

BACHELOROPPGAVE I RADIOGRAFI

RAD 3911

Hvorfor kan PROPELLER gi bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen?

How can PROPELLER give better image quality than Turbo Spin Echo in MRI of the upper abdomen?

FORFATTER(E): KATRIN FAKHRI OG MARIA S. MALTERUD

Dato: 11.05.2016

NTNU i Gjøvik

Seksjon for helse, teknologi og samfunn

Mai 2016

Antall ord: 8152

## SAMMENDRAG

Tittel:	Hvorfor kan PROPELLER gi bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen?	Dato : 11/5-16
<hr/> <hr/> <hr/>		
Deltaker(e)/	Katrinn Fakhri	
	Maria S. Malterud	
<hr/> <hr/>		
Veileder(e):	Ingunn Aabel	
<hr/>		
Stikkord/nøkkelord (3-5 stk)	PROPELLER, øvre abdomen, TSE, K-space, artefakter	
Antall sider/ord: 42/8152	Antall vedlegg: 1	Publiseringsavtale inngått: ja/nei
<b>Problemstilling:</b> Hvorfor kan PROPELLER gi bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen?		
<b>Hensikt:</b> Hensikten med oppgaven er å undersøke hvorfor PROPELLER gir bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen.		
<b>Metode:</b> Det ble gjort et litteraturstudie der det ble anvendt fagfelleverderte artikler som kunne belyse problemstillingen.		
<b>Resultat:</b> PROPELLER gir bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen, fordi PROPELLER fyller K-space på en annen måte enn Turbo Spinn Ekko. Noe som resulterer i bedre signal til støy forhold, betydelig reduksjon av artefakter og normal respirasjon hos pasienter.		
<b>Konklusjon:</b> PROPELLER gir bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko, fordi K-space fylles på en annen måte.		

## *ABSTRACT*

<b>Title:</b>	How can PROPELLER give better image quality than Turbo Spin Echo in MRI of the upper abdomen?	<b>Date :</b> 11/5-16
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>Participants/</b>	Katrin Fakhri	
	Maria S. Malterud	
<hr/> <hr/>		
<b>Supervisor(s)</b>	Ingunn Aabel	
<hr/>		
<b>Keywords</b> (3-5)	PROPELLER, upper abdomen, TSE, K-space, artifacts	
<b>Number of pages/words:</b> 42/8152	<b>Number of appendix:</b> 1	<b>Availability (open/confidential):</b>
<p><b>Topic/research question:</b> How can PROPELLER give better image quality than Turbo Spin Echo in MRI of the upper abdomen?</p> <p><b>Purpose:</b> The purpose of this study is to examine why PROPELLER gives better image quality than Turbo Spin Echo in MRI of the upper abdomen.</p> <p><b>Method:</b> This is a literature review that includes review articles, which will enlighten our research question.</p> <p><b>Results:</b> PROPELLER gives better image quality than Turbo Spin Echo in MRI of the upper abdomen, because PROPELLER fills K-space differently than Turbo Spin Echo. Which results in better Signal to Noise Ratio, significant reduction in artifacts and normal respiratory for patients.</p> <p><b>Conclusion:</b> PROPELLER gives better image quality than Turbo Spin Echo because of how K-space is filled.</p>		

## **Forord**

Gjennom tre spennende år på NTNU i Gjøvik har vi nå skrevet vår bacheloroppgave. Arbeidet med oppgaven har vært givende og lærerikt. Vi håper å vekke interesse og åpne for mer forskning rundt dette temaet. Oppgaven er rettet mot helsepersonell ved bildediagnostisk avdeling.

Vi vil gjerne takke Ingunn Aabel for veiledning og god hjelp. Vi vil også takke GE Healthcare for hjelp per e-post. Tilslutt vil vi takke hverandre for et godt og spennende samarbeid.

Gjøvik 11.05.16

Katrin Fakhri og Maria S. Malterud

13HBRAD, NTNU i Gjøvik

## Innholdsfortegnelse

<b>1.0 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1 PROBLEMSTILLING .....	7
1.2 AVGRENSNINGER .....	7
1.3 ORDLISTE.....	8
<b>2.0 TEORI</b> .....	<b>9</b>
2.1 MAGNETISK RESONANS.....	9
2.2 ARTEFAKTER .....	10
2.3 METODER FOR REDUKSJON AV BEVEGELSEARTEFAKTER I ØVRE ABDOMEN.....	11
2.4 K-SPACE .....	11
2.5 TURBO SPINN EKKO .....	13
2.6 PERIODICALLY ROTATED OVERLAPPING PARALLELL LINES WITH ENHANCED RECONSTRUCTION .....	14
<b>3.0 METODE</b> .....	<b>17</b>
3.1 PICO-SKJEMA .....	17
3.2 EKSPLOLATIVT SØK .....	17
3.3 STRUKTURERT SØK.....	17
3.3.1 Inklusjonskriterier.....	18
3.3.2 Eksklusjonskriterier.....	18
3.3.3 Søkeord.....	18
3.4 DATABASESØK.....	19
3.4.1 Databasesøk 1 .....	19
3.4.2 Databasesøk 2 .....	20
3.4.3 Databasesøk 3 .....	21
3.4.4 Databasesøk 4 .....	21
3.5 OVERSIKT .....	23
<b>4.0 ANALYSE</b> .....	<b>24</b>
<b>5.0 RESULTATER</b> .....	<b>25</b>
5.1 PASIENTGRUPPE .....	25
5.2 RADIOLOGISK PERSEPSJON.....	26
5.3 FORDELER OG ULEMPER VED PROPELLER.....	28
5.3.1 Artikkel 1.....	28
5.3.2 Artikkel 2.....	29
5.3.3 Artikkel 3.....	29
5.3.4 Artikkel 4.....	29
5.3.5 Artikkel 5.....	29
<b>6.0 DISKUSJON</b> .....	<b>31</b>
6.1 PASIENTGRUPPE .....	31
6.2 RADIOLOGISK PERSEPSJON.....	32
6.3 FORDELER OG ULEMPER VED PROPELLER .....	33
6.3.1 Reduksjon av artefakter .....	34
6.3.2 Ulemper.....	34
6.3.3 Fordeler.....	35
<b>7.0 METODEKRITIKK</b> .....	<b>37</b>
7.1 OMFANGET AV ARTIKLENE .....	37
7.2 SPRÅKLIGE UTFORDRINGER.....	38
7.3 VALIDITET.....	38
7.4 RELIABILITET .....	38
<b>8.0 KONKLUSJON</b> .....	<b>39</b>
<b>9.0 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>40</b>

## 1.0 Innledning

Magnetisk Resonans (MR) ble introdusert som en bildediagnostisk metode på 1980-tallet. Siden den gang har MR vist seg å være et uunnværlig bildediagnostisk hjelpemiddel når det gjelder diagnostikk av sykdommer i de aller fleste organsystemer. MR gir fordeler ved at maskinen ikke bruker ioniserende stråling, og evnen til å skille mellom ulike typer vev er overlegen i forhold til andre bilde-diagnostiske metoder. (Gjesdal et.al. 2000).

Bevegelsesartefakter er et kjent fenomen ved MR undersøkelser. Bevegelsesartefakter, som også kalles ghosting artefakter, forekommer som et resultat av at vev eller væske er i bevegelse under et bildeopptak. De vanligste årsakene til bevegelsesartefakter er arteriell pulsering, svelg, pust, tarmperistaltikk og fysisk bevegelse av pasienten. Disse årsakene vil gi litt ulike forstyrrelser i bildet, men i hovedsak vil bevegelsesartefaktene kunne skape så uskarpe bilder at eventuell patologi blir skjult. (Gaillard et.al. 2015).

