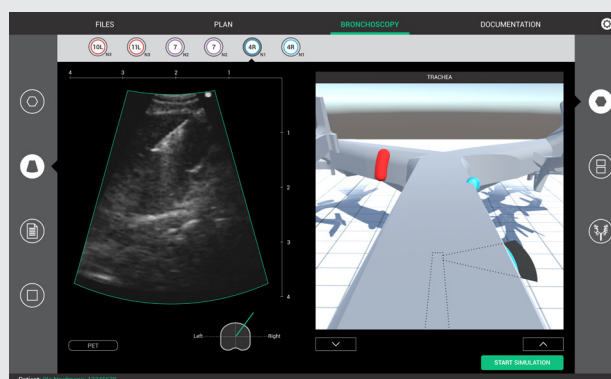
Når en knute skal stikkes, kan brukeren benytte seg av ultralydbildet på samme måte som tidligere praksis. I tillegg til ultralydbildet kan Fraxinus excelsior presentere en oversiktsvisualisering slik lungelegen beholder situasjonsforståelsen under utførelsen av presisjonsoppgaven.



Fraxinus excelsior tilbyr ulike visualiseringer som lungelegen kan benytte seg av som oversiktsmodell under utførelsen av presisjonsoppgaven.

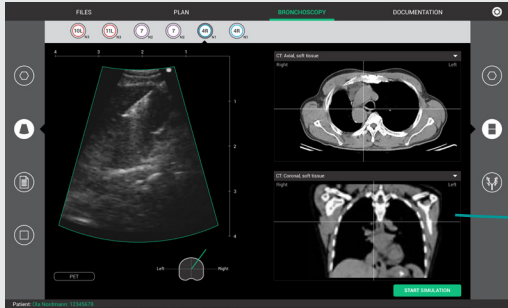
Oversikt sett ovenfra

Brukeren ser luftveiene i 3D, med markering av knuter og bronkoskopets posisjon.



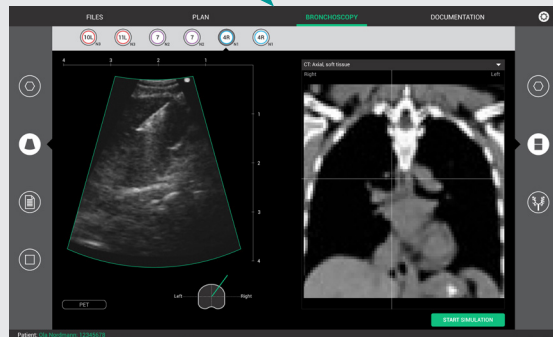
Bilde 90: Presisjonsstøtte

Zoom

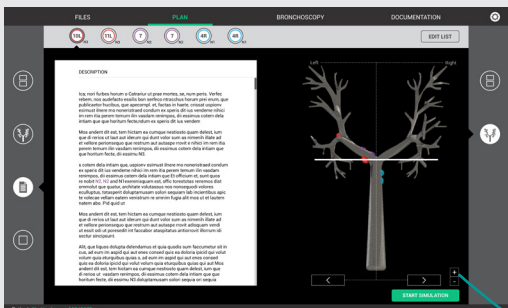


Snittbilder er en oversikts-visualisering som lungelegene kjenner fra tradisjonell praksis.

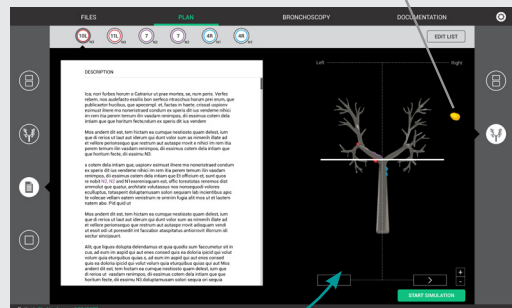
Brukeren kan dobbeltklikke på bildet for å gjøre det større, for å se detaljer.



Primærtumor

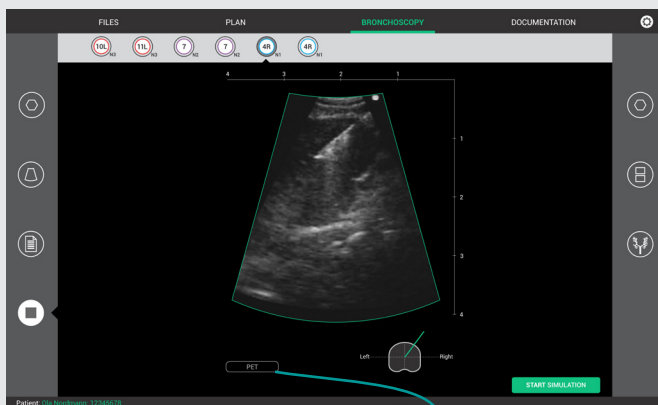
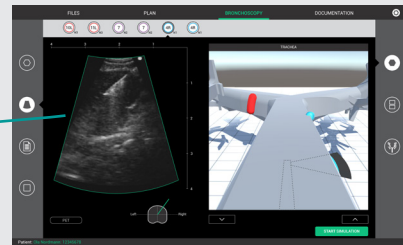


Brukeren kan zoome i 3D modellen av de segmenterte luftveiene, lymfeknutene og primærtumor ved å klikke på "+/-"-knappene. Dette er verdifullt dersom brukeren vil se nærmere på et visst område eller om primærtumor ligger langt fra luftveien.

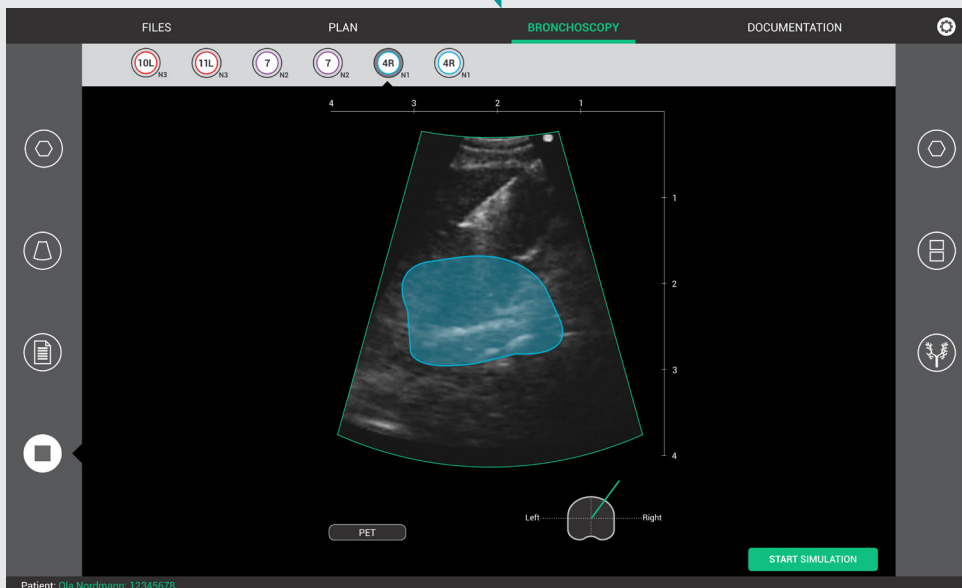


Bilde 91: Presisjonsstøtte.

Dersom brukeren dobbeltklikker på visualiseringen blir den forstørret i grensesnittet.

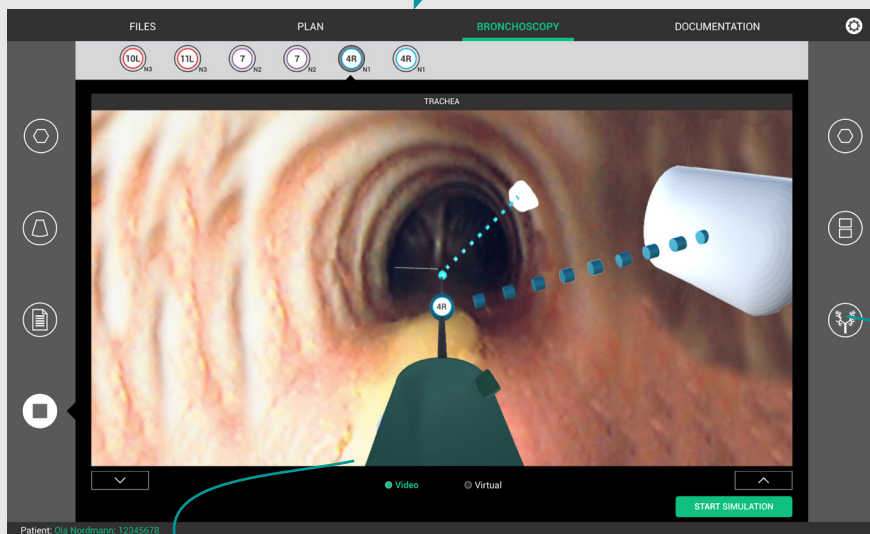
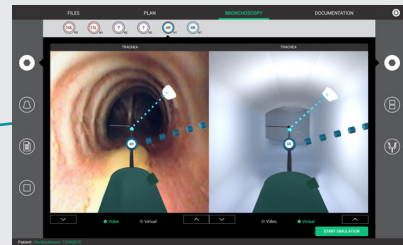


Brukeren kan trykke på "PET"-knappen for å se områdene med høy SUV verdi markert på ultralydbildet.

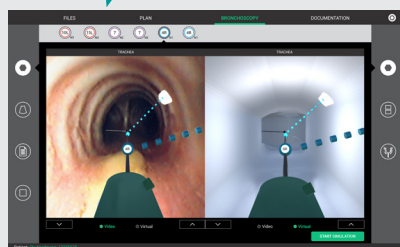


Bilde 92: Presisjonsstøtte

Dersom brukeren dobbeltklikker på visualiseringen blir den forstørret i grensesnittet.



Brukeren kan gå ut av denne modusen ved å klikke på ønsket visualisering i sidemenyen.



Brukeren kan også gå tilbake ved å dobbeltklikke på fullskjermbildet og det går tilbake til det originale formatet.

Bilde 93: fullskjermmodus.

DOCUMENTATION

En organisering og systematisering av informasjon fra EBUS - bronkoskopien sammen med beskrivelse, snittbilder og 3D modellen av luftveiene til pasienten.

Informasjon

Informasjon om hvilket sykehus bronkoskopien ble gjennomført på og om lungelegen som gjennomførte bronkoskopien.

The screenshot displays a software interface with the following components:

- PATIENTS** sidebar on the left with a search bar and a list of patients including Ola Nordmann (12345678), Karl Karison (11111111), Per Bakkerud (23313221), and Kristin Husby (98379928).
- PLAN** section showing patient details: Hospital: St. Olavs hospital, Physician: Jens Pettersen, and a table of findings.
- BRONCHOSCOPY** and **DOCUMENTATION** tabs at the top right.
- Medical Images** on the right showing CT and PET/CT scans.
- Buttons** at the bottom: Edit information, Export to PDF, and Save and finish.

ZONE	SIZE	Measured	SAMPLES	Representative	More info
10L K2	15mm	Automatic from CT	#4	#2	
11L K2	10mm	Automatic from CT	#3	#2	
7 K2	8 mm	Automatic from CT	#2	#2	
7 K2	10mm	Automatic from CT	#3	#1	
4R K1	7 mm	Automatic from CT	#2	#1	
4R K1	15mm	Automatic from CT	#4	#2	

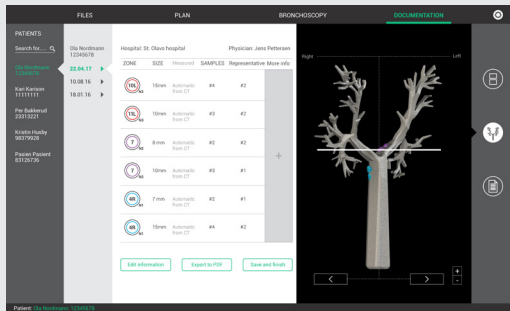
Liste

Inneholder informasjon om knutene som det ble tatt celleprøve av under bronkoskopien, deres størrelse, antallet prøver som ble tatt og hvilke av disse prøvene som var representative.

Tilleggsinformasjon

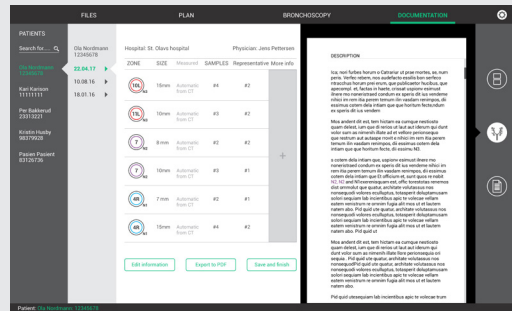
Mulighet for å se detaljer.

Bilde 94: Dokumentasjon



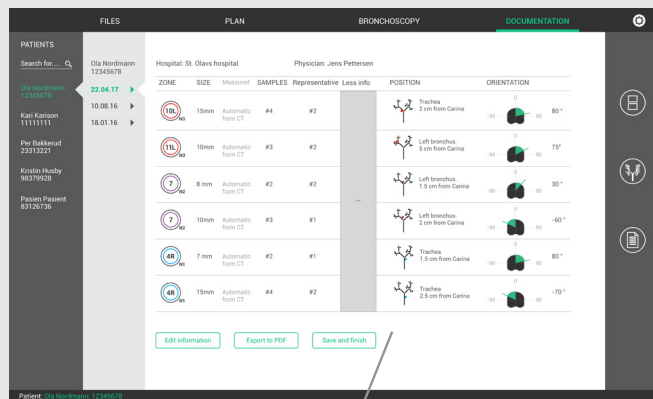
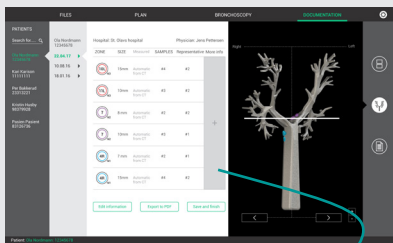
Modellen

I dokumentasjonsdelen kan brukeren se modellen av luftveiene til pasienten i tillegg til dokumentasjonen fra bronkoskopian.



Skriftlig beskrivelse

I dokumentasjonsdelen kan brukeren se beskrivelsen fra røntgenlegen og henvisningen av pasienten i tillegg til dokumentasjonen fra bronkoskopian.



Ekstra informasjon

Dersom brukeren ønsker en beskrivelse av posisjonene til lymfeknutene som ble sjekket i tillegg til sonenavnet kan de nå denne informasjonen ved å trykke på "+" tegnene.

Bilde 95: Detaljer på forespørsel.

SCENARIO

METODEBESKRIVELSE: SCENARIO

Et scenario er et troverdig narrativ av en brukeropplevelse i samhandling med et system (Hanington, m.fl. 2012). Scenarier er ofte bruk for å visualisere hvordan et grensesnitt potensielt kan

benyttes av brukergruppen i en reell situasjon. Personas brukes i scenarier for å visualisere brukskonteksten av det endelige produktet som designes.



Bilde 96: Endelig grensesnitt.

SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



Sindre skal gjennomføre en EBUS-bronkoskopi.



Sindre skal støttes av Kristin under EBUS-bronkoskopien.



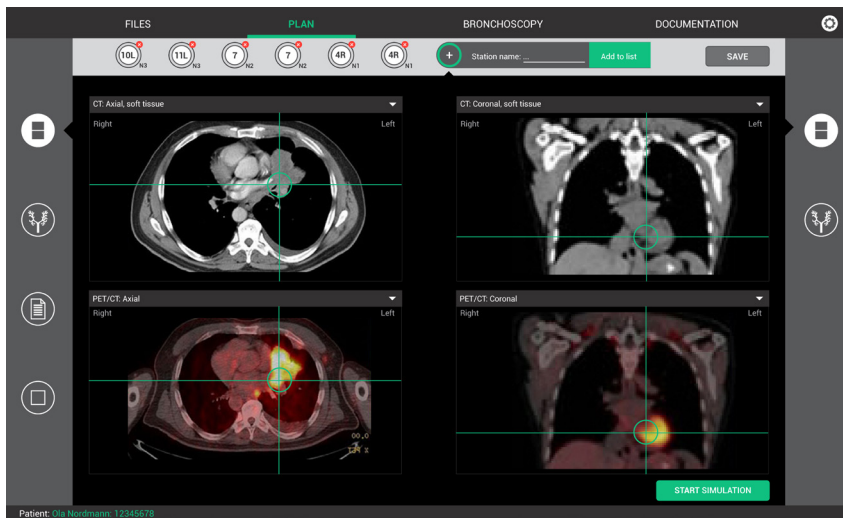
Kristin, ser over CT og PET/CT bildene av pasienten som Sindre skal bronkoskopere. Kristin evaluerer lista med lymfeknuter som Fraxinus Excelsior foreslår at bør sjekkes under EBUS-bronkoskopien.



SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

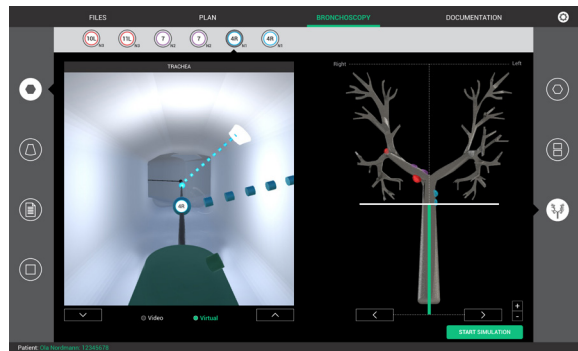


Kristin ønsker å endre på listen som er foreslått. Hun fjerner en av de foreslåtte lymfeknutene ved å trykke på "EDIT LIST"-knappen og på det røde krysset på knuten hun ønsker å fjerne.



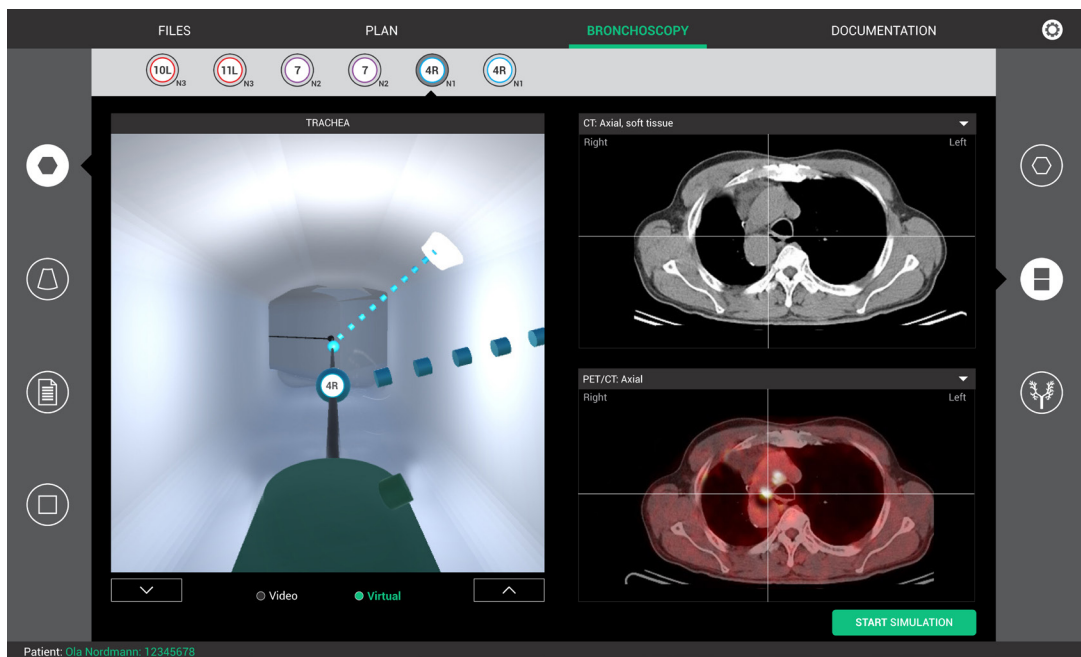
For å legge til en ny lymfeknute trykker Kristin på "legg til"-ikonet, hun markerer posisjonen til knuten i snittbildene og noterer navnet på sonen og trykker på "Add to list"-knappen, og knuten blir lagt til i listen. Kristin lagrer endringene i listen ved å trykke på "SAVE"-knappen.

SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

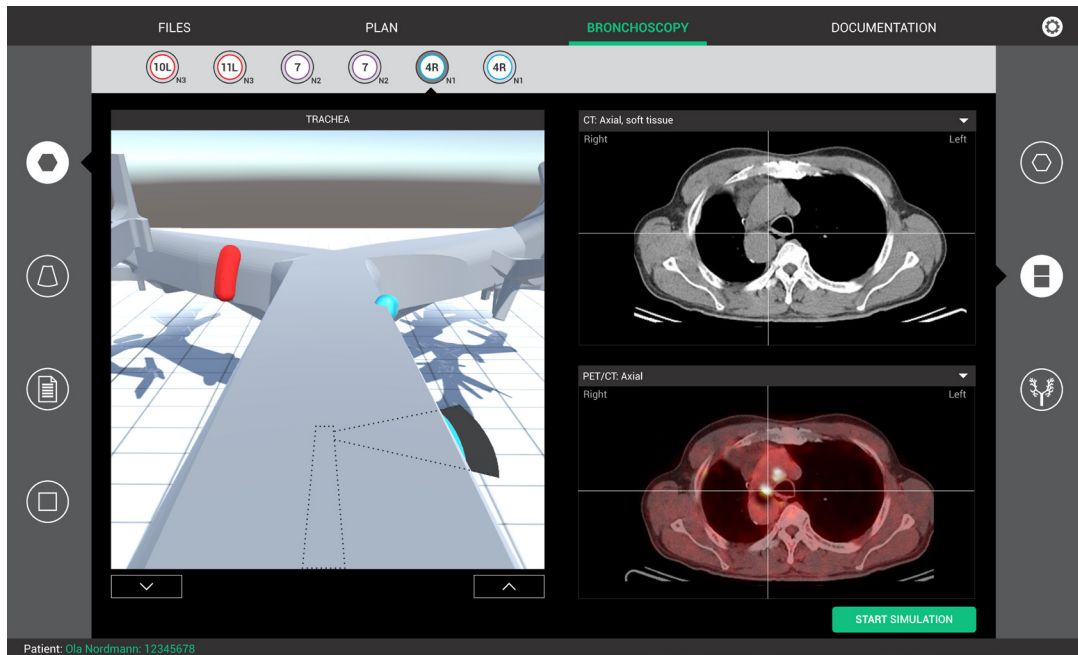


Sindre bruker Fraxinus excelsior til å forberede seg til bronkoscopien. Han ser over listen som Kristin har rettet på, og gjennomfører en virtuell bronkoskopi for å se hvordan miljøet vil se ut.

Med Fraxinus excelsior kan Sindre lære seg sammenhengen mellom snittbildene og de tredimensjonale luftveiene.



SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



Etter å ha gjennomført en virtuell bronkoskopi har Sindre fått forståelse av hvordan han skal styre EBUS bronkoskopet for å nå de riktige lymfeknutene.

Han gjør seg klar til bronkoskopien ved å ta på seg utstyr og går inn på operasjonsstuen.

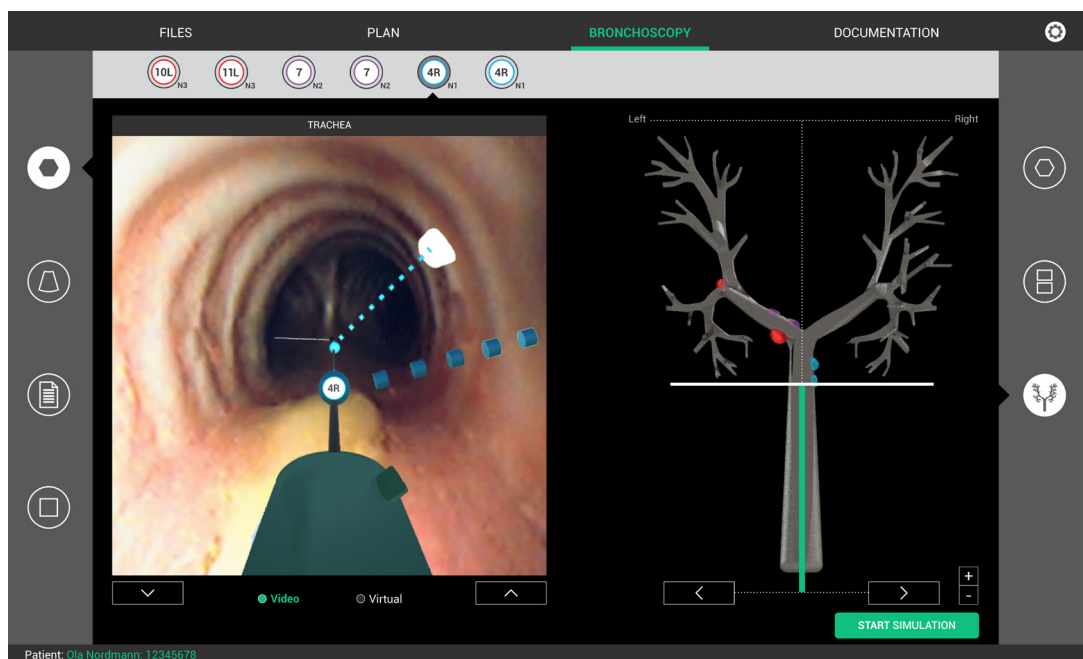


SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



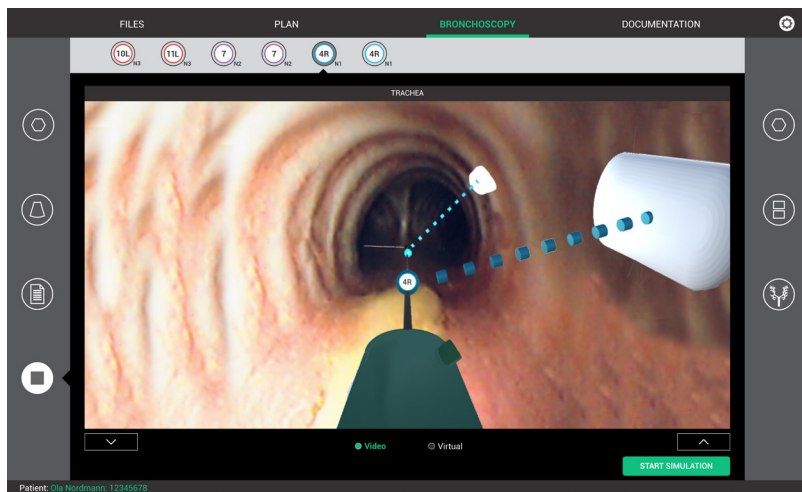
Sindre bedøver pasientens luftveier og starter deretter EBUS-bronkoskopien. Under bronkoskopien har han listen med lymfeknuter synlig, slik han ikke trenger å huske alle knutene, men kan konsentrere seg om å styre bronkoskopet ned til riktig sone.

