

ABSTRACT

Baggrund: Efterhånden digitaliseres flere og flere områder af sundhedsvæsenet, et af områderne, som lige nu får stor interesse, er indenfor *digital patologi* også kaldet *virtuel mikroskopi*. Der forskes i flere områder indenfor dette og der er store forventninger til effektiviteten af at digitalisere traditionelle glasbiopsier (mikroskopiglas). Patologisk Institut (PI) ved Århus Universitets Hospital (AUH), Nørrebrogade, har indkøbt en "whole slide" scanner til forskningsmæssige formål, men ønsker nu at udforske, hvilke andre fordele, de kunne drage af denne.

Hypotese: Formålet med denne medicinske teknologivurdering (MTV) var, at undersøge hvorvidt PI kan spare ressourcer ved at anvende virtuelle slides til klinisk-patologiske konferencer.

Metoder: Der er lavet analyse og vurdering af de fire MTV elementer, teknologi, organisation, økonomi og patient. Nødvendige data er modtaget fra PI om organisationen samt om antal, type og hyppigheden af konferencer. Herefter blev konferencerne delt op i kategorier, efter sted for afholdelse og deltagere. Det gav fem kategorier, hvoraf to hele kategorier og en bestemt type conference blev udvalgt. Det var nødvendigt at begrænse antallet af konferencer på grund af indscanningstiden af de virtuelle slides. Udvælgelsen skete på baggrund af en vurdering af, hvor der ville være noget at spare, ressourcemæssigt samt besvær for patologen. Herefter blev en komparativ analyse gennemført på beregninger omkring konferencerne.

Resultater: På det organisatoriske niveau på PI, vil der være specifikke ændringer. Lægesekretæren vil få en ny arbejdsopgave i at indscanne mikroskopiglas, der skal bruges 18 ekstra lægesekretærtimer om måneden, til dette formål. I patologgruppen skal der bruges yderligere 3,5 timer til transport. Læger fra andre hospitaler under AUH vil samlet spare 18 timer om måneden.

Konklusion: Der vil samlet være ressourcer at spare ved de udvalgte konferencer. PI vil øge deres ressourcer en smule mens der for hele AUH vil være en besparelse, fordi der generelt vil flyttes timer fra et løntrin til at lavere. Dette er en stor fordel i forhold til at der er mangel på specialister. Endvidere, er der gratis fordele at hente, i forbindelse med undervisning og evaluering, som virtuelle slides også kan anvendes til.

FORORD

Den foreliggende rapport er en medicinsk teknologivurdering (MTV), som omhandler klinisk patologiske konferencer, på Århus Univesitets Hospitaler (AUH) og er lavet på vegne af Patologisk Institut, Nørrebrogade. Denne MTV skal fungere som beslutningsgrundlag for at indføre nye arbejdsgange som følge af anvendelse, af ny teknologi på Patologisk Institut. Arbejdet tager udgangspunkt i et oplæg, udarbejdet af Instituttet, på baggrund af den vurdering De ønsker.

Gennemførslen af projektet, og dermed tilblivelsen af rapporten, er en del af et kursus, som er en del af den samlede uddannelse til sundhedsteknologiingeniør. Som følge af dette, består målgruppen for rapporten af flere enheder - AUH, herunder specielt Patologisk Institut, som rapporten specifikt er rettet imod, vejleder, undervisere samt andre studerende. Endvidere, er der en målgruppe af fagfolk - der følger udviklingen indenfor området - som har tilkendegivet interesse for projektet.

Projektet er gennemført med en MTV-tilgang, men det er ikke en MTV i klassisk forstand, men en mindre omfangsrig Mini-MTV, hvor den største vægt er i teknologi, organisation og økonomi, mens patienten er af mindre vægt, da denne ikke er en direkte del af forløbet.

Rapporten består af to dele, Del 1 og Del 2. Del 1 består af tre kapitler og omhandler den egentlige MTV. I det indledende kapitel, introduceres projektets baggrund og formål samt den baggrundsviden, der er nødvendig for, at gennemgå rapporten. Kapitlet afsluttes med en beskrivelse af anvendte metoder. Herefter følger den analytiske del af den medicinske teknologivurdering, som indeholder fire afsnit, der hver repræsenterer hvert af de førnævnte MTV-elementer. Hvert afsnit afsluttes med en delkonklusion. Rækkefølgen af de fire elementer er meget bevidst valgt, da det er oplagt, at tage afsæt i teknologien, som fører læseren videre til organisationen, hvor der vil forekomme ændringer som følge af teknologien. Ændringerne i organisationen leder os naturligt over til økonomi, hvor der redegøres, for de følger, organisationsændringerne vil have økonomisk. Den indirekte indvirkning på patienten er beskrevet slutteligt. Del 1 afsluttes med en samlet vurdering og perspektivering.

Del 2 indeholder et visionært fremtidsperspektiv på, hvilke andre muligheder der foreligger i teknologien. Det er således ikke en del af den stillede problemstilling fra Patologisk Institut, men er af undertegnede medtaget for, at give projektet ekstra substans. Del 2 skal fungere som et inspirerende indblik i en fremtidig og mere omfattende løsning, men før en given implementering kræves en eller flere selvstændige MTV'er, for en mere eksakt vurdering.

Projektet er gennemført af en gruppe 4. semesters studerende på Ingeniørhøjskolen i Århus, på studieretningen Sundhedsteknologi. Gruppen vil gerne takke samarbejdspartnere fra Patologisk Institut, samt de fagfolk der har været behjælpelige med information og inspiration gennem forløbet. Desuden skal lyde en tak til vejleder, som både har leveret konstruktiv kritik samt motiverende indslag.

INDHOLDSFORTEGNELSE

DEL 1

1.	INDLEDNING	1
1.1.	Projektafgrænsning.....	2
1.2.	Metoder	2
1.2.1.	Gennemgang af litteratur	4
2.	MEDICINSK TEKNOLOGIVURDERING	5
2.1.	Teknologi	5
2.1.1.	Specifikationer.....	5
2.1.2.	Forudsætninger for betjening	6
2.1.3.	Krav til virtuelle slides og software.....	6
2.1.4.	Arbejdsgang i forbindelse med scanneren.....	7
2.1.5.	Yderligere fordele ved scanneren.....	9
2.1.6.	Delvurdering.....	10
2.2.	Organisation	11
2.2.1.	Analysemetode af organisationen.....	11
2.2.2.	Arbejds miljø	12
2.2.3.	Ændring af arbejdsgang	12
2.2.4.	Kultur	13
2.2.5.	Følggevirkninger i andre dele af organisationen.....	14
2.2.6.	Delvurdering.....	14
2.3.	Økonomi	15
2.3.1.	Estimater og kategorisering	15
2.3.2.	Udvælgelse.....	16
2.3.3.	Beregninger	17
2.3.4.	Delvurdering.....	19
2.4.	Patient	20
2.4.1.	Diagnosticering.....	20
2.4.2.	En hurtigere diagnose.....	20
2.4.3.	Delvurdering.....	20
3.	SAMLET VURDERING OG PERSPEKTIVERING.....	21

DEL 2

1.	VISION	23
1.1.	Indledning.....	23
1.2.	Visionær konference	24
1.2.1.	Teknisk introduktion	24
1.2.2.	Organisatorisk introduktion	24

1.2.3. Patient introduktion	24
1.2.4. Delvurdering.....	25
1.3. Andre anvendelsesområder.....	26
1.3.1. Uddannelse:	26
1.3.2. Forskning:.....	26
1.3.3. Diagnose:.....	26
1.3.4. Vidensdeling:.....	27
1.4. Implementeringen	27
1.4.1. Scanningen	27
1.4.2. DICOM.....	28
1.4.3. PACS.....	30
1.4.4. Vurdering af implementering.....	32
1.5. Samlet vurdering.....	33
BILAG 1: MINI-MTV SKEMA	34
BILAG 2: SCENARIER	41
BILAG 3: LITTERATURSØGNINGSDOKUMENTATION	49
BILAG 4: PROJEKTOPLÆG	55
BILAG 5: ØKONOMIBEREGNINGER.....	56
BILAG 6: IDEA	64
BILAG 7: PROCESBESKRIVELSE	65
BILAG 8: TIDSPLAN	72
APPENDIKS 1: KORRESPONDANCE/INTERVIEWS.....	73
LITTERATURLISTE	80

IHA

Del 1

Mini-MTV projekt



Hvad er en Mini-MTV?

For at beskrive hvad en Mini-MTV er, må det først klarlægges, hvad en MTV består af. "Ved medicinsk teknologivurdering forstås en bred og systematisk vurdering af forudsætningerne for, og konsekvenserne af, at anvende medicinsk teknologi". (1)

Grundlæggende er der tre principper i en MTV:

- At den bygger på evidensbaseret viden
- At der er tale om en tværfaglig helhedsvurdering
- At den retter sig mod beslutningstagning

Formålet med medicinsk teknologivurdering er, at frembringe anvendelsesorienterede bidrag til beslutningsgrundlag, hvor alsidigheden kommer til udtryk ved en vurdering af aspekter af teknologien, patienten, organisationen og økonomien.

En Mini-MTV er et ledelses- og beslutningsværktøj, der bygger på MTV-principperne. Det kan blandt andet bruges, når man på et hospital overvejer, at indføre en ny medicinsk teknologi. Mini-MTV skal tænkes som et fleksibelt og dynamisk værktøj. Da den udarbejdes lokalt eller regionalt, kan den videreudvikles og tilpasses lokale eller regionale mål og beslutningstagernes aktuelle behov, ligesom der er mulighed for en tæt dialog, mellem fagpersoner og beslutningstagere.

Teknologi er et bredt begreb

I daglig tale forstås teknologi ofte som en produktionsfaktor ligesom maskiner, bygninger eller arbejdskraft. I forbindelse med en MTV, er teknologi et mere vidt begreb, som stemmer mere overens med den egentlige definition af ordet. Det omhandler brugen og kendskabet til systemer, er et materielt produkt, et system eller metoder i organisation. Og det er på denne måde, at teknologibegrebet passer ind i en MTV. Det kan altså være en vurdering af teknologisk materiel, en anderledes behandlingsmetode eller en ny arbejdsmetode. Medicinske teknologier er således metoder, udstyr og procedurer, der anvendes i diagnostik, behandling, pleje, rehabilitering og forebyggelse af helbredsproblemet. Inkluderet er apparatur og lægemidler.

"Først når man forstår et arbejde, kan man gå ind og lave en MTV derpå"

- Stephen Hamilton-Dutoit

1. INDLEDNING

Samfundet vi lever i, er præget af hastig teknologisk vækst, hvor digitalisering efterhånden er en naturlig del i håndteringen af opgaverne i sundhedsvæsenet. Med den fortsat opadgående udvikling af tekniske områder, bliver det mere og mere uundgåeligt, at tage dem i brug i medicinsk sammenhæng. Specielt må en afdeling, som Patologisk Institut (PI) ved AUH, som pryder sig af, at have været kåret til et af landets bedste speciale afdelinger, sørge for at holde sig opdateret teknologisk, for at fastholde positionen.(2) Endvidere har instituttet, som en del af AUH, lands- og landsdelsfunktion indenfor flere kliniske specialer, et essentielt behov for, at kunne have en gnidningsfri vidensdeling med andre afdelinger, som har brug for deres ekspertise.

Generelt har Danmark, internationalt set, en plads langt fremme indenfor digital forvaltning og kommunikation, hvilket er Sundhedsministeriets hensigt at fastholde og videreudvikle.(3) Derfor har de, i samarbejde med regionerne, nedsat et ekspertpanel til, at sikre at udviklingen indenfor sundhedsvæsenet sker på en strategisk og fremtidssikret måde.