Det er ulike teknikker som blir brukt for å redusere bevegelsesartefakter. En av disse er en sekvens kalt Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced Reconstruction (PROPELLER). PROPELLER sekvensen ble tatt i bruk sent på 1990-tallet, den er i dag kjent for å være en sekvens som gir flere fordeler med tanke på både tid og reduisering av bevegelsesartefakter. Hovedprinsippet med denne sekvensen er at den fyller K-Space på en annen måte enn andre sekvenser, slik som Turbo Spinn Ekko (TSE). PROPELLER vil også fjerne/reducere bevegelsesartefakter. (Elster 2014).

Siden PROPELLER sekvensen nå har vært på markedet i mange år, er det en godt testet ut sekvens, og mange av produsentene av MR maskiner leverer denne sekvensen. Man kan derfor nå begynne å se på effekten av denne sekvensen og sammenligne den med andre sekvenser, slik som TSE.

Øvre abdomen er spesielt utsatt for bevegelsesartefakter da det forekommer mange av de overnevnte faktorene her, som skaper bevegelsesartefakter samtidig. Det er derfor interessant å se om PROPELLER sekvensen fjerner bevegelsesartefakter på en slik måte at det vil gi bedre bildekvalitet og diagnostikk ved øvre abdomen. Det er også relevant for radiograffunksjonen å se nærmere på PROPELLER sekvensen, siden MR er en modalitet som blir brukt daglig til diagnostisering, og man vil hele tiden optimalisere diagnostikken. Det er

radiografer sitt ansvar at bildekvaliteten er optimal, slik at radiologene har bedre muligheter for å oppdage patologi.

I denne oppgaven vil vi sammenligne PROPELLER med TSE. Dette er på bakgrunn av at TSE er den mest anvendte sekvensen ved øvre abdomen undersøkelser i dag, og PROPELLER er en relativt lite brukt sekvens i Norge. I følge nyere forskning har det vist seg å være en sekvens som gir bedre bildekvalitet ved øvre abdomen undersøkelser. Det er derfor interessant å se hvordan/hvorfor PROPELLER gir bedre diagnostikk i forhold til en vanlig TSE. (Arizono et.al. 2008).

### **1.1 Problemstilling**

På bakgrunn av dette vil vår problemstilling være som følgende: «Hvorfor kan PROPELLER gi bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen?»

### **1.2 Avgrensninger**

I vår oppgave valgte vi å ta for oss sekvensene PROPELLER og TSE. TSE er den mest anvendte sekvensen innenfor MR, derfor mener vi at denne er mest relevant å sammenligne med i forhold til PROPELLER.

Vi valgte også å avgrense det til øvre abdomen. Dette er på bakgrunn av at øvre abdomen undersøkelser har mange utfordringer, spesielt i forhold til bevegelsesartefakter.

Vi har i denne oppgaven valgt å ikke se på de økonomiske aspektene ved PROPELLER.

### 1.3 Ordliste

MR	Magnetisk Resonans
PROPELLER	Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced Reconstruction
TSE	Turbo Spinn Ekko
PACE	Prospective acquisition correction
T2WI / T2W	T2-vektet sekvens
RP	Respirasjons trigging
BH	Hold pusten
SNR	Signal to noise ratio
K-space	Et trinn i databehandlingen der MR opptak blir samlet
FFT	Fast Fourier Transformasjon
RF-puls	Radio Frekvens Puls
TR	Time to repeat
TE	Time to echo
ETL	Echo Train Length (Ekko tog)
FID	Free induction decay
T1	Vekting i MR bilde som fremhever fett
T2	Vekting i MR bilde som fremhever væske
PD	Proton Density



## 2.0 Teori

### 2.1 Magnetisk Resonans

Magnetisk Resonans (MR) består av en radiosender, radiomottaker og en datamaskin. Men i all hovedsak er det en stor og kraftig magnet (magnetiske spoler). Ved hjelp av alle disse komponentene vil man kunne fremstille bilder av kroppen i ulike plan. Som pasient vil man ligge inne i MR-maskinen, og når undersøkelsen er i gang vil maskinen sende ut radiobølger mot det området som skal undersøkes. Dermed vil det vevet i kroppen som blir truffet av radiobølgene, altså protonene i kroppen vår gi ut et signal. (MR undersøkelser 2015).

Signalene får vi ved å påvirke protonene i kroppen vår og ved å bruke gradienter. MR – maskinen er en stor magnet som vil påvirke protonene i kroppen. Protonenes retning er i utgangspunktet parallelle og anti-parallelle, men under påvirkning av magneten vil de begynne å spinne, og denne bevegelsen blir kaldt precessjon. Precessjonen former en kurve på toppen av akselen. Dette er en veldig rask bevegelse og denne farten kan bli målt som precessjonsfrekvens, altså hvor mange ganger protonet precesserer per sekund. Precessjonen er ikke konstant, og styrken på magnetfeltet vil påvirke dette. (Schild 2012).

MR er først og fremst en modalitet, som gir spesielt god fremstilling av forandringer i for eksempel muskulatur, bindevev og sentralnervesystemet. Mye av dette ligger i øvre abdomen. Sykdomsforandringer i skjelettet, hjertet, bryster, blodårer, urinveier, bukorganer og hele tarmsystemet vil også komme godt frem i en MR-undersøkelse. (Helsenorge 2012).

Øvre abdomen er en svært tidkrevende undersøkelse, dette resulterer i at MR ikke har fått fullt gjennomslag i abdominaldiagnostikk. Grunnen til dette er bevegelsesartefakter. I dag finnes det nye og raskere sekvenser som har økt nytten av abdominale undersøkelser (lever, milt, pankreas og nyrer/binyrer). (Bjørnerud et.al. 2002).

## 2.2 Artefakter

I avbildningsprosessen ved bildediagnostikk kan det forekomme artefakter. Et artefakt er et fenomen som viser en ukorrekt avbildning av vevets form eller karakter. Artefakter kan forekomme ved mange forskjellige bildediagnostiske modaliteter, som blant annet MR. Et MR-artefakt kan variere veldig, men uavhengig av artefaktets natur er det viktig å kunne gjenkjenne det. Dette er for å unngå feiltolkning, eller for å vite hvordan man kan unngå det ved neste avbildning. (Bellon et.al. 1986).

Ved øvre abdomen er de vanligste artefaktene bevegelsesartefakter. Diafragma vil bevege seg opp og ned når vi puster, dette forårsaker at det vil være bevegelser av organer i både thorax og abdomen. Det er også visse vev i kroppen som er i konstant bevegelse, som hjertet, aorta og tarm. Slike bevegelser er ikke til å unngå, men man kan gjøre ulike tiltak for å unngå/reducere dette. (Yang et.al. 2010).

De vanligste bevegelsesartefaktene ved MR er ghosting artefakt og blurring artefakt. På bildet vil Ghosting artefakter se ut som skygger i retning av fasekoden, vanligvis i retning av den korteste akse i bildet. Dette er ikke forårsaket av at pasienten beveger seg, men på grunn av den konstante bevegelsen av vev/organer i kroppen. Blurring artefaktet sees som en uskarphet i kanten av organet, eller som en utvisking av konturer. Ved bevegelsesartefakter vil SNR reduseres. (Yang et.al. 2010).

Ved PROPELLER kan det forekomme artefakter på grunn av måten K-space fylles. Dette er artefakter som forekommer på grunn av at fase-og frekvenskodingen ikke vil gå fra venstre til høyre, eller inferior til posterior, men heller endre fase-og frekvensretning i forhold til fyllingen i K-space, altså en radial fylling. Dette kalles for radiale artefakter. Radiale artefakter kan ofte sammenlignes med artefakter som oppstår på CT når et metallfragment/proteser får høyt signal å gir striper. (Elster 2015).