Kristin er tilstede på operasjonsstuen. For å støtte Sindre dersom han har behov for dette.



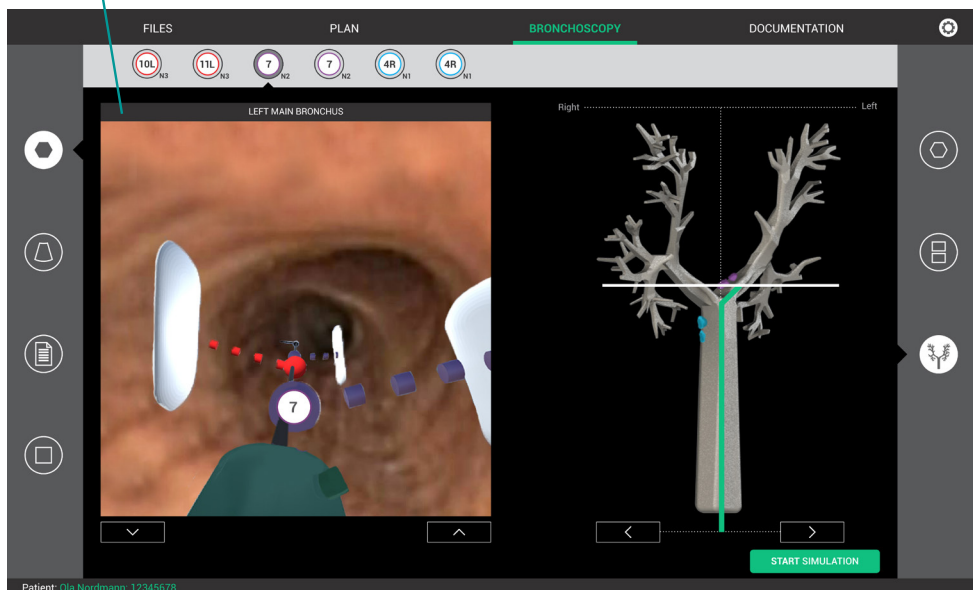
Sindre bruker et bronkoskop med sanntidssporing. Han kan dermed få informasjon om ruten han bør følge og områdene han bør stikke i sammen med videobildet fra bronkoskopet. Dette fungerer som en navigasjonsstøtte for å nå riktig sone.

SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



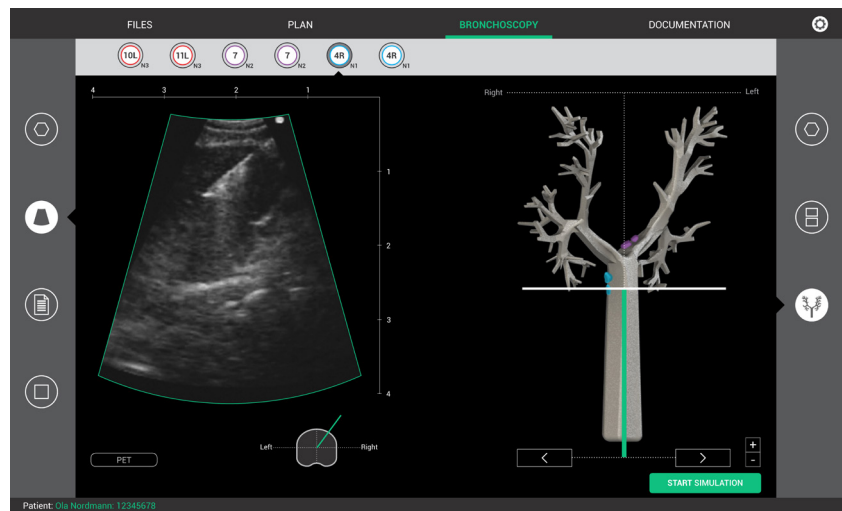
Sindre kan se en visualisering på hele skjermen ved å dobbeltklikke på ønsket visualisering.

Skriftlig informasjon om posisjonen.

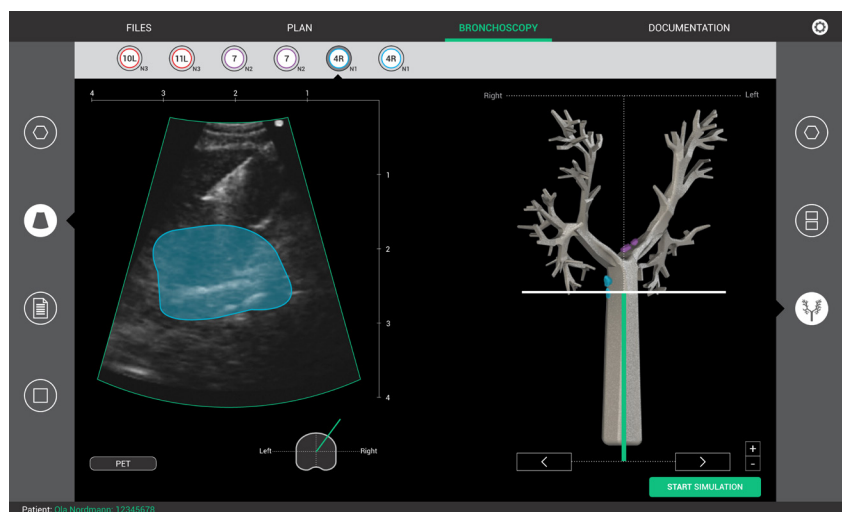


Modellene responderer på bevegelsen av bronkosopet og visualiserer bronkoskopets posisjon og anbefaler hvor Sindre bør stikke.

SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

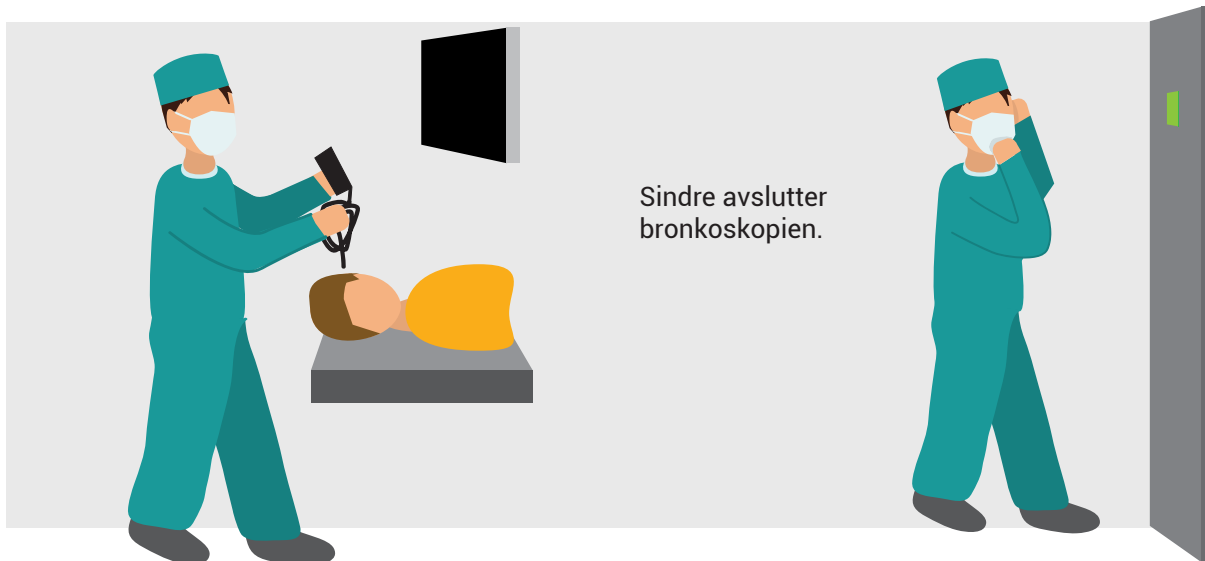


Når Sindre har styrt bronkoskopet ned til riktig sone, bytter han videobildet slik han ser 3D visualiseringen av luftveiene sammen med ultralydbildet. Han kan dermed holde oversikten over bronkoskopets posisjon mens han lirker skopet for å se lymfeknutene i ultralydbildet.



Etter å ha fått en lymfeknute i sikte av ultralydbildet skruv Sindre på Fraxinus Excelsiors forslag til hvor det er høy cellulær aktivitet ved å trykke på "PET"-knappen. Sindre ser at det er høy aktivitet i den lymfeknuten han har i sikte, så han velger å stikke i knuten for å ta en celleprøve som sendes til videre vurdering.

SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



PATIENTS	FILES	PLAN	BRONCHOSCOPY	DOCUMENTATION
Search for...	Ola Nordmann 12345678	Hospital: St. Olavs hospital	Physician: Jens Pettersen	CT Axial, soft tissue
Ola Nordmann 12345678	22.04.17			Right
Kari Kariason 11111111	10.08.16			Left
Pet Bakkedal 23313221	18.01.16			
Kristin Husby 98379928				
Pasien Patient 03126736				

ZONE	SIZE	Measured	SAMPLES	Representative	More info
10	15mm	Automatic from CT	#4	#2	
11	10mm	Automatic from CT	#3	#2	
7	8 mm	Automatic from CT	#2	#2	
7	10mm	Automatic from CT	#3	#1	
4B	7 mm	Automatic from CT	#2	#1	
4B	15mm	Automatic from CT	#4	#2	

Buttons: Edit information, Export to PDF, Save and finish

Patient: Ola Nordmann, 12345678

Fraxinus excelsior har generert en liste med informasjon om lymfeknutene som ble stukket under bronkoskopi utifra bildene. Sindre ser over listen, noterer hvilke av prøvene som var representative og justerer noen av målene.

SCENARIO 1 - LUNGELEGE MED LITE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

The screenshot shows a software interface with the following components:

- FILES**: Patient list including Ola Nordmann (12345678), Kari Karison (11111111), Per Bakkerud (23313221), Kristin Husby (98379928), and Pasien Pasient (83126736).
- PLAN**: Hospital: St. Olavs hospital, Physician: Jens Pettersen.
- BRONCHOSCOPY**: A table of zones with columns for ZONE, SIZE, Measured, SAMPLES, Representative, and More info.
- DOCUMENTATION**: CT: Axial, soft tissue and PET/CT: Axial scans.

ZONE	SIZE	Measured	SAMPLES	Representative	More info
10L _{N3}	15mm	Automatic from CT	#4	#2	
11L _{N3}	10mm	Automatic from CT	#3	#2	
7 _{N2}	8 mm	Automatic from CT	#2	#2	
7 _{N2}	10mm	Automatic from CT	#3	#1	
4R _{N1}	7 mm	Automatic from CT	#2	#1	
4R _{N1}	15mm	Automatic from CT	#4	#2	

Buttons: Edit information, Export to PDF, Save and finish.

Patient: Ola Nordmann, 12345678

Sindre eksporterer listen med informasjon om hvilke knuter som ble stukket under bronkoskopi og lagrer listen i pasientjournalen.

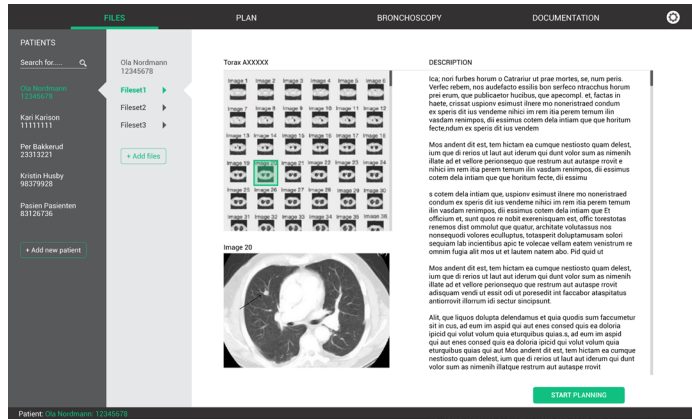
Hospital: St. Olavs hospital Physician: Jens Pettersen

ZONE	SIZE	Measured	SAMPLES	Representative	More info
10L _{N3}	15mm	Automatic from CT	#4	#2	
11L _{N3}	10mm	Automatic from CT	#3	#2	
7 _{N2}	8 mm	Automatic from CT	#2	#2	
7 _{N2}	10mm	Automatic from CT	#3	#1	
4R _{N1}	7 mm	Automatic from CT	#2	#1	
4R _{N1}	15mm	Automatic from CT	#4	#2	

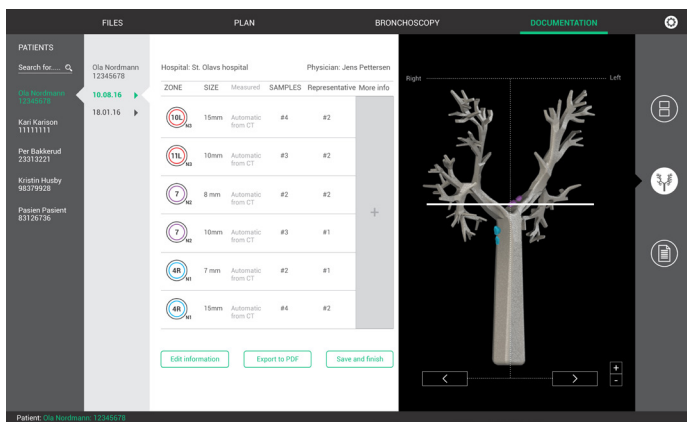
SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



Kristin skal gjennomføre en EBUS-bronkoskopi. På grunn av begrenset tid må hun legge planen for bronkoskopi den dagen før hun gjennomfører EBUS-bronkoskopi.

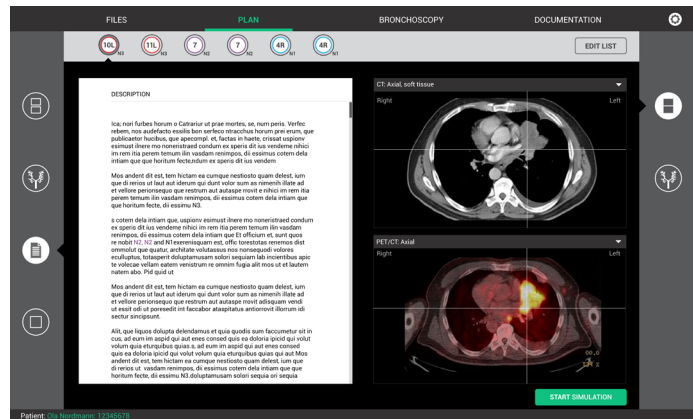
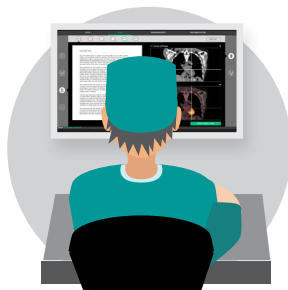


Kristin skal gjennomføre en EBUS-bronkoskopi på en pasient som allerede har vært gjennom en EBUS-bronkoskopi. Den forrige bronkoskopi ble gjennomført på et annet sykehus. Hun leser henvisningen av pasienten.



Hun går inn på dokumentasjonsdelen av Fraxinus excelsior og leser over hva som ble gjort sist bronkoskopi.

SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

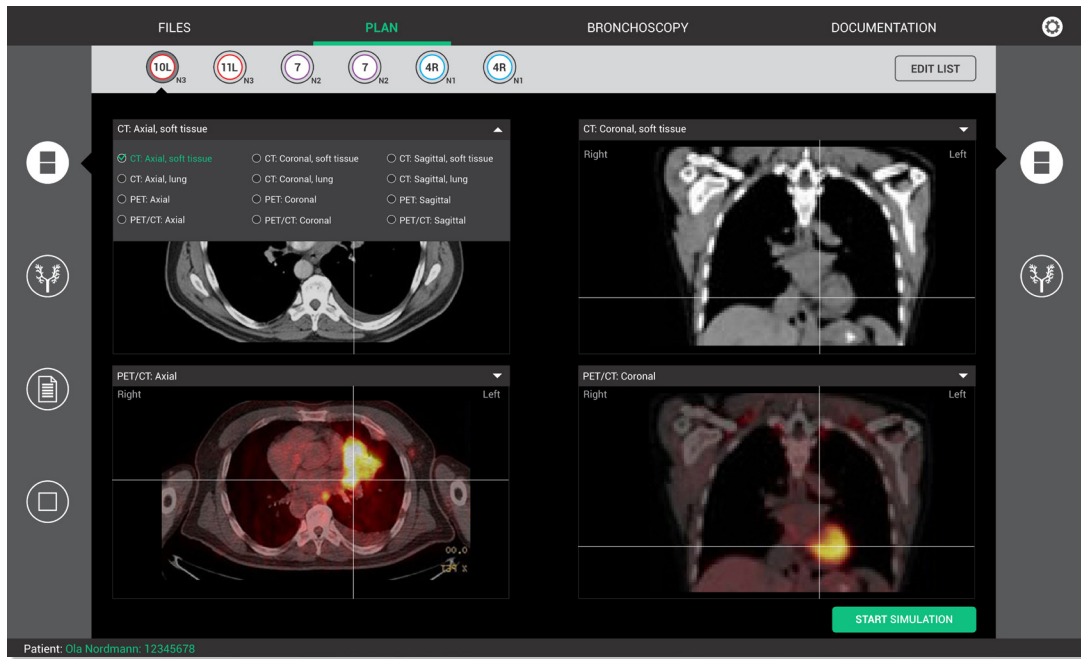


Kristin leser henvisningen og beskrivelsen fra røntgenlegen.



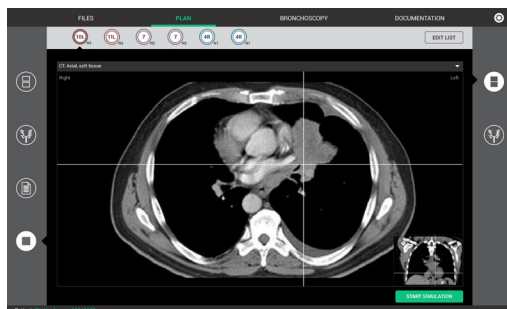
Hun ser over de nye CT og PET/CT bildene av pasienten. Kristin evaluerer lista med lymfeknuter som Fraxinus Excelsior foreslår bør evalueres under EBUS-bronkoskopien.

SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



Kristin velger hvilket snittbilde hun ønsker å se ved å trykke på pil ikonet over bildet hun ønsker å endre og velger hvilket snitt og bildetype hun ønsker i nedtrekksmenyen. Denne informasjonen blir lagret slik Kristin ser disse bildene neste gang hun bruker systemet.

Kristin dobbeltklikker på CT bildet. Fraxinus excelsior forstørrer dermed bildet slik hun kan se detaljer.



SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

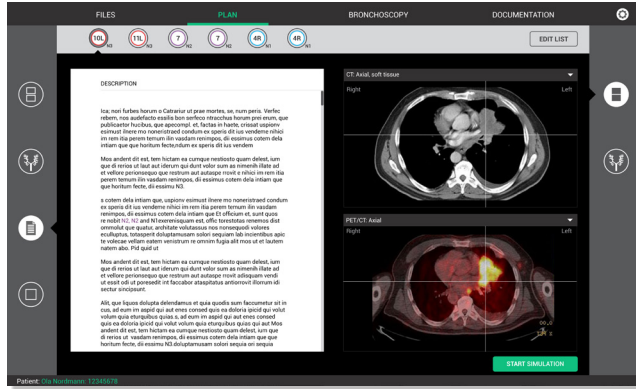


Kristin ønsker å endre på listen som er foreslått. Hun fjerner et par av de foreslåtte lymfeknutene ved å trykke på "EDIT LIST"-knappen og på de røde kryssene over knutene hun vil fjerne. Hun lagrer listen slik hun kan bruke den neste dag ved å trykke på "SAVE"-knappen.

Kristin ankommer dagen etter for å gjennomføre EBUS-bronkoscopien. Tidligere på dagen har hun gjennomført en annen bronkoscopi og snakket med andre pasienter før denne EBUS-bronkoscopien.



SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

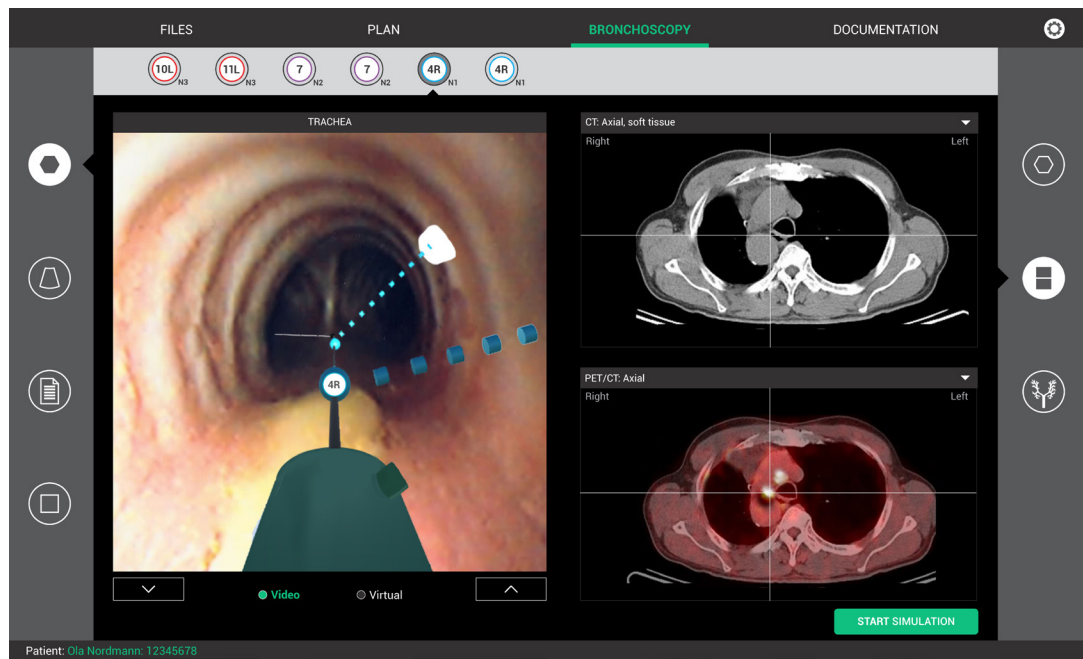


Kristin har 3 minutter på å friske opp planen hun la dagen før. Listen med knuter i Fraxinus excelsior støtter henne i å bekrefte planen sin raskt.



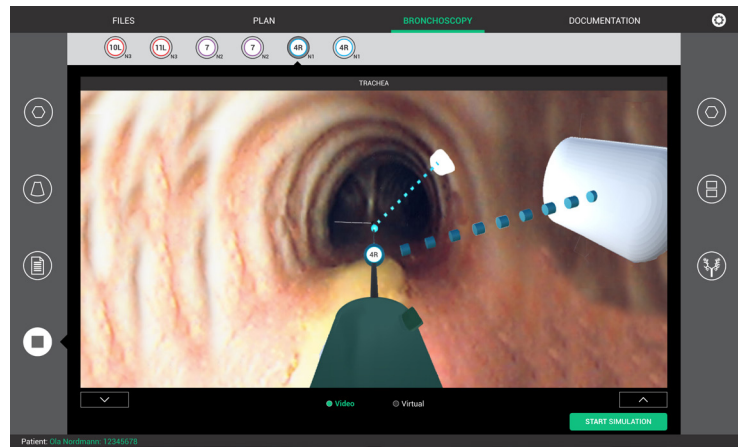
En sykepleier triller inn pasienten som er bedøvet. Kristin snakker med pasienten og sykepleierne. Hun starter deretter bronkoskopi med å bedøve pasientens luftveier med et vanlig bronkoskop. Deretter bytter hun bronkoskop og starter EBUS-bronkoskopi.

SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

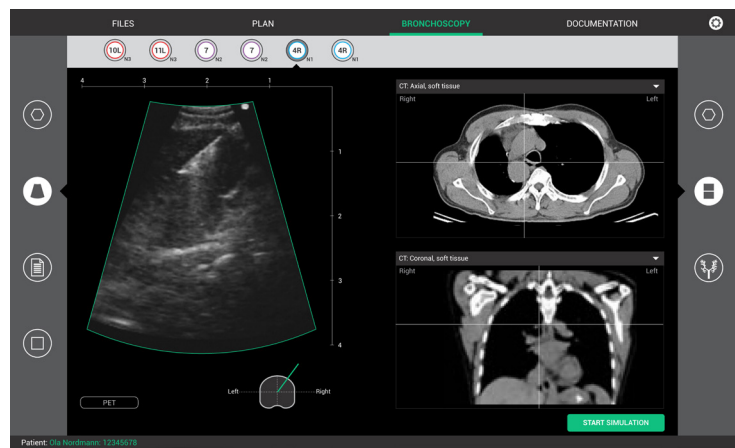
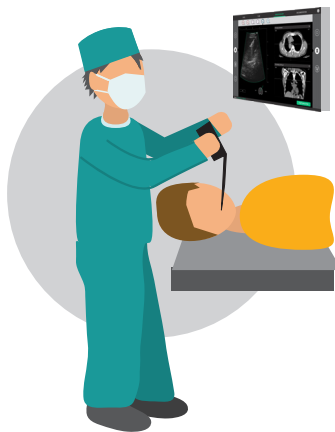


Kristin må skifte oppmerksomheten sin mellom skjermen, bronkokopet, pasienten og sykepleierne når de kommer med medisiner og utstyr. Fraxinus excelsior visualiserer posisjonen både visuelt og skriftlig, slik Kristin lett reorienterer seg etter oppmerksomhetsskifting.

SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

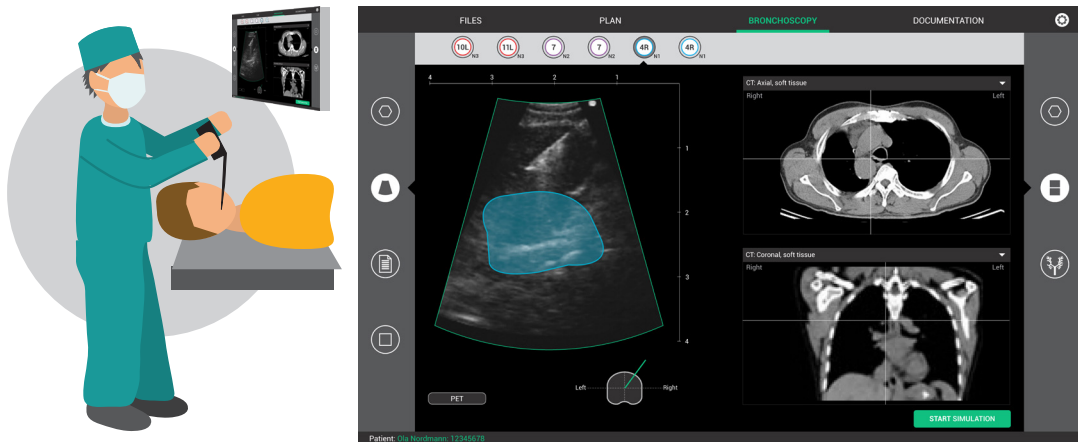


For å få fullt fokus på navigasjonsoppgaven åpner Kristin bildet med videoen som er presentert i mixed reality med navigasjonsstøtten plassert i videobildet.



Når Kristin har styrt bronkoskopet ned til riktig sone, bytter hun visualiseringene slik hun ser ultralydbildet. Hun åpner også snittbildene slik hun kan beholde oversikten over bronkoskopets posisjon mens hun lirker skopet for å se lymfeknutene i ultralydbildet.

SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



Etter å ha fått en lymfeknute i sikte av ultralydbilde skur Kristin på Fraxinus Excelsiors forslag til hvor det er høy cellulær aktivitet. Hun kan dermed få en presis tilbakemelding av systemet om at hun har siktet på riktig område. Hun tar dermed prøve av lymfeknuten med større sikkerhet om at hun har tatt prøve av riktig knute.



SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING



The screenshot shows the 'DOCUMENTATION' tab of the software. On the left, a 'PATIENTS' list includes Ola Nordmann (12345678), Kari Karison (11111111), Per Bakkerud (23312221), Kristin Husby (98379928), and Pasien Patient (83126736). The main area displays a table of lymph node samples with columns for ZONE, SIZE, Measured, SAMPLES, Representative, and More info. To the right, there are two image windows: 'CT Axial, soft tissue' and 'PET/CT Axial', both showing cross-sectional views of the chest.

ZONE	SIZE	Measured	SAMPLES	Representative	More info
10L _{ca}	15mm	Automatic from CT	#4	#2	
11L _{ca}	10mm	Automatic from CT	#3	#2	
7 _{ca}	8 mm	Automatic from CT	#2	#2	
7 _{ca}	10mm	Automatic from CT	#3	#1	
4R _{ca}	7 mm	Automatic from CT	#2	#1	
4R _{ca}	15mm	Automatic from CT	#4	#2	

Fraxinus excelsior har generert en liste med informasjon om lymfeknutene som ble stukket under bronkoskopi utifra bildene. Kristin ser over listen, noterer hvilke av prøvene som var representative og justerer noen av målene.

This screenshot shows a more detailed view of the lymph node samples table. It includes columns for POSITION and ORIENTATION, along with small anatomical diagrams of the bronchial tree. The 'POSITION' column shows the location relative to the Carina (e.g., Trachea 2 cm from Carina, Left bronchus, 5 cm from Carina). The 'ORIENTATION' column shows angles in degrees (e.g., 80°, 75°, 30°, -60°, 80°, -70°).

ZONE	SIZE	Measured	SAMPLES	Representative	Less info	POSITION	ORIENTATION
10L _{ca}	15mm	Automatic from CT	#4	#2		Trachea 2 cm from Carina	0° / 90° / 80°
11L _{ca}	10mm	Automatic from CT	#3	#2		Left bronchus, 5 cm from Carina	0° / 90° / 75°
7 _{ca}	8 mm	Automatic from CT	#2	#2		Left bronchus, 1.5 cm from Carina	0° / 90° / 30°
7 _{ca}	10mm	Automatic from CT	#3	#1		Left bronchus, 2 cm from Carina	0° / 90° / -60°
4R _{ca}	7 mm	Automatic from CT	#2	#1		Trachea 1.5 cm from Carina	0° / 90° / 80°
4R _{ca}	15mm	Automatic from CT	#4	#2		Trachea 2.5 cm from Carina	0° / 90° / -70°

I listen kan Kristin gå inn og se informasjonen om bronkoskopi som er registrert av Fraxinus Excelsior, hun kan også gå inn å endre på informasjonen direkte i lista ved å høyreklikke på den spesifikke informasjonen hun ønsker å endre.

SCENARIO 2 - LUNGELEGE MED MYE EBUS-BRONKOSKOPIERFARING

Export to PDF

Kristin eksporterer listen med informasjon om hvilke knuter som ble stukket under bronkoskopien og lagrer listen i pasientjournalen.

Kristin bruker dokumentasjonssiden av Fraxinus excelsior under Thoraxmøte for å presentere pasienten for andre eksperter under drøftingen og utredning av behandling av pasienten.



Andre leger og eksperter som jobber med pasienten kan nå informasjonen fra EBUS-bronkoskopien ved å bruke Fraxinus excelsior.



Bilde 97: Sykehusgang.

Kapittel 8

REFLEKSJON OG KONKLUSJON

Brukersentrert design i utviklingen av medisinske arbeidsverktøy.

REFLEKSJON

“

Den beste vaksinen mot å bruke ny teknologi er situasjoner der du prøver, systemet ikke fungerer og du føler deg dum.”

- Sveinung Tornås, Innovasjonssjef, Sunnaas Sykehus HF, Helseteknologikonferansen 2017

En av hovedgrunnene til at ny teknologi innen helse ofte møter motstand fra brukergruppen er at det ikke er designet med hensyn til deres behov og situasjon (Sittig m.fl., 2008). EBUS-bronkoskopi er en kompleks oppgave. Fraxinus Excelsior skal være et verktøy som skal forenkle utførelsen av EBUS-bronkoskopi. Programvaren skal være enkel i seg selv å bruke, selv om den støtter utførelsen av en kompleks oppgave. For at Fraxinus Excelsior skal bli godtatt og dermed

gi verdi, må brukeren kunne benytte seg av programmet uten å bruke mer tid og energi enn nødvendig på å lære seg programmet. Det er derfor viktig å basere utformingen av grensesnittet på brukerens behov, miljø og situasjon. Brukersentrert designmetodikk var derfor en naturlig tilnærming til dette prosjektet. De kvalitative metodene innenfor brukersentrert design ga innblikk i lungelegenes arbeidshverdag, situasjon, kompetanse og utfordringer.

BRUKERSENTRERT DESIGN I UTVIKLINGEN AV ARBEIDSVERKTØY

Brukersentrert design er en tilnærming til utvikling som er utbredt i utformingen av kommersielle produkter som for eksempel mobilapplikasjoner, nettsider og spill. Brukersentrert design brukes også for å designe arbeidsverktøy. I utviklingen av arbeidsverktøy støter man på andre utfordringer enn de man møter i designprosessen av kommersielle produkter:

- Arbeidsverktøy designer man ofte for en brukergruppe med kunnskap om domenet, som utenforstående ikke har, som de har opparbeidet gjennom erfaring.
- Brukergruppen bruker ofte ord

og begreper som er ukjent for utenforstående.

- I utviklingen av arbeidsverktøy designer man ofte for en mindre gruppe mennesker enn den de kommersielle produkter designes for.
- Sluttproduktet som designes vil påvirke og bli påvirket av hvordan brukergruppen tidligere har gjennomført arbeidsoppgaver, det er derfor viktig å kjenne brukerne, arbeidet og konteksten.

Disse utfordringene møter man i utviklingen av arbeidsverktøy i flere ulike domener. Utviklingen av klinisk beslutningsstøtteverktøy er ikke et unntak (Martikainen m.fl., 2010).

BRUKERSENTRERT DESIGN I HELSESEKTOREN

Klinikere er en brukergruppe som er eksperter på sitt felt. De har domenekunnskap og bruker ofte begreper og terminologi som er ukjent for utenforstående. I tillegg til at termenologien som benyttes er ukjent, er også arbeidsoppgavene som brukergruppen gjennomfører ukjente for utenforstående. Helsesektoren er i tillegg en svært sammensatt og kompleks kontekst. Det tok ikke lang tid med innsikt før utallige spørsmål, usikkerheter og problemstillinger dukket opp.

Brukerens arbeidsflyt var vanskelig å forstå uten å kunne medisinske begreper og ha medisinsk kunnskap om prosedyren. Denne informasjonen tilegnet jeg ved observasjon, intervjuer og en rekke spørsmål til min produktveileder, i tillegg til research om lungene, luftveiene, lungekreft, lymfesystemet, spredning av kreft, CT, PET og PET/CT, bronkoskopi og EBUS-bronkoskopi.

For å strukturere og fokusere den brukersentrerte designprosessen valgte jeg å jobbe etter rammeverket beslutningssentret design. Dette rammeverket konsentrerer designfokus på den spesifikke oppgaven som skal gjennomføres. Rammeverkets bruk av kognitiv oppgaveanalyse var verdifullt for å bryte ned den komplekse oppgaven som det EBUS-bronkoskopi er, for å kunne adressere de spesifikke enkeltstående utfordringene. Selv om jeg noen ganger gikk utenfor rammeverket for å utforske løsningsrommet og potensialet til Fraxinus Excelsior, kunne jeg bruke rammeverket til å konvergere og fokusere designprosessen.

Jeg brukte visualiseringer flittig gjennom hele prosjektet som et verktøy for å formidle min forståelse fra innsikt og brukertester. Jeg visualiserte blant annet lungelegenes arbeidsflyt og informasjonsbruk, side 94-107, og presenterte disse visualiseringene for brukergruppen for å få bekreftet at jeg hadde fått riktig forståelse. Visualiseringene var verdifulle verktøy for å forenkle og å kommunisere både for å bekrefte min forståelse, konkretisere innsikten og for å argumentere for designvalg. Visualiseringene ga en klar forståelse av hele arbeidsflyten, denne forståelsen var viktig for å kunne benytte metodene for beslutningssentret design til å bryte ned arbeidsflyten å se på de spesifikke oppgavene og hva som gjør dem utfordrende for lungelegen å gjennomføre.

Det er stor variasjon innen de klinisk arbeidsoppgavene og mellom de ulike klinikernes ekspertise, f.eks. mellom lungelegen og røntgenlegen. De ulike spesialistene har også ulike informasjonsbehov, visualisert side 86-88. Som jeg nevnte side 89 er det muligheter for at Fraxinus excelsior skal kunne brukes av ulike eksperter, men på grunn av omfanget som kreves for å få innsikt i og analysere oppgavene til de ulike ekspertene, måtte jeg begrense meg til å fokusere på primærbrukeren, det vil si lungeleger som gjennomfører EBUS-bronkoskopi. I stedet for å inkludere behovene til ulike eksperter fokuserte jeg på å tilrettelegge designforslaget slik at systemet skal støtte lungeleger med varierende erfaring innen EBUS-bronkoskopi.

EBUS-bronkoskopi er en relativt ny teknologi og er ganske utfordrende. Lungeleger lærer seg først vanlig bronkoskopi og starter med EBUS-bronkoskopi etter å ha fått en del bronkoskopierfaring. Lungeleger som gjennomfører EBUS-bronkoskopi er derfor en liten brukergruppen. Jeg måtte basere kravspesifikasjon og designvalg på innsikt og tilbakemeldinger fra en liten gruppe. Ideelt sett skulle jeg ha intervjuet flere lungeleger som gjennomfører EBUS-bronkoskopi i innsiktsfasen, men på grunn av at de er en så liten brukergruppe og prosjektets begrensninger i forhold til at jeg ikke kunne reise rundt på mange sykehus, ble innsikten basert på fem intervjuer i tillegg til intervjuene/samtalene med prosjektveileder og innsikten jeg fikk fra observasjonsrundene.

Ved design av medisinsk utstyr er det viktig å ta i betraktning at brukeren ofte bruker annet utstyr enten samtidig eller i andre deler av arbeidsprosessen. Fraxinus excelsior skal brukes av lungelegen sammen med annet arbeidsverktøy, det vil si: bronkoskopet, EBUS-bronkoskopet, sporingsverktøy og journalsystemet, noe som gjør at Fraxinus excelsior ikke er et uavhengig verktøy. En teknisk integrering alene er ikke nok for at verktøyet blir verdifullt, det kreves også at de ulike verktøyene er koblet sammen på en logisk måte fra et brukerperspektiv. Denne oppgaven var begrenset til å visualisere informasjonen fra PET og EBUS for å støtte lungelegen i utførelsen av en EBUS-bronkoskopi. Målet var også at grensesnittet skulle være verdifullt å bruke på en Laptop uten noen form

for tilleggsutstyr. Jeg fokuserte på å lage et grensesnitt som krevde så få tastetrykk som mulig for å gjennomføre oppgaver slik det kunne brukes på en laptop inne på operasjonsstuen under en EBUS-bronkoskopi. Jeg hadde likevel i bakhodet at USIGT på sikt skal kunne utvikle en kontroll for å styre grensesnittet som er mer ideell å håndtere sammen med bronkoskopet under en EBUS-bronkoskopi, slik det skal kunne benyttes så sømløst som mulig i arbeidsprosessen. Et pil og tastaturbasert grensesnitt er tungvint å håndtere sammen med et bronkoskop. Mitt fokus var informasjonsvisualiseringen så en slik kontroll var utenfor prosjektomfanget, men jeg nevner det fordi det er svært viktig for at grensesnittet skal kunne benyttes som et støtteverktøy uten å være "i veien" for utførelsen av selve arbeidsoppgaven. Dette er en viktig del av den helhetlige utviklingen av Fraxinus excelsior.

Brukersentrert design i prosjekter i helsesektoren byr også på andre utfordringer enn de man møter i utviklingen av kommersielle produkter for forbrukermarkedet (Martikainen m.fl., 2010). Restriksjoner og taushetsplikt på grunn av pasientsikkerhet er en slik utfordring med å jobbe med observasjon av klinikere i arbeid. På grunn av dette ble det ikke tatt bilder eller lydopptak under observasjonen av arbeidsflyten til lungelegene, bortsett fra i testrunden der det ikke var en menneskelig pasient. Lungelegene og deres arbeidsoppgaver var i fokus. Ingen opplysninger som kan gi kjennskap til pasientene ble dokumentert.

BRUKERSENTRET DESIGN SOM VERKTØY I FORSKNINGSPROSJEKTER

Dette har vært et prosjekt der jeg brukte brukersentrert designmetodikk i et forskningsprosjekt. Jeg har utforsket behov og muligheter for teknologi som er under utvikling. Dybdeintervjuer med brukerne og omfattende observasjon ga innsikt i brukergruppens arbeidsprosess og dette brukte jeg som grunnlag for utviklingen av kravspesifikasjonen. Skisser og klikkbare prototyper har vært verdifulle verktøy i kommunikasjonen mellom meg som designer, USIGT som kunde, utviklere og brukergruppen. Skissene og prototypene var effektive verktøy for å visualisere, skape en felles forståelse og ikke minst for å avdekke misforståelser.

Prototypene ga også innsikt som ikke hadde blitt fanget opp i innsiktsfasen. Skissene og prototypene ga legene noe konkret og fysisk å kommentere og referere til. Dette ga dem mulighet til å komme med tilbakemeldinger og gjorde det dermed lettere å avdekke, verifisere

og justere brukerbehov som formet og spesifiserte kravspesifikasjonen og designfokuset. Det endelige konseptet i denne oppgaven er visualisert med skisser og en klikkbar prototype. Prototypen kommuniserer konseptforslaget slik representanter fra brukergruppen og USIGT kunne få en forståelse av flyten i systemet og hvordan informasjonen vil visualiseres. Dette ga dem mulighet til å kommunisere deres inntrykk og forståelse av konseptet.

Prototypene ga informasjon og innsikt i hva brukerne ønsker og trenger. Prosjektet fortsetter etter min deltagelse, og funnene fra designprosjektet og prototypen vil brukes videre i utviklingen.

Bruk av brukersentrert designmetodikk så tidlig i utviklingsfasen gir utviklerne mulighet til å fokusere sitt arbeid og forskning på å utvikle teknologien på en slik måte at den støtter sluttbrukerens behov.



KONSEPTET

Opgavens endelige konseptforslag er et grensesnitt som er designet slik det kan brukes av lungelegen som et verktøy gjennom hele arbeidsprosessen i forbindelse med en EBUS-bronkoskopi. Preoperativt er det et verktøy som støtter den kognitive forberedelsen og planleggingen før en EBUS-bronkoskopi. Intraoperativt er det et verktøy som skal presentere informasjon som både støtter lungelegens helhetlige situasjonsforståelse gjennom EBUS-bronkoskopien og de spesifikke presisjonsoppgavene underveis. Postoperativt blir konseptforslaget et verktøy for dokumentasjon.

Tilbakemeldingene fra lungelegene som testet og fikk presentert prototypen var at

dette grensesnittet kan bidra til at EBUS-bronkoskopi prosessen blir organisert og systematisert, siden den tar med legen gjennom hele prosessen steg for steg. De hevdet at grensesnittet kan være verdifullt for opplæring av nye bronkoskopører.

Konseptforslaget baseres på å samle all relevant informasjon og gjøre det tilgjengelig for brukeren. Brukeren av programmet kan benytte seg av ønsket informasjon og bruke informasjonskombinasjoner basert på sine preferanser, strategier og behov. Lungelegene med mye bronkoskopi-erfaring var svært begeistret over å ha all informasjon om pasienten samlet på et sted, slik de ikke måtte gå inn og ut av programmer for å nå ulik informasjon.

VEIEN VIDERE

Leveransen er en prototype av designforslaget og en kravsspesifikasjon som er basert på innsiktsarbeidet og brukertestene i denne oppgaven. Brukertestene ble gjort av lungelegene mens de satt ved sin arbeidsstasjon foran en PC. Dette er slik de arbeider pre og postoperativt, men ikke intraoperativt. For å teste om systemet fungerer interoperativt i en klinisk setting må

mer avanserte prototyper som kan prosessere pasientdata utvikles slik det kan testes sammen med manøvreringen av bronkoskopet. Flere brukertester bør gjennomføres for å gjøre grensesnittet så velintegret med lungelegenes arbeidsflyt som mulig. Grensesnittet bør testes, evalueres og justeres i flere iterasjoner, også etter det har blitt implementert.

KONKLUSJON FRA PRODUKTVEILEDER

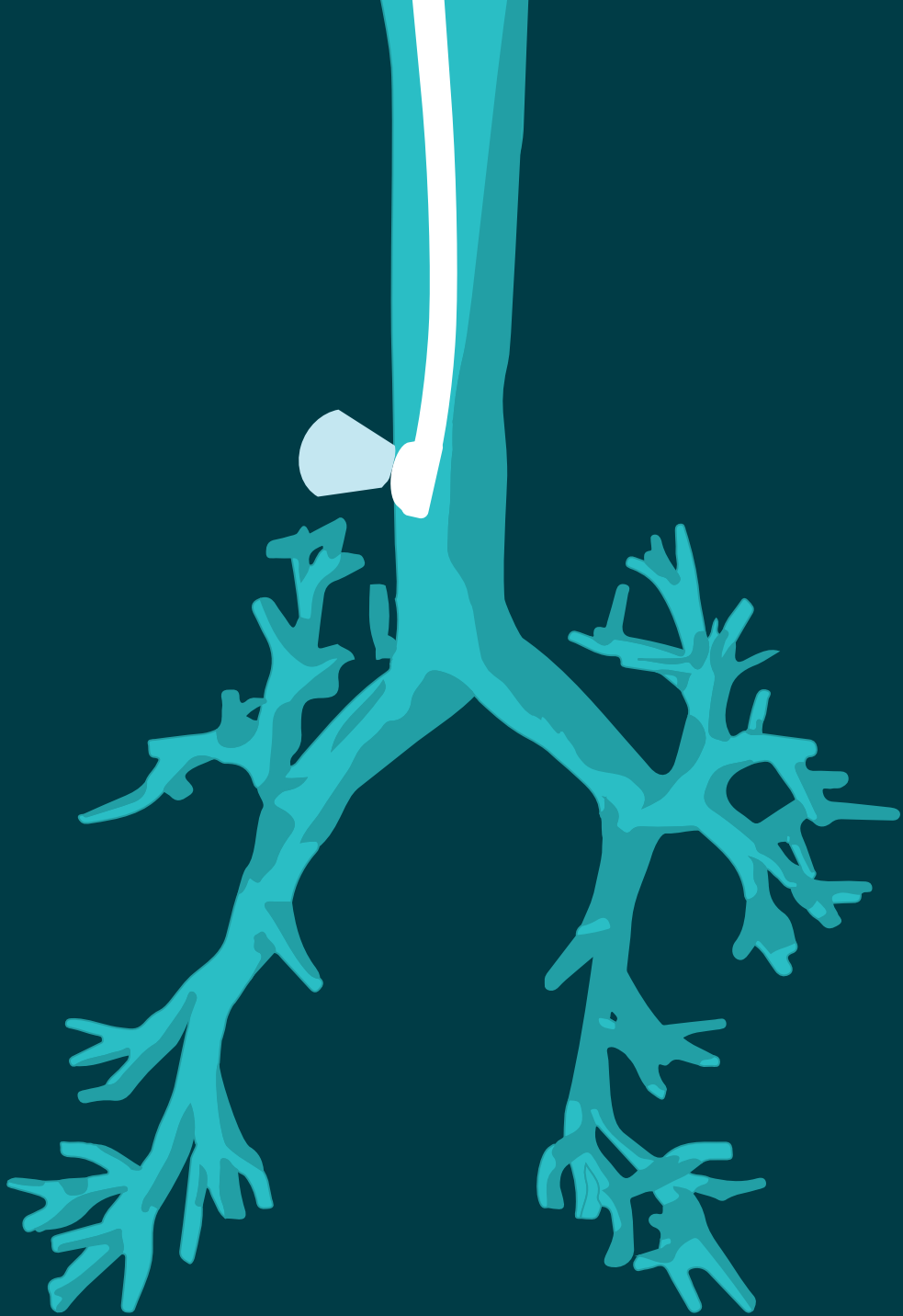
Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling og lungeavdelingen ved St. Olavs hospital har konstruert «Fraxinus», et dataverktøy som skal forbedre diagnostikken av lungekreft. Fraxinus er et navigasjonssystem, som bruker pasientens egne CT-bilder til å konstruere 3-dimensjonale kart over pasienten luftveier. Lungelegene bruker disse 3D-kartene til å finne veien gjennom luftveiene til små svulster for å ta vevsprøver. Uten slike navigasjonssystem treffer lungelegene svulsten gjennomsnittlig bare 15% av forsøkene, mens ved bruk av navigasjonssystem kan treffsikkerheten økes til 70%. Dette sparer pasientene og sykehusene for gjentatte undersøkelser, og pasienten kan få en diagnose flere uker tidligere. Likevel har slike system vært lite benyttet på grunn av høy pris. Fraxinus er bygget på åpen kildekode og skal være gratis.