Fremtiden vil blandt andet byde på teknologier, som muliggør behandling over afstand. Derfor vil speciallæger få en helt ny form for vidensdeling, som vil kunne forbedre kvalitet og effektivitet.(4) Dette vil kunne komme specialister til gode ved, at nedsætte logistiske opgaver og derved hjælpe til, at nedtone specialistmanglen, men vil kræve en organisatorisk omstrukturering, hvor nyansatte eller eksisterende personalegrupper vil få nye opgaver.(5)

Behandling over afstand, er noget ekspertpanelet har in mente; det skal være med til at sikre at sundhedsvæsenet fungerer over regionsgrænserne. Man ønsker sammenhæng, hvor specialister kan udnytte hinandens viden og kan bruge vidensdeling - større og mindre - hospitaler imellem. Derfor er det nødvendigt, at de enkelte regioner er opmærksomme på, hvilke planer andre regioner har gjort sig omkring specialefordeling, personalemæssige ressourcer, eksisterende faciliteter mm. Dette er essentielt, for at sørge for, at udviklingen af det danske sygehusvæsen ikke bremses af regionernes grænser.(4)

PI har, som en del af nævnte strategi erhvervet sig en scanner, hvormed mikroskopiglas kan digitaliseres, hvilket oprindeligt primært var udset til brug indenfor forskning. (Se Appendiks 1, VI) Fokusområdet er her sat på klinisk-patologiske konferencer for, at vurdere om patologers transport dertil gøres lettere, ved at undgå besværlig fragt af mange mikroskopiglas i bakker, samt om der spares ressourcer gennem organisatorisk omstrukturering i forbindelse med konferencerne.

For at få svar på ovenstående, er der fra instituttets side efterspurgt en medicinsk teknologivurdering. Udover denne, har nærværende rapport også til formål, at sikre at teknologiens potentiale udnyttes til fulde. (Bilag 4) Derfor er der koblet et yderligere kapitel på, hvor en visionær løsningsmodel fremstilles. Dette skal fungere som inspiration for en fremtidig

og mere omfangsrig modifikation, som kræver en selvstændig MTV for at blive aktuel. I første omgang, bør virtuelle slides i forbindelse med konferencer være et relativt overkommeligt skridt for instituttet at tage, som kan gøre fremtiden lettere at imødegå.

1.1. Projektafgrænsning

Rapporten er opdelt i to dele, hvoraf Del 1 indeholder de fire elementer i en Medicinsk teknologivurdering, mens Del 2 består af den visionære løsningsmodel:

- Teknologi
- Organisation
- Økonomi
- Patient
- Vision

Som følge af, at projektet er udfærdiget på ét semester, er der en tidsmæssig afgrænsning, som både har begrænset perioden for litteratursøgningen og udførelsen af selve MTV'en.

Den tidsmæssige faktor af projektet, har medført at den økonomiske vurdering er på afdelingsniveau og ikke region- eller samfunds niveau, hvilket også er en af grundene til at dette nærmere er en Mini-MTV end en egentlig MTV.

Patientens rolle er, i denne sammenhæng, meget indirekte, men det er forsøgt at belyse hvor der muligvis kunne være konsekvenser, som berører patienten. Visse af disse problemstillinger lægger op til analyser, som ligger langt udenfor omfanget af nærværende rapport.

Derudover ligger der en begrænsning i, at PI kun har indkøbt én scanner.

1.2. Metoder

For alle aspekter af rapporten, er der foretaget litteratursøgning. Det har dog ikke været muligt at finde relevant litteratur til alle MTV-elementer. Eksempelvis består størstedelen af empirien til organisationselementet af information fra instituttets udmeldinger; det være sig oplysninger om arbejdsgangen omkring klinisk-patologiske konferencer samt omfanget af konferencer. Endvidere, har det på nogle punkter været nødvendigt, at gøre egne erfaringer, for at opnå indsigt i organisationen. Nedenfor beskrives de specifikke metoder for hvert af de fire delelementer:

Teknologiske erfaringer:

- Observation af scanneren i brug

- Datablad for den specifikke scanner - Hamamatsu NanoZoomer 2.0(6)
- Interview med Michael Grunkin, CEO Visiopharm (sælger af scanneren)
- Gennemgang af tilgængelig litteratur omkring "whole slide" scannere

Organisatoriske erfaringer:

- Møder med samarbejdspartnere på Patologisk Institut
- Observation af klinisk-patologisk konference
- Interviews med flere af afdelingens ansatte (patologer, sekretærer, servicemedarbejder)

Økonomien:

- Komparativ analyse af de relevante omkostninger

Patienten:

- Ressourcebesparelsens indvirkning på patienten

Ud fra de oplysninger der er fundet til hvert element, er der lavet analyser og derefter vurderinger af fordele og ulemper ved indførelse af den medicinske teknologi.

Derudover blev der som udgangspunkt udformet scenariebeskrivelser i samråd med instituttet, for at sikre, at der var konsensus omkring den nuværende og ønskede arbejdsgang. (Se Bilag 2)
Disse scenarier fungerer som en slags kravspecifikation.

1.2.1. Gennemgang af litteratur

Som baggrund for MTV rapporten er der foretaget systematisk litteratursøgning, som dokumenteret i Bilag 3, og efterfølgende gennemgang. Der er søgt i forskellige databaser, som PubMed, Science Direct og Google Scholar. PubMed er den mest brugte, som dækkende international database, med millioner af artikler.

Det har gennemgående kun været muligt, at finde litteratur på teknologiområdet, nærmere bestemt, evidens for kvaliteten af virtuelle slides i forhold til mikroskopiglas. Litteraturen er her blevet vurderet og der er fundet en del yderligere litteratur gennem såkaldte "kædesøgninger", det vil sige via referencelister fra den fundne litteratur. Den fundne litteratur er således gennemgået og benyttes som baggrund og referencer i rapporten. Gennemgangen og evidensen af funden litteratur kan læses i Bilag 3

Udover ovenstående litteratur er der, efter behov, søgt efter grå litteratur på institutioners hjemmesider.

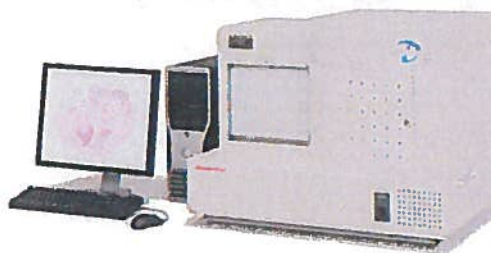
2. MEDICINSK TEKNOLOGIVURDERING

Formålet med denne vurdering er, at danne beslutningsgrundlag for indførelse af en konkret ny medicinsk teknologi.

2.1. Teknologi

Det grundlæggende formål med teknologien i projektet er, at tage skridtet fra analog til digital, et skridt der allerede er blevet taget i store dele af sundhedsvæsenet. Igennem digitaliseringen, er det muligt, at indlæse objekter på en computer, hvorfra det kan behandles og fremvises. Derudover, gøres oplysninger lettere tilgængelige igennem netværksforbindelser og eksterne lagringsmedier.(7)

På PI har man på forhånd anskaffet sig en "whole slide" scanner til formålet - som er installeret og klar til brug. Det er med denne, hensigten at indscanne mikroskopiglas, således at de gøres digitale og dermed kan behandles og fremvises på en PC til konferencer.



Figur 1 Hamamatsu NanoZoomer 2.0

Vores primære fokusområde er, at vurdere scannerens funktion i forbindelse med klinisk-patologiske konferencer. Disse tager udgangspunkt i biopsier fra patienter, som i digitaliseret form har en øget tilgængelighed, hvilket forventes at give ressourcebesparelser. Dog skal det medregnes, at den nye teknologi, vil kunne påvirke det organisatoriske aspekt, hvor nyt eller eksisterende personale vil få ændret arbejdsgang i forbindelse med den nye teknologi, hvorfor sparede ressourcer ikke er en selvfølge.

I forhold til visningen af de digitaliserede biopsier (virtuelle slides), er det væsentligt at kvaliteten og navigeringen har et tilstrækkeligt niveau, som man er vant til med traditionelle mikroskoper, samt at der ikke opstår mærkbar tidsmæssig forsinkelse.

2.1.1. Specifikationer

Scanneren er af mærket 'Hamamatsu NanoZoomer 2.0' og er erhvervet ved Visiopharm. Den er beregnet til scanning af standard-størrelsen indenfor mikroskopiglas (26 mm x 76 mm). (6)

Scanneren er fysisk set udstyret med en 'slide loader', hvori en batch anbringes, se Figur 2. I batch'en nedsætter man de mikroskopiglas, som ønskes scannet. Scanneren kan i alt scanne op til 210 glas, fordelt over syv batches.



Figur 2 Scanningsprocessen step-by-step

Når den fysiske del af opsætning er afsluttet, analyserer scanneren mikroskopiglassene ved en initialisering, som determinerer hvilket område der skal indscannes samt fokusområder. Dette tager cirka 1 minut per mikroskopiglas.(6) Man vælger, som bruger, hvilken kvalitet digitaliseringen skal have. De mest brugte kvaliteter, med dertilhørende scanningstid(6) for 4 cm², er:

- 20x (0.46 µm/pixel) → 1 min. 40 s.
- 40x (0.23 µm/pixel) → 4 min. 30 s.

2.1.2. Forudsætninger for betjening

Personalet på PI har ikke fået et kursus i brugen af scanneren, men derimod en mundtlig forklaring fra installatøren. Dette har vist sig at være tilfredsstillende for, at kunne betjene udstyret. (Se Appendiks 1, I)



Figur 3 Viewer i brug

Scannerens software (NDP.scan)(8) vurderes af personalet, som værende let at betjene – en af årsagerne er, den simple og intuitive grafiske brugerflade. Oplæringen fremefter vurderer afdelingen, at de selv kan stå for igennem mundtlige forklaringer.(Se Appendiks 1, I)

2.1.3. Krav til virtuelle slides og software

Hvis de virtuelle slides skal benyttes til at stille diagnoser, er det et krav, at de lever op til mikroskopiglassenes kvalitet, så den rette diagnose stilles. Flere undersøgelser er foretaget, for at klarlægge, om diagnoser ud fra virtuelle slides, er lige så korrekte, som diagnoser ud fra mikroskopiglas. Én undersøgelse er kommet frem til, at de er næsten lige så gode og at man uden problemer kan stille en korrekt diagnose derudfra.(9)

Andre undersøgelser angående korrekt diagnosestilling har vist, at kvaliteten af de virtuelle slides, i nogle tilfælde har været skyld i ukorrekte diagnoser.(10)

Da der i denne opgave er fokus på konferencer, er der generelt lavere krav til kvaliteten. Patologen har allerede, i sin forberedelse til konference, stillet diagnosen via mikroskop. De essentielle fund skal blot fremlægges ved hjælp af de udvalgte virtuelle slides. Man kan derfor nøjes med, at indscanne mikroskopiglassene ved 20x, hvorved datamængden er 1/4 af hvad 40x og det tager kortere tid at indscanne.(11)

Herudover er det essentielt, at man kan navigere i slides'ene uden for stor tidsforsinkelse, som ellers vil spilde konferencedeltagernes tid. Navigationen afhænger af hvilket filformat de virtuelle slides er gemt i, samt hvilken viewer der bruges til at åbne dem. Den indkøbte scanner gemmer de virtuelle slides i filformatet "NDPi", som kan åbnes med en gratis viewer fra Hamamatsu (NDP.view), som fylder under 6 MB og lever op til de basale krav.(8) IT afdelingen på AUH, Skejby, er kontaktet for at høre om ville være muligt at installere NDP.view, på de computere der er i konferencelokalerne. Dette afhang af hvilke computere der var i lokalet, dog vurderes det at være muligt hvis nok læger efterspørger det.