### 2.3 Metoder for reduksjon av bevegelsesartefakter i øvre abdomen

Det finnes mange forskjellige metoder for å redusere/fjerne bevegelsesartefakter på, eller redusere bevegelsen til et organ. For eksempel kan man gi buscopan/glucagon til pasienten. Dette kan være med på å redusere tarmperistaltikk. Man kan også prøve å forklare pasienten hvordan man kan puste med brystmuskelen i stedet for diafragma. Det finnes en «hold-pusten teknikk», der det kun blir gjort opptak når pasienten holder pusten. Det finnes også egne MR-sekvenser som er spesielt utviklet for å redusere bevegelsesartefakter. Dette går mer på hvordan dataene blir innsamlet, heretter kalt samplet/sampling. (Yang et.al. 2010).

### 2.4 K-Space

K-space er et matematisk verktøy, som brukes for å beskrive relasjonen mellom et bildeobjekt og målte ekko signal. Navnet K-space kommer av at "K" benyttes i matematikken for å angi spatsielle frekvenser. (Bjørnerud et.al. 2002).

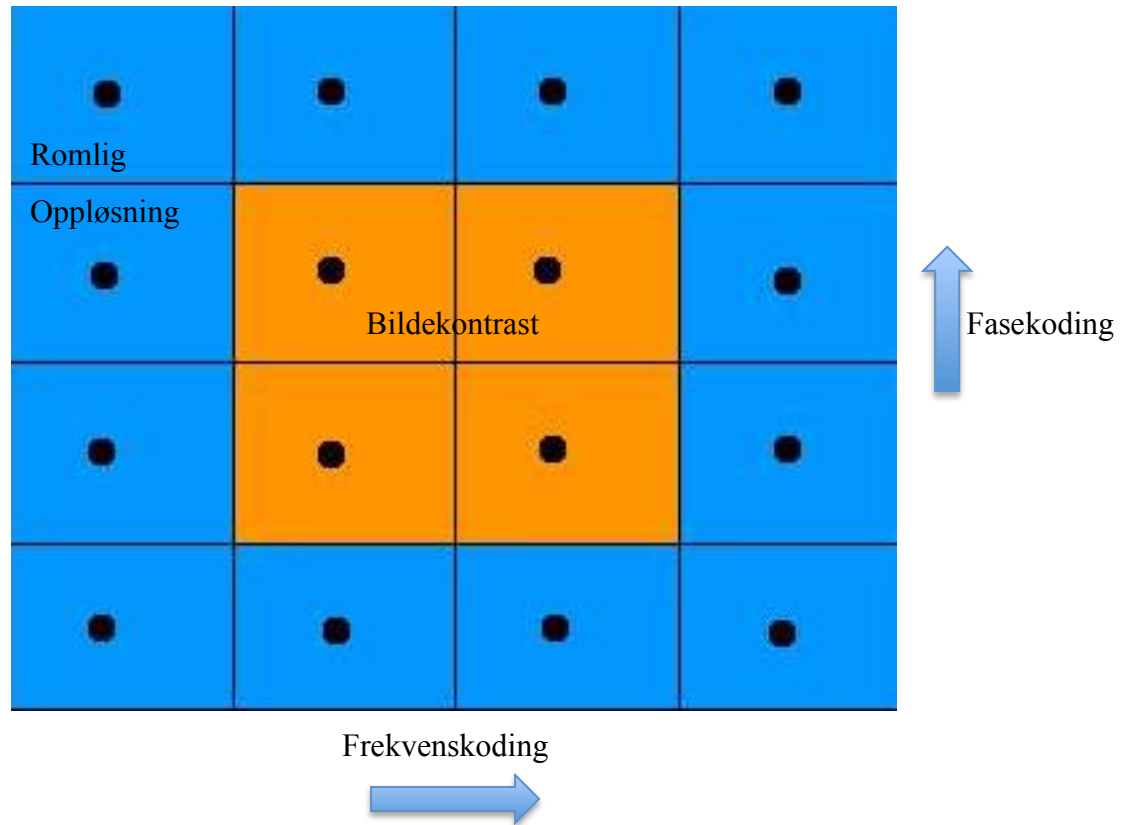
K-Space er en matrise som inneholder rader og kolonner av pixler. Antallet rader er likt med antall pixler i fasekoderetningen, mens antall kolonner er likt med antall pixler i frekvenskoderetningen. For eksempel: Med en matrise på 256 x 128, vil det bli 256 pixler i én rad og 128 pixler i én kolonne. Det er ved hjelp av K-Space og måten den fylles på at vi kan samle alle de forskjellige signalene slik at vi får et bilde. (Schild 2012).

For et bilde med en oppløselighet på 256 x 256 piksler, vil K-space inneholde 256 ekkoer som har opplevd forskjellige fasekodingsgradienter. Siden det er 256 målepunkter fra hvert ekko, vil K-space inneholde 65.536 punkter. Det som er viktig å ha klart for seg, er at hvert av disse punktene inneholder informasjon fra hele bildet. Dette er ganske opplagt, da ekkoet er en kombinasjon av alle signalkomponentene fra objektet. Punktene plassering i K-space har derfor ingen sammenheng med pikslenes plass i det endelige bildet. (Bjørnerud et.al. 2002, s.14).

Selv om det ikke er noen direkte sammenheng mellom plasseringen av en celle i K-space og plassering av pixler i bildet, vil forskjellige deler av K-space svare til spatsielle frekvenser i MR-bildet. (Bjørnerud et.al. 2002).

Hvert punkt i hver kolonne inneholder informasjon om en enkelt frekvens. Forskjellen mellom disse punktene er at faseinformasjonen de inneholder er ulik. Ved å Fourier transformere de enkelte kolonner kan hver fase og dens signalintensitet beregnes. Resultatet er en ny datamatrix der hvert enkelt punkt (256 \*256) har en unik kombinasjon av frekvens og fase. (Bjørnerud et.al 2002 s.15).

Bilde 1. (Egen tegning, inspirert av Bjørnerud et.al. 2002):

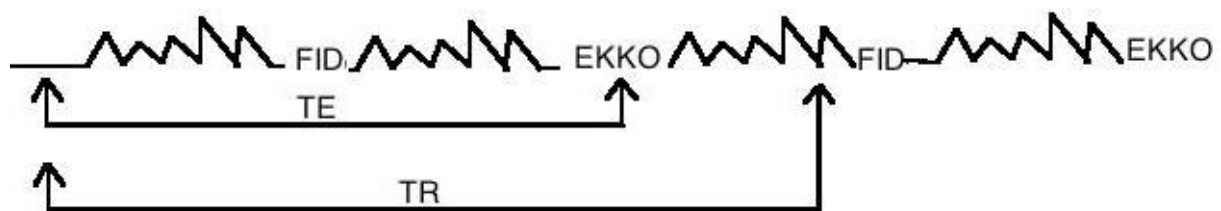


I bilde 1 vises K-space og hvor den romlige oppløsningen er (blå kolonner), altså hvor detaljene i bildene sitter i K-space, og hvor bildekontrasten (oransje kolonner) i bildet sitter. Bildet illustrerer også frekvens- og fasekoding.

## 2.5 Turbo Spinn Ekko

En spinn ekko sekvens har to viktige parametere: TR og TE. Det er viktig å forstå disse parameterne for å forstå hvordan TSE fungerer. TE tiden representerer tiden fra midten av RF pulsen til midten av ekkoet. TR tiden er tiden mellom RF pulsen og ekkoet og neste gang dette repeteres. (Elster 2015).