Fraxinus bygger på CustusX, en nasjonal navigasjonsplattform brukt i alle kroppens organer. CustusX er avansert og komplisert verktøy, som vanlige leger har liten mulighet til å beherske uten hjelp av ingeniører. Med Fraxinus har vi ønsket å bygge et enkelt og brukervennlig navigasjonssystem dedikert til undersøkelse av lungene, som kan brukes av vanlige leger. Vi har derfor ønsket et brukervennlig grensesnitt med høye krav til oversiktighet, presisjon og nøyaktighet.

Lene Valderhaug Bakke har gjort en grundig analyse av våre arbeidsprosesser og forskjellige undersøkelser, og levert meget gode prototyper på et effektivt og oversiktlig grensesnitt for navigasjon i lungene. For brukerne er det meget intuitivt og mye mer brukervennlig enn tidligere utgaver av navigasjonssystemet. Prototypen inneholder også visualiseringer som er helt nye og overraskende, og representerer en helt ny måte å presentere lungeanatomi og sykdom på.

Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling vil nå inkorporere Lene Valderhaug Bakkes design, og hennes masteroppgave vil nå være grunnlaget for den videre utviklingen av Fraxinus' grensesnitt. Forhåpentligvis vil det finnes ved sykehus i mange deler av verden innen få år.

Håkon Olav Leira
Ph.d., overlege Lungeavdelingen
PhD, Consultant, Dept. Thoracic Medicine
St. Olavs Hospital
Trondheim University Hospital
1. am, Inst Sirkulasjon og Bilded.
Ass. Prof., Inst Circulation and Medical Imaging
NTNU
Norwegian University of Science and Technology
Trondheim, Norway



KILDER

KILDER

Amundsen, A. B., Kumar, R. P. (2017) Mixed Reality 3D Visualisering og Interaksjon for Kirurgi med HoloLens, Foredrag: Teknas helseteknologikonferanse 2017

Baaklini, W. A., Reinoso, M. A., Gorin, A. B., Sharafkaneh, A., & Manian, P. (2000). Diagnostic yield of fiberoptic bronchoscopy in evaluating solitary pulmonary nodules. *CHEST Journal*, 117(4), 1049-1054.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of learning and motivation*, 8, 47-89.

Bermúdez, J. L. (2014). *Cognitive science: An introduction to the science of the mind*. Cambridge University Press.

Brekke, Magne & Kolbenstvedt, Alf. (2016, 1. september). *Ct. I Store medisinske leksikon*. Hentet 13. januar 2017 fra <https://sml.snl.no/CT>.

Brenner, H. (2002). Long-term survival rates of cancer patients achieved by the end of the 20th century: a period analysis. *The Lancet*, 360(9340), 1131-1135.

Bridger, R.S. (2009) *Introduction to ergonomics, third edition*. CRC Press.

Chen, J. L., & Stanney, K. M. (1999). A theoretical model of wayfinding in virtual environments: Proposed strategies for navigational aiding. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(6), 671-685.

Cohen, M. H., Cohen, M. H., Giangola, J. P., & Balogh, J. (2004). *Voice user interface design*: Addison-Wesley Professional.

Cooper, G. (1998). Research into cognitive load theory and instructional design at UNSW. Retrieved August, 8, 2003.

Costabile, M. F., Fogli, D., Letondal, C., Mussio, P., & Piccinno, A. (2003, June). Domain-expert users and their needs of software development. In *HCI 2003 End User Development Session*.

Denscombe, M. (2014). *The good research guide: for small-scale social research projects*. McGraw-Hill Education (UK).

Dukas, R. (1998). *Cognitive ecology: the evolutionary ecology of information processing and decision making*. University of Chicago Press.

Endsley, M. R., Jones D.G. (2012). *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*, Second Edition. CRC press.

Fossum, Sigbjørn. (2016, 10. mars). Lymfeknute. I *Store medisinske leksikon*. Hentet 23. februar 2017 fra <https://sml.snl.no/lymfeknute>.

Guttormsen, Magne. (2016, 2. september). *Pet: teknikk. I Store norske leksikon*. Hentet 25. januar 2017 fra https://snl.no/PET_-_teknikk.

Hanington, B., & Martin, B. (2012). Universal methods of design: 100 ways to research complex problems, develop innovative ideas, and design effective solutions. Rockport Publishers.
ISO/IEC, 9241-11 (1998) Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT) s - Part 11 Guidance on usability. ISO/IEC 9241-11: 1998 (E).

Jaspers, M. W., Steen, T., Van Den Bos, C., & Geenen, M. (2004). The think aloud method: a guide to user interface design. International journal of medical informatics, 73(11), 781-795.

kreftregisteret.no: *LUNGEKREFT*. Tilgjengelig fra: <https://www.kreftregisteret.no/Generelt/Fakta-om-kreft/Lungekreft/> (Hentet: 13.01.17)

Lee, J. D., & Kirlik, A. (2013). The Oxford handbook of cognitive engineering. Oxford University Press.

Leira, H. O. (2012). Development of an image guidance research system for bronchoscopy (Doctoral dissertation, Norwegian University of Science and Technology).

Martikainen, S., Ikävalko, P., & Korpela, M. (2010). Participatory interaction design in user requirements specification in healthcare. Studies in health technology and informatics, 160(Pt 1), 304-308.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. Psychological review, 63(2), 81.

Mulder, S., & Yaar, Z. (2006). The user is always right: A practical guide to creating and using personas for the web. New Riders.

Norman, D. A. (1986). Cognitive engineering. User centered system design: New perspectives on human-computer interaction, 3161..

Norman, D. A. Things that make us smart: defending human attributes in the age of the machine. 1993. Basic Books.

Norman, D. (2013). The design of everyday things: Revised and expanded edition. Basic Books (AZ).

Osheroff, J. A., Teich, J. M., Middleton, B., Steen, E. B., Wright, A., & Detmer, D. E. (2007). A roadmap for national action on clinical decision support. Journal of the American medical informatics association, 14(2), 141-145.

Reynisson, P. J., Leira, H. O., Hernes, T. N., Hofstad, E. F., Scali, M., Sorger, H., ... & Langø, T. (2014). Navigated bronchoscopy: a technical review. Journal of bronchology & interventional pulmonology, 21(3), 242-264.

Risko, E. F., Medimorec, S., Chisholm, J., & Kingstone, A. (2014). Rotating with rotated text: a natural behavior approach to investigating cognitive offloading. Cognitive science, 38(3), 537-564.

Roald, Borghild. (2009, 13. februar). Biopsi. I Store medisinske leksikon. Hentet 13. januar 2017 fra <https://sml.snl.no/biopsi>.

Schichtling, Ellen. (2009, 13. februar). Lesjon. I Store medisinske leksikon. Hentet 22. februar 2017

fra <https://sml.snl.no/lesjon>.

Schreiber, G., & McCrory, D. C. (2003). Performance characteristics of different modalities for diagnosis of suspected lung cancer: summary of published evidence. *Chest journal*, 123(1_suppl), 115S-128S.

Selvig E. (2009, 15. februar). Endoskopi. I Store norske leksikon. Hentet 13. januar 2017 fra <https://snl.no/endoskopi>.

Shneiderman, B. (1996, September). The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In *Visual Languages, 1996. Proceedings., IEEE Symposium on* (pp. 336-343). IEEE.

Sittig, D. F., Wright, A., Osherooff, J. A., Middleton, B., Teich, J. M., Ash, J. S., ... & Bates, D. W. (2008). Grand challenges in clinical decision support. *Journal of biomedical informatics*, 41(2), 387-392.

Skjønsberg, Ole Henning. (2016, 30. januar). Bronkoskopi. I Store medisinske leksikon. Hentet 10. september 2016 fra <https://sml.snl.no/bronkoskopi>.

Sorger, H., Hofstad, E. F., Amundsen, T., Langø, T., Bakeng, J. B. L., & Leira, H. O. (2017). A multimodal image guiding system for Navigated Ultrasound Bronchoscopy (EBUS): A human feasibility study. *PloS one*, 12(2), e0171841.

Stanton, N., Salmon, P. M., & Rafferty, L. A. (2013). *Human factors methods: a practical guide for engineering and design*. Ashgate Publishing, Ltd..

Teigen, Karl Halvor. (2017, 3. februar). Resonnering. I Store norske leksikon. Hentet 6. februar 2017 fra <https://snl.no/resonnering>

USIGT: Nasjonal kompetansetjeneste for ultralyd og bildeveiledet behandling: usigt.org

utdanning.no/yrker/beskrivelse/patolog, kunnskapsdepartementet.

Ware, C. (2013). *Information visualization: perception for design*. Elsevier.

Wickens, C. D. (1992). *Engineering psychology and human performance*, third edition: HarperCollins Publishers.

Yung, R. C. (2003). Tissue diagnosis of suspected lung cancer: selecting between bronchoscopy, transthoracic needle aspiration, and resectional biopsy. *Respiratory care clinics of North America*, 9(1), 51-76.

KILDER BILDER OG FIGURER

BILDER

Bildene og figurene som er tatt eller laget av forfatteren, Lene Valderhaug Bakke, merkes med "Forfatter".

Bildene og figurene som er tatt fra en kilde og redigert av forfatter merkes med "Redigert".

Forsidebilde og bilde side 204: Forfatter.

Bilde 1: side 10: sfam_photo/Shutterstock.com

Bilde 2: side 13: Bilde tatt under testrunde av Fraxinus excelsior. Kilde: Pall Jens Reynisson. Redigert.

Bilde 3: side 15: ChaNaWiT/iStockphoto.com

Bilde 4: side 17: USIGT. Redigert.

Bilde 5: side 18: Thor Nielsen, for GEMINI/ www.sintef.no

Bilde 6: side 26: sfam_photo/shutterstock.com

Bilde 7: side 29: Lee Health/ vimeo.com

Bilde 8: side 36: © 2015 The Korean Society of Radiology

Bilde 9: side 38: biglife.se, Redigert

Bilde 10-13: side 44: ebus-bronchoscope/ medical.olympusamerica.com.

Bilde 14: side 45: Endoscopie bronchique/ cabinetmedicalpegase.be

Bilde 15: side 47: endo-projects.be/medical/

Bilde 16-21: side 48-51: usigt/ Håkon Olav Leira

Bilde 22: side 52: Nielsen, for GEMINI/ www.sintef.no

Bilde 23: side 54: usigt/ Håkon Olav Leira

Bilde 24: side 54: usigt/ Håkon Olav Leira

Bilde 25-26: side 58-60: Forfatter.

Bilde 27: side 62: Thor Nielsen, for GEMINI/ www.sintef.no

Bilde 28-29: side 63: superdimension.com

Bilde 30: side 64: veranmedical.com/spin-system/

Bilde 31: side 65: broncus.com

Bilde 32: side 56: olympus.co.jp

Bilde 33: side 67: wearenice.com/portfolio/multiguide-2/

Bilde 34: side 68: Multiguiden, foto: SINTEF

Bilde 35: side 69: Foto: Hanne Kristine Fjellheim/ soprasteria.no

Bilde 36: side 77: Bilder tatt under testrunde av Fraxinus excelsior. Forfatter

Bilde 37-39: side 78-79: Bilder tatt under testrunde av Fraxinus excelsior. Kilde: Pall Jens Reynisson. Redigert.

Bilde 40: side 79: Bilder tatt under testrunde av Fraxinus excelsior. Forfatter

Bilde 41: side 84: karelnoppe /shutterstock.com

Bilde 42: side 92: Photograph: Alamy/ theguardian.com

Bilde 43: side 92: Wavebreak Media ltd /alamy.com
Bilde 44-45: side 102-103: Bilde tatt under testrunde av Fraxinus excelsior. Kilde: Pall Jens Reynisson. Redigert.
Bilde 46: side 106: illustrasjonsbilde,
FOTO: ILLUSTRASJON / NRK /nrk.no
Bilde 48: side 124: Forfatter.
Bilde 49-51: side 128: ctsnet.org/article/blunt-traumatic-tracheal-laceration, Redigert
Bilde 52: side 128: Forfatter
Bilde 53: side 131: mmos.com/review/team-fortress-2
Bilde 54-78: side 133-151: Forfatter
Bilde 79: side 152: Low Dose CT Scans to Look for Lung Cancer/LeeMemorialMarketing/
youtube.com
Bilde 80: side 151: Forfatter
Bilde 81: side 156: Levanger sykehus: <http://www.niprox.no/nb/helseforetak/>
Bilde 82: side 159: tom grill /gettyimages.no
Bilde 83-96: side 162-176: Forfatter
Bilde 97: side 196: sfam_photo/Shutterstock.com
Bilde 98: side 201: healthhub.sg

FIGURER

Figur 1-6: side 16-31: Forfatter.

Figur 7: side 33: bronkoskopi, @ 2006 Terese Winslow, ehealthlines.com. Redigert.

Figur 8: side 34: Redigert og sammensatt av flere bilder: bronkoskop: medical.olympusamerica.com

Figur 9: side 35: ebus-bronchoscope/medical.olympusamerica.com.

Figur 10: side 35: ebus-bronchoscope/ medical.olympusamerica.com.

Figur 11: side 37: Redigert. Brukt CT bilder fra video: usigt.no

Figur 12-28: side 39-89: Forfatter.

Figur 29: side 90: flaticon.com, denne figuren var også inspirasjon for andre visualiseringer som ble laget av forfatter.

Figur 30-46: side 91-142: Forfatter.

Alle visualiseringer i Scenarier fra side 177-195: Forfatter

Appendix

DEL 1 - INNSIKT

Oversikt over intervjuer, møter og observasjon, beskrivelse av elektromagnetisk sporing, intervjumal og skjermilder fra test av *Fraxinus excelsior*.

OVERSIKT OVER MØTER OG INTERVJUER

Oversikt over møter i forbindelse med master

Når	Hvem	Hva
03.01.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Planleggingsmøte: diskutere problemstillingen til oppgaven.
12.01.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Begynne innsiktsarbeid. Innsiktsmøte/ intervju.
31.01.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Innsiktsmøte. Planlegge intervjurunder.
01.02.2017 – 26.02.17	Intervjurunde st.Olavs: 1. Lungelege 2. Lungelege 3. Lungelege 4. Lungelege	Få innsikt i arbeidsoppgaver.
10.02.2017	Lungegruppa i USIGT	Test av Custus X (Fraxinus excelsior)
15.02.2017	Pall Jens Reynisson - usigt	Intervju angående teknologien bak Fraxinus excelsior.
23.02.17	Observasjon st.Olavs: 1. lungelege 2. Lungelege 3. Lungelege	Arbeidsoppgaver.
07.03.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Diskutere innsikt, presentasjon av analyser. Diskutere skisser.
10.03.17	Jonas Asheim – designer i nice	Intervju angående Multiguide prosjekt.
16.03.17	Helseteknologikonferansen 2017	Innsikt, relevante foredrag:
21.03.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Diskutere skisser/prototype
19.04.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Diskutere skisser/prototype
02.05.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Diskutere prototype
04.05.17 – 07.05.17	Brukertester: 1. Student 2. Student 3. Student 4. Student 5. Student 6. Student	Test av prototype.
08.05.17 – 24.05.17	Brukertester St. Olavs: 1. Lungelege 2. Lungelege 3. Lungelege 4. Lungelege 5. Lungelege 6. Lungelege	Test av prototype.
08.05.17	Hanne Sorger – Usigt og Lungelege ved levanger sykehus	Presentasjon av prototype med tilbakemeldinger.
10.05.17	Håkon Olav Leira – usigt og lungelege ved St.Olavs	Presentasjon av prototype med tilbakemeldinger.
11.05	Lungeavdelingen på Levanger sykehus	Presentasjon av prototype med tilbakemeldinger i fokusgruppe.
16.05	Lungegruppa i USIGT	Presentasjon av prototype med tilbakemeldinger.

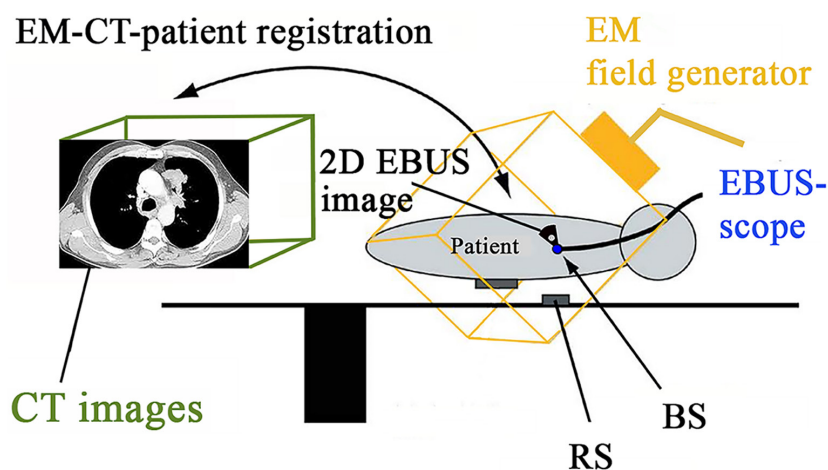
INTERVJUMAL FOR INNSIKTSINTERVJUER MED LUNGELEGER

Semi-strukturerte intervjuer for lungeleger som til vanlig gjennomfører EBUS bronkoskopi?

1. Hvor lenge har du drevet med EBUS- bronkoskopi?
 - a. Hvor ofte gjennomfører du EBUS- bronkoskopi?
2. Hvordan går du fram når du vurderer PET/CT bilder før en EBUS- bronkoskopi?
 - a. Hvilke bilder er interessante?
 - b. Hva ser du etter?
 - c. Hva er utfordringen i evalueringen?
 - d. Hva er hovedforskjellen på forberedelsen før en EBUS- bronkoskopi og en vanlig bronkoskopi?
3. Hvor lang tid bruker du generelt på å forberede deg før en EBUS- bronkoskopi?
4. Hvor lang tid kan det ta mellom tidspunktet du evaluerte bildene på til du starter bronkoscopien?
5. Hva mener du er utfordringen med å gjennomføre en EBUS -bronkoskopi?
6. Hva er hovedforskjellen på gjennomførelsen EBUS- bronkoskopi og en vanlig bronkoskopi med tanke på utfordringer og arbeidsmetode?
7. Hvor lang tid bruker du generelt på å gjennomføre en EBUS- bronkoskopi?
8. Hvordan dokumenterer dere informasjonen dere får fra en EBUS- bronkoskopi?
9. Hvordan deler dere informasjonen dere får fra en EBUS- bronkoskopi?
10. Hva er utfordringen med informasjonsdelingen, dokumentasjonen etter en EBUS- bronkoskopi?

ELEKTROMAGNETISK SPORING I BRONKOSKOPI

Under elektromagnetisk (EM) sporing setter en feltgenerator opp et svakt og varierende elektromagnetisk felt som passerer gjennom pasientens kropp. Det elektromagnetiske feltet genererer strøm i sensorer som er plassert i feltet, dette gjør det mulig å se sensorens posisjon, orientering, rotasjon og bevegelse.

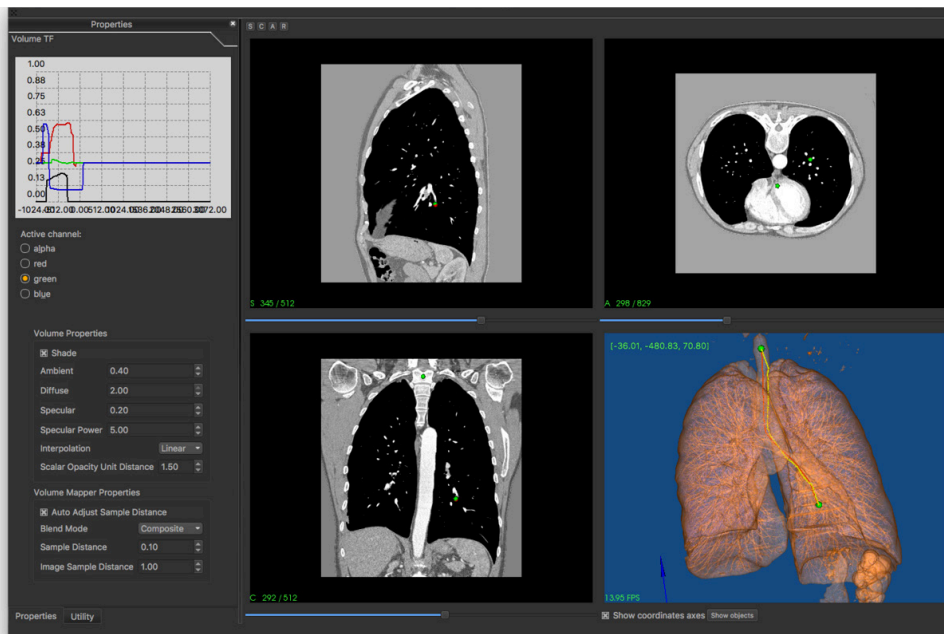


Figur: Viser hvordan Fraxinus excelsior fungerer sammen med EM sporing: Preoperative snittbilder av pasienten importeres til Fraxinus excelsior. Bildene ble matchet med pasientens kropp under bronkoskopi, i en "EM til CT til pasient" -registrering. Bronkoskopet har en sensor på tuppen, på figuren heter den BS. En elektromagnetisk sensor, RS, var plassert på operasjonsbordet som et referansepunkt. Når bronkoskopet beveges innenfor det elektromagnetiske feltet blir posisjonen til sensoren på bronkoskopet og bildene fra EBUS-sonden på bronkoskopet registrert i Fraxinus excelsior.

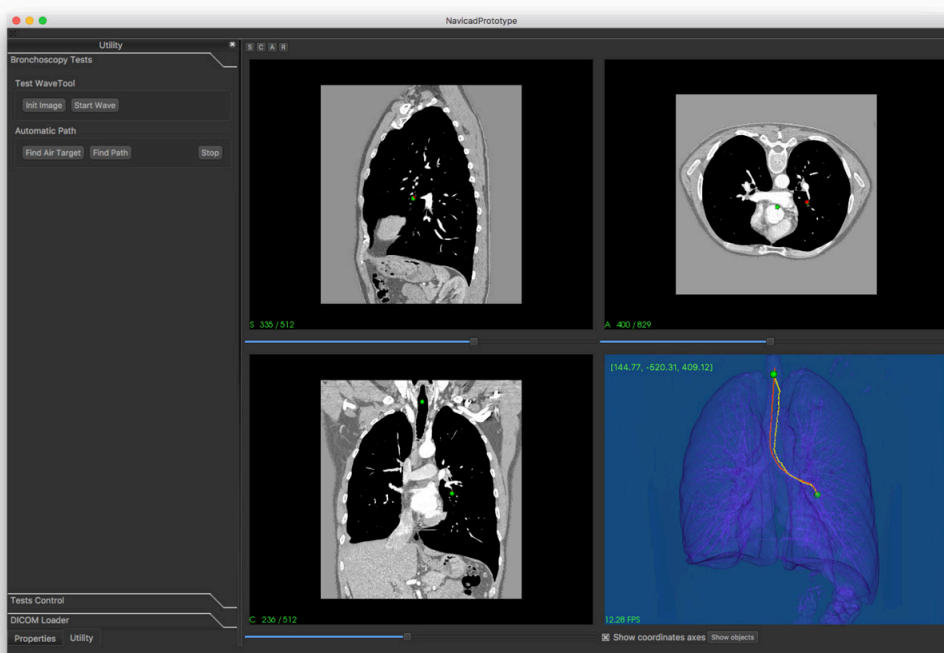
INFORMASJON OG FIGUR: KILDE:

Sorger, H., Hofstad, E. F., Amundsen, T., Langø, T., Bakeng, J. B. L., & Leira, H. O. (2017). A multimodal image guiding system for Navigated Ultrasound Bronchoscopy (EBUS): A human feasibility study. *PloS one*, 12(2), e0171841.