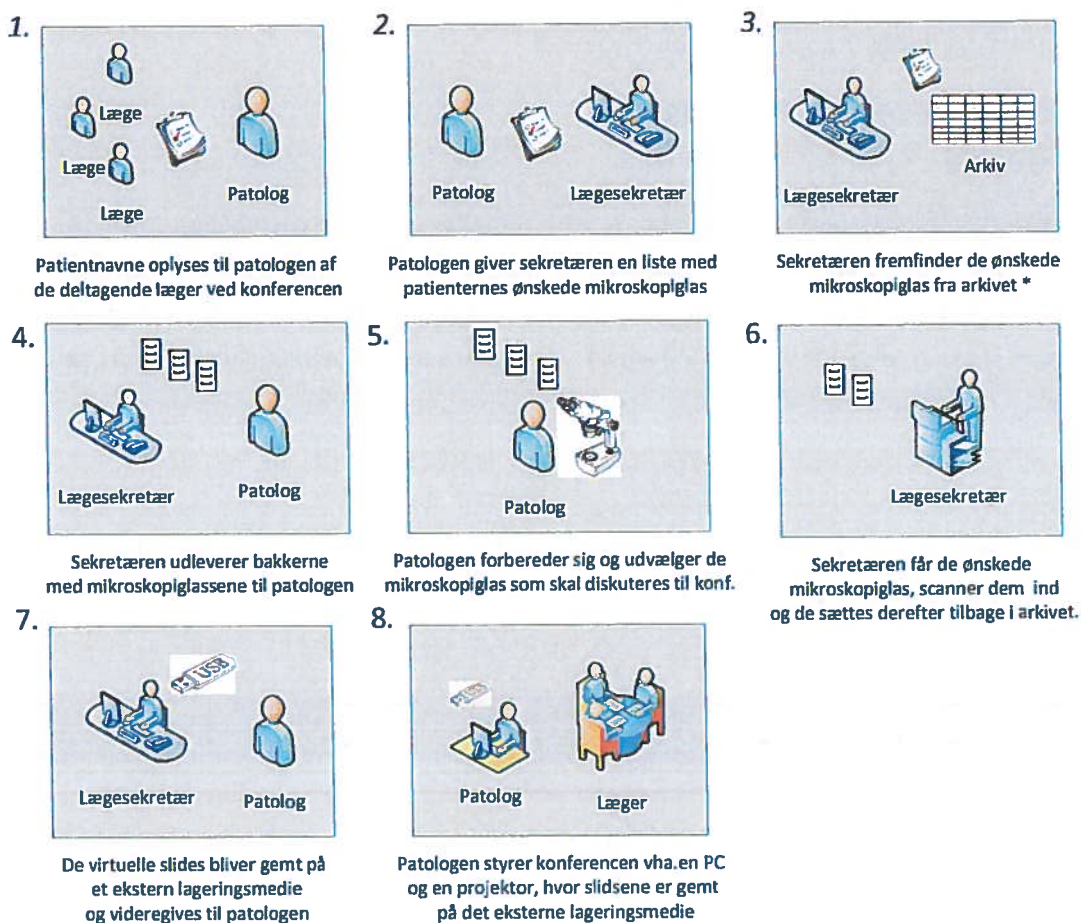
2.1.4. Arbejdsgang i forbindelse med scanneren

Forberedelsen til konference

I forberedelsen er opgaven at gøre patologen klar til konferencen. Herunder ligger der i den nuværende arbejdsgang, at mikroskopiglassene hentes i arkivet og afleveres til patologen, så vedkommende kan benytte dem i sin forberedelse samt til selve konferencen, se Figur 4.

Hvis man lagre virtuelle slides på et eksternt lagringsmedie, kan det gøre transporten til konferencer lettere samt gøre, at man undgår beskadigelse. Der er følgende krav til lagringsmediet (USB-nøgle):

- Skal have tilstrækkelig lagerplads til alle virtuelle slides til en given konference
- Skal have en god skrive- og læsehastighed (store mængder data overføres og læses)
- Skal have krypteringssoftware for at sikre patientsikkerhed



* I nogle tilfælde er det en servicemedarbejder der fremfinder mikroskopiglasene fra arkivet i stedet for sekretæren

Figur 4 Det ønskede scenarie

Konferencen

Konferencer afholdes på nuværende tidspunkt i lokaler, hvor der er krav om, at der forefindes mikroskop, som har tilhørende videokamera således, at det er muligt at benytte en projektor til at fremvise mikroskopiglassene.

Dette er ikke længere et krav, da USB-nøglen gør fremvisning i konferencelokaler uden mikroskoper muligt. Dette giver en fleksibilitet i forhold til planlægning af konferencer og lægger op til, at lægers transport til konferencer kan forkortes.

Support

I tilfælde af, at scanneren ikke er betjeningsdygtig, vil der være behov for support. Frekvens af egentlige nedbrud er svært at vurdere, hvis det overhovedet forekommer, dog er en

supportinstans en nødvendig, således at et givet problem, kan løses hurtigst muligt. Dog forventes der, ifølge Visiopharm, ingen "nede"-tid.

2.1.5. Yderligere fordele ved scanneren

Undervisning

På nuværende tidspunkt får studerende kun mindre gode mikroskopiglas (Bilag 9, VII, elektronisk kopi), som ikke skal gemmes til diagnostik. Da dette ikke er optimalt som undervisningsmateriale, kunne man via "det lokale intranet" uploade relevante og eksakte biopsier, som studerende kunne få gavn af. Herved kunne de gennemgå diagnoser, som er benyttet i "virkeligheden" af patologer, som vil kunne fremme udbyttet af undervisningen.

En undersøgelse foretaget med ph.d.-studerende indenfor kræftforskning, havde målet at evaluere de virtuelle slides som undervisningsmodalitet - ikke som en erstatning for traditionel mikroskopi - men mest i form af deres nytte i, at lette de studerendes læring. Evalueringsresultatet af et spørgeskema angav, at virtuelle slides bedrer de studerendes evner til at forstå morfologiske træk, til sammenligning med de traditionelle mikroskopiglas.(12)

Desuden er man i en anden undersøgelse kommet frem til, at mikroskoper er dyrere at anskaffe til flere studerende, hvorimod computere er udbredte i dagens undervisningsmiljøer. Et andet resultat fra samme undersøgelse viste, at der ved virtuelle slides, er en effektiv udnyttelse af tiden, klare billeder, nem navigation ved slides'ene samt, at man kan opnå optimal læring.(13)

Evaluering af diagnosticeringsevner

Det er på nuværende tidspunkt besværligt, at lave vurderinger af patologers evne til at diagnosticere, da det samme mikroskopiglas skal sendes med kurér mellem flere patologer. Det er nødvendigt for, at vurderingen baseres på det samme og har en vis kvalitet. Undervejs kan mikroskopiglassets kvalitet forringes eller sågar beskadiges.(14)

Med de virtuelle slides øgede tilgængelighed, kan den samme biopsi deles mellem flere patologer samtidigt, enten via E-mail, USB-nøgle eller direkte fra en database.

Stephen Hamilton-Dutoit udtaler om dette:

"Dette vil også være en fordel i eksaminationsprocessen af patologer."

(Bilag 9, VII, elektronisk kopi)

2.1.6. Delvurdering

Implementeringen af scanneren virker i et teknisk perspektiv overkommelig, da betjeningen af scanneren, kan læres igennem en mundtlig forklaring og tilmed er simpel at betjene.

Vurderingen er, at slides'ene på 20x lever op til de kvalitetsmæssige krav der er for, at de kan fremvises til konference. Derudover giver scanneren en række yderligere overkommelige perspektiver, da den øgede tilgængelighed af biopsier gør det muligt, at forbedre undervisning og vurderingen af diagnosticeringsevner.

PI træder derfor med denne teknologi ind i den digitale verden, med en scanner, som åbner op for optimering, vidensdeling og ressourcebesparelse – alt sammen skræddersyet til Sundhedsministeriets strategi.

2.2. Organisation

Når man taler organisation i forbindelse med en MTV, er der tale om, de effekter den nye teknologi medfører i organisatorisk sammenhæng. Dermed skal der laves vurderinger af, hvordan arbejdsmiljøet vil ændres ved indføring, om der vil forekomme ændringer i ansvars- og arbejdsområder, hvor en af følgerne kan være en ændring i behovet for forskellige arbejdsgrupper. Dette er et vigtigt fokusområde i denne Mini-MTV, da det er her, forslagsstillerne forventer at kunne hente ressourcer. Endvidere må man tage højde for eventuelle følgevirkninger i andre dele af organisationen. Her vil der også foreligge mulige konsekvenser, for de læger der arbejder på de tilknyttede hospitaler.

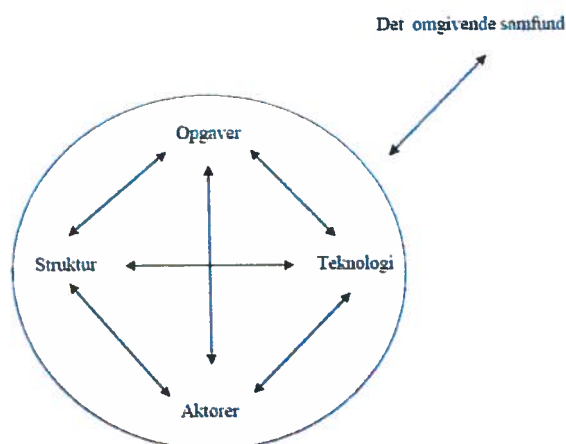
2.2.1. Analysemetode af organisationen

Organisationsstrukturen på Patologisk Institut er en del af en større organisationsstruktur på AUH, hvor hver afdeling har deres egen ledelse og dermed også egen struktur. De faggrupper, der vil blive sat fokus på, er dem der vil være direkte påvirket ved indførelse af teknologien. Det drejer sig om patologer, lægesekretærer samt servicemedarbejdere.

Undertegnede har af flere omgange besøgt instituttet for, at deltage i en konference, gøre observation af arbejdsgangen og have møder med samarbejdspartnere. Alt dette for at få tilstrækkeligt indblik til, at kunne lave en analyse af organisationen. Grundlæggende, er alle oplysninger omkring organisationen, fremkommet på baggrund af disse møder og observationer.

Enhver organisation er til en hvis grad enestående, i den forstand at den ikke ligner andre. På den facon, vil hver indførelse af teknologien i en anden organisation kræve, at man laver en ny vurdering af om dette kan overføres direkte. For en teknologi kan opfattes, implementeres og anvendes anderledes af forskellige organisationer. Der vil altså være en form for sammenspil mellem en organisation og den nye teknologi, hvor organisationens reaktionsmønster er bestemmende for, hvorvidt teknologien udnyttes til fulde. Deraf kan en organisation også påvirke en teknologi. Analysen af organisationen på PI er lavet på baggrund af instituttets ønsker samt de indledningsvist nævnte aspekter vedrørende organisationsanalyse.

Derudover anvendes Leavitts åbne systemmodel, som en bagvedliggende tankegang om, at en organisation er et komplekst dynamisk system, som skal ses i et helhedsperspektiv. Der indgår fem dimensioner i modellen: opgaver, struktur, teknologi, aktører og det omgivende



Figur 5 Leavitt, Den Simple Model

samfund, se Figur 5. Tanken er, at hvis der forekommer ændringer i ét element, vil det have en effekt i et eller flere af de andre elementer.

2.2.2. Arbejdsmiljø

Grundlæggende er det væsentligt, at medarbejderne kender og forstår organisationens opbygning og funktion - at de forstår krydsfeltet mellem opgave, faglighed og effektivitetskrav. Således, at man på sin arbejdsplads føler sig i trygge og forståelige rammer, men disse kan ændres ved indførelse af en ny teknologi. Det psykiske arbejdsmiljø er essentielt, for at have glade og tilfredse medarbejdere, hvis dette ikke er tilfældet, er der tilbøjelighed til, at sygedage forekommer oftere. Hvilket kan blive dyrt, selv hvis teknologien sparer andetsteds. Derfor må det vurderes, hvorvidt og i hvilken form, det psykiske arbejdsmiljø påvirkes ved indførelse. Måden hvorpå, det psykiske miljø kan påvirkes er, eksempelvis hvis en arbejdsopgave går fra at være fælles, til at være individuel. Hvilket kan påvirke den enkelte medarbejder, hvis vedkommende eksempelvis er socialt anlagt. Arbejdsmiljøet hænger, i dette tilfælde, uløseligt sammen med eventuelle ændringer i arbejds- og ansvarsområder, af denne grund vendes der tilbage til emnet senere.