Bilde 4. (Egen tegning, inspirert av Bjørnerud et.al. 2002):

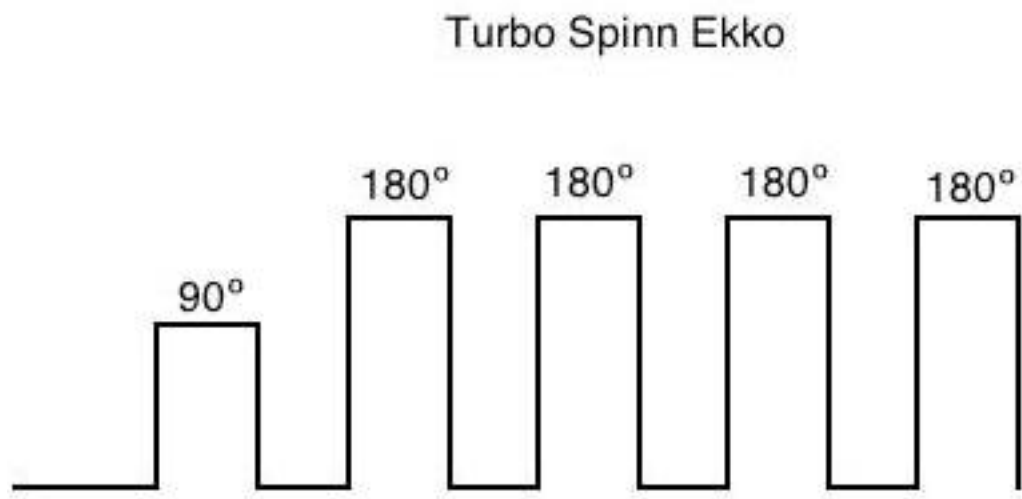


Bilde 4 illustrerer når det sendes inn en 90 graders puls og man får et FID signal. Siden FID signalet inneholder støy, og vi ikke vil lese av dette signalet, sendes det inn en 180 graders puls. Når det er sendt inn en 180 graders puls vil man få et ekko signal, og dette signalet er et rent T2 signal som ikke inneholder støy. Tiden fra man sender 90 graders pulsen til man måler ekkoet er TE tiden. TR tiden er da tiden det tar før man gjør denne prosessen på nytt.

(Bjørnerud et.al. 2002).

Turbo spinn ekko (TSE), også kjent som fast spinn ekko, er en mye anvendt sekvens i MR. Sekvensen består av en metode kalt echo train length (ETL) eller ekko tog. Ved TSE vil det sendes et "tog" med 180 graders pulser inn etter 90 grader pulsen. For eksempel; 90 grader, 180,180,180,180. Etter hvert ekko, blir fase-koden avbrutt og en annen fase-koding brukes på følgende ekko. Det sendes altså inn en rekke med 180 graders pulser etter hva slags vekting man vil ha i bildet. For eksempel: ETL: 2-5 = T1/PD, ETL: 8-32 = T2, ETL = 64-128 = sterk T2. (Elster 2015).

Bilde 5. (Egen tegning, inspirert av Bjørnerud et.al. 2002):



Bilde 5 illustrerer en TSE sekvens der det først sendes inn en 90 graders RF puls, etterfulgt av et ”tog” av 180 graders pulser.

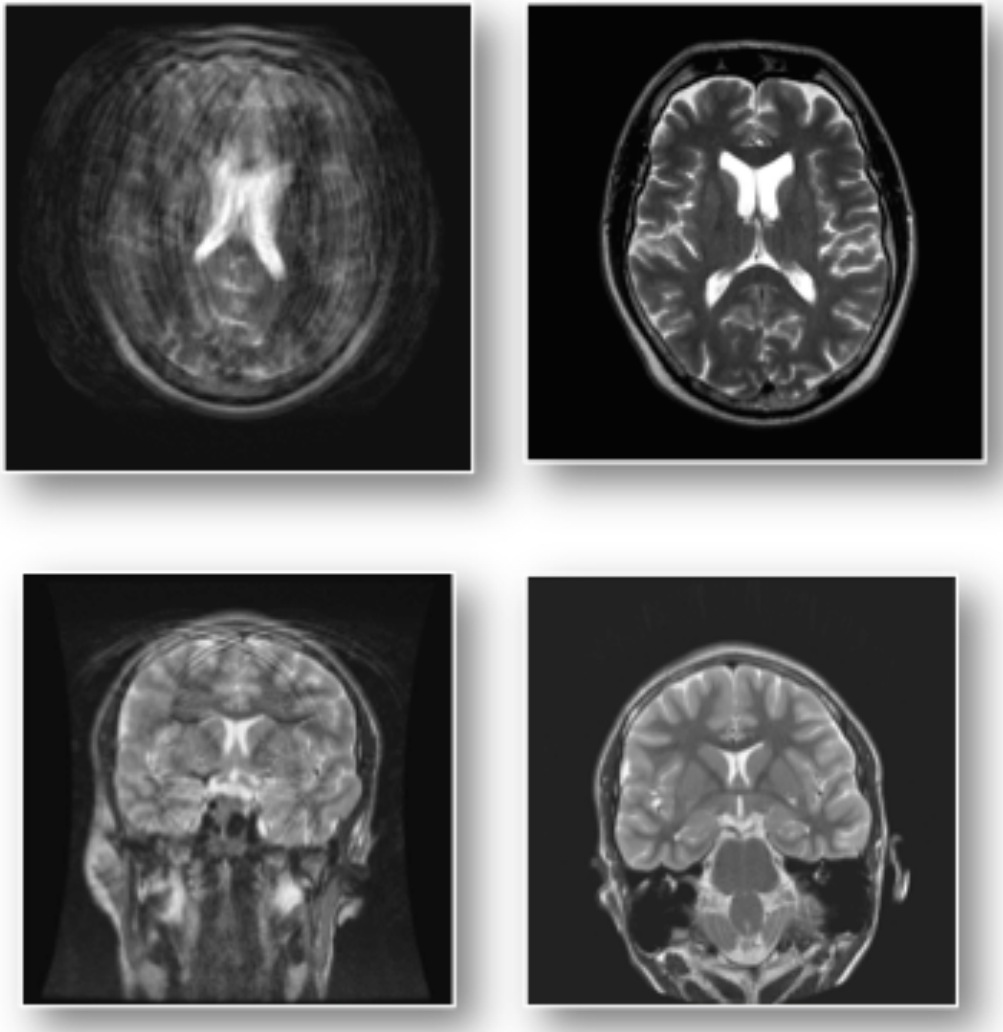
Ved TSE sekvenser er det tidsintervallet etter det første ekkoet som blir brukt til å motta ”ekkotog” for å fylle K-space. På grunn av det reduserte antall repetisjoner (TR) som kreves, blir K-space fylt raskere og scan tiden reduseres. (Elster 2015).

## 2.6 Periodically Rotated Overlapping Parallell Lines With Enhanced Reconstruction

Periodically Rotated Overlapping Parallell Lines With Enhanced Reconstruction er en sekvens utviklet av professoren Jim Pipe. Dette er en metode som har en mer unik data sampling enn de normale sekvensene vi kjenner, som for eksempel Turbo Spinn Ekko (TSE). Normalt vil K-Space fylles linje for linje med for eksempel en vanlig Turbo Spinn Ekko (TSE), mens med PROPELLER vil det fylles slik at det vil bli en overlapping i sentrum av K-Space ved hjelp av blader som roterer rundt. (Pipe 1999).

Det er på grunn av denne overlappingen at bevegelsesartefakter vil kunne bli fjernet. Det vil komme rådata på rådata, og overlapping/sampling i sentrum av K-Space som da utgjør en stor forskjell i forhold til artefakter og bildekvalitet. (Elster 2014).