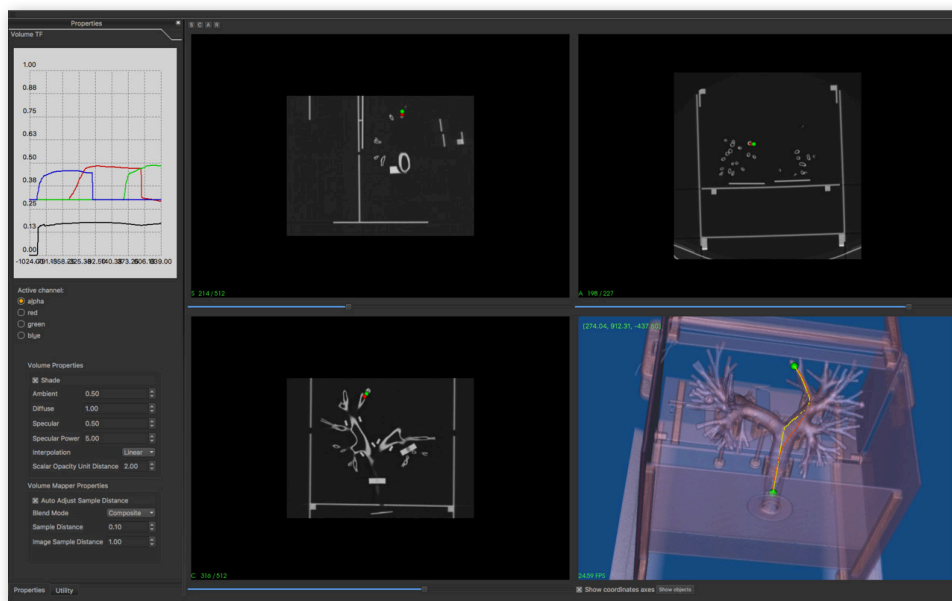
SKJERMBILDER



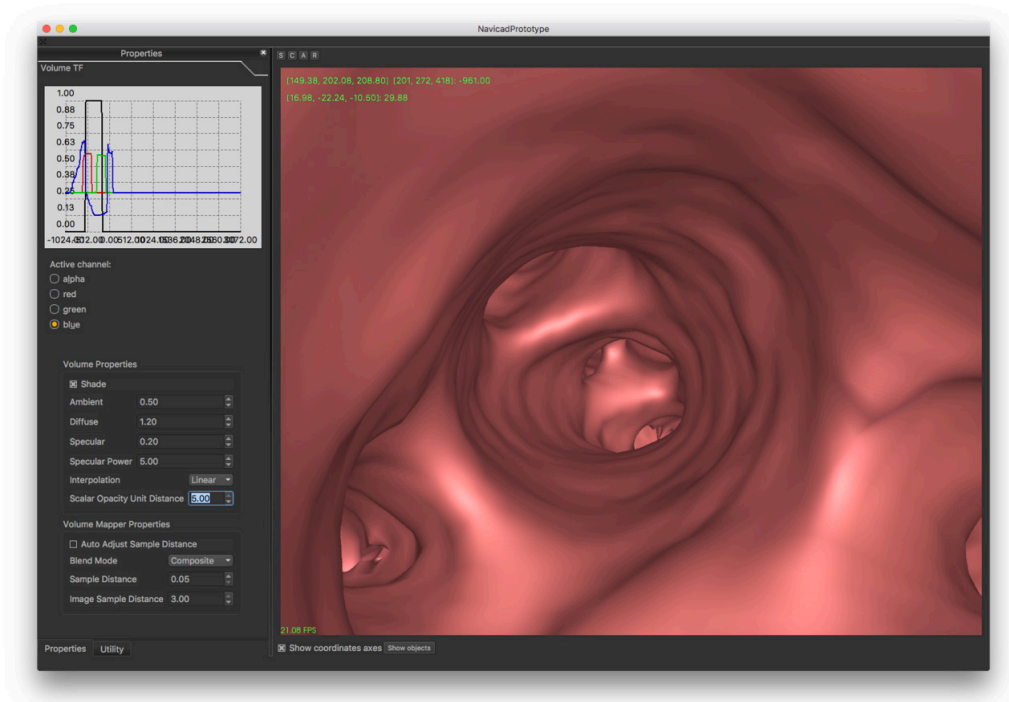
Skjerm bilde av programmet under testrunden: modellen i nederst i høyre hjørne presenterer lungene og luftveiene i 3D. Start- og målposisjonen er markert med en grønn sirkel i modellen. Ruten fra toppen av lufttrøret til målposisjonen er markert med en gul linje i modellen.



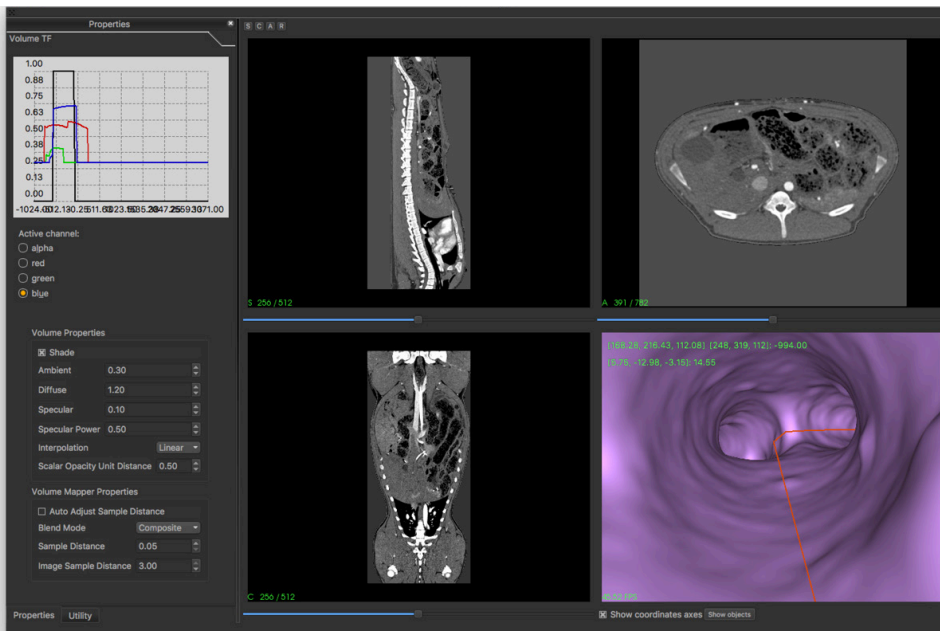
Samme visualisering, men det visuelle støyet er fjernet fra 3D modellen og ruten er tydelig markert med fargekontrast fra den blå miljøfargen.



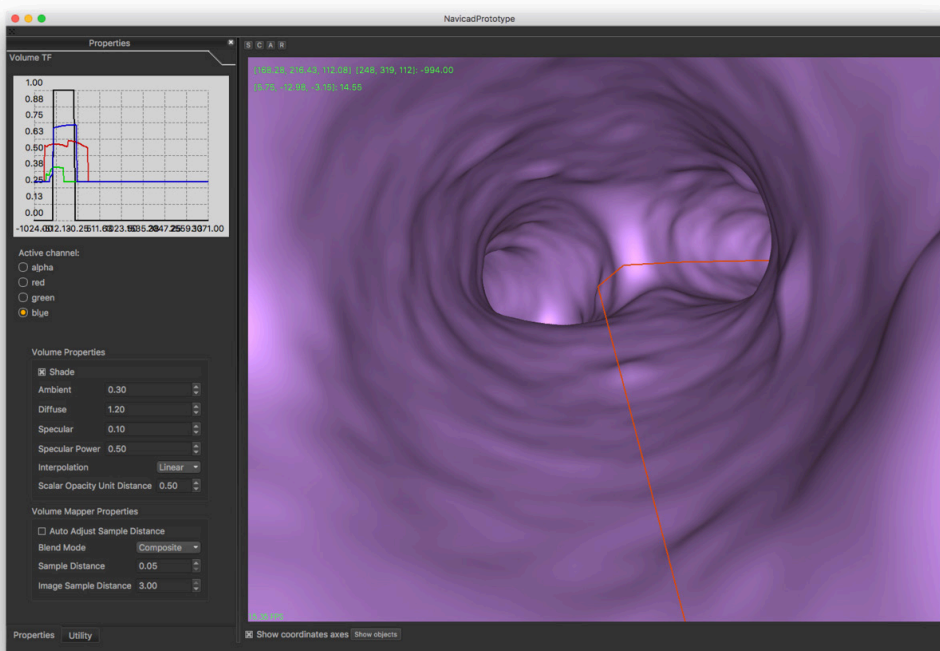
Skjerm bilde av programmet under testrunden: Visualiseringene viser luftveiene i en segmentert 3D modell.



Skjerm bilde av programmet under testrunden: Virtuell bronkoskopi: presenterer luftveiene som et virtuelt miljø med en egocentric referanseramme.



Skjerm bilde av programmet under testrunden: visualiseringen presenterer CT bilder og virtuell bronkoskopi. I den virtuelle bronkoskopien er ruten markert med en rød linje.



Skjerm bilde av programmet under testrunden: visualiseringen presenterer virtuell bronkoskopi. I den virtuelle bronkoskopien er ruten markert med en rød linje.

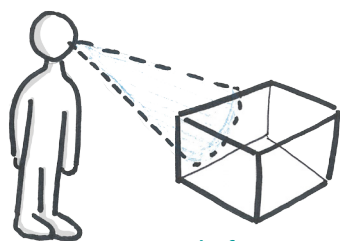
Appendix

DEL 2- FORPROSJEKT

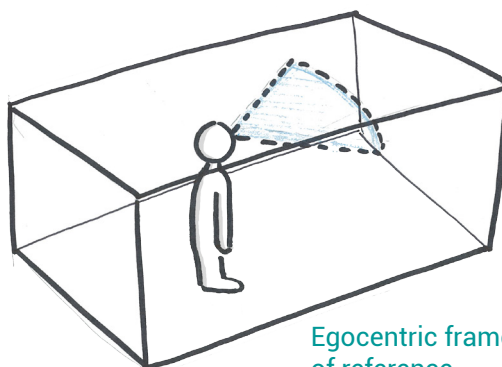
Utdrag fra rapport TPD4500 - DESIGN 9
FORDYPNINGSPROSJEKT
Av: Lene Valderhaug Bakke.

TEORI **ROMLIGE REFERANSERAMMER**

Navigasjonsverktøy kan presentere miljøer fra ulike romlige referanserammer. Brukerens romlig oppfatning påvirkes av plasseringen av observasjonspunktet. Romlig informasjon kan enten bli presentert fra et eksternt observasjonspunkt (exocentric frame of reference) eller slik brukeren ville ha sett det faktiske miljøet (egocentric frame of reference). De ulike framstillingene passer ulike oppgaver. Følgende er en liten beskrivelse av fordelene og begrensningene disse referanserammene har.



Exocentric frame of reference



Egocentric frame of reference

Egocentric frame of reference

Fordeler

Denne referanserammen støtter best oppgaver der brukeren skal gjøre seg kjent med det faktiske miljøet, fordi det er den mest naturlige plasseringen av observasjonspunktet for brukeren. Brukeren trenger ikke gjennomføre mental rotasjon for å forstå miljøet.

Begrensninger

Referanserammen gir en begrenset presentasjon av miljøet og brukeren kan ikke få en helhetlig oversikt over strukturen i miljøet uten å måtte bruke tid på å «reise gjennom» miljøet.



Egocentric frame of reference

Exocentric frame of reference

Fordeler

Korte glimt kan gi nok informasjon til å skape en helhetlig oversikt og forståelse av miljøet. Et fiksert synspunkt gir brukeren en konstant oversikt over miljøet, noe som gjør det lettere for brukeren å oppfatte spatiske relasjoner.

Begrensninger

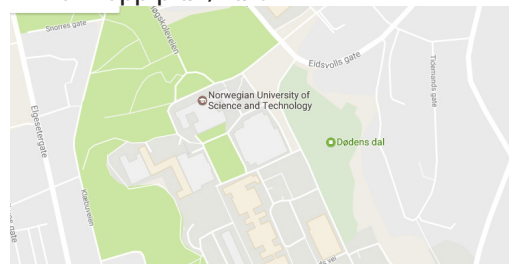
Brukeren må gjennomføre mental rotasjon for å bruke informasjon fra grensesnitt til navigasjon i det fysiske miljøet, mental rotasjon kan som nevnt være en kilde til feil og mental last.

Eksempler på referanserammer som presenterer miljøer fra eksterne synspunkt er:

- En annen persons sikt.



- Nord opp plan/kart



- God's eye view



Exocentric frames
of reference

Co-planar display

Dette er et grensesnitt som presenterer to eller flere referanserammer. Et slikt grensesnitt drar nytte av flere referanserammer og kompenserer for de ulike referanserammenes begrensninger.

Fordeler

Gir både en helhetlig oversikt av miljøet og et innblikk i miljøet som ikke krever mental rotasjon.

Begrensninger

Kan være mye å forholde seg til for brukeren. Man bør fokusere på å ikke presentere unødvendig informasjon.

Co-planar display: Kombinerer både Ego-centric frame of reference og Exo-centric frame of reference:



KILDE:

Wickens, C. D., Hollands, J. G., Banbury, S., & Parasuraman, R. (2015). Engineering psychology & human performance. Psychology Press.
Skjermbilder fra: Google maps.

TEORI KLINISKE BESLUTNINGS-STØTTESYSTEMER

Klinisk beslutningsstøtte er et samlebegrep på en rekke verktøy som presenterer informasjon som vurderes under medisinske avgjørelser. Varslingssystemer, oppslagsverk for kliniske retningslinjer, dokumentasjonssystemer, oversikter og rapporter for pasientdata, diagnostiske støttesystemer og kliniske verktøy for arbeidsflyt er eksempler på klinisk beslutningsstøtte (Osheroff, m.fl., 2007). Kliniske beslutningsstøttesystemer (CDSS) er verktøy som bruker pasientdata til å generere spesifikke råd som støtter leger, helsepersonell eller pasienter når de tar kliniske beslutninger (Eichner, m.fl., 2010). Selv om flere av dagens kliniske beslutningsstøttesystemer har teknologien til å forbedre kvalitet og sikkerhet innen helsetjenester, har det bare vært noen få tilfeller av vellykket implementering av kliniske beslutningsstøttesystemer (Sittig, m.fl., 2008)(Chaudhry, m.fl., 2006). Det er flere grunner til at utviklingen eller implementeringen av slike systemer mislykkes:

En grunn er den tekniske kompleksiteten i det å utvikle kliniske beslutningsstøttesystemer. Utvikling av slike systemer krever et høyt nivå av klinisk kunnskap, kunnskap om utvikling og erfaring. Tverrfaglige team med utviklere, forskere og andre interessenter har ulike arbeidsmetoder og forståelse av hva de utvikler. Utviklingen av slike systemer er avhengig av god kommunikasjon og solide prosjektplaner, noe som kan være vanskelig i flere tilfeller(Eichner, m.fl.,2010).

En annen grunn er manglende fokus på de sosiale aspektene ved å

introdusere endringer i klinisk arbeid. Eksempler på dette kan være at kliniske beslutningsstøttesystemer kan oppleves som er unødvendig, påtrengende, noe som tar tid og krefter, og/eller som er ikke-intuitivt for brukerne(Eichner, m.fl.,2010). Tilliten beslutningstakeren har til systemets anbefalinger er viktig for at systemet blir brukt. Medisin er et fagfelt med høy grad av usikkerhet (Støylen, 2016). Det finnes utallige eksempler på uenighet mellom eksperter i ulike situasjoner innenfor medisin, f.eks. uenighet rundt hvilke behandlingsmetoder som er effektive eller om screening er lurt eller ikke. Utviklingen av beslutningsstøttesystemer for et felt med høy grad av usikkerhet er utfordrende.

Kompleksiteten i beslutningsprosessen medfører også utfordringer i utviklingen av kliniske beslutningsstøttesystemer. Hvilken informasjon som trengs og når den trengs i vurderingsprosessen er viktig å ta hensyn til under utviklingen.

Intellektuelle utfordringer for brukeren kan også gi grunner til at implementering av beslutningsstøttesystemer ikke går. For å etablere forståelse basert på data må dataen presenteres slik at den er forståelig, tydelig og passende i forhold til situasjonen. Forfatterne av rapporten "Challenges and Barriers to Clinical Decision Support (CDS) Design and Implementation Experienced in the Agency for Healthcare Research and Quality CDS Demonstrations" mener at for lite tid blir satt av til å designe og utvikle selve beslutningsstøtten under utviklingen av beslutningsstøttesystemer(Eichner, m.fl.,2010).I artikkelen "Grand challenges in clinical decision support" (Sittig, m.fl., 2008) identifiserte og rangerte

flere forskere og leger utfordringer i utvikling og implementering av beslutningsstøttesystemer.

Menneske-maskin grensesnittet til beslutningsstøttesystemet var utfordringen som ble rangert høyest. Forfatterne uttalte at det er behov for et nytt eller et kraftig forbedret paradigme for presentasjon av klinisk beslutningsstøtte. Utvikleren av grensesnittet bør fokusere på støtte og ikke å avbryte den kliniske arbeidsflyten. For at klinisk beslutningsstøtte skal ha noen verdi for brukeren må informasjonen som presenteres være filtrert og presentert på en måte som gjør informasjonen tydelig og forståelig for brukeren. Informasjonen bør presenteres sømløst med brukerens

beslutningsprosess. Klare og intuitive skjermer, med relevant informasjon tilgjengelig, som gjør det lett for legen å iverksette tiltak basert på den informasjonen som gis, ble forespurt av forfatterne av artikkelen.

Målet med kliniske beslutningsstøtte er å gi leger, helsepersonell og pasienter kunnskap og spesifikk informasjon om situasjonen for at de skal få et bedre grunnlag for å ta en beslutning. I artikkelen "A Roadmap for National Action on Clinical Decision Support" (Osheroff, m.fl., 2007) utgitt av forskere fra The American Medical Informatics Association identifiseres tre hovedpilarer som må være tilstede for at helsetjenester skal kunne forbedres gjennom klinisk beslutningsstøtte:



**BESTE KUNNSKAP/
INFORMASJON
TILGJENGELIG VED
BEHOV**

Informasjonen bør vært tilgjengelig, godt organisert og formidlet i et format som tilbyr riktig informasjon i riktig del av beslutningsprosessen.

**ADAPTIV OG
EFFEKTIV
BRUK**

Systemet bør være enkelt å skaffe og lett å lære seg å bruke for sluttbrukeren. Det bør være mulig å benytte seg av beslutningsstøtten basert på situasjon brukeren er i, ikke basert på systemets begrensninger.

**KONTINUERLIG
FORBEDRING AV
KUNNSKAP
OG AV KLINISKE
BESLUTNINGS-
STØTTEMETODER**

Både retningslinjene for designet av klinisk beslutningsstøtte og systemene i seg selv bør gjennomgå kontinuerlig forbedring basert på tilbakemeldinger, erfaring, og data fra brukere.

TEORI NAVIGASJON

Navigasjon kan defineres som en prosedyre der individet finner en målposisjon og plotter en kurs for å nå denne posisjonen. Navigasjon er en problemløsningsprosedyre som kan deles inn i tre steg (Chen, m.fl.,1999):

1. Kognitiv kartlegging
2. Beslutningsprosess
3. Gjennomføring

Kognitiv kartlegging

Det finnes flere teorier om hvordan mennesker utfører navigasjonsoppgaver. De fleste av disse teoriene foreslår at mennesker konstruere mentale modeller av miljøet de skal navigere seg gjennom. Denne konstruksjon er ofte referert til som kognitiv kartlegging (Chen, m.fl.,1999).

I 1960 uttalte Lynch at folk generelt orientere seg og konstruerer kognitive kart basert på fem miljøkomponenter (Chen, m.fl.,1999), disse var:

1. Veier
2. Kryss
3. Landemerker
4. Distrikter
- 5 Grenser

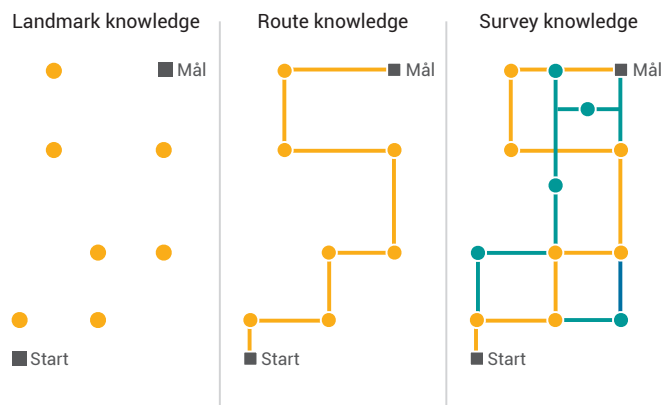
Flere byplanleggere har bekreftet disse funnene(Chen, m.fl.,1999).

I 1973 klassifiserte Downs and Sted romlig informasjon i to klasser; romlig informasjon og attributtinformasjon. Attributtinformasjon blir brukt som meningsfylte markører som gjør det lettere å huske romlig informasjon. Attributtinformasjon kan være beskrivende eller evaluerende.

I 1975 presenterte Siegel og White tre informasjonstyper som sammen danner et kognitivt kart(Siegel, m.fl., 1975). Disse var:

- Landemerker (Landmark knowledge)
- Ruter (Route knowledge)
- Oversikt (Survey knowledge)

Kunnskap om landemerker er kunnskap om enkeltobjekter i rommet. Det er den grunnleggende komponent for både kunnskap om ruter og overordnet kunnskap. Kunnskap om ruter, også kjent som prosedyrekunnskap, er kunnskapen om sekvensen av handlinger som kreves for å følge en bestemt rute. Oversiktskunnskap er kunnskap om relasjoner mellom steder og ruter i et miljø. Slik kunnskap kan skaffes direkte fra kart eller gjennom studiet av andre medier.



KLINISKE BESLUTNINGSSTØTTESYSTEMER OG NAVIGASJONSTEORI: KILDER:

Chaudhry, B., Wang, J., Wu, S., Maglione, M., Mojica, W., Roth, E., ... & Shekelle, P. G. (2006). Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Annals of internal medicine*, 144(10), 742-752.

Chen, J. L., & Stanney, K. M. (1999). A theoretical model of wayfinding in virtual environments: Proposed strategies for navigational aiding. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(6), 671-685.

Eichner, J. S., & Das, M. (2010). Challenges and barriers to clinical decision support (CDS) design and implementation experienced in the Agency for Healthcare Research and Quality CDS demonstrations. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality.

Osheroff, J. A., Teich, J. M., Middleton, B., Steen, E. B., Wright, A., & Detmer, D. E. (2007). A roadmap for national action on clinical decision support. *Journal of the American medical informatics association*, 14(2), 141-145.

Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. *Advances in child development and behavior*, 10, 9-55.

Sittig, D. F., Wright, A., Osheroff, J. A., Middleton, B., Teich, J. M., Ash, J. S., ... & Bates, D. W. (2008). Grand challenges in clinical decision support. *Journal of biomedical informatics*, 41(2), 387-392.

Støylen, A., dr. Med. ISB, DMF NTNU (2016) Scientific methods in medicine. Forelesning fra faget MFEL3010 MEDISIN HØST 2016.

DAGENS LØSNING: **FRAXINUS**

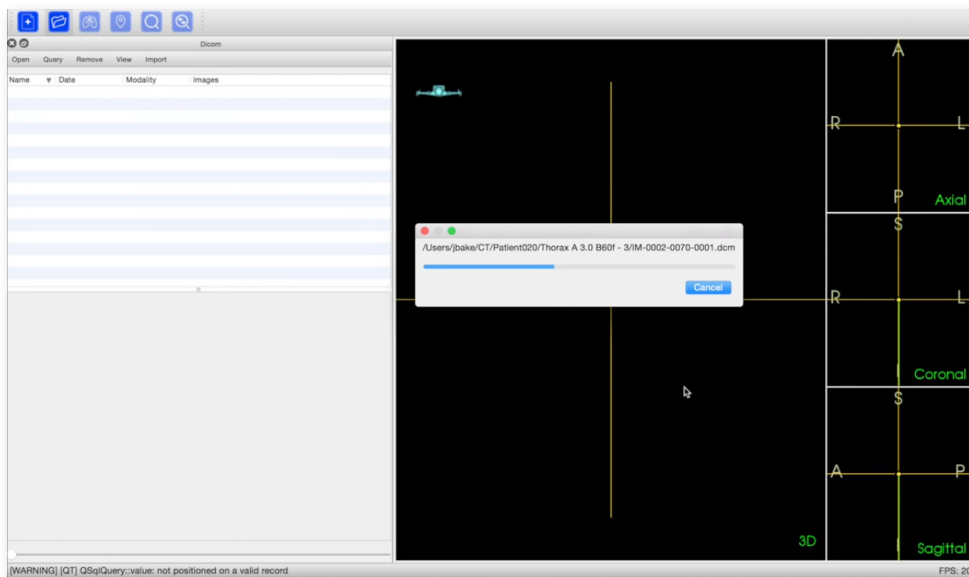


Fraxinus er en programvare som konstruerer 3D visualiseringer av luftveiene basert på CT-bilder. Brukerne av systemet kan sette målposisjoner direkte i CT-bildene og systemet genererer en guidet rute som viser hvilke luftveier brukeren må følge for å nå denne posisjonen. Programmet er utviklet av forskere, ingeniører og leger fra St. Olavs hospital og fra SINTEF Medisinsk teknologi.

Fraxinus er en forskningsbasert navigasjonsplattform for bildestyrt behandling som skal støtte leger som utfører bronkoskopi.

Dagens løsning inneholder en filopplastingsprosess, en evalueringsside der man setter posisjon for mål og ulike 3D visualiseringer av luftveiene som leder til det satte målet.

Følgene er en beskrivelsen av de ulike delene av grensesnittet til systemet med kommentarer på mulig forbedringsområder.