2.2.3. Ændring af arbejdsgang

Jævnfør det nuværende og det ønskede scenarie (se Bilag 2), vil følgende personalegrupper berøres; patologerne, lægesekretærene, servicemedarbejderne samt læger på tilknyttede hospitaler. Det vurderes umiddelbart derigennem, at patologen vil spare besvær, ved ikke at skulle transportere mikroskopiglas, men i stedet kun en USB-nøgle. Denne vil dog skulle påregne mere tid til transport. De virtuelle slides, gør det nemlig muligt, at afholde konferencer, hvor det tidligere ikke har været muligt, fordi der ikke har været et mikroskop til stede. Disse konferencer har derfor været afholdt på Patologisk Institut, hvor mellem otte og 18 læger, har brugt tid på transport mellem de to hospitaler. I stedet kan mellem én og fire patologer køre til det hospital, hvor flest deltagere opholder sig. Dermed er det også færre personer, der skal bruge tid på, at finde parkeringspladser eller bruge penge på eventuelle taxaboner. I Tabel 1 ses estimer for transporttid mellem de forskellige enheder i AUH.

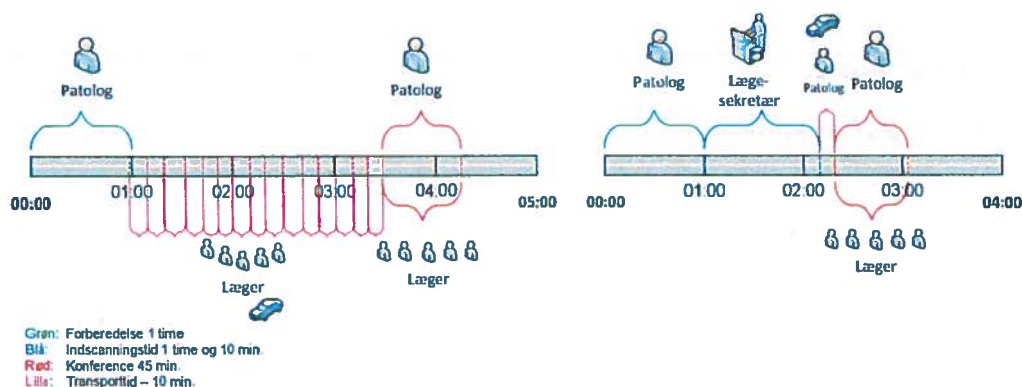
Transporttid			
Fra	Til	Køretid (km) Jævnfør krak.dk	Samlet tid (køretid * 2)
Nørrebrogade	Marselisborg Hospital	8 minutter (7 km)	16 minutter
Nørrebrogade	Tage Hansens Gade	3 minutter (2,5 km)	6 minutter
Nørrebrogade	Skejby Universitets Hospital	5 minutter (4,4 km)	10 minutter

Tabel 1 Transporttid imellem de forskellige hospitaler ved AUH.

Lægesekretæren og, i få tilfælde, servicemedarbejderen står for at hente og bringe mikroskopiglassene til patologen i forbindelse med konferencerne. Det skal de blive ved med, men der opstår yderligere en opgave i at scanne biopsierne ind. Der vil, med det ønskede scenarie, ikke være nogen tidsbesparelse for disse personalegrupper, men derimod et større tidsforbrug. Hvor meget større, dette forbrug vil være, er for ét tilfælde illustreret på Figur 6, mens redegørelsen for det findes i afsnit 2.3.3. Alt efter omfanget og hvem der skal varetage indscanningerne, kan der være brug for endnu en servicemedarbejder eller sekretær. Endvidere, vil der være en oplæringsfase, i at håndtere scanneren.

På nuværende tidspunkt er det den ledende lægesekretær der anvender scanneren. Hun har modtaget en mundtlig gennemgang og som nævnt i kapitel 2.1.2, kan mundtlig oplæring foregå gennem hende.

Desuden er der mulighed for, at der bliver et større behov for support fra IT afdelingen, eller en tekniker, se også afsnit 2.1.4 – noget der er svært at vurdere hvor udbredt bliver, hvorfor det ikke medtages i den økonomiske betragtning.



Figur 6 Illustration af forskel i tidsforbrug ved de forskellige personalegrupper ved nuværende og ønsket scenarie

2.2.4. Kultur

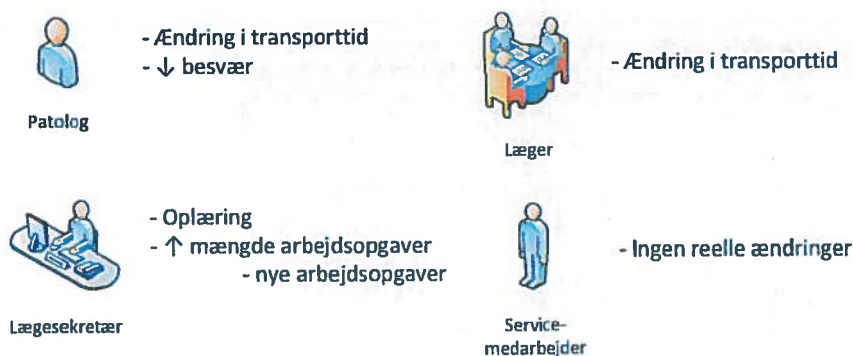
Et andet element der kan spille en stor rolle i organisationen, er kulturen. Eksempelvis, hvordan er kulturen i forhold til at bruge nye teknologier? Er det en generel holdning? I positiv eller negativ retning? Det er nødvendigt, at organisationen er opmærksom på "den onde cirkel"; hvor man som organisation ikke lærer af erfaringer og ikke vil indse, at den nuværende teknologi er forældet. Man skyder skyld på andre eller omgivelserne og man gør det, der før virkede, uden at tage hensyn til om det er passende, i situationen. Kulturen kan, i et rationelt perspektiv, anvendes som et middel til at nå specificerede mål. Hvis man som organisation, sørger for, at alle er informerede om målet, kan det reducere usikkerheden og fungere som en tryk ramme. Ydermere, kan det være med til, at fremme tilliden internt i organisationen generelt og dermed sørge for en bedre indførelse af den nye teknologi. Ved at have dette for øje, kan det blive nemmere, at indføre en teknologi optimalt. Eksempelvis, kan en gunstig kultur medvirke til at personalet ikke frygter, at en ny teknologi, i værste fald, skal overtage deres rolle.

2.2.5. Følgevirkninger i andre dele af organisationen

Generelt vurderes der ikke nogle følgevirkninger i selve organisationen på AUH, Nørrebrogade, men i den større organisation, AUH, vil der som nævnt forekomme ændringer for lægers transporttid. Det vurderes, at der for disse vil frigøres tid til andre opgaver. En anden eventuel følgevirkning omhandler lokalebehovet som også ændres. At der ikke længere er krav til, at der skal forefindes et mikroskop, det åbner op for muligheden for en mere fleksibel planlægning af konferencer.

2.2.6. Delvurdering

Der er minimum fire gange så mange læger som patologer med til en konference, og maksimum ni gange så mange læger som patologer. I de tilfælde, hvor en konference afholdes på Nørrebrogade, på trods af, at de fleste læger er fra et andet hospital, vil det ved indførelse af teknologien betyde, at antallet af læger, der skal bruge tid på transport reduceres markant. I alle tilfælde, vil man kunne afholde en konference på den afdeling der er tættest på, for flest mulige deltagere.



Figur 7 Effekter på de indblandede personalegrupper

Ud fra redegørelsen omkring ændringer i arbejds- og ansvarsområder, vurderes det ikke at arbejdsmiljøet ændres mærkbart. Ændringerne medfører ikke opgaver, som kan medføre psykisk frustration, da de tenderer til opgaverne personalet på nuværende tidspunkt udfører. Dog vurderes det at mindskelsen af besvær for patologen er en forbedring af det psykiske arbejdsmiljø, på trods af forøgelsen i transport.

2.3. Økonomi

Den økonomiske betragtning i en MTV har formålet, at give resultater - sort på hvidt - på om en given teknologisk løsning er værd at implementere i praksis. I dette tilfælde, skal de nye udgifter i forbindelse med teknologien og organisationen vurderes i forhold til de nuværende udgifter, som skal give et billede af, om der er ressourcer at spare.

Betragtningen tager udgangspunkt i den nuværende arbejdsgang, hvor der er foretaget gennemsnitlige estimater, som sammenlignes med den ønskede arbejdsgang. Her er der ligeledes lavet estimater, ud fra en vurdering af, hvordan det vil udspille sig i praksis.

I nærværende kapitel vises kun uddrag fra beregninger samt resultater - samtlige beregninger findes i Bilag 5.

2.3.1. Estimer og kategorisering

Patologerne fra PI er blevet bedt om, at afgive estimer omkring konferencer:

Estimer omkring konferencer	
	Antal
Patienter pr. konference	15 patienter
Mikroskopiglas pr. patient	20 mikroskopiglas, ikke alle vises
Min. virtuelle slides pr. patient	3 virtuelle slides

Derudover er der fra PI udleveret et skema, hvor en måneds konferencer oplyses (se Bilag 5, II), som den økonomiske betragtning konkret tager udgangspunkt i.

- Konferencer, som bliver afholdt efter aftale eller ad hoc, er vurderet i gennemsnit til, at forekomme én gang om måneden, således at det er muligt at lave beregninger derpå.

Månedsskemaet dækker over 38 slags konferencer, som samlet set bliver afholdt 107 gange om måneden. Disse er blevet vurderet og kategoriseret ud fra, hvem der deltager og hvor de foregår. To konferencer blev ikke medregnet; den ene (Derm. pt.-demo), fordi der ikke indgik mikroskopiglas og den anden (Retmedicinsk neuropat.), på grund af manglende data. De resterende 105 konferencer er inddelt i fem kategorier:

0. Konferencer der foregår på Tage-Hansens Gade (THG) eller Nørrebrogade (NBG) og kun har deltagende læger fra den pågældende gade eller i forholdet 3/1, eller derved, af "afdelinger fra den pågældende gade"/"afdelinger ude fra".
1. Konferencer der foregår på THG eller NBG samt har forholdet 2/1 af deltagende "afdelinger fra den pågældende gade"/"afdelinger ude fra".

2. Konferencer der foregår på THG eller NBG samt har lige mange afdelinger fra den pågældende afdeling som afdelinger ude fra.
3. Konferencer der foregår på AUH, Skejby.
4. Konferencer der foregår på NBG, men har flest deltagende læger fra Marselisborg Hospital.

2.3.2. Udvalgelse

Da det ikke er muligt at indscanne samtlige mikroskopiglas til konferencer - med kun én scanner, grundet indscanningstiden - er der foretaget en vurdering af, hvilke konferencer der skal foretrækkes.

Kategori 0 vælges fra, da lægerne ved disse konferencer enten er fra THG eller NBG, hvor patologerne også befinder sig, hvorved der ikke er nogen mærkbar transport at spare.

I skemaet ses, kun antallet af læger, der samlet deltager i en given konference, og ikke antallet fra de enkelte afdelinger. Af denne grund kan der i kategori 1 og 2 ikke bestemmes, hvor det største antal læger er fra, men kun hvorfra der er flest deltagende afdelinger. Ved en nærmere gennemgang ses det dog, at der kun er én af disse 23 konferencer, som har personale fra andre steder end NBG eller THG. Det er derfor kun denne ene konference der er oplagt at scanne ind til, da de 22 andre i alle tilfælde vil have en medvirkende patolog fra afdelingen, hvor de bliver holdt - som i kategori 0. Denne ene er en Neonatal konference og bliver afholdt efter aftale. Her deltager læger fra NBG og AUH, Skejby, hvilket efter forespørgsel, blev uddybet til, at være to læger fra NBG og ti fra AUH, Skejby. Derfor vil der være en del transporttid at spare ved, at flytte konferencen til AUH, Skejby, så det mindste antal læger transporteres.