Bilde 6. (Bilde fra GE Healthcare. Gjengitt med tillatelse per e-post, 12.04.16):

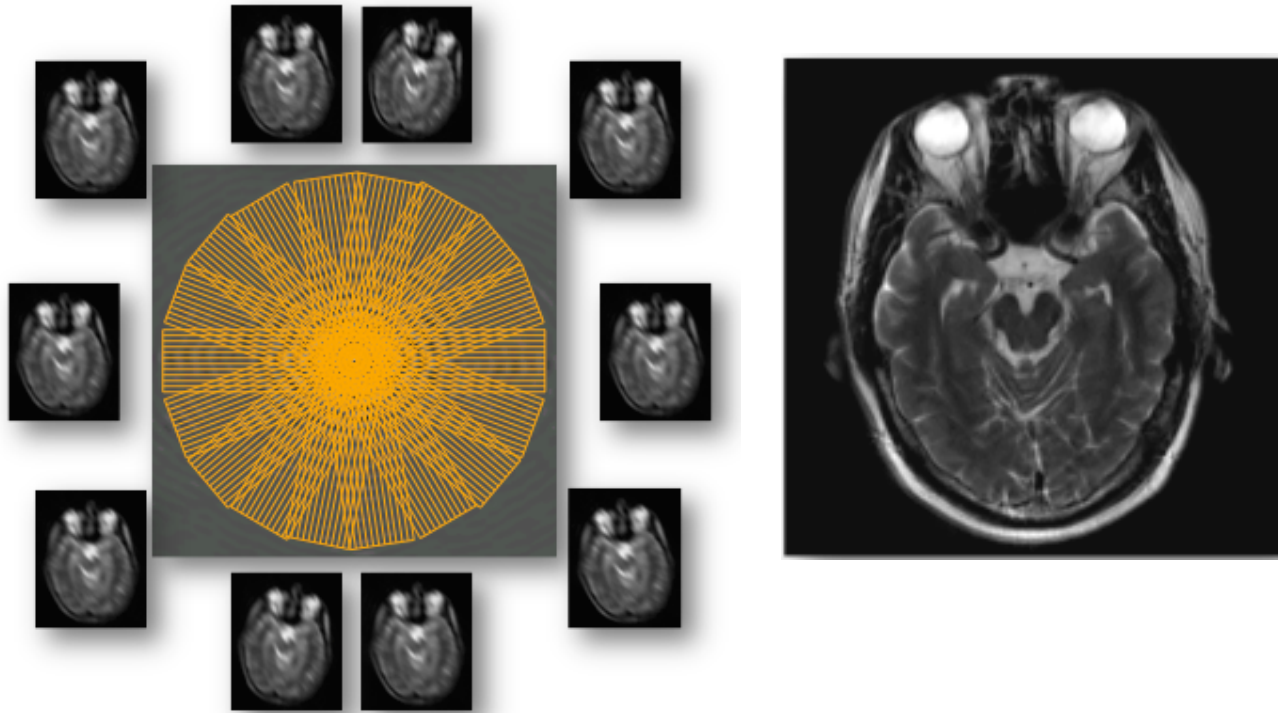


Bildene til høyre er med PROPELLER. Bildene til venstre er med TSE.

Bilde 6 viser MR bilder av caput med og uten PROPELLER. Bildet viser at bevegelsesartefaktene er redusert eller borte fra bildet tatt med PROPELLER.

Bilde 7. (Bilde fra GE Healthcare. Gjengitt med tillatelse per e-post, 12.04.16):

## PROPELLER sampling



I bilde 7 vises det hvordan PROPELLER fungerer. K-space er hele sirkelen (en matrise), mens PROPELLER har rotert rundt slik at det blir en sampling av signaler i sentrum av K-space.

PROPELLER er navnet for denne typen av sekvens. Det betyr at dette er det «generelle navnet». Den leverandøren som benytter seg av dette navnet er GE. (Tekst fra GE Healthcare. Gjengitt med tillatelse per e-post, 12.04.16). Andre navn hos leverandører er blant annet BLADE (Siemens), MultiVane (Phillips), RADAR (Hitachi), og JET (Toshiba). (Elster 2014).



## 3.0 Metode

Vi har valgt å gjøre et litteraturstudie for å kunne svare på vår problemstilling. Denne metoden ble valgt på bakgrunn av at vi er ute etter en systematisering av kunnskap fra skriftlige kilder. Med et litteraturstudie kan vi gjøre et litteratursøk som er metodisk, dokumentert og som er etterprøvbar. (Systematisk oversikt 2012).

### 3.1 PICO-skjema

For at vi skulle få en systematisering av kunnskapen mente vi det var viktig å konkretisere informasjonsbehovet. Vi fylte derfor ut et PICO-skjema (se vedlegg 1) fra kunnskapssenteret før vi startet litteratursøket. PICO står for Pasientgruppe, Intervensjon, Comparison (sammenligning) og Outcome (utfall). For oss var PICO skjemaet en fin metode å bruke for å forsikre oss om at alle relevante studier ble fanget opp. I PICO-skjemaet fant vi hvilke søkeord vi skulle benytte oss av i databasesøket. (PICO 2012).

### 3.2 Eksplorativt søk

Når vi hadde fylt ut PICO-skjemaet hadde vi en oversikt over søkeordene vi skulle bruke. Utover PICO-skjemaet hadde vi ingen spesifikke inklusjonskriterier. Vi gjorde derfor et eksplorativt søk i databasene Pubmed og ScienceDirect, med de søkeordene vi hadde fra Pico-skjemaet. Poenget med dette eksplorative søket var for å se om det faktisk fantes artikler innenfor emnet. Det eksplorative søket ga mange treff, men ut fra dette søket var det vanskelig å finne relevante artikler som svarte til vår problemstilling. Det vi mener med relevante artikler er at det er artikler som diskuterer PROPELLER i forhold til TSE, og som sier noe om diagnostikken ved øvre abdomen undersøkelser i forhold til de to sekvensene. Siden dette søket ikke ga noen brukbare resultater vil søket ikke nevnes videre i oppgaven.

### 3.3 Strukturert søk

Et strukturert søk ble gjort da vi hadde funnet søkeord. Databasene vi benyttet var PubMed og ProQuest. Disse databasene ble valgt på bakgrunn av at dette er medisinske databaser, og det er i hovedsak ved disse databasene man kan finne artikler om bildediagnostikk.

### 3.3.1 Inklusjonskriterier

Siden PROPELLER sekvensen gjorde sin debut sent på 1990-tallet er det relevant å se på nyere forskning i forhold til emnet. Vi satte derfor en grense på at kun artikler fra de siste ti årene var relevante, altså ingen artikler eldre enn 2006.

Studiene ble inkludert dersom de omhandlet stoff som sammenligner PROPELLER med TSE ved øvre abdomen undersøkelser, og i tillegg sa noe om hvorfor PROPELLER gir bedre bildediagnostikk enn TSE.

Vi var ute etter fagfelleverderte artikler. Dette er kvalitetssikre publikasjoner som forsikrer oss om at artiklene er pålitelige.

Inklusjonskriterier oppsummert:

- Ingen forskning eldre enn 2006
- Fagfelleverderte artikler
- Omhandler sammenligning av PROPELLER og TSE ved øvre abdomen

### 3.3.2 Eksklusjonskriterier

Dersom noen av følgende eksklusjonskriterier var tilstede ble studiene ekskludert:

- At det ikke inneholdt noen av søkeordene i tittelen
- Studier som omhandlet andre organer enn øvre abdomen

### 3.3.3 Søkeord

Søkeordene som ble benyttet.

- Blade
- TSE
- Abdomen
- MultiVane
- MRI
- PROPELLER
- 3T
- Turbo spin echo
- K-space

- Upper abdomen
- T2

Søkeordene vi benyttet oss av ble nummerert og kombinert på ulike måter.

Ved ett av søkene ble det benyttet en kombinasjon av følgende ord;

- Spiral movement
- Magnetic resonance
- K-space
- Spiral

Kombinasjonen av disse ordene ga ingen relevante treff.

### **3.4 Databasesøk**

Når vi hadde satt inklusjons- og eksklusjonskriterier til artiklene gjorde vi systematiske søk i databasene. Søkeordene ble nummerert og kombinert på ulike måter for å snevre inn søket. Vi brukte avansert søkemetode ved alle vår søk. Denne metoden går ut på at man plotter inn søkeordene i hvert sitt felt, og databasen kombinerer dem i den rekkefølgen som er satt. I søknadsprosessen ble det gjort søking i fire omganger.