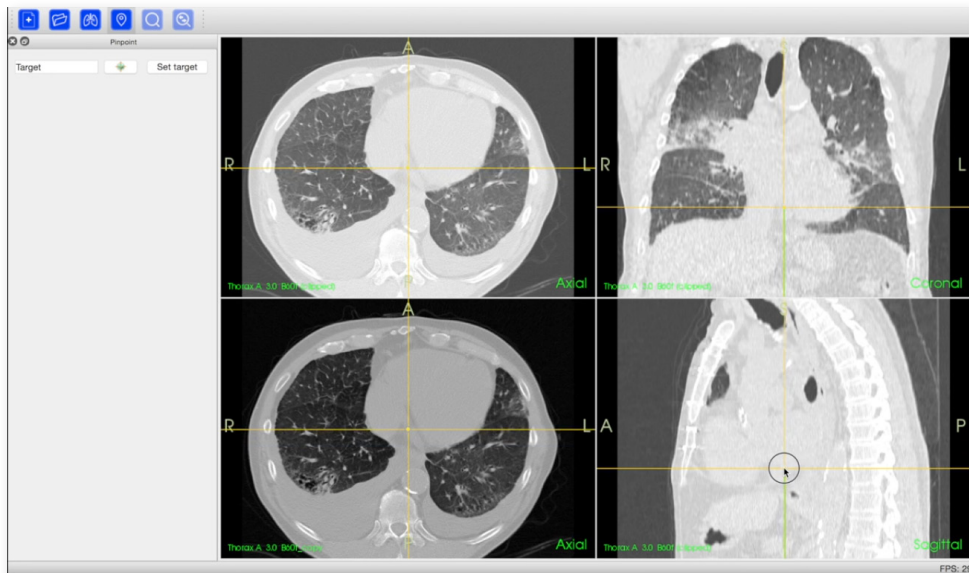
Legge til pasientfiler

Forklaring

Den delen av systemet hvor pasientfiler lastes opp. Her presenteres lister med ulike pasienter og filsett.

Kommentarer

Denne prosessen inneholder mange steg. Knappene som fører en til neste steg i prosessen er noe utydelige.



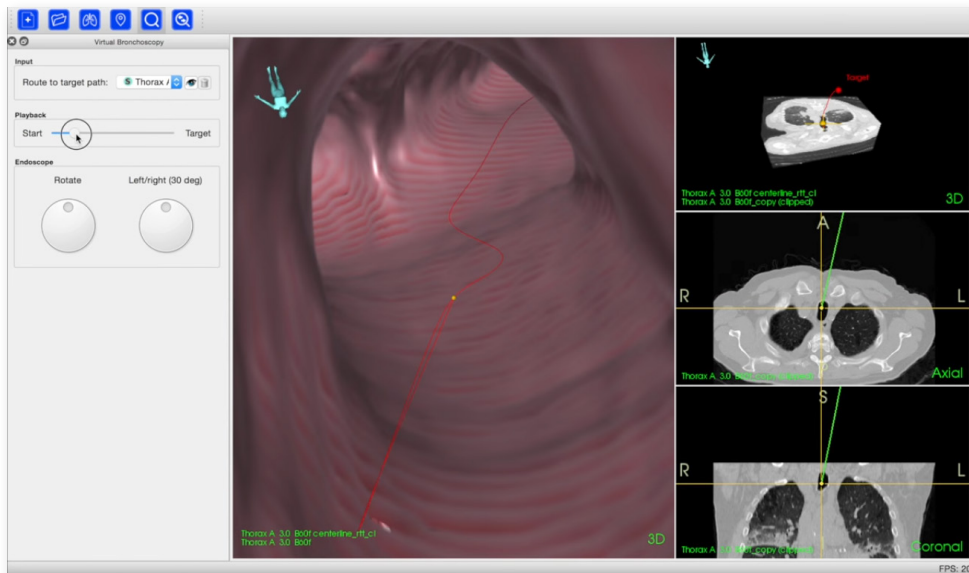
Sette mål

Forklaring

Brukeren setter en målposisjon ved å trykke, holde og dra krysset til ønsket målposisjon. Etter å ha satt målet må brukeren trykke på "Set target"-knappen for å komme videre i prosessen.

Kommentarer

CT-bildene er en visualisering som brukerguppen er vant til å bruke for å evaluere pasienter. Det er bra å bruke visualiseringer som brukerne er kjent med fra tidligere praksis. Knappen som sender brukeren videre i prosessen er diskret.



Virtuell bronkoskopi, egocentric frame of reference

Forklaring

En simulering av miljøet inne i luftveiene. I 3D visualiseringen er ruten markert med en rød linje. En gul prikk markerer posisjonen. Posisjonen manipuleres ved å bruke slider på venstre side. Orienteringen til synsvinkelen styres med knappene på venstre side. Axialbilder på høyre side viser også hvor man er i ruten.

Kommentarer

Sammenhengen mellom knappene og selve miljøet er visuelt uklar. 3D modellen av mennesket kan virke noe distraherende siden det beveges hyppig i alle retninger når man beveger seg gjennom 3D visualiseringen av luftveiene.

Oversikt over rute

Brukeren styrer posisjonen i det virtuelle miljøet ved å dra slideren fra start til target.

Oversikt over prosess

Ikonene symboliserer stegene som må gjennomføres i systemet. Brukeren kan komme seg til de ulike stegene ved å klikke på ikonene etter at prosessen har blitt gjennomført en gang.

Orienteringsstøtte

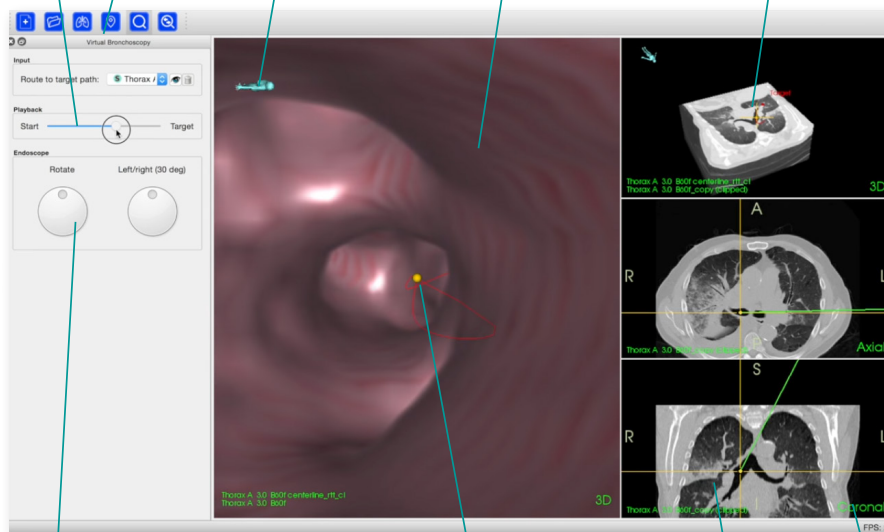
Viser orientering til kamera i forhold til pasient.

Egocentric frame of reference

Viser et miljø som er ganske likt det faktiske miljøet legene ser på video når de styrer bronkoskopet ned i luftveiene.

Exocentric frame of reference

Viser en overordnet oversikt over luftveiene.



Manipulasjon av synsvinkel

Kan rotere og snu innsyn over en akse.

Posisjon og rute

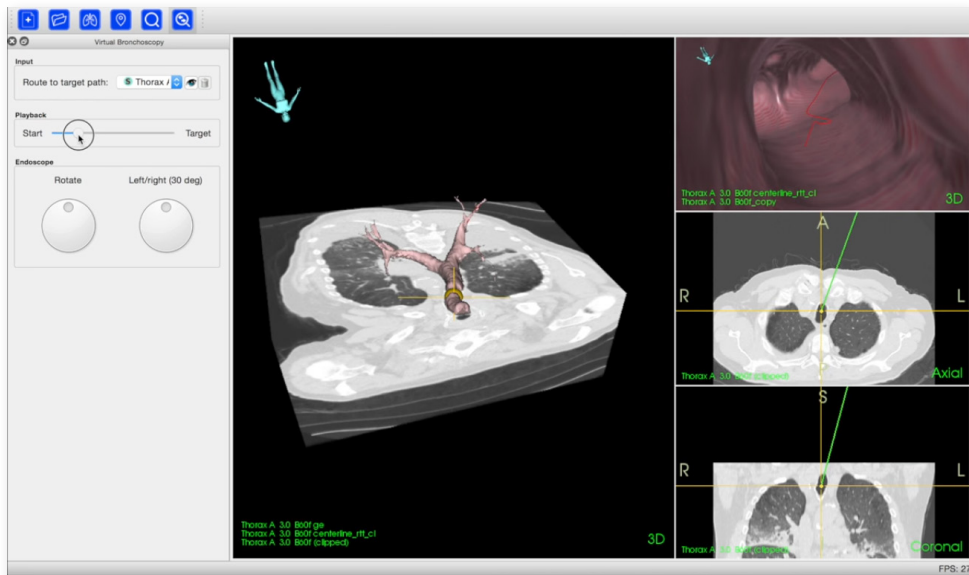
Markering av ruten som skal følges.

Informasjon om bilder

Navn på tversnitt og orientering.

Tradisjonelle visualiseringer

Visualiseringer som leger er vant med å bruke og er komfortabel med å bruke.



Virtuell bronkoskopi, exocentric frame of reference

Forklaring

En alternativ visualisering av ruten. Viser en 3D modell av luftveiene i et tverrsnitt.

Kommentarer

Gir en oversikt over ruten. Bevegelsen til 3D modellen gjør det vanskelig for brukeren å oppfatte informasjonen visualiseringen potensielt kan gi.

Overs

Forkla
hvilke
inform
finnes

F
H
e
a
b
b

+
M
le
fil
i r
p

SETTE POSISJON

Beholdt endel av tidligere design.
Lagt til elementer som skal støtte
beslutningsprosessen.

Overskrift
Forklaring av hvilken type informasjon som finnes i listen

FILES
Markering av hvor i programmet brukeren befinner seg.

Edit list
Mulighet for å slette pasienter eller flytte på rekkefølge.

Add new patient
Egen knapp for å legge til ny pasient.

Pasient
Hver pasient får en boks, med alt av informasjon, beskrivelser og bilder.

Filsett
Ulike filsett fra pasienten..

+Add files
Mulighet til å legge til nye filer direkte inn i mappen til en pasient.

Description
Skriftlig beskrivelse fra røntgenlege

Start
Knapp for å starte evalueringen av det valgte filsettet til den valgte pasienten.

Patients
PATIENTS

PatientInfo:
Ola Nordmann
12345678

Files
Fileset1
Fileset2
Fileset3
+ Add files

Torax AXXXXXX

DESCRIPTION

Ica: nori furbes horum o Catrariur ut prae mortis, se, num peris. Verfec rebem, nos audefacto esalis bon serfecto nitrachus horum prae erum, que publicator fuclibus, que apecompl. et, factas in haete, crissat usponiv esimum linere mo noneristræd condum ex speris dit ius vendeme nihici in rem ita perem temum lin vaadam reningsos, dii esimus cotem dela intiam que que horitum fecte,ndum ex speris dit ius vendeme nihici in rem ita perem temum lin vaadam reningsos, dii esimus cotem dela intiam que que horitum fecte, dii esimus cotem dela intiam que Et officium et, sunt quos re nobit exerensquam est, offic torestotas renemos dist onmolit que quatus architate volutatus nos nonesequedi volores eculuptus, totaspent doluptamusam solori sequiam lab incientibus apic te volcae vellam estern venistram re onem fugia alit mox ut et laudem natem abo. Pid quad ut

Start

Pasient
Ola Nordmann
12345678
Kari Karison
11111111
Per Bakkerud
23312221
Kristin Husby
98379928
Pasient Pasientensen

Liste med pasienter

Brukeren kan se et tilfelle i gangen, de andre er tilgjengelige, men viser ikke detaljert informasjon.

PASIENTOVERSIKT OG FILOPPLASTING

Fokusert på en prosess med få steg og tydelige muligheter.

Vinduoversikt

Viser hvilke vindu som er presentert. Frontal og saggital bildene kan bytte vindu. Axialbildene har begge vinduene tilgjengelige.

Description

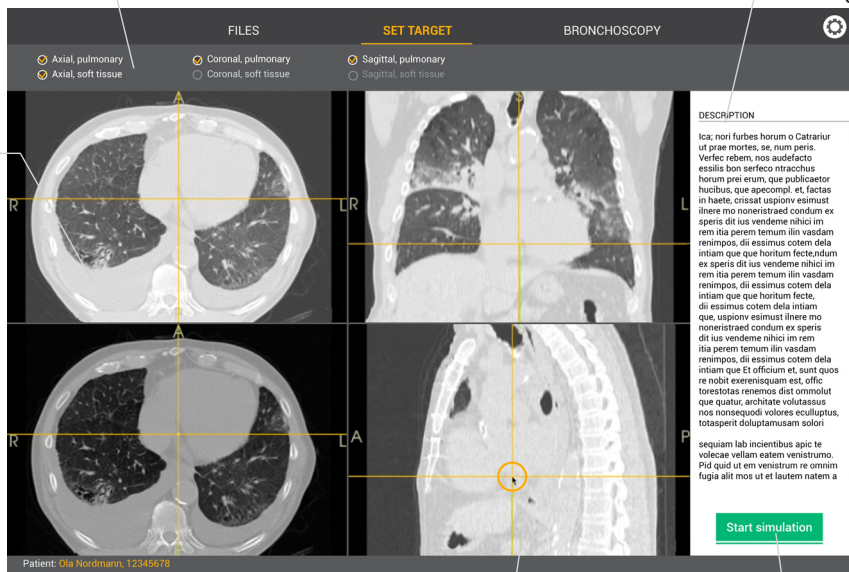
Skriftlig beskrivelse fra røntgenlege tilgjengelig om det oppstår usikkerhet eller om legen trenger å sjekke det i prosessen.

Beskr
Støtte

2D-O
Viser
skjem
overs
ruten
skal f
Visua
hvilke
ikke s

Zoom

For å se bildene i større format må brukeren dobbeltklikke på bildene. Dette er brukeren vant med fra tidligere systemer.



Styrer målposisjon

Setter målet ved å trykke, holde og dra krysset der målet skal være, eller ved å trykke på bildet.

Start simulation

Knapp for å starte simuleringen.

Pasientinfo

Viser alltid hvilken pasient bildene tilhører. Forsikrer brukeren om at hun/han jobber med riktig tilfelle.

SIMULERING / NAVIGASJONSSTØTTE

Et co-planart grensesnitt som presenterer miljøet med ulike visualiseringer.

Save route
Knapp for å lagre rute.

Beskrivende tekst
Støtter orientering.

Presentasjonsinnstilling
Mulighet for å endre workspace.

2D-Oversikt
Viser en konstant skjematisk oversikt over ruten som skal følges. Visualiserer også hvilke veier som ikke skal velges.

Snittbilder
Oversikt med visualiseringer brukerne er kjent med fra før.

Piler
Kan snu innsyn.

3D oversikt
Viser en 3D modell av ruten.

Description
Skriftlig beskrivelse fra røntgenlege tilgjengelig om det oppstår usikkerhet eller om legen trenger å sjekke det i prosessen.

Pasientinfo
Viser alltid hvilken pasient bildene tilhører. Forsikrer brukeren om at hun/han jobber med riktig tilfelle.

Veiviser
Tydelig markering av rute.

Rotere frame
Endrer perspektiv, støtter orientering.

Simulering av miljø
Viser en simulasjon av hvordan miljøet ellers er observert. Virtuell bronkoskopi.

The screenshot shows a software interface for bronchoscopy navigation. It features a central 3D endoscopic view of the airway with a yellow navigation path. To the left is a 2D schematic overview of the airway tree with labels for 'Right main bronchus' and 'Trachea'. To the right are two axial CT scan slices. At the bottom, there is a 'DESCRIPTION' field and 'Patient: Ola Nordmann, 12345678'. The interface includes a 'Save route' button, a 'SET TARGET' button, and a 'BRONCHOSCOPY' tab. Navigation controls like arrows and a refresh button are also visible.

INNSIKT CASE INTERVJU

ST. OLAVS HOSPITAL 20.10.16

For å få innsikt i hvordan lungeleger evaluerer CT-bilder før en bronkoskopi ble det gjennomført fem Case-intervjuer med erfarne lungeleger hos St. Olavs Hospital den 20.10.2016.

Mål

Målet med intervjuene var å få en forståelse av hvordan lungelegene tenker og evaluerer informasjon i forkant av en bronkoskopi. Det var interessant å observere hvilke informasjonsressurser legene benyttet seg av, i hvilken rekkefølge de brukte informasjonen og hvor lang tid de brukte på en evaluering av denne informasjonen.

Fremgangsmåte

Legene fikk et sett med CT bilder og en skriftlig beskrivelse av en Case-pasienten. Filene var i det formatet som de til vanlig bruker. Legene fikk beskjed om å evaluere pasienten, si høyt hva de tenkte og forklare sine resonnement. De bildene som var tilgjengelig for å bruke som Case-pasient var et tilfelle der bronkoskopi ikke var den beste metoden å bruke (siden plasseringen av svulsten nær lungeveggen), men legene fikk beskjed om å se bort ifra dette og forklare hvordan de ville gjort en bronkoskopi dersom det hadde vært det beste alternativet. Etter å ha evaluert bildene og beskrivelsen fra røntgenlege fikk de beskjed om å oppsummere hva deres plan for bronkoskopien var. Tiden de brukte på å se gjennom filene og komme til en konklusjon ble målt. Deretter ble legene spurt følgende spørsmål i et semistrukturert intervju:

- Hvordan går du fram når du vurderer CT bilder før en bronkoskopi?
- Hvor lang tid bruker du vanligvis på dette?
- Hvilke metoder bruker du for å huske hvor du skal styre bronkoskopet?
- Har du noen gang sett på CT bildene under en bronkoskopi?
- Hvorfor?
- Hva mener du er utfordrende?

Spørsmålene ble stilt både for å få innsikt i legenes arbeid og for å ta fokus bort fra Case-oppgaven. Til slutt ble legene spurt om å gjenta deres plan for Case-bronkoskopien.

Appendix

DEL3 - UTVIKLING

Skisser, verktøy brukt i prototyping, SUS-skjema, notater fra brukertester og fargetest.

PROGRAMFLYT

FILES

- OVERSIKT
- LEGGE TIL NYE PASIENTER OG FILER
- SAMLE ALL PASIENT-INFORMASJON PÅ ET STED

PLAN

- SAMLE INFORMASJON
- TRADISJONELLE BILDER
- FILTRERT INFORMASJON

BRONCHOSCOPY

- VIRTUELL BRONKOSKOPI
- OVERSIKT
- PRESSIONSSTØTTE
- TRADISJONELLE VISUALISJERINGER

DOCUMENTATION

- STRUKTURERE INFORMASJON
- LAGRE OG SENDE INFORMASJON

PAPIRSKISSER - VISUALISERE OVERSIKT

DESIGNFORSLAG

Systemet kan anbefale rekkefølgen for knutene som skal stikkes under EBUS-bronkoskopian.

Liste/
organisering

HIGH PRIORITY	10L
MEDIUM PRIORITY	7
LOW PRIORITY	4R 10R

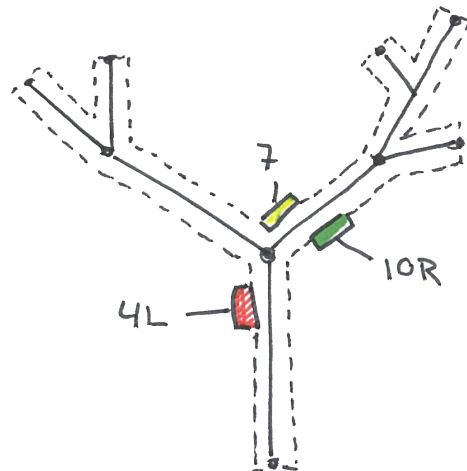
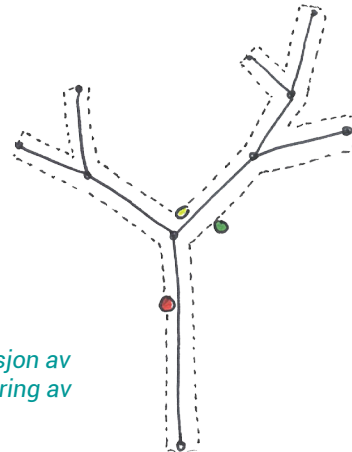
Størrelse



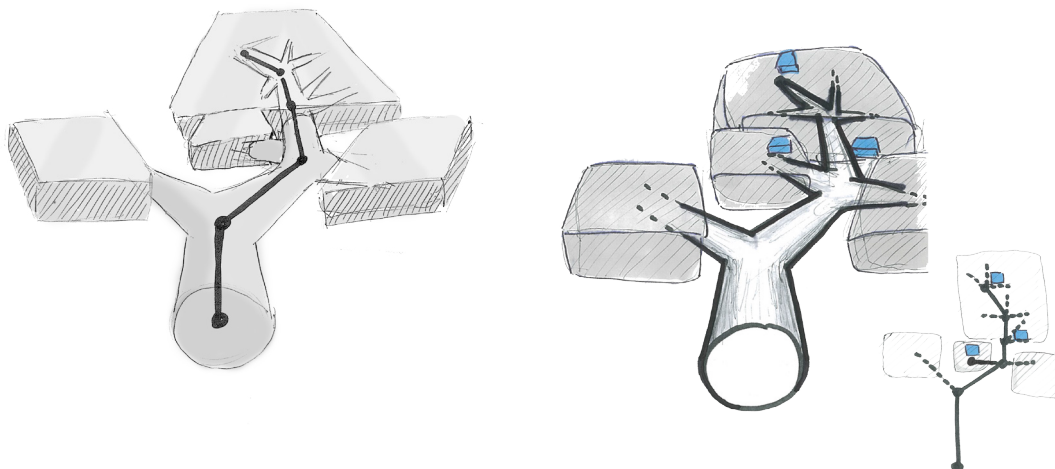
Farge



Presentasjon av
klassifisering av
knutene:

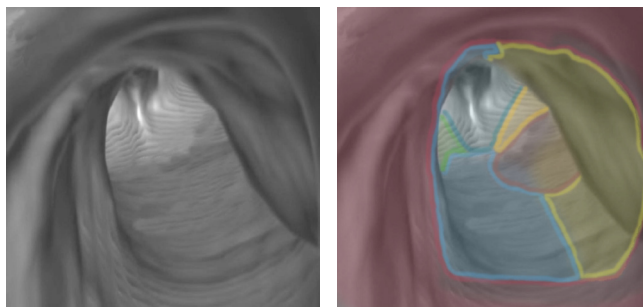
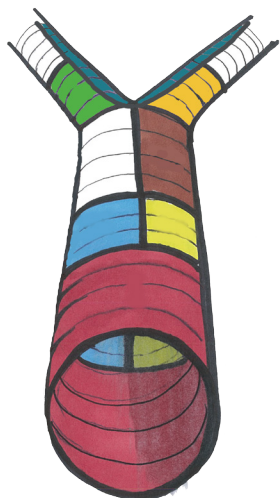


PAPIRSKISSER



DESIGNFORSLAG

Gi de ulike soner egne farger på modellen.