Kategori 3 konferencer foregår på AUH, Skejby, hvilket betyder at patologen i det nuværende scenarie skal tage turen derud med samtlige mikroskopiglas. Denne tur ville kunne gøres mere bekvem, hvis patologen i stedet for, at skulle medbringe mange mikroskopiglas, kunne medbringe virtuelle slides på en USB-nøgle.

Kategori 4 indeholder kun én konference, som afholdes to gange om måneden. Det er dog her den største mulighed for besparelse ligger, da 18 dermatologer, fra Marselisborg Hospital i det nuværende scenarie, tager turen til NBG, hvor der kun er 4 patologer. Disse to konferencer tages med, som de sidste i vurderingen.

I alt giver det 16 udvalgte konferencer om måneden, og det vil give en scanningstid på:

$$\frac{16 \text{ konferencer} \cdot 15 \text{ patienter} \cdot 3 \text{ virtuelle slides} \cdot (60 + 100) \text{ sekunder}}{3600} = 32 \text{ timer om måneden}$$

Dette efterlader tid til, at scanneren kan blive brugt til forsknings og uddannelses relaterede opgaver også, da de 32 timer per måned kun svarer til fire hele arbejdsdage, hvor scanneren er brug.

2.3.3. Beregninger

De 16 konferencers forløb i det nuværende og det ønskede scenarie er sat op mod hinanden, for at klarlægge, hvilke dele af forløbet der adskiller dem, og derved giver en mulig difference. (se Bilag 5)



Tabel 2 Eksempel på komparativ analyse. I dette tilfælde er de væsentlige forskelle den rosa farvet indscanning og de blå transportfelter. MG står for mikroskopiglas.

Ved alle konferencer i det ønskede scenarie, vil der være en ekstra udgift til scanning.

Tidsforbruget til klargøring af scanneren er estimeret til 1½ minut; 30 sekunder er sat af til at rengøre glas og sætte dem i en batch (se Appendiks 1, I) samt ét minut til analyse af område og fokus(6):

$$\frac{16 \text{ konferencer} \cdot 15 \text{ patienter} \cdot 3 \text{ virtuelle slides} \cdot (30 + 60) \text{ sekunder}}{3600} = 18 \text{ timer om måneden}$$

Det antages, at denne opgave vil blive varetaget af en lægesekretær, da det er tilfældet ved eksisterende indscanninger.

Det andet punkt hvor de ønskede scenarier adskiller sig fra de nuværende er, transport til og fra konferencer. Herunder ses et eksempel på en transportudregning:

Transportberegning Eksempel kategori 4		
	Nuværende scenarie, læger til NBG	Ønskede scenarie, patologer til MA
Resultat	$\text{Transport} = t \cdot A(\text{læger}) \cdot 2 \cdot A(k4)$ $= 0,266 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 2$ $= 19,15 \text{ læge timer}$	$\text{Transport} = t \cdot A(\text{pato}) \cdot 2 \cdot A(k4)$ $= 0,266 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2$ $= 4,26 \text{ patolog timer}$

Tabel 3 Eksempel på transportberegning. Tiden t er transporttiden fra Marselisborg Hospital til Nørrebrogade, som er sat til 16 minutter = 0,266 timer.

Resultatet af de samlede tidsmæssige beregninger ses i Tabel 4:

Samlede tidsmæssige beregninger sammenlignet		
	I alt om måneden (nuværende)	I alt om måneden (ønsket)
Resultat	8,36 patolog timer 22,47 læge timer	11,89 patolog timer 0,66 læge timer 18 lægesekretær timer
Forkortet	21,81 læge timer	3,53 patolog timer 18 lægesekretær timer
Sammenligning	18,28 læge timer	18 lægesekretær timer

Tabel 4 Oversigt over resultatet af de samlede tidsmæssige beregninger

For at give en idé om hvad disse timetal svarer til i kroner og øre, er der også udført økonomiske beregninger.

Der antages et gennemsnitligt transportforbrug på 100 kr. pr. person til taxi, som primært benyttes. Herudover er timer omregnet til kroner ved, at gange personalegruppernes timelønninger på, som er:

- Patolog: 314,37 kr.(15)
- Læge: 338,91 kr.(15)
- Lægesekretær: 175,10 kr.(16)

Resultatet af de samlede økonomiske beregninger ses i Tabel 5:

Samlede økonomiske resultater			
	I alt om måneden (nuværende)	I alt om måneden (ønsket)	Differens
Kategori 2 (Neonatal)	3.124,18 kr.	1.430,22 kr.	1.694,96 kr.
Kategori 3	2.627,50 kr.	4.682,57 kr.	-2.055,07 kr.
Kategori 4	13.690,80 kr.	3.329,83 kr.	10.360,97 kr.
Samlet	19.443,48 kr.	9.442,62 kr.	10.000,86 kr.

Tabel 5 De økonomiske resultater for de udvalgte konferencer

Startudgifterne vil være små, da scanneren allerede er indkøbt – til andet formål. Da oplæringen vurderes, at kunne klares mundtligt internt på afdelingen, giver det ikke en egentlig udgift.

En mindre startudgift vil der dog være til USB-nøgler, som skal have en stor kapacitet (helst 32 GB). Denne startudgift vurderes til 2500 kr.(17)(se også Bilag 5 for beregning)

2.3.4. Delvurdering

Visionen i sundhedsvæsenet er, at driften skal sikre, at ressourcerne anvendes bedst muligt og hvor de gør mest nytte. Derfor skal der fortsat benyttes og udvikles metoder, som har til formål, at optimere den daglige drift af sundhedsvæsenet. (5)

Den daglige drift vurderes til både, at kunne optimeres samt gøres billigere ved brug af denne teknologi.

Udregningerne er baseret på relativt mange estimer, hvilket gør at selve resultatet ikke skal tages så nøjagtigt. Selve forholdet mellem resultaterne er mere væsentligt, det giver os et resultat, der muliggør en halvering af udgifterne omkring de udvalgte konferencer.

Tidsmæssigt set, er det et stort antal man hver måned flytter fra ét løntrin til et lavere.

Andre tilsvarende afdelinger, kan indsætte egne data i beregningerne for, at få et skøn af hvad en indføring ville betyde for dem.

2.4. Patient

Implementeringen af en ny teknologi i sundhedsvæsenet, kan have en stor indvirkning på patienten, men i denne MTV er patienten ikke en direkte faktor. Der er forsøgt, at belyse de områder der indirekte kan have betydning for patienten, men der er ikke lavet egentlige vurderinger da flere af områderne er udenfor rammerne.

2.4.1. Diagnosticering

En korrekt diagnose er essentiel for patienten, hvorfor kvaliteten af virtuelle slides kommer ind i billedet, men som omtalt i afsnit 2.1.3, er der ikke som sådan konsekvens for patienten, da diagnosen foretages inden selve konferencen via traditionel mikroskopi.

2.4.2. En hurtigere diagnose

En besparelse af lægers tid kan komme patienterne til gode, da lægerne kan bruge mere tid på kliniske opgaver. Følgerne for dette kan være mange, eksempelvis en tidligere stillet diagnose, hurtigere igangsætning af behandling, som i sidste instans kan betyde at patienten er indlagt kortere tid og bliver hurtigere rask. Det at frigøre hospitalssenge, er der stor fokus på i sundhedsvæsenet, da det er en stor omkostning.

Især i pressede tider med pakkeforløb indenfor cancerbehandling, er al vundet tid guld værd, da man i så fald kan fremskynde behandlinger af kræftsye patienter og undgå at ende i sager hvor tidsgarantier ikke overholdes, hvilket kan medføre privathospitalsudgifter. (Stephen, Bilag 9, VII, elektronisk kopi)

Derudover kan det, i forbindelse med tværfaglige konferencer, være nødvendigt at vise både radiologiske billeder og vævsprøver fra en patient. Med virtuelle slides kan dette lade sig gøre, at vise på samme skærm, hvilket i en konference kan give lægerne et mere holistisk bedømmelsesgrundlag.

2.4.3. Delvurdering

De problemstillinger, der håndteres på konferencer, omhandler patienten og har derfor betydning for patienten i den forstand, at enhver forbedring af de kliniske konferencer vil være en forbedring for patienten.

Selvom patienten ikke direkte vil blive påvirket ved indførelse af teknologien, vil en tidsmæssig besparelse for lægen, uden at det betyder kvalitetsforringelse, kunne komme patienter til gode i sidste ende.

3. SAMLET VURDERING OG PERSPEKTIVERING

Indførelse af denne teknologi vil, som belyst, forårsage forskellige ændringer i forskellige henseender, som byder på både fordele og ulemper. Når man anser det faktum, at der er mangel på specialister, er det i særdeleshed fordelagtigt at kunne flytte arbejdstimer fra læger til lægesekretærer, deraf følger naturligt en økonomisk besparelse. Forudsætningen for dette er dog at patologen bruger mere tid på transport. Til trods for manglen på patologer, vurderes det alligevel til at være en fordel, da den tid patologen skal bruge yderligere, kun svarer til ca. 1/5 af den tid lægerne skulle have brugt.

Ændringerne i organisationen vurderes ikke som omfattende, imidlertid kan det blive nødvendigt at få tildelt flere lægesekretærtimer til instituttet samt et lidt større behov for support fra IT afdelingen. Det vurderes således også, at en indførelse ikke er ressourcebesparende for Patologisk Institut, men en forøgelse. Dette skal ses i lyset af det faktum, at det generelt for AUH er besparende. Endvidere er fremtiden for AUH en centralisering, hvor teknologier og digitalisering vil spille en stor rolle, hvorfor et kendskab forud er yderst fordelagtigt.

I teknologisk øjemed vurderes kvaliteten af det virtuelle slide på 20x og navigeringen deri, som godkendt til konferencebrug. Anvendelsen af disse kan, på organisatorisk niveau, åbne op for at bedre planlægningen af konferencerne – give fleksibilitet, et aspekt der ikke er behandlet yderligere, da det ligger udenfor rammerne af rapporten.

En mere omfattende udnyttelse af scanneren byder også på andre fordele, hvor indkøbet oprindeligt blev gjort med henblik på forskning, som den fortsat vil anvendes til, men der foreligger også store fordele indenfor undervisningen af medicinstuderende samt kommende patologer. Herunder at studere slides inden deltagelse i konference.

Konferencerne er ofte meget tværfaglige, hvor der kan være behov for at vise andre informationer såsom radiologiske billeder, hvorfor det kan være en stor fordel, at kunne vise virtuelle slides på den samme skærm. I den forbindelse kan man også forestille sig konferencer med endnu flere specialer, hvor man kan få et endnu mere omfattende sygdomsbillede af patienten og dermed en mere effektiv behandling. Hvis et effektivt behandlingsforløb medfører at indlæggelsestiden eller ventelister forkortes, kan det have store økonomiske konsekvenser.

Det vurderes at teknologien kan tages i brug med det samme eller løbene som lægesekretærene bliver introduceret til scanneren.

IHA

Del 2

Visionen

1. VISION

1.1. Indledning

Patologiområdet er ved at gennemgå en større udvikling; hvor Del 1 af rapporten er et mellemtrin, skal denne del ses som et mere revolutionerende trin. For efter at mikroskoper har domineret området i næsten 400 år, er digitaliseringen efterhånden ved tage over. Derfor skal denne del ses som et indblik i et scenarie hvor man får fuldt udbytte af potentialet ved "whole slide" scanneren, ved at indscanne samtlige mikroskopiglas. Dette medfører en udfasning af den næsten 400 år gamle teknologi – mikroskopet.

Inden forslaget kan blive en realitet og efterfølgende implementeret, er det nødvendigt at lave en eller flere selvstændige MTV'er, som går i dybden med teknologiens påvirkninger samt de organisatoriske og økonomiske konsekvenser.

Forudsætningen for at gennemgå Del 2 er, at have læst Del 1, da erfaringer derfra medtages i denne belysning. Opbygningsmæssigt er det forsøgt, at anvende indholdselementerne fra en MTV, med fokus på teknologiske, organisatoriske og patient elementer. Dog er de økonomiske vurderinger holdt på et minimum, da det ellers bliver for omfattende i forhold til, at være et inspirerende indblik, som visionen skal ses som.