#### **3.4.1 Databasesøk 1**

Ved databasesøk 1 brukte vi ulike kombinasjoner av søkeordene. Det nevnes at vi utførte flere kombinasjoner av søkeord enn det som er vist i tabell 1, men da disse kombinasjonene ikke ga relevante treff ser vi det ikke nødvendig å ta med disse i tabell 1.

Ved valg av artikler ble det lest igjennom sammendrag fra et utvalg av artikler som vekket interesse. Når sammendragene var lest var det enkelte artikler som utmerket seg mer enn andre, ved at disse artiklene var mer relevante til vår problemstilling. Artiklene vi fant ble deretter skimlest og det ble valgt ut totalt tre artikler som ble lest nøye igjennom. Disse artiklene hadde høyest relevans i forhold til problemstillingen.

Tabell 1 viser at vi nummererte søkeordene og hvilke ord vi kombinerte som ga treff, og antall treff. Tabell1 viser også hvilke artikler som ble valgt ut.

Tabell 1

Søkeord	Database	Kombinasjoner	Antall treff	Artikkelnr.
<b>1. Blade</b>	PubMed	1+2	24	Artikkel 1
<b>2. TSE</b>				
<b>3. Abdomen</b>	PubMed	1+2+3	4	Artikkel 2
<b>4. Multivane</b>				
<b>5. MRI</b>	PubMed	4+5	3	Artikkel 3

### 3.4.2 Databasesøk 2

Ved databasesøk 2 var vi ute etter å finne flere relevante artikler, og vi hadde fortsatt de samme inklusjons- og eksklusjonskriteriene som ved databasesøk 1.

I tabell 2 vises de nye søkeordene vi brukte. Vi kom frem til disse søkeordene basert på det første søket vi hadde gjort. Vi valgte her å ikke bruke forkortelser, i tillegg til at vi fant noen nye søkeord. Vi kombinerte søkeordene på samme måte som tidligere.

Tabell 2

Søkeord	Database	Kombinasjoner	Antall treff
<b>1. Spiral movement</b>	PubMed	1+3	3
<b>2. Magnetic resonance</b>			
<b>3. K-space</b>	PubMed	2+3	3
<b>4. Spiral</b>	PubMed	3+4	12

Søkene som vist i tabell 2 ga få treff og ingen relevante treff for vår problemstilling.

### 3.4.3 Databasesøk 3

Ved det tredje databasesøket brukte vi en blanding av nye og allerede brukte søkeord. Vi kombinerte søkeord og fant to relevante artikler ut fra søket, slik som vist i tabell 3. Ved søking i databasen ProQuest valgte vi i tillegg til inklusjonskriteriene å benytte et valg databasen ga oss. Her kunne vi velge tema for å avgrense søket. ”Magnetic resonance imaging” var temaet vi benyttet.

Tabell 3

Søkeord	Database	Kombinasjoner	Antall treff	Artikkelnr.
1. PROPELLER	PubMed	1+4+5+6	1	Artikkel 5
2. Turbo Spin Echo	ProQuest	1+2+3	10	Artikkel 6
3. K-space				
4. MRI				
5. Upper Abdomen				
6. T2				

Siden artiklene innfridde inklusjonskriteriene gjorde vi et referansesøk på hver av de utvalgte artiklene i begge databasene vi brukte. Referansesøket ga ingen relevante treff.

### 3.4.4 Databasesøk 4

I den fjerde søkerunden vår gjorde vi databasesøk i de samme databasene som tidligere, men her fikk vi ingen relevante treff. Vi gjorde også søk i databasene Google Scholar og Scopus.

I databasen Google Scholar søkte vi på en annen måte enn tidligere, her søkte vi ikke med kombinasjoner av enkeltstående søkeord. Vi søkte med hel setning i dette søket og, setningen vi brukte lignet på problemstillingen. I tabell 4 viser vi setningen vi søkte med. Ut fra søket i Google Scholar fikk vi ingen relevante treff til vår problemstilling.

Tabell 4

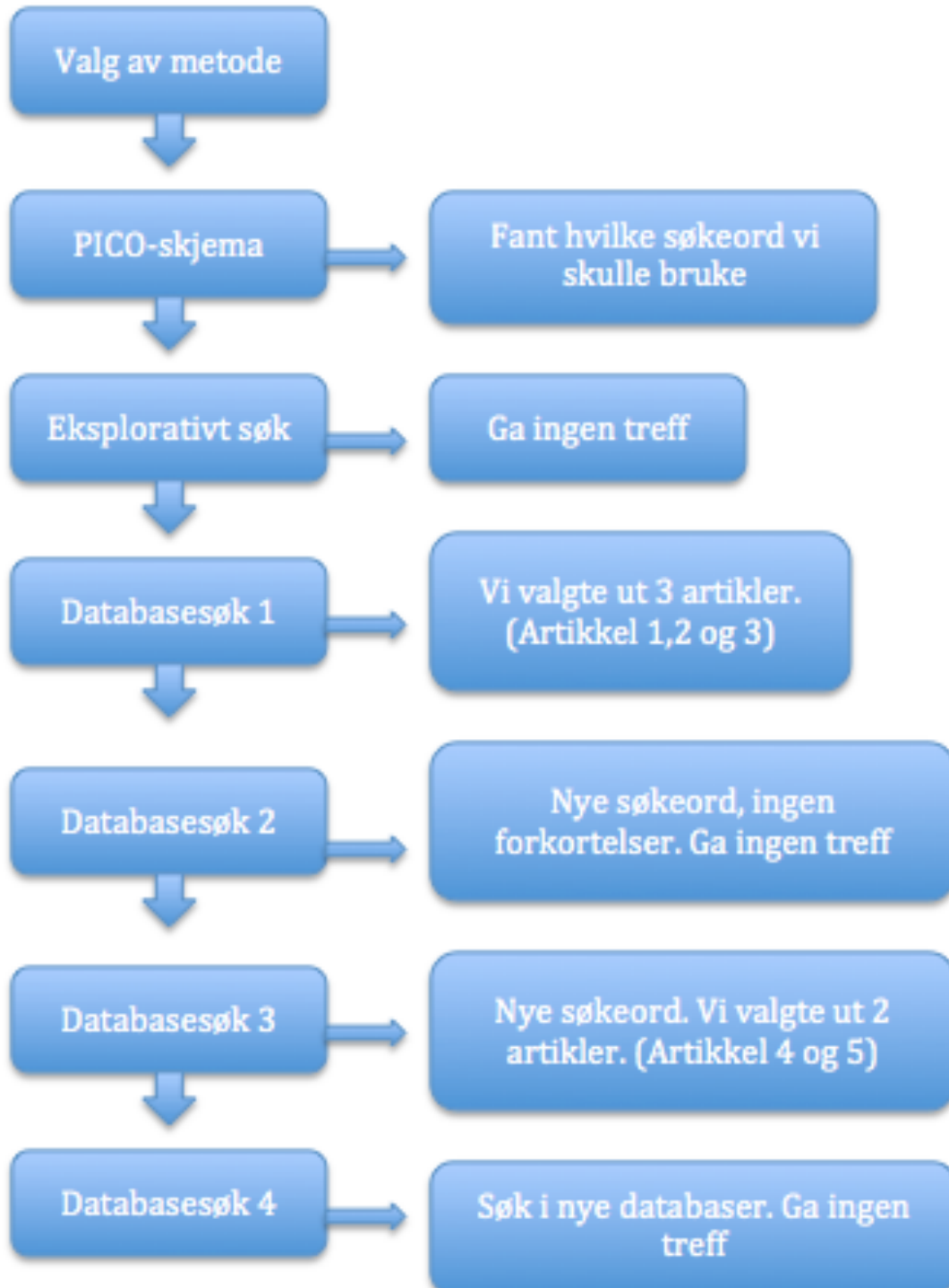
Søkeord	Database	Kombinasjoner	Antall treff
<b>”Why can PROPELLER give better image quality than turbo spin echo in upper abdomen”</b>  <b>1. PROPELLER</b> <b>2. Turbo spin echo</b> <b>3. K-space</b> <b>4. Abdomen</b>	Google Scholar		131
	Scopus	1+2	17
		3+2+4	16
		2+3	52

I tabell 4 viser vi søket vi gjorde i databasen Scopus, og tabellen viser søkeordene, kombinasjonene vi brukte. Og antall treff. Her brukte vi søkeord og kombinerte disse på samme måte som tidligere, med like inklusjonskriterier. Denne søkerunden ga ingen relevante treff til vår problemstilling.