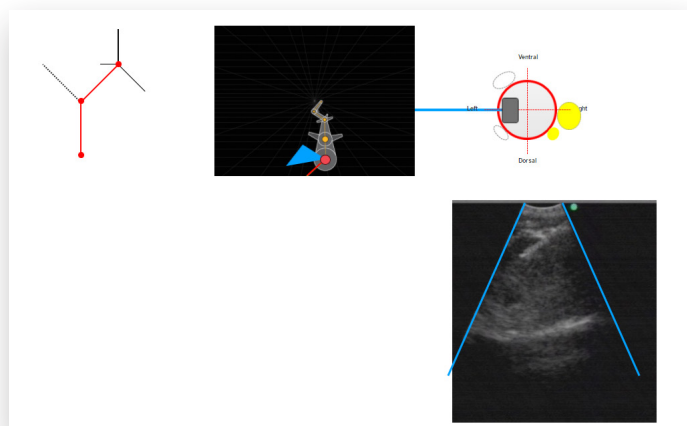
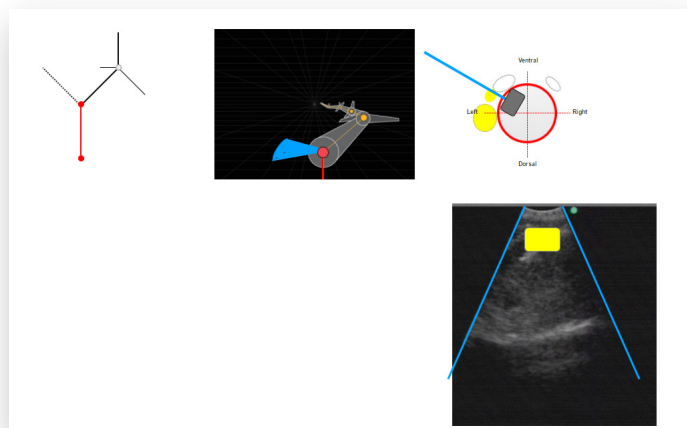
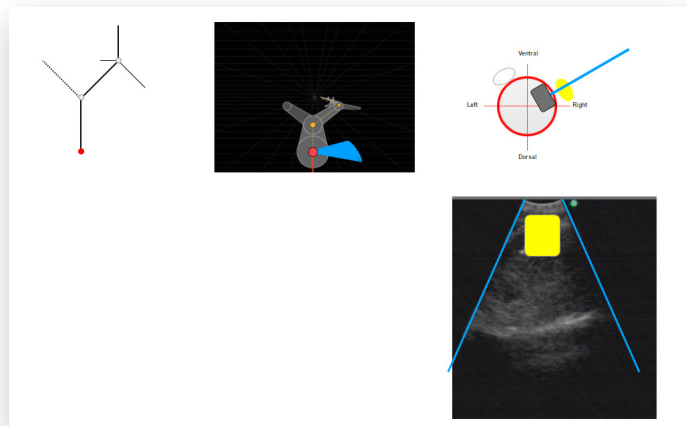


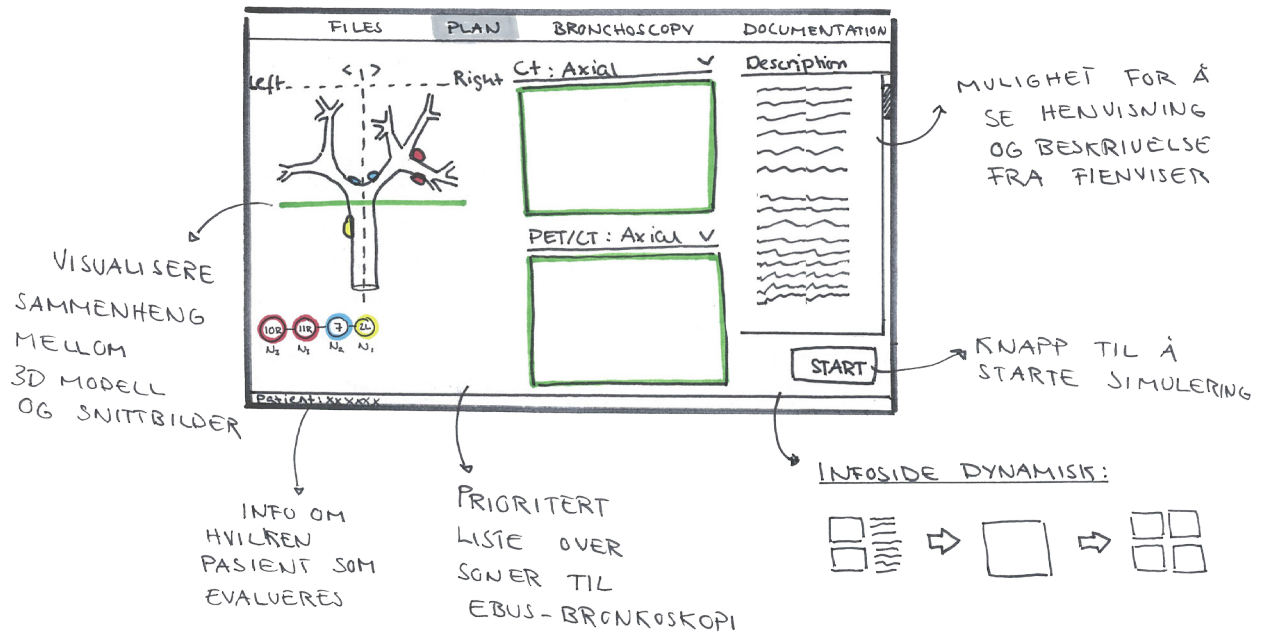
TILBAKEMELDING

Å visualisere alle soner kan være litt overflødig, begrense informasjonspresentasjonen til å presentere aktuelle soner og knuter.

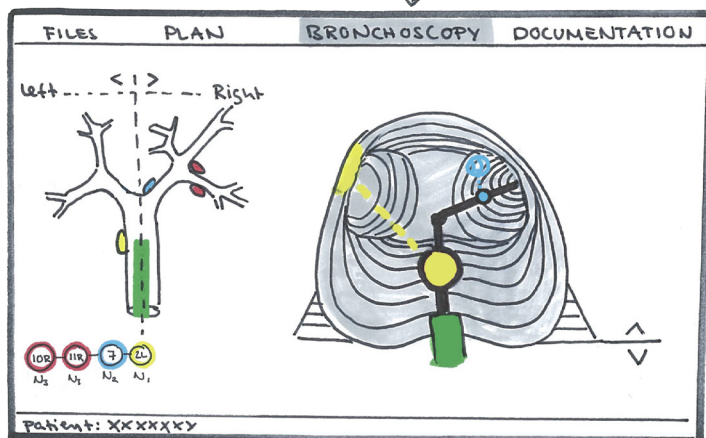
En kjapp klikkbar skisse som ble brukt for å visualisere hvordan ulike visualiseringene kunne fungere sammen ble brukt for å kommunisere konseptforlaget tidlig i konseptutviklingsfasen.

Link til visualisering:
ordmmw.axshare.com/



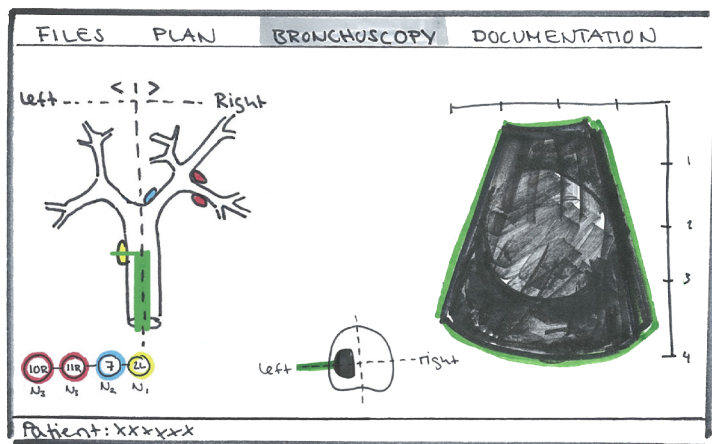


BRUKES BÅDE TIL STØTTE I FORBEREDELSEN OG SOM STØTTE UNDER EBUS-BRONKOSKOPIEN



1. NÅ RIKTIG SONE:

- VITE HVILKE SONER SOM SKAL EVALVERES.
- VITE REKKEFØLGE
- VITE ORIENTERING PÅ LYMFENUTENES POSISJON.



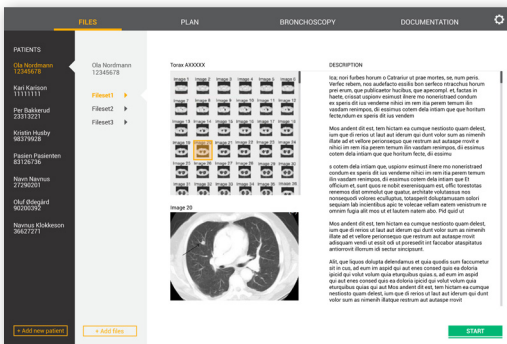
2. NÅ RIKTIG KNOTE:

- PREISJON
- ORIENTERING
- BEHOLDE OVERSIKT OVER POSISJON

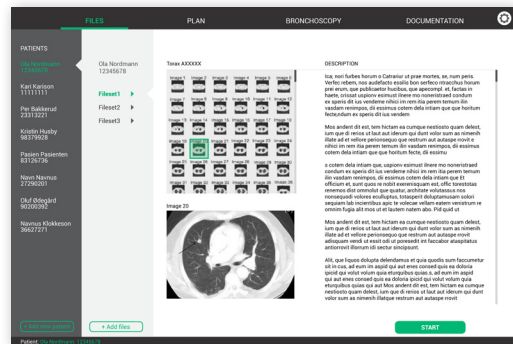
FILES

Files innholder en oversikt over pasienter og filene som hører til hver pasient. Endret fargene i grensesnittet mellom Iterasjon 1 og iterasjon 2. Denne endringen ble gjort for å begrense fargebruken slik fargene ikke skulle ta uønsket oppmerksomhet fra brukeren.

Iterasjon 1



Iterasjon 2

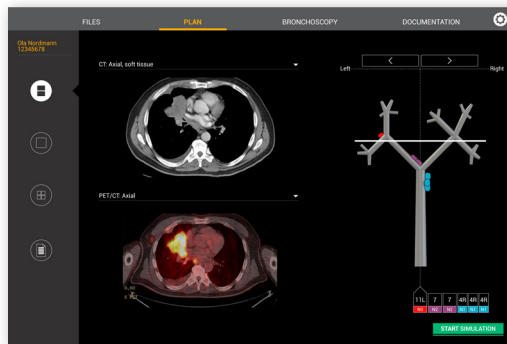


De delene som har farge er de delene av grensesnittet som er aktive eller som er viktige for å gjennomføre hovedhandlingen på den aktuelle siden.

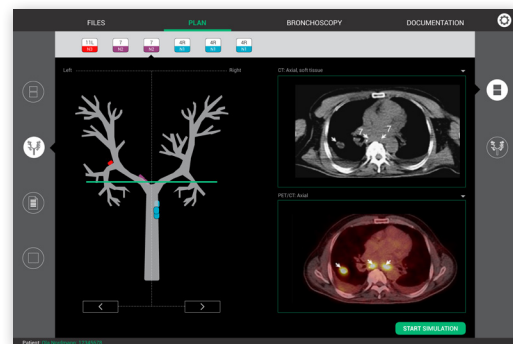
PLAN

Plan inneholder informasjon som skal støtte lungelegen i å forberede seg før en EBUS-bronkoskopi. Denne informasjonen er tradisjonelle CT, PET og CT/PET bilder, skriftlig beskrivelse fra røntgenlege og henvisningen. I tillegg til dette skal en 3D modell av luftveiene presenteres med lymfeknutene som lyser plassert rundt luftveiene. Systemet foreslår en liste med knuter som bør evalueres basert på informasjon fra CT og PET bilder.

Iterasjon 1



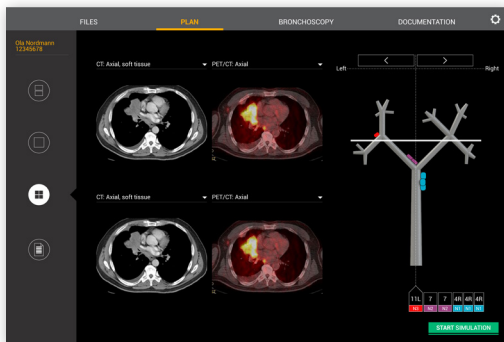
Iterasjon 2



PLAN

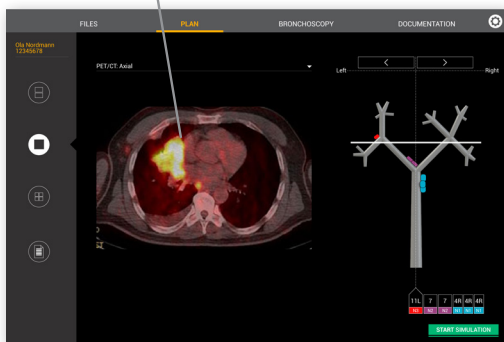
Endringene fra Iterasjon 1 til iterasjon 2 gjør det mulig for brukeren å velge hvilke visualiseringer de ønsker å benytte. Listen med anbefalte lymfeknuter er flyttet fra enkeltmodeller til å være tilstede i grensesnittet uavhengig av hvilke visualiseringer som brukeren benytter seg av.

Iterasjon 1



Sidemeny for å velge visualisering

Zoom for å se detaljer.

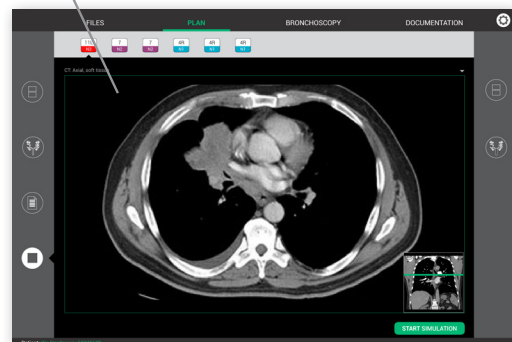
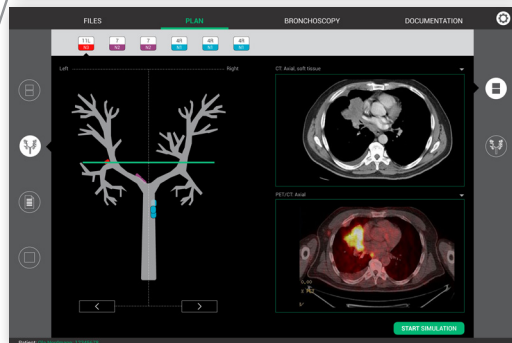


Iterasjon 2

Sidemeny for å velge visualisering

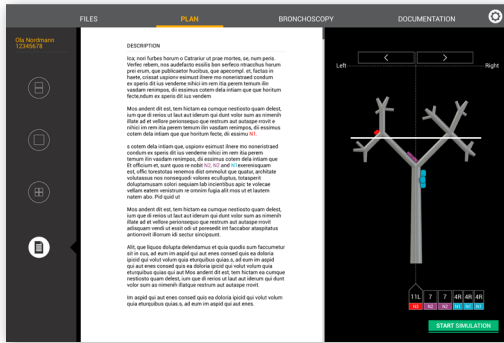


Zoom for å se detaljer.

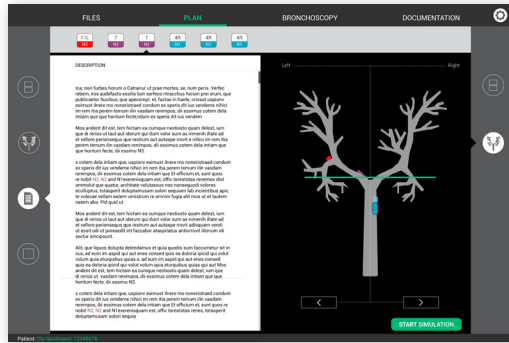


PLAN

Iterasjon 1



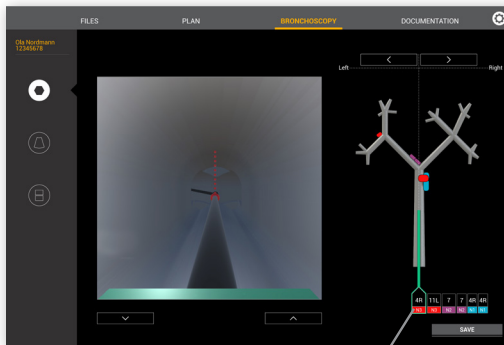
Iterasjon 2



BRONCHOSCOPY

Listen med anbefalte lymfeknuder er flyttet fra enkeltmodeller til å være tilstede i grensesnittet uavhengig av hvilke visualiseringer som brukeren benytter seg av.

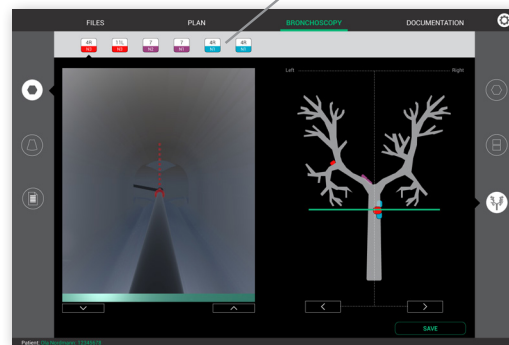
Iterasjon 1



Liste med anbefalte lymfeknuder.

Liste med anbefalte lymfeknuder.

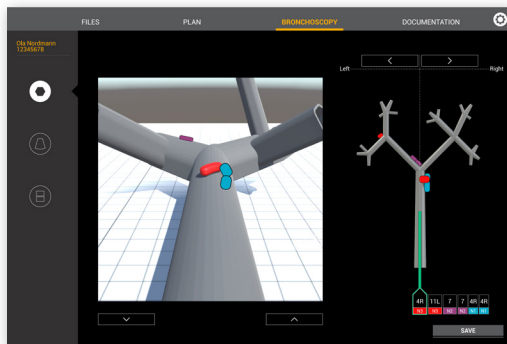
Iterasjon 2



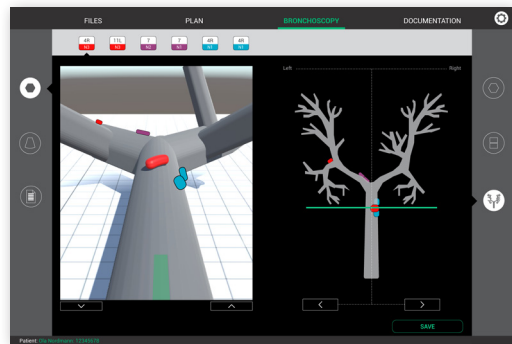
BRONCHOSCOPY

Endringene fra Iterasjon 1 til iterasjon 2 gjør det mulig for brukeren å velge hvilke visualiseringer de ønsker å benytte.

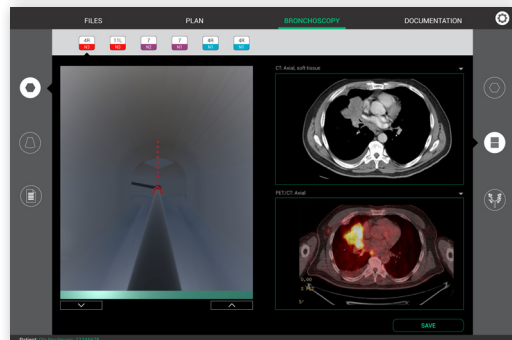
Iterasjon 1



Iterasjon 2

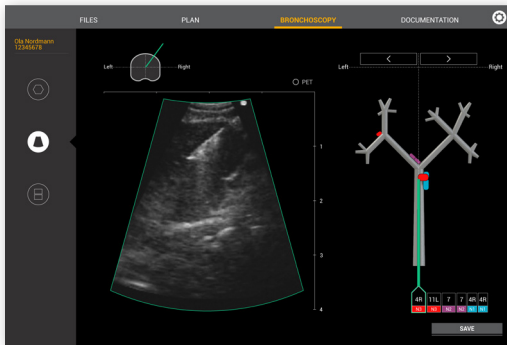


Brukeren kan benytte seg av ønsket informasjons-kombinasjon ved å klikke på ønsket visualisering på sidemenyene.

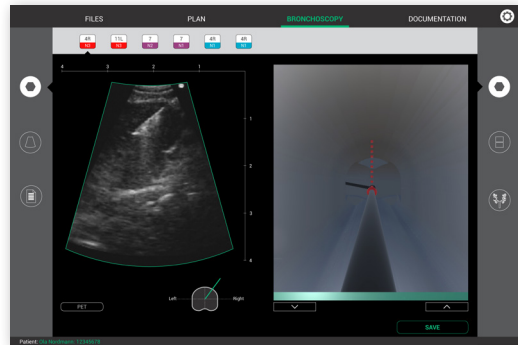


BRONCHOSCOPY

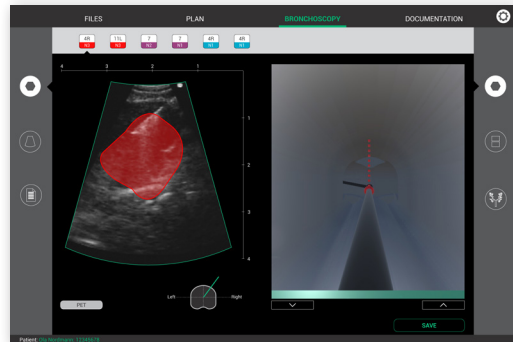
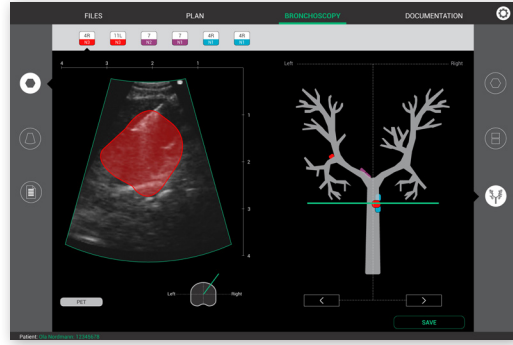
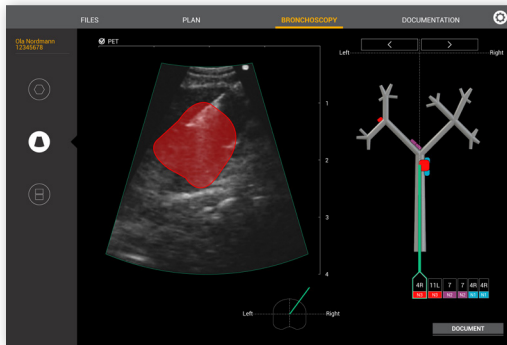
Iterasjon 1



Iterasjon 2

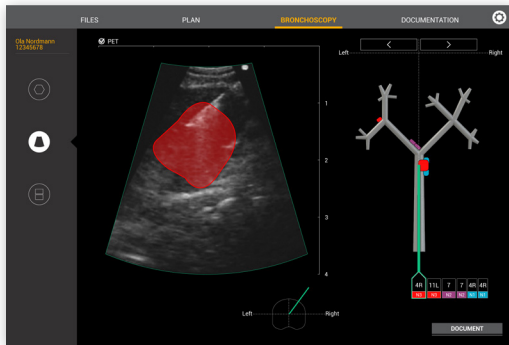


I 2. iterasjon kan brukeren selv velge hvilke modeller/bilder/visualiseringer de ønsker å benytte seg av for å holde oversikt over miljøet mens de gjennomfører presisjonsoppgaver.

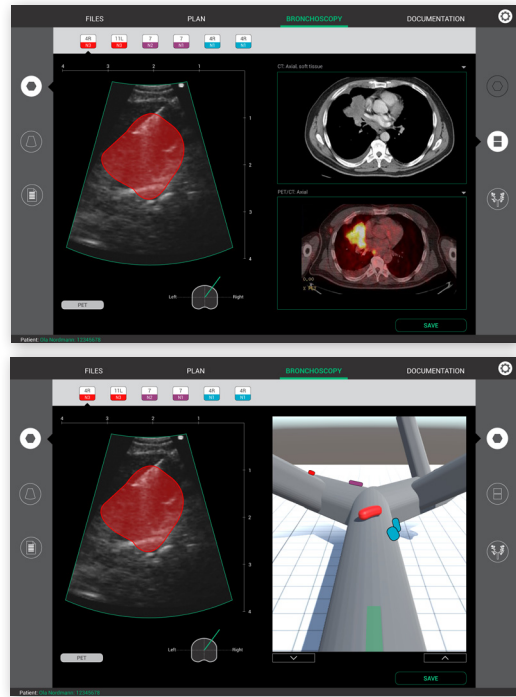


BRONCHOSCOPY

Iterasjon 1



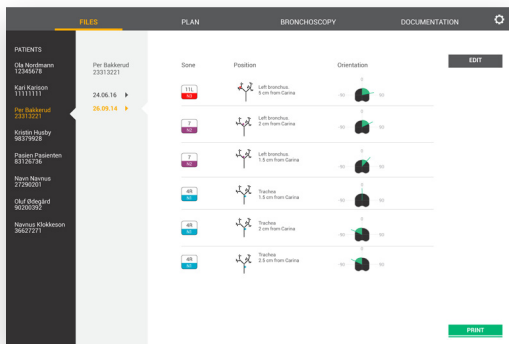
Iterasjon 2



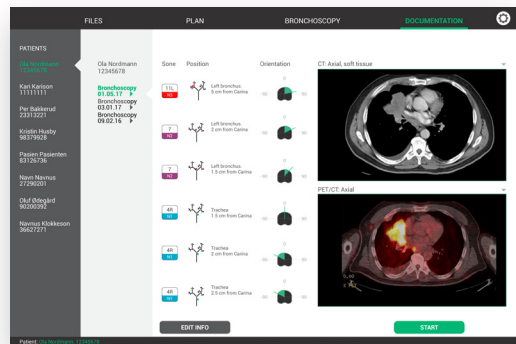
DOCUMENTATION

Iterasjon 2 inneholder mer informasjon.

Iterasjon 1

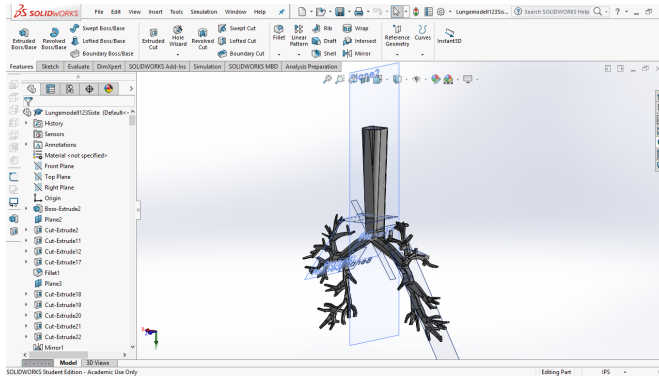


Iterasjon 2

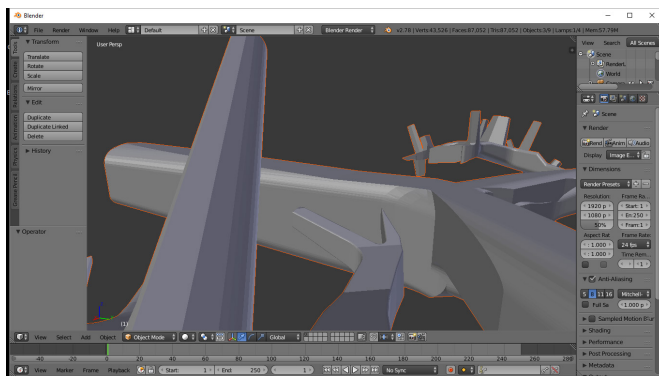


VERKTØY BRUKT I PROTOTYPING

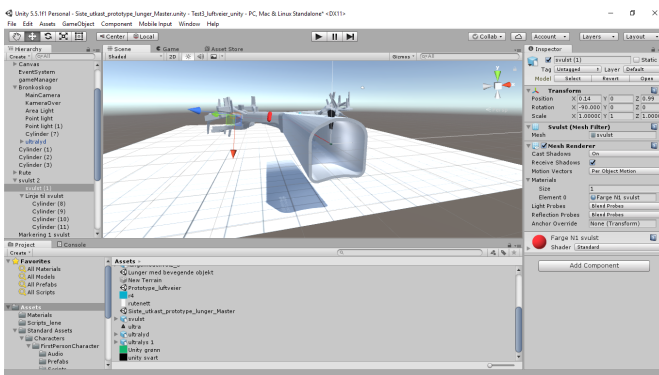
3D VISUALSERING:



Jeg lagde modellen av luftveiene i programvaren Solidworks™ og eksporterte det til en .fbx fil.