Det skal på forhånd nævnes, at implementerings-afsnittet (1.4.) primært er forbeholdt tekniske fagfolk, da der vil forekomme fagtermer. Hovedkonklusionerne derfra er at læse i vurderingen.

Der tages fortsat udgangspunkt i de klinisk-patologiske konferencer mellem Patologisk Institut og samarbejdspartnere.

1.2. Visionær konference

1.2.1. Teknisk introduktion

Visionen er, at alle mikroskopiglas scannes ind efter fremstilling, for herefter at blive kodet sammen med øvrige patientinformationer, fra hospitalets Hospital Informations System (HIS) og Radiologisk Informations System (RIS), i DICOM-formatet (Digital Imaging and Communications in Medicine). Disse DICOM-filer opbevares i en database, kaldet et Picture Archiving and Communication System (PACS). Herfra vil de være tilgængelige fra arbejdsstationer og computere, tilsluttet hospitalets intranet eller via webbaserede klienter. På denne måde kan man vise de virtuelle slides via PACS, på samme måde som andre billede-modaliteter der ligger i systemet.

Mikroskopiglassene kan i teorien bortskaffes efter de er indscannet, da PACS systemet automatisk opretter en backup version.

PACS systemet giver mulighed for, at undersøge virtuelle slides, så længe der er en computer forbundet til PACS systemet, som har en viewer installeret. 2.1 Viewers indeholder de samme funktioner, som patologer kender fra traditionelle mikroskoper; panorering, zoome ind/ud og fokusering (hvis der er indscannet med forskellige fokus). Dette gør, at et mikroskop ikke længere er en nødvendighed for, at patologen kan vurdere biopsier og stille sin diagnose.

Til de klinisk-patologiske konferencer vil de virtuelle slides kunne vises på en arbejdsstation eller en computer forbundet til projekter, som i Del 1. Her vil billederne dog ikke komme fra en USB-nøgle, men være hentet fra hospitalets intranet.

1.2.2. Organisatorisk introduktion

Hvis det antages at organisationen er tilsvarende, som i Del 1, vil indscanning af samtlige mikroskopiglas give forøgelse af de effekter der illustreres i Figur 7, bortset fra at transportaspektet er uændret. Forøgelsen vil afhænge af hvor mange mikroskopiglas der vil være tale om, hvis antallet overstiger det antal én scanner (eller flere) maksimalt kan indscanne per periode, vil der skulle erhverves x antal scannere yderligere for, at få løsningen til at hænge sammen.

- **Patolog:** Endnu mindre besvær, da denne intet biopsi-materiel skal medbringe.
- **Sekretærer:** Yderligere indscanningsopgaver, som alt efter antal mikroskopiglas kan blive en stor belastning, hvorfor der skal tænkes i ansættelse af en assistent eller flere yderligere, som udelukkende skal agere i forhold til dette formål.

1.2.3. Patient introduktion

Dette scenarie adskiller sig væsentlig fra Del 1, da der med udfasning af mikroskopet skal stilles diagnose på en computer i stedet. Derfor er det yderst væsentlig, at sikre sig at teknologien lever op til kravene for visning, således at denne faktor ikke påvirker diagnosestillingen i en negativ grad.

Jævnfør Del 1 (2.1.3.) viser én undersøgelse, at diagnosen uden videre kan stilles via et virtuelt slide på en computer, hvor andre melder om nogle usikkerhedstilfælde, hvilket især er væsentligt at have for øje.

For at støtte patologens diagnosestilling, er der udviklet software, som kan fungere som understøttelsesværktøj og dermed give støtte til, i højere grad, at kunne genkende mønstre i biopsierne. Endvidere kan noget software tælle antal celler indenfor et område, hvilket også kan være fordel i at finde anormaliteter.

1.2.4. Delvurdering

Den umiddelbare vurdering på, at indscanne samtlige mikroskopiglas for PI til konferencer, er at det har svære vilkår. Grundet, at det allerede i form af ekstra sekretærtimer samt en eventuel yderligere assistent, vil kræve mange ressourcer. Derudover skal tillægges, at database skal oprettes/igangsættes, som skal opbevare relativt store mængder data. Oven i det, skal der muligvis indkøbes x antal scannere. Graden af disse udgifter er afhængig af hvor mange mikroskopiglas der bliver tale om i praksis. Ikke desto mindre vil der blive tale om forøget omkostninger for, at patologens transport til conference kan en lille tand mindre besværlig.

1.3. Andre anvendelsesområder

Den netop beskrevne teknologi - hvor samtlige virtuelle slides indscannes og lagres på database - kan anvendes i en række andre kontekster end konferencer. Reelt kan de benyttes i alle henseender indenfor patologien, hvor der arbejdes med vævsprøver fra patienter, men der vil dog kunne forekomme forskel i grad af effekt. Nedenfor nævnes en række områder samt gives indblik i hvorledes disse kan optimeres med virtuelle slides og database. Der foretages ingen vurderinger herunder, det er blot forsøgt at belyse fordele og hindringer i en fuld digitalisering.

1.3.1. Uddannelse:

Udover de fordele der nævnes i Del 1 - 2.1.5., vil databasen (PACS) i teknisk forstand give mulighed for, at studerende vil kunne tilgå patientmapper. Herfra vil der kunne fås et større helhedsbillede, igennem diverse billedmodaliteter (CT, MR m.fl.), end hvad der vil kunne igennem "det lokale intranet" – hvor modaliteten vil være begrænset til virtuelle slides. Hvis dette juridisk modstrider patientsikkerheden, at studerende tilgår patientinformationer, er det en mulighed at oprette fiktive patient-cases, som studerende kan vurdere og diagnosticere på, da diagnostiske billeder nemt kan gøres anonyme.

Generelt betyder digitaliseringen nye læringsoplevelser, med lejlighed til at anvende materiale af høj kvalitet og byder samtidig på helt ny frihed til at gå på opdagelse i databaser med en masse forskellige biopsier.

1.3.2. Forskning:

Igennem databaser kan der gives struktur og kategoriseringer af slides, hvorudfra der principielt vil kunne laves statistiske betragtninger. Dette er en essentiel del af forskningen, som med digitaliseringen har mulighed for, at nå nye højder. Det opnåelige vidensniveau, for den enkelte forsker, vil derfor være langt større med en database, hvor utallige typer biopsier kan tilgås og tages i betragtning.(18)

1.3.3. Diagnose:

Når patologen på nuværende tidspunkt stiller diagnosen, sker det fuldstændig på eget ansvar og uden nogle hjælpemidler, men mere igennem en optrænet intuition. (Se Bilag 9, VII) Derfor vil digital diagnosehjælp i form af analysealgoritmer, som finder mønstre, og andre hjælpemidler, som celler-tællere, områdeberegner, afstandsmålere og digitale farvning, være understøttelsesværktøjer, der vil kunne lette diagnoseprocessen.(19) Når man tilmed tager med i betragtningen, at patologers diagnosticeringsevner tidligere har været svære at evaluere, vil det uden videre forbehold være en værdifuld tilføjelse til histologifeltet.

1.3.4. Vidensdeling:

Der gives på landsbasis, og eventuel verdensbasis, mulighed for en helt ny form for vidensdeling på kryds af regionale (og internationale) grænser. Patologien vil komme til, at høre mere sammen med de resterende dele af systemerne i sundhedsvæsenet. I øjeblikket er mikroskopiglassene udelukkende noget patologerne har adgang til via deres mikroskoper, hvor det ved en implementering i PACS vil være en mere forbundet og foreliggende del af patientens informationer.

Tilmed kan flere læger, samtidigt, tilgå data uafhængigt af destination, hvorved mikroskopiglas ikke længere skal sendes med kurér samt undgår risiko for beskadigelse.

Derudover giver det mulighed for evaluering af diagnosticeringsevne, som beskrevet i Del 1 – 2.1.5.

1.4. Implementeringen

Med dette afsnit gives der indblik i den egentlig implementering af løsningen, hvor samtlige mikroskopiglas indscannes og lagres på en database. I afsnittet vil der forekomme tekniske termer, hvorfor personer uden teknisk baggrund, som udelukkende ønsker at læse den endelige vurdering herpå, henvises til underafsnit 1.4.4.

1.4.1. Scanningen

Med den nuværende whole slide scanner på PI, vil der være store udgifter forbundet med at indscanne de ca. 500.000 mikroskopiglas som undersøges årligt. (Bilag 6) Da disse virtuelle slides skal bruges til diagnosticering, skal de scannes ind i 40x, hvilket tager 4 minutter og 30 sekunder for et normalt mikroskopiglas med et scanningsområde på 4 cm², plus 1 minut til initialisering. (6)

Tidsforbrug til skift af batches, rengøring, opdatering, reparation mm. estimeres til 20 procent.

$$\frac{500.000 \cdot (270 + 60)}{60 \cdot 60 \cdot 24} \cdot 1,2 = 2291,66 \text{ døgn pr. år}$$

Da der kun er 365 døgn på et år er der brug for flere scannere:

$$\frac{2291,66}{365} = 6,27$$

Der vil altså være brug for minimum syv scannere hvis scenariet skulle føres ud i livet ved hjælp af NanoZoomer 2.0.

Den nuværende NanoZoomer 2.0 er købt for 1.143.300 kr., hvilket ved anskaffelse af yderligere seks scannere ville give en udgift på $6 \cdot 1.143.300 \text{ kr.} = 6.859.800 \text{ kr.}$

Efter Indscanning komprimeres de rå billeddata, da et virtuelt slide på 4 cm² i 40x typisk fylder ca. 20 GB .

De mest brugte er følgende komprimeringer(20):

LZW, lossless(reversibelt) 3x-5x komprimering

JPEG, lossy (irreversibelt) 15x-20x komprimering

JPEG2000, lossy (irreversibelt) x30-x50 komprimering

JPEG2000 er at foretrække, da det har mindre artefakter end JPEG og større komprimering, dog kræver den også mere processorkraft og er ikke understøttet i så bred en grad som JPEG.(20) Til trods for, at JPEG er den mest brugte komprimering i whole slide applikationer nu til dags.(20)

Erfaringer viser, at der ved komprimering med JPEG og JPEG2000 ikke går nogle diagnostiske informationer tabt, i forhold til de fleste anvendelsesområder.(20)

Med JPEG2000 vil det virtuelle slide på 20 GB kunne komprimeres til 400 MB.

Hvis der indscannes med mere end ét fokus plan, medfører dette at filstørrelsen stiger proportionalt. Det vil sige at hvis man har et billede, der ved et fokusplan ville fylde 400 MB, vil det i tre fokusplaner fylde 1,2 GB.

1.4.2. DICOM

De komprimerede virtuelle slides og relevante patientinformationer fra hospitalets HIS og RIS systemer sættes sammen til DICOM-filer, som er en standard indenfor sundhedssystemet, der forbinder en patients informationer og undersøgelser.

DICOM-filerne gemmes efterfølgende i hospitalets PACS system, der i Skejbs tilfælde er Agfa IMPAX, samt en backup version på en anden form for datalager. (Se Appendiks 1, II)

DICOM er ikke skabt til at håndtere virtuelle slides, og deres opløsning ofte kommer over den maksimale værdi i DICOM, som for billedobjekter er 64K x 64K pixels (unsigned 16 bit integer).(20) Desuden fordi billedobjekters størrelse gemmes, som en signed 32 bit integer, hvilket giver et maksimum på 2GB.