### 3.5 Oversikt

I figur 1 vises en oversikt over søkeprosessen.

Figur 1



## 4.0 Analyse

Vi er inspirert av den systematiske tekstkondenseringen slik som Malterud beskriver i sin analyse. Den systematiske tekstkondenseringen er delt opp i fire trinn og ser slik ut:

- Vurdering av temaer (Foreløpige temaer)
- Organisere valgte temaer (Koder)
- Abstrahere kunnskap (Kodegruppe)
- Rekontekstualisering (Kategorier)

(Malterud 2011).

Det første vi gjorde var å lese gjennom teksten og danne oss et helhetlig inntrykk. Dette gjorde vi etter at vi hadde lest alt i de vitenskapelige artiklene vi hadde funnet. Etter at vi hadde lest igjennom alle resultatene kunne vi plukke ut ulike kategorier/temaer fra materialet ved hjelp av fargekoding. Det ble lagt stor vekt på tekstdeler som kunne tenkes å belyse problemstillingen vår, og dermed hadde vi fått tre hovedkategorier.

Da dette ble gjort måtte vi finne en måte å systematisere funnene på. De tre hovedkategoriene våre ble da delt opp etter fargekoder og ble lagt inn i tabell 5, der vi lagde en oversikt over fargekodene sammen med hovedkategoriene vi fant. Hovedkategoriene vi fant var; persepsjonen til radiologene, pasientgruppe og PROPELLER vs. TSE.

Denne systematiseringen med fargekoder ble brukt i alle våre artikler og på bakgrunn av dette ble de tre hovedkategoriene brukt i alle fem artikler.

Tabell 5

KATEGORI	FARGEKODE
Pasientgruppe	GRØNT
Radiologisk persepsjon	GULT
PROPELLER vs. TSE	ORANSJE



## 5.0 Resultater

### 5.1 Pasientgruppe

Artikkel 1, "MRI Artifact Reduction and Quality Improvement in the Upper Abdomen with PROPELLER and Prospective Acquisition Correction (Pace) Technique", gjorde en studie på 20 friske mennesker, med 12 menn og 8 kvinner. Gruppen hadde en alder på 23-42 år og en gjennomsnittsalder på 28 år. Studien gjorde MR undersøkelser av øvre abdomen på de frivillige, og det ble kjørt en T2 vektet TSE med PACE (Prospective acquisition correction) som en respiratorisk kompensasjon med og uten bruk av PROPELLER.

Artikkel 2 "Comparative study of image quality between axial T2 weighted BLADE and turbo spin echo MRI of the upper abdomen on 3.0 T" gjorde en studie på 103 pasienter der 63 menn og 40 kvinner fra 19 til 76 år ble undersøkt i øvre abdomen. Gjennomsnittsalderen på pasientene var på 53 år. I denne studien ble det brukt konvensjonell axial TSE T2WI og BLADE TSE T2WI med respiratorisk trigger med og uten bruk av BLADE. Sekvensen uten BLADE ble utført først, deretter ble det utført med BLADE med samme parametre.

Artikkel 3 "T2-Weighted Liver MRI Using the MultiVane Technique at 3T: Comparison with Conventional T2-Weighted MRI" gjorde en studie på 78 pasienter der det var 43 menn og 35 kvinner. Pasientene hadde en alder fra 33 til 88 år, med en gjennomsnittsalder på 57 år. Ved disse menneskene var det mistanke om patologi i leveren, pankreas og galleveiene, basert på kliniske- og laboratoriefunn. Studien gjorde en T2 vektet MR og en MultiVane av øvre abdomen på de 78 pasientene.

Artikkel 4, "T2-weighted MRI of the Upper Abdomen: Comparison of Four Fat-Suppressed T2-weighted Sequences Including PROPELLER (BLADE) Technique", gjorde en studie med 32 voksne pasienter som skulle til MR undersøkelse av øvre abdomen. Alle pasientene fikk utført like sekvenser, der de forskjellige sekvensene var; Trigget pusteteknikk med T2W TSE (T2W-PACE-TSE), trigget pusteteknikk TSE med RP (T2W-PACE-TSE med RP), BH TSE med RP (BH-T2W-TSE med RP), og til slutt trigget pusteteknikk T2W BLADE med RP (T2W-BLADE med RP). Det var også mistanke om ulike patologiske tilstander. Av disse 32 pasientene var det 20 kvinner, 16 menn og alderen var fra 29 til 71 år.

Artikkel 5, “Evaluation of Motion Correction Effect and Image Quality With the Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines With Enhanced Reconstruction (PROPELLER) (BLADE) and Parallel Imaging Acquisition Technique in the Upper Abdomen” gjorde sin studie på 50 pasienter. Blant disse var det 24 menn og 26 kvinner. Pasientene hadde en alder fra 31 til 75 år, og gjennomsnittalderen var på 57 år.

Det ble gjennomført en lever MR protokoll som tok for seg metastaser i pankreas og/eller colorerectale tumorer i 31 pasienter. Dette var for å eliminere hepatocellulært karsinom i pasienter med levercirrhose eller kronisk leverskade i 8 pasienter. Deretter ble det gjort en oppfølgende undersøkelse for hepatocellulært karsinom i 11 pasienter.

## 5.2 Radiologisk persepsjon

I Artikkel 1 ble alle bildene fremstilt til radiologer med erfaring innenfor diagnostikk av øvre abdomen. De tre radiologene, som evaluerte bildene, ble ikke informert om hva studien gikk ut på, og de fikk ikke vite om bildene var tatt med BLADE metoden eller ikke.

Det var totalt 1080 bilder, der halvparten var med BLADE. Bildene ble evaluert etter følgende kriterier: Ghosting artefakt, artefakter som ikke er ghosting artefakter, slik som respiratoriske artefakter, kardiovaskulær pulsasjon, skarphet av leverkanten, bildestøy og den generelle bildekvaliteten. Radiologene evaluerte ut fra disse kriteriene i en 5 poengs skala.

Poengskalaen gikk ut på: 0 poeng var mye artefakter, ikke mulig å diagnostisere eller uakseptabelt. 4 på skalaen ga full score, der var det ingen artefakter eller annen form for støy i bildet.

Artikkel 2 brukte to radiologer med 5 års erfaring innen abdominal bildediagnostikk.

Radiologene vurderte bildene individuelt og uavhengig av hverandre. Det var ikke frigitt noe pasientinformasjon eller bildedata på forhånd.

Kriteriene gjelder evalueringen av respirasjonsartefakter, GI peristaltikk artefakter, vaskulære artefakter og bildekvaliteten på de anatomiske strukturene.

Følgende krav til evaluering av bildene var: 1= Store artefakter, ekstremt ulike/uskarpe kanter av lever og pankreas, og normale strukturer kan ikke skilles, 2= medium artefakter, uskarpe

kanter på lever og pankreas og klart skille mellom strukturene, 3= Ingen artefakter, klare og skarpe kanter av lever og pankreas, og veldig klart skille mellom forskjellige strukturer.