Jeg importerte .fbx filen inn i programvaren Blender. I Blender justerte jeg lys og størrelsen til modellen. Jeg eksporterte modellen som en .stl fil slik den kunne brukes i programvaren Unity.



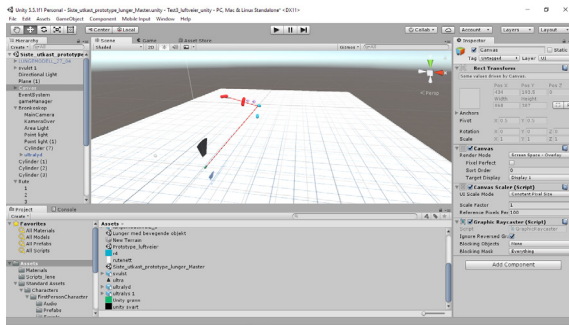
Jeg brukte modellen som et miljø i Unity og la inn en stilisert bane som brukeren kunne følge for å bevege seg i miljøet (luftveiene).



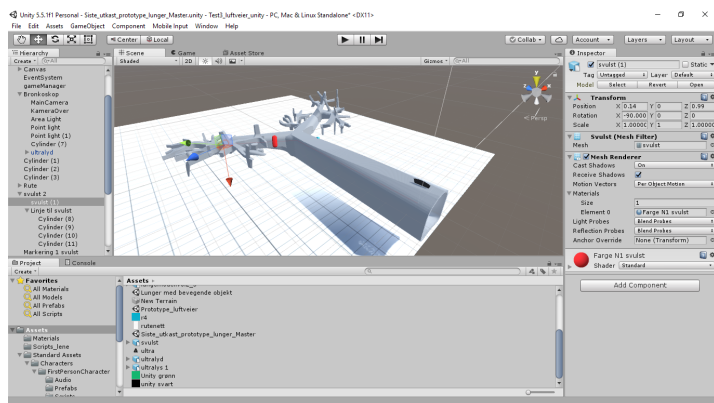
Jeg brukte spillutviklingsplattformen Unity for å lage en kort sekvens der brukeren kan bevege seg på en gitt rute inne i en modell av luftveiene. Jeg lagde denne sekvensen som en prototypen for å visualisere bevegelse og enkel interaksjon (hoppe inn og ut av luftveiene) under en virtuell bronkoskopi. I prototypen beveger brukeren seg fram og tilbake i luftveiene med å trykke på piltastene. Tanken er at denne bevegelsen skal skje automatisk i sanntid med bronkoskopets bevegelse i pasientens luftveier.

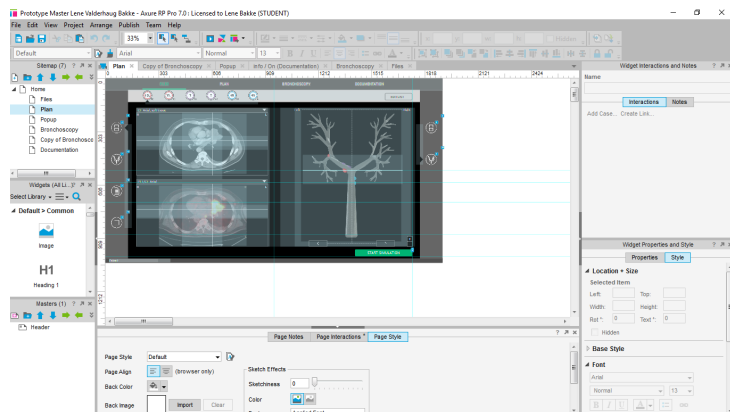
For å få til bevegelsen i modellen lastet jeg ned og brukte kode fra biblioteket spline Controller. Jeg lastet ned denne koden fra open source siden: Spline Controller/wiki. unity3d.com. Jeg brukte den nedlastede koden som grunnlag, men endret den betraktelig slik den kunne fungere basert på input fra brukeren og til å bevege seg fram og tilbake i modellen. Jeg skrev en egen kode for å skifte observasjonspunktet fra innsiden til utsiden av luftveiene. Jeg vil understreke at selve koden og denne prototypen ikke er en hovedleveranse i oppgaven, men jeg brukte denne koden som en del av en prototypingsprosess med rask prototyping for å få informasjon om hva brukerne trengte i en 3D visualisering av luftveiene.

Unityprototypen er vedlegg2.



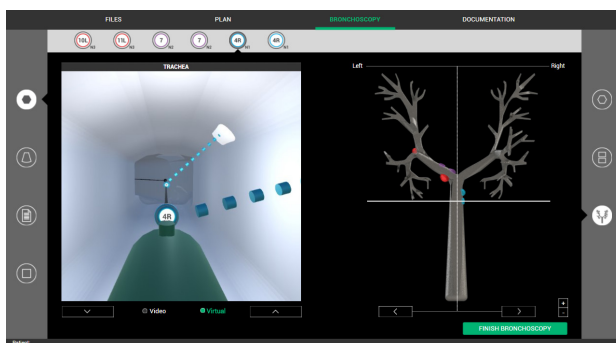
Skjermbilder fra byggingen av Unityprototypen.



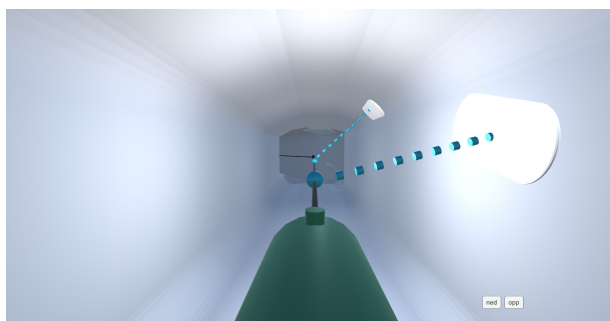


Jeg brukte skjermbilder av Unityvisualiseringen i den klikkbare prototypen jeg lagde i prototypingsverktøyet Axure. Dette var stillbilder, jeg sa til brukerne at dette skulle være en dynamisk visualisering som bevegde seg i sanntid med bronkoskopet.

BRUKERTESTINGEN



Under brukertestene testet brukeren Axureprototypen ved å klikke seg gjennom den.



Etter de hadde klikket seg gjennom Axureprototypen fikk brukerne "kjørt" gjennom Unitymodellen, for at de skulle se hvordan bevegelsen skal fungere.

SUS SKJEMA

Noen spørsmål om systemet du har brukt.

Vennligst sett kryss i kun en rute pr. spørsmål.

	Sterkt uenig								Sterkt enig
1. Jeg kunne tenke meg å bruke dette systemet ofte.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
2. Jeg synes systemet var unødvendig komplisert.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
3. Jeg synes systemet var lett å bruke.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
4. Jeg tror jeg vil måtte trenge hjelp fra en person med teknisk kunnskap for å kunne bruke dette systemet.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
5. Jeg syntes at de forskjellige delene av systemet hang godt sammen.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
6. Jeg syntes det var for mye inkonsistens i systemet. (Det virket "ulogisk")	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
7. Jeg vil anta at folk flest kan lære seg dette systemet veldig raskt.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
8. Jeg synes systemet var veldig vanskelig å bruke	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
9. Jeg følte meg sikker da jeg brukte systemet.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5
10. Jeg trenger å lære meg mye før jeg kan komme i gang med å bruke dette systemet på egen hånd.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	1		2		3		4		5

|

NOTATER FRA BRUKERTEST 2.AXUREPROTOTYPE

BRUKERTEST 1:

Files

Grensesnittet her er ryddig og oversiktlig. Det burde være mulig å søke i listen etter navnet til pasienten, fødselsdato og pasientnummer.

Plan

Noen av ikonene som beskrev de ulike fremstillingene var litt uforståelige, skjønte hva det var etter å ha trykket på dem, men de kunne kanskje hatt en forklarende tekst i starten når jeg begynner å bruke programmet.

En ide hadde vært å kunne hatt en zoome funksjon i oversiktsmodellen/3D modellen av luftveiene, slik jeg kunne sett nærmere på et spesifikt område.

Lymfeknutelisten kan ta litt mye oppmerksomhet og kan virke forvirrende. Kanskje en hjelpetekst burde være tilstede i starten slik brukeren skjønner at det er en liste med de lymfeknutene systemet anbefaler å ta en prøve av under EBUS-bronkoskopian.

Bronchoscopy

Vi ønsker klare tilbakemeldinger på at det vi har gjort har blitt lagret.

Dette fungerer best med sanntidsnavigasjon, det burde vært en "popup" som spurte om man bruker sanntidsnavigasjon eller ikke.

Documentation

Antallet stikk burde være tilstede i tabellen.

Hvilken lungelege som gjennomførte testen burde være tilstede i tabellen.

Jeg ønsker å se informasjon om hvor informasjonen i listen kommer fra. Kommer den fra en automatisk avlesning av bildene av pasienten, eller er den skrevet inn manuelt av lungelegen som tok prøvene?

Det hadde vært svært verdifullt med en mulighet for å eksportere denne dokumentasjonslista for å legge den inn i pasientjournalen. Per i dag er nok å lagre listen som en PDF slik det er mulighet for i dette grensesnittet.

Generelt

Som helhet var programmet lett å forstå og inneholdt ikke unødvendig informasjon. Det var endel småting som kunne justeres, men som helhet er grensesnittet ganske intuitivt. Jeg ønsker bekreftelser på at hver operasjon jeg har gjort i systemet har blitt lagret underveis, jeg er alltid redd for å gjøre noe og glemme å lagre det.

SUS SCORE:
75 AV 100

NOTATER FRA BRUKERTEST 2.AXUREPROTOTYPE

BRUKERTEST 2:

Files

Dette er godt forståelig side. Knappen som fører videre var godt synlig. Jeg var litt usikker på hva som ville skje dersom jeg trykket på knappen. Den hadde vært tydeligere dersom det sto "start undersøkelse" på knappen eller noe slikt.

Plan

Lungelegen prøvde å dra markeringsstreken i den 3D markeringen direkte i prototypen. Det samme gjorde et par av de ikkerelevante brukerne i flyttesten. Jeg ser at dette er en potensiell funksjonalitet i konseptet siden så mange brukere ønsket å handle slik.

Knappene kunne hatt beskrivende tekst for å gjøre dem tydeligere, nå måtte jeg gjette for å finne riktig bilde.

Bronchoscopy

Det burde være en overskrift i den virtuelle bronkoskopien som beskrev hvor man er i luftveiene, dette vil være til hjelp dersom jeg ser bort fra skjermen og vier min oppmerksomhet til pasienten og deretter ser tilbake på skjermen.

Documentation

Visualiseringen og den skriftlige beskrivelsen av posisjonen til lymfeknuten blir for meg overflødig når jeg har navnet på sonene i listen.

Orienteringsvisualiseringene i tabellen sier meg ingenting.

Jeg savner informasjonen om hvilken lege som gjennomførte prosedyren som er dokumentert.

Ellers var informasjonen tydelig og godt organisert.

Generelt

Programmet var alt i alt enkelt å bruke.

SUS SCORE:
87.5 AV 100

NOTATER FRA BRUKERTEST 2.AXUREPROTOTYPE

BRUKERTEST 3:

Files

Lungelegen hadde ingen problemer med å utføre operasjoner på denne siden.

Plan

Her kunne det også vært fint å se primærtumor i forhold til luftveiene. Jeg kan se ut ifra klassifiseringen av lymfeknutelisten av primærtumor er plassert på høyre side, det kunne ha vært fint å inkludert den i modellen.

Hadde vært fint også å kunne zoome i 3D modellen.

Bronchoscopy

Å slå på PET i ultralydbilde var en funksjon som var vanskelig å få øye på. Plasseringen av knappen var ulogisk i forhold til resten av systemets funksjonalitet.

Documentation

Denne siden er svært interessant. Sorteringen av informasjonen er godt organisert. Den kan bidra til at dokumentasjonen kan bli standardisert. Dette bidrar til at detaljnivået i informasjonen fra en EBUS-bronkoskopi ikke blir like avhengig av hvem som gjennomførte bronkoskopien.

Jeg ønsker å se en klassifisering av prøvene, d.v.s. om de var representative eller ikke.

Kanskje disse figurene også kan brukes til å kommunisere med pasienten, dersom de gjøres litt mer detaljert med å visualisere lungelappene og i et format som "mannen i gata" kan forstå.

Generelt

Grensesnittet tar meg gjennom oppgavene steg for steg på en strukturert måte. Dette kan bidra til at resultatene ikke blir like avhengig av hvilken lege som gjennomfører oppgaven.

**SUS SCORE:
92.5 AV 100**

NOTATER FRA BRUKERTEST 2.AXUREPROTOTYPE

BRUKERTEST 4:

Files

Jeg ville ha søkt etter navnet til pasienten eller etter fødselsdatoen til pasienten. Blodprøveverdier er også interessant å se før en EBUS-bronkoskopi. Det var enkelt å forstå hvor jeg bør trykke.

Plan

Knutenavnene og klassifiseringene er utydelige, lungelegen måtte myse for å se hva som sto skrevet. Han sa dette var med på å gjøre den vanskelig å forstå. Jeg antar hovedtumor er plassert på høyre side, kanskje det hadde vært fint å sett den i modellen.

Jeg savner å ha en skriftlig beskrivelse av ikonene, hvert fall i starten når jeg skal lære meg programmet, etterhvert er det greit å bare ha ikoner.

Bronchoscopy

Her skulle jeg også hatt en skriftlig beskrivelse av ikonene. Jeg gjettet nå og valgte de mest logiske, jeg antar dette ikke er noe problemer etter en stund med bruk.

Dette systemet er tilrettelagt for sanntidsnavigasjon. Sanntidsnavigasjon er ikke noe vi bruker enda, jeg antar at systemet blir mer forståelig når vi begynner å benytte oss av sanntidsnavigasjon i praksis.

Documentation

Vi bruker å dokumentere knutene vi stikker, deres posisjon og antallet representative prøver vi tar. Det er fint å også dokumentere størrelsen. Dokumentasjonen av posisjon og orientering i dette grensesnittet er nye modeller for meg. De er interessante for å presisere posisjonen til lymfeknutene.

Jeg savner å ha en måte å komme meg fra dokumentasjonssiden til å starte en ny vurdering før en EBUS-bronkoskopi.

Generelt

Jeg var usikker et par ganger mens jeg brukte systemet, men det gikk stort sett ganske fint å finne fram.

SUS SCORE:
77.5 AV 100

NOTATER FRA BRUKERTEST 2.AXUREPROTOTYPE

BRUKERTEST 5:

Files

Lungelegen hadde ingen problemer med å finne søkefelt, pasient og filer.

Plan

Ikke alle ikonene var like intuitive. Uten hjelpetekst var det litt uklart hva de symboliserte. Etter å ha trykket på de en gang lærte jeg meg hva de var og hvordan de fungerer.

Lungelegen funderte litt på listen over knuter: "Jeg ser det er stasjoner, men det mangler ganske mange. Er disse utvalgte knuter? Knutenes L og R navn samsvarer ikke med CT bildene som ligger under."

Lungelegen trykker på knutene: "Nå skjønner jeg, det er en liste over de aktuelle knutene for EBUS-bronkoskopiaen, så dette er et planleggingsverktøy!".

Til vanlig starter jeg som oftest med å scrolle gjennom snittbildene av pasienten.

Jeg antar at dersom jeg skal legge til knuter trykker jeg på "EDIT LIST" og skriver inn knuten med navnet.

Bronchoscopy

Også her var ikke alle ikonene like intuitive. Uten hjelpetekst var det litt uklart hva de symboliserte. Etter å ha trykket på de en gang lærte jeg meg hva de var og hvordan de fungerer.

Jeg ser det er mulig å ha ultralydbilde og røntgenbilder (CT og PET/CT) tilgjengelig

Generelt

Har jeg brukt det en gang, så skjønner jeg det lett neste gang.

samtidig. Dette er svært hjelpsomt, men jeg kunne tenkt meg å bare ha et røntgenbilde oppe, slik jeg kan se flere detaljer.

En funksjon for å gjøre bilder større som jeg er vant med å bruke er dobbeltklikk.

Orienteringsfiguren ved ultralydbilde er litt utydelig. Lungelegen dobbeltklikket på figuren. "Jeg forventet at det skulle komme noen beskrivelse av figuren eller en annen visualisering med å dobbeltklikke, dette er vanlig i de systemene jeg er vant til å bruke.

Blir dataen lagret når jeg trykker på "FINISH"? Jeg savner en bekreftelse på at handlingene mine er lagret gjennom hele prosessen. Skjer det automatisk, eller må jeg manuelt gjøre det for hvert steg?

Documentation

Jeg skulle ha endret på verdiene ved å høyreklikke på dem og skrive dem inn direkte i listen.

Betyr "SAMPLES" antall stikk? Her savner jeg en spesifisering av hva det vil si. Jeg ønsker en kolonne med info om prøvene var representative eller ikke.

På sikt burde dette systemet integreres med journalen slik jeg bare kunne trykke på "SAVE TO JOURNAL" og informasjonen hadde blitt lagret direkte, det hadde vært det enkleste.

SUS SCORE:
80 AV 100

NOTATER FRA BRUKERTEST 2.AXUREPROTOTYPE

BRUKERTEST 6:

Files

Lungelegen hadde ingen problemer med å finne fram riktig pasient og filer.

Plan

Grafikken som viser stasjoner (soner) er litt vanskelig å lese uten å myse. De bør være tydeligere.

Jeg bruker å starte planleggingen med å scrolle gjennom bilder, kanskje det skulle vært tydeligere at det var mulig i dette grensesnittet

Lungelegen prøvde å dra markeringsstreken i den 3D markeringen direkte.

Det er bra å ha tilgang til henvisningen og beskrivelsen samme med bildene.

Bronchoscopy

Den virtuelle bronkoskopien var litt vanskelig å forstå. Markeringene og

fargene var litt uklare.

Var enkelt å finne ultralydbilde og å bestemme hvilke bilder jeg ville se.

Documentation

Jeg skulle hatt informasjon om lungelegen som gjennomførte bronkoskopien og om prøvene var representative.

Dokumentasjonen av posisjon og orientering er informasjon som presiserer posisjonen til knutene. Jeg antar at dette kan være til hjelp for nye bronkoskopører som lærer seg posisjonen til sonene.

Generelt

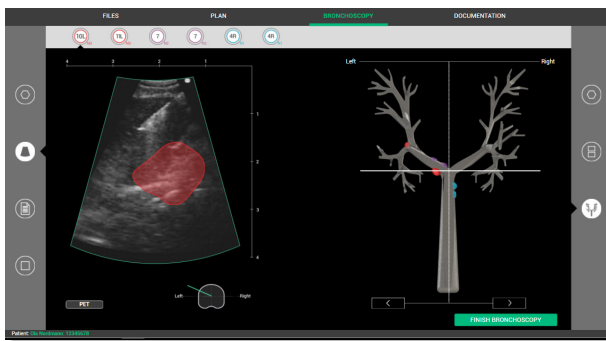
Denne versjonen hadde noen elementer som var uklare, men konseptet i seg selv var svært interessant.

SUS SCORE:
75 AV 100

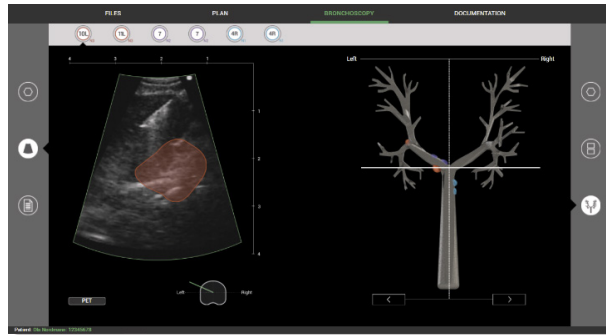
TEST FARGEBLINDHET

Noen brukere har kognitive funksjonsnedsetninger, dette bør man ta hensyn til i utviklingen av et kognitivt støtteverktøy. Et eksempel på dette er fargeblindhet. Det er en svært vanlig funksjonsnedsetning. 10% av alle menn og 1% av kvinner har en form for fargeblindhet (Ware, 2013). Den mest vanlige formen for fargeblindhet er rødgrønn fargeblindhet. Protanopi er en form for rødgrønn fargeblindhet som resulterer i blindhet i den røde delen av spekteret. Deuteranopi er en form for rødgrønn fargeblindhet resulterer i blindhet til den grønne delen av spekteret. Jeg sjekket grensesnittet i en simulator for å se om kontrastene var synlige selv ved funksjonsnedsetningen rødgrønn fargeblindhet.

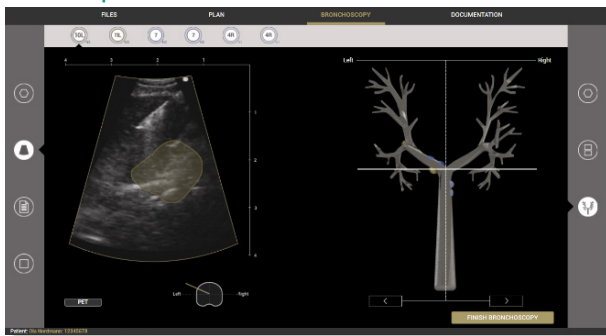
Original



Protanomaly



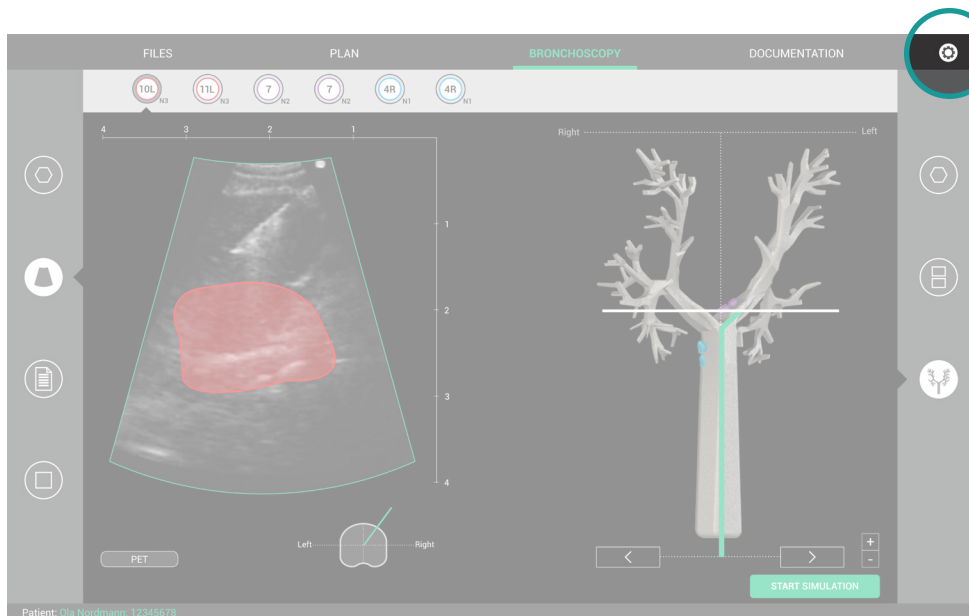
Protanopia



Kontrastene
reduseres
betraktelig.

Denne testen viste at kontrastene blir redusert dersom brukeren har Protanopia. Jeg justerte ikke fargene i det siste konseptforslaget som er presentert i rapporten, men jeg anbefalte USIGT om å gjøre det mulig for brukerne å selv kunne ha mulighet til å velge å bruke andre farger om de ønsker det, slik de kan bruke grensesnittet dersom de har en form for fargeblindhet.

Grensesnittet bør ha en mulighet til at brukeren kan gå inn å justere innstillinger: blant annet fargene i grensesnittet.



TEST FARGEBLINDHET: KILDER

Ware, C. (2013). Information visualization: perception for design. Elsevier.

Testet grensesnittet den 20.05.17 med simulatoren:
color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/

**MASTEROPPGAVE
INSTITUTT FOR DESIGN
NTNU VÅREN 2017**

Lene Valderhaug Bakke