For at løse dette og skabe en standard for virtuelle slides der kan bruges i DICOM, har organisationen NEMA (The National Electrical Manufacturers Association), der står bag DICOM formatet, nedsat en arbejdsgruppe kaldt "Working Groups 26, Pathology". (20)

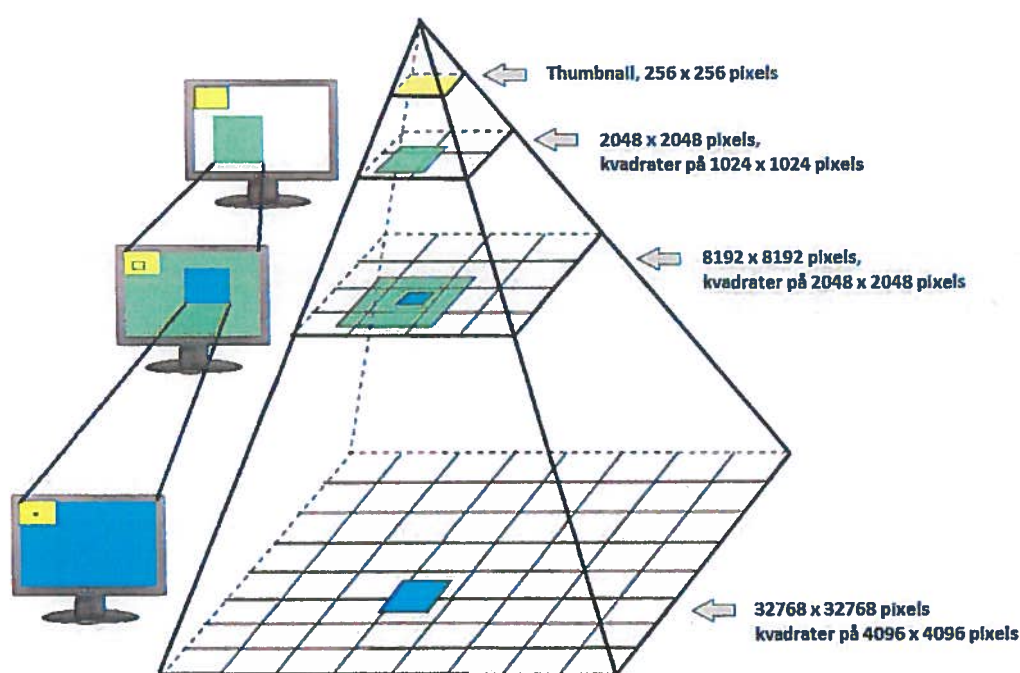
Denne arbejdsgruppe er kommet frem til flere beslutninger, men er endnu ikke færdig med opgaven.

For at komme uden om problemet med den maksimale billedopløsning og mindske den mængde data der skal overføres, har de besluttet at lagre de visuelle slides som multi-frame

images i forskellige opløsninger, fra en lav opløsning op til den fulde, samt et thumbnail (miniaturebilleder).

Multi-frame images er objekter der hver især indeholder et billede der inddeles i mindre kvadrater, som kan være mellem 256 x 256 pixels og 4096 x 4096. Dette format er allerede implementeret i DICOM, som et format til at gemme en serie af billeder, der kan sættes sammen til en sekvens.

I dette tilfælde bruges det dog til, at man kun henter de kvadrater man zoomer ind på, og hver opløsning er så et zoom niveau. Dette er illustreret med Figur 8 herunder.



Figur 8 Et eksempel på et virtuelt slide, bygget op af et thumbnail og 3 multi-frame images. Til venstre er en grov skitse af hvordan der zoomes ind i en viewer, med thumbnail'et oppe i hjørnet, der viser hvor i det virtuelle slide man er. Først ses det hele, herefter zoomes der ind på det grønne område og efterfølgende det blå. I pyramiden kan man se de kvadrater de forskellige niveauer indeholder. Det er kun de kvadrater der er i kontakt med de farvede områder der vil blive hentet.

Kun de kvadrater der er i kontakt med de farvede områder hentes:

$$4096 \cdot 4096 \cdot 4 + 2048 \cdot 2048 \cdot 9 + 1024 \cdot 1024 \cdot 4 + 256 \cdot 256 = 109,1 \text{ megapixel}$$

Hvilket er betydeligt mindre end hvis hele billedet skulle hentes:

$$32768 \cdot 32768 = 1073,7 \text{ megapixel} = 1,074 \text{ gigapixel}$$

Des mindre man gør kvadraterne, des mindre overskydende data bliver der hentet. Dette medføre dog også at der skal hentes flere kvadrater.

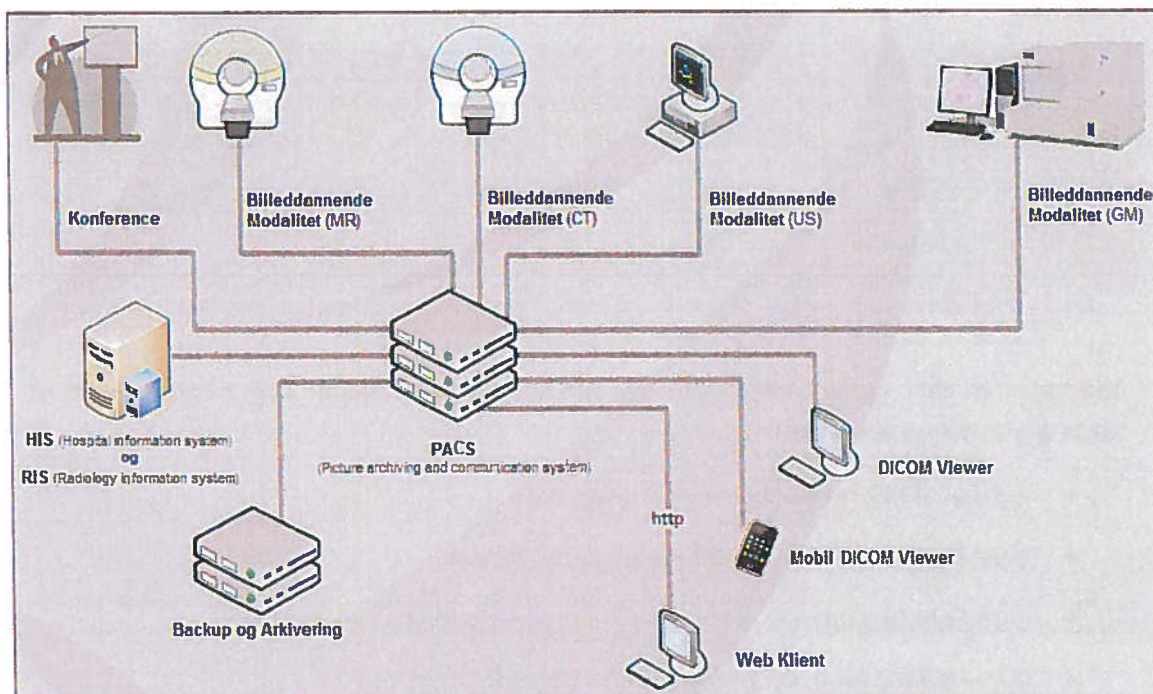
Problemet med, at filstørrelsen er større end de maksimum 2 GB for DICOM-billeder løses også ved brug af Multi-frame images, da kvadraterne er meget mindre end dette for at mindske den hentede mængde overskydende data, som nævnt oven for.

1.4.3. PACS

PACS (Picture Archiving and Communication Systems) systemet vil være hjertet af dette scenarie, da det indeholder den database, hvor de visuelle slides gemmes sammen med alle andre diagnostiske billeder fra hospitalet, og hvorfra de er tilgængelige via hospitalets netværk.

Et PACS system har fire hoveddele:

- De billeddannende modaliteter, som CT scannere, ultralydsapparater og i dette tilfælde whole slide scanneren
- Netværket som bruges når diagnostiske billeder skal lagres eller fremvises
- Arbejdsstationer indrettet til at fremvise og bearbejde diagnostiske billeder
- Sidst men ikke mindst er der databasen, der fungerer som arkiv for alle diagnostiske billeder på hospitalet



Figur 9 Et simpelt diagram over et PACS system der modtager billedfiler fra forskellige billeddannende modaliteter og forbinder disse med hospitalets HIS og RIS system. Her fra er det hele tilgængeligt via arbejdsstationer og andre tilgange.

Hvis man går ud fra de ca. 500.000 mikroskopiglas om året, der skal indscannes ved 40x, giver dette nogle meget store data mængder, selv hvis alt er komprimeret 50x med JPEG2000 (Bilag 6):

$$\frac{500.000 \cdot 400MB}{1000} = 200000 GB = 200 TB \text{ om året} (21)$$

Dette er en meget større datamængde end der i øjeblikket bliver produceret på de andre billeddiagnostiske områder, hovedsagligt grundet den høje opløsning, men også det at de virtuelle slides er i farver i stedet for gråtoner. (22)

De 200 TB skal yderligere fordobles, da der også skal lagres en backup, så den samlede mængde kommer op på 400 TB om året.

I øjeblikket blikket gemmes mikroskopiglas i arkivet i ti år. Hvis de virtuelle slides skal gemmes i lige så lang tid vil arkivet ende på 4000 TB.

Ud fra rapporten, "Digitalisering af kulturarven", estimeres der en pris på 2.000 kr. om året per TB. (21)

Dette ville således give en pris på, $400 TB \cdot 2.000 \text{ kr.} = 800.000 \text{ kr.}$ for det først år, samt en stigning på samme beløb hvert af de efterfølgende ni år.

Udgifter til database samt indkøb af 6 scannere:

År	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Udgift	6.859.800	1.600K	2.400K	3.200K	4.000K	4.800K	5.600K	6.400K	7.200K	8.000K
Kr./År	+800K									
	= 7.659.800									

Tabel 6 Oversigt over de første 10 år teknologien er i brug. Det første år er der udgift til indkøb af scannere, de første 10 år stiger prisen med 800.000 kr. om året.

Mængden af data og den udgift den der danner baggrund for, er dog meget usikker og afhænger af mange faktorer:

- Antallet af mikroskopiglas der skal indscannes
- Den valgte indscannings kvalitet samt komprimering
- Prisen per TB, samt hvordan den teknologiske udvikling påvirker denne
- Valgte backup form, eksempelvis bånd eller disk
- Længden på arkiveringsperioden

Til dette passer et citat fra Martin Skoffer udtrykte:

”Der er altid et pladsproblem i digitale arkiver.” – Martin Skoffer (Appendiks 1, II)

1.4.4. Vurdering af implementering

Ud fra de punkter af systemet der her er set på, er der fundet frem til følgende vurdering.

Scenariet kan lade sig gøre inden for få år, når DICOM standarden for virtuelle slides er blevet lidt bedre implementeret, dog vil der stadig være en stor udgift til databasen, på grund af den store mængde data per år. Grundlaget for estimatet, af denne udgift, er dog meget usikkert og afhænger af mange faktorer.

På nuværende tidspunkt er viewers til virtuelle slides ikke implementeret på mange arbejdsstationer, det kan dog forventes, at dette løbende vil ændre sig når digital patologi bliver mere udbredt, på samme måde som man har set det ved radiologiske 3D billeder.(20)

1.5. Samlet vurdering

Det gøres igen klart, at denne vurdering ikke er en fuldstændig analyse af digitalisering af patologiområdet, men kun et inspirerende indblik med usikre estimater.

Analysen viser, at mange fordele er forbundet med en digitalisering, med mange anvendelsesområder, herunder betydelige områder som forskning og undervisning. Dette skal dog sættes op imod de økonomiske omkostninger, forbundet med indkøb af scannere og arkivering af de store mængder data, der umiddelbart virker tunge på nuværende tidspunkt.

De virtuelle slide har opnået en kvalitet, hvor undersøgelser viser, at de kan bruges til at stille diagnose og andre viser at der stadig er et usikkerhedsmoment, som er væsentligt at have for øje. Dog får patologen nye værktøjer til, at understøtte sit arbejde.

Teknologien er derfor generelt stadig umoden, men da der er stor fremstormende udvikling indenfor området, vurderes det, at der ikke vil gå mange år før scenariet kan realiseres.

Sundhedsministeriets strategi omkring vidensdeling på kryds og tværs af grænser vil medføre, at denne teknologi uden tvivl få politisk opbakning, som kan blive vital i forhold til at overkomme til de store udgifter.

Med centraliseringen i sundhedsvæsenet in mente, hvor nye afdelinger skal opbygges fra bunde af, bør der tænkes i logistiske baner omkring denne teknologi, således at scannere placeres i forbindelse med afdelingen hvor mikroskopiglassene fremstilles. Hvorved man undgår et ressourcespild.

Lad hermed digitaliseringen vinde indpas i patologien.

Omkostninger

Nuværende	Ønskede
Kategori 2 Neonatal	Kategori hvor konferencen foregår på NBG, og sandsynligvis vil foregå på SKS i det ønskede scenarie.
	Mikroskopiglas bringes til scanneren, de udvalgte scannes og USB-nøgle gives til patologen
	$Scan = A_{glas} * A_{patient} * A_{K2Neo}$ $* (t_{scanArb} + t_{setup}) * L_{ls}$ $= 3 * 15 * 1 * (0,00833 + 0,0166) * 175,10$ $= 196,44 \text{ kr.}$
Læger tager fra SKS til NBG Læger tager fra NBG til SKS	Læger og patologer tager fra NBG til SKS Læger og patologer tager fra SKS til NBG
$Transport = (t * L_{læge} + transport)$ $* A_{lægeSKS} * 2 * A_{K2Neo}$ $= (0,166 * 338,91 + 100) * 10 * 2 * 1$ $= 3.125,18 \text{ kr.}$	$Transport = ((t * L_{læge} + transport) * A_{lægeNBG}$ $+ (t * L_{pato} + transport) * A_{pato}) * 2 * A_{K2Neo}$ $= ((0,166 * 338,91 + 100) * 2 + (0,166 * 314,37 + 100) * 2) * 2 * 1$ $= 1.233,78 \text{ kr.}$
I alt: Transport = 3.125,18 kr.	I alt: Transport + Scan = 1.233,78 kr. + 196,44 kr. = 1.430,22 kr.
Kategori 3	Kategori hvor konferencen foregår i Skejby, og vil foregå samme sted i det ønskede scenarie, dog med lettere transport.
Patologen tager ud til Skejby og medbringer alle mikroskopiglassene Patologen tager hjem fra Skejby og medbringer alle mikroskopiglassene	Patologen tager ud til Skejby og medbringer USB-nøgle Patologen tager hjem fra Skejby og medbringer USB-nøgle
$Transport = ((t + t_{besperr}) * L_{pato})$ $* (2 * A_{K3p2} + 1 * A_{K3p1}) * 2$ $= ((0,166 + 0,033) * 314,37) * (2 * 8 + 1 * 5) * 2$ $= 2.627,50 \text{ kr.}$	$Transport = (t * L_{pato}) * (2 * A_{K3pato2} + 1 * A_{K3pato1}) * 2$ $= (0,166 * 314,37) * (2 * 8 + 1 * 5) * 2$ $= 2191,79 \text{ kr.}$
	Mikroskopiglas bringes til scanneren, de udvalgte scannes og USB-nøgle gives til patologen
	$Scan = A_{glas} * A_{patient} * A_{K3}$ $* (t_{scanArb} + t_{setup}) * L_{ls}$ $= 3 * 15 * 13 * (0,00833 + 0,0166) * 175,10$ $= 2.490,78 \text{ kr.}$
I alt: Transport = 2.627,50 kr.	I alt: Transport + Scan = 2191,79 kr. + 2.490,78 kr. = 4.682,57 kr.

Kategori 4	Kategori hvor konferencen foregår på NBG med læger fra MH, og vil foregå på MH i det ønskede scenarie.
Læger tager fra MA til NBG Læger tager fra NBG til MA $Transport = (t * L_{læge} + transport) * A_{læge} * 2 * A_{K4}$ $= (0,266 * 338,91 + 100) * 18 * 2 * 2$ $= 13.690,80 \text{ kr.}$	Patologen tager ud til MA og medbringer USB-nøgle Patologen tager hjem fra MA og medbringer USB-nøgle $Transport = (t * L_{pato} + transport) * A_{pato} * 2 * A_{s4}$ $= (0,266 * 314,37 + 100) * 4 * 2 * 2$ $= 2937,96 \text{ kr.}$
	Mikroskopiglas bringes til scanneren, de udvalgte scannes og USB-nøgle gives til patologen $Scan = A_{glas} * A_{patient} * A_{K4} * (t_{scanArb} + t_{setup}) * L_{ls}$ $= 3 * 15 * 2 * (0,00833 + 0,0166) * 175,10$ $= 392,87 \text{ kr.}$
I alt: $Transport$ $= 13.690,80 \text{ kr.}$	I alt: $Transport + Scan$ $= 2.937,96 + 392,87 \text{ kr.}$ $= 3.329,83 \text{ kr.}$
I Alt om måneden:	I Alt om måneden:
Kategori 2 Neonatal + Kategori 3 + Kategori 4 = $3.125,18 + 2.627,50 + 13.690,80$ $= 19.443,48 \text{ kr.}$	Kategori 2 Neonatal + Kategori 3 + Kategori 4 = $1.430,22 + 4.682,57 + 3.329,83$ $= 9.442,62 \text{ kr.}$
Differens kategori 2 Neonatal:	1.694,96 kr.
Differens kategori 3:	-2.055,07 kr.
Differens kategori 4	10.360,97 kr.
Differens i alt:	10.000,86 kr.

Ressourcer

Nuværende	Ønskede
Kategori 2 Neonatal	Kategori hvor konferencen foregår på NBG, og sandsynligvis vil foregå på SKS i det ønskede scenarie.
	Mikroskopiglas bringes til scanneren, de udvalgte scannes og USB-nøgle gives til patologen $Scan = A_{glas} * A_{patient} * A_{K2Neo} * (t_{scanArb} + t_{setup})$ $= 3 * 15 * 1 * (0,00833 + 0,0166)$ $= 1,12 t_{LS}$
Læger tager fra SKS til NBG Læger tager fra NBG til SKS $Transport = t * A_{lægeSKS} * 2 * A_{K2Neo}$ $= 0,166 * 10 * 2 * 1$ $= 3,32 t_{læge}$	Læger og patologer tager fra NBG til SKS Læger og patologer tager fra SKS til NBG $Transport_{læge} = t * A_{lægeNBG} * 2 * A_{K2Neo}$ $= 0,166 * 2 * 2 * 1 = 0,66 t_{læge}$ $Transport_{patolog} = t * A_{pato} * 2 * A_{K2Neo}$ $= 0,166 * 2 * 2 * 1 = 0,66 t_{patolog}$
I alt:	I alt:
$Transport$ $= 3,32 t_{læge}$	$Transport + Scan$ $= 0,66 t_{læge} + 0,66 t_{patolog} + 1,12 t_{LS}$ $= 2,44 \text{ timer}$

Kategori 3	Kategori hvor konferencen foregår i Skejby, og vil foregå samme sted i det ønskede scenarie, dog med lettere transport.
<p>Patologen tager ud til SKS og medbringer USB-nøgle Patologen tager hjem fra SKS og medbringer USB-nøgle</p> $\begin{aligned} \text{Transport} &= (t + t_{\text{besvær}}) \\ &\quad * (2 * A_{K3\text{pato}2} + 1 * A_{K3\text{pato}1}) * 2 \\ &= (0,166 + 0,033) * (2 * 8 + 1 * 5) * 2 \\ &= 8,36 t_{\text{patolog}} \end{aligned}$	<p>Patologen tager ud til SKS og medbringer USB-nøgle Patologen tager hjem fra SKS og medbringer USB-nøgle</p> $\begin{aligned} \text{Transport} &= t * (2 * A_{K3\text{pato}2} + 1 * A_{K3\text{pato}1}) * 2 \\ &= 0,166 * (2 * 8 + 1 * 4) * 2 \\ &= 6,97 t_{\text{patolog}} \end{aligned}$
	<p>Mikroskopiglas bringes til scanneren, de udvalgte scannes og USB-nøgle gives til patologen</p> $\begin{aligned} \text{Scan} &= A_{\text{glas}} * A_{\text{patient}} * A_{K2\text{Neo}} \\ &\quad * (t_{\text{scanArb}} + t_{\text{setup}}) \\ &= 3 * 15 * 13 * (0,00833 + 0,0166) \\ &= 14,58 t_{L_S} \end{aligned}$
I alt:	I alt:
<p>Transport = 8,36 t_{patolog}</p>	<p>Transport + Scan = 6,97 t_{patolog} + 14,58 t_{L_S} = 21,55 timer</p>
Kategori 4	Kategori hvor konferencen foregår på NBG med læger fra MH, og vil foregå på MH i det ønskede scenarie.
<p>Læger tager fra MA til NBG Læger tager fra NBG til MA</p> $\begin{aligned} \text{Transport} &= t * A_{\text{læge}} * 2 * A_{K4} \\ &= 0,266 * 18 * 2 * 2 \\ &= 19,15 t_{\text{læge}} \end{aligned}$	<p>Patologen tager ud til MA og medbringer USB-nøgle Patologen tager hjem fra MA og medbringer USB-nøgle</p> $\begin{aligned} \text{Transport} &= t * A_{\text{pato}} * 2 * A_{K4} \\ &= 0,266 * 4 * 2 * 2 \\ &= 4,26 t_{\text{patolog}} \end{aligned}$
	<p>Mikroskopiglas bringes til scanneren, de udvalgte scannes og USB-nøgle gives til patologen</p> $\begin{aligned} \text{Scan} &= A_{\text{glas}} * A_{\text{patient}} * A_{K2\text{Neo}} \\ &\quad * (t_{\text{scanArb}} + t_{\text{setup}}) \\ &= 3 * 15 * 2 * (0,00833 + 0,0166) \\ &= 2,24 \text{ timer } L_S \end{aligned}$
I alt:	I alt:
<p>Transport = 19,15 $t_{\text{læge}}$</p>	<p>Transport + Scan = 4,26 t_{patolog} + 2,24 t_{L_S} = 6,5 timer</p>
I alt om måneden:	I alt om måneden:
<p>19,15 $t_{\text{læge}}$ +8,36 t_{patolog} +3,32 $t_{\text{læge}}$ = 8,36 t_{patolog} og 22,47 $t_{\text{læge}}$</p>	<p>0,66 $t_{\text{læge}}$ +0,66 t_{patolog} +1,12 t_{L_S} +6,97 t_{patolog} +14,58 t_{L_S} +4,26 t_{patolog}</p>

	$+2,24 t_{L_S}$ $= 11,89 t_{patolog}, 0,66 t_{læge} \text{ og } 17,94 t_{L_S}$
Differens:	
$= 21,81 t_{læge}$	$= 3,53 t_{patolog} \text{ og } 17,94 t_{L_S}$
Differens, hvor man ligestiller lægers og patologers tid:	
$= 18,28 t_{læge}$	$= 17,94 t_{L_S}$

Opstartudgifter for den ønskede scenarie

I forhold til visningen af de digitaliserede biopsier (virtuelle slides), er det væsentligt at kvaliteten og navigeringen har et tilstrækkeligt niveau, som man er vant til med traditionelle

Der vil være en mindre startudgifter til USB-nøgler. Det er nødvendigt, at have et antal USB-nøgler, da man kan risikere, at en USB-nøgle, som blev brugt til en konference, dagen før, ikke nødvendigvis når tilbage, dagen efter, inden scanning. Derfor, skal der stilles til rådighed, et antal USB-nøgler, svarende til det højste antal konferencer, der kan forekomme i løbet af to dage. Ud fra det udleverede månedsskema, vil dette være fem. Hvis der i gennemsnit er 15 patienter pr. konference og tre virtuelle slides pr. patient, vil der i alt være 45 virtuelle slides pr. konference. Hvis disse virtuelle slides fylder højst 600 MB stykket, vil dette svare til 22,5 GB i alt, hvorved en 32 GB USB-nøgle vil være tilstrækkelig. Gennemsnitsprisen på en 32 GB USB-nøgle ligger på 500 kr.(17)

$$Pris_{32GB} \cdot A_{USB} = 500 \text{ kr.} \cdot 5 = 2500 \text{ kr.}$$