Artikkel 3 gjorde en studie der to radiologer med 4 og 14 års erfaring innenfor diagnostikk av øvre abdomen møttes i konsensus for å tyde bildene. Begge leserne var uvitende om sekvensparametere og pasientinformasjon. Ved tydesesjon 1 ble alle de tre T2-vektede bildene sammenlignet og vurdert etter følgende kriterier: bevegelsesartefakter, anatomisk skarphet av organer (lever, galleblære og pankreas), synligheten av portvenen og levervene, og synlighet av hoved-lesjoner på hver pasient. Ved hjelp av en fem-punkts skala vurderte de bildene; 1 = uakseptabel, 2 = dårlig, 3 = middels god, 4 = god og 5 = utmerket.

Etter å ha gjennomført den første tydesesjonen, hadde hver radiolog en individuell vurdering av bildene, før de ble enige om resultatene de hadde kommet frem til. Bildene fra hver pasient ble satt ved siden av hverandre for å parvis sammenligne bildene. Totalt ble 234 T2-vektede bilder klassifisert i 156 par. Parene var MultiVane T2-vektet versus BH-T2-vektet. MultiVane T2-vektet ble brukt som kontrollbilde. I tydesesjon to vurderte radiologene bildene ut i fra fem aspekter: bevegelsesartefakter, anatomisk skarphet av organene, synligheten av portvenen, synligheten av gallegangen, og synligheten av hoved-lesjoner. Radiologene brukte en fem-poengs skala for å evaluere bildene; 1 = svekket diagnose, 2 = lite innflytelse på diagnose, 3 = like, 4 = ingen innflytelse på diagnose og 5 = lett å diagnostisere

Radiologene registrerte også de pasientene med fokale leverlesjoner, og muligheten for hepatisk lesjon ved å tildele hver lesjon et konfidensnivå på en fire-poengs skala; 1 = sannsynligvis ikke en lesjon, 2 = muligens ikke en lesjon, 3 = sannsynligvis en lesjon og 4 = definitivt en lesjon.

Artikkel 4 gjorde en studie der to uavhengige radiologer med 4 og 5 års erfaring innenfor abdominal bildediagnostikk i MR så på bildene. Sekvensenes parametre og pasientinformasjon var ukjent for begge radiologene. Bildene ble evaluert innenfor disse rammene for hver T2W sekvens; 1= uakseptabelt, 2=dårlig, 3=middels god, 4=god, 5=meget bra. Insidensen etter bevegelsesartefakter fra respirasjonen, kardiovaskulær pulsasjon og susceptibilitet ble gradert slik; 1= ekstremt mye, 2=moderat, 3= mild, 4=minimal, 5=ingen.

I Artikkel 5 ble alle bildene presentert tilfeldig for 1 radiolog med 15 års erfaring innenfor abdominal bildediagnostikk. Deretter ble bildene evaluert individuelt etter forskjellige artefakter og generell bildekvalitet av to radiologer innenfor abdominal bildediagnostikk. Radiolog 1 hadde en 18 år lang erfaring innen abdominal bildediagnostikk og radiolog 2 hadde 6 år lang erfaring.

Hver radiolog evaluerte bildene separat og uavhengig av hverandre. Informasjon om pasienter og MR sekvenser/protokoller ble ikke frigitt. De skulle rangere forskjellige artefakter ut i fra en 5 poengs skala der 0= uakseptabel, 1= dårlig, 2= middels god, 3 = god, 4= utmerket. Deretter skulle de rangere den generelle bildekvaliteten ut i fra en liknende skala; 0= Ingen diagnostisk verdi, 1= dårlig, 2= mild, 3= god, 4= utmerket.

### **5.3 Fordeler og Ulemper ved PROPELLER**

I dette kapittelet har vi valgt å trekke frem sekvensene som har blitt brukt ved hjelp av ulike tester. Vi vil også se på fordeler og ulemper med PROPELLER.

#### **5.3.1 Artikkel 1**

For å kvalitetssikre studiet brukte artikkel 1 en 5 poengs skala, Wilcoxon's signed rank test. Denne testen ble benyttet for å fastsette signifikante forskjeller mellom bilder med og uten BLADE. En p-verdi mindre enn 0,05 ble ansett for å indikere en statistisk signifikant forskjell. Studien viser at bildene som ble tatt med BLADE scorer høyere på 5 poengs skalaen, enn bildene som ble tatt uten BLADE.

Fordeler ved BLADE som kommer frem i artikkel 1 er at BLADE kan gi mer informasjon i bildene. BLADE vil også lettere oppdage lesjoner som vanligvis er "tildekket" av artefakter. Artikkelen forteller at BLADE ga lengre scantid, noe som ga en bedre signal to noise ratio (SNR). På grunn av dette gir det mer rom for artefakter ved pasientbevegelser. Det er en fordel å få bedre SNR, men en ulempe å få mer artefakter. En annen ulempe artikkelen påpeker er at studien er gjort på friske mennesker.

### 5.3.2 Artikkel 2

Artikkel 2 brukte Wilcoxon's signed rank test for å kvalitetssikre studiet. Det ble også brukt Cohen's kappa-test. Denne testen viser i hvor stor grad radiologene syntes bildekvaliteten er god med og uten PROPELLER. P- verdien ble også brukt, og dette er en verdi som sier noe om hvor statistisk sikkert PROPELLER er (Wilcoxon's signed rank test). Begge radiologene hadde tilnærmet likt resultat i forhold til evaluering av kravene som ble stilt, og PROPELLER viste tydelig reduksjon av bevegelsesartefakter i forhold til TSE T2WI.

Artikkelen trekker frem at ved BLADE kan det forekomme radiale artefakter.

### 5.3.3 Artikkel 3

I artikkel 3 ble det brukt en T2-vektet protokoll som bestod av tre sekvenser. 1) Hold pusten multi shot T2-vektet sekvens. 2) Respirasjons triggering multi shot T2-vektet sekvens. 3) MultiVane T2-vektet med respirasjons triggering.

Subjektive rangeringer for hvert bilde ble sammenlignet med Friedman test. De parvise sammenligningene ble utført ved anvendelse av Wilcoxon's signed rank test.

### 5.3.4 Artikkel 4

For å kvalitetssikre studien valgte artikkel 4 å bruke Wilcoxon's signed rank test. I denne analysen ble P- verdi  $< .05$  ansett som statistiske store forskjeller. Radiologenes enighet ble vurdert ut ifra Cohen's kappa test, der verdien 0-0.40 var mild enighet, 0.41-0.60 var moderat enighet, 0.61-0.80 høy enighet og 0.81-1 nesten perfekt overenstemmelse.

Sekvensen BLADE T2W TSE med RP viste signifikante forskjeller i bilde i forhold til bevegelsesartefakter, sammenlignet med de andre sekvensene. Leverkanten, pankreas og portvenen ble også skarpere. Artikkelen trekker frem at måten K-space blir fylt på er en stor fordel i forhold til SNR. BLADE er mindre sensitiv til bevegelser enn andre konvensjonelle sekvenser. Artikkelen hevder at det lettere kan oppstå radiale artefakter ved BLADE.

### 5.3.5 Artikkel 5

Artikkel 5 kvalitetssikrer studien ved bruk av Wilcoxon's signed rank test. I denne analysen

ble P-verdi  $< 0.05$  ansett som statistiske store forskjeller. For å sammenligne radiologenes resultater ble Cohens' kappa test brukt. Verdiene 0.21-0.40 viste mild enighet, 0.41-0.60 moderat, 0.61-0.80 betydelig og 0.81-1.0 nesten perfekt.

Artikkel 5 konkluderer at BLADE sekvensen viste signifikante forskjeller i forhold til de andre sekvensene som ble benyttet i studien. Både respirasjonsartefakter, kardiovaskulære artefakter, peristaltiske bevegelser og skarphet av leverkant/struktur. Ved hjelp av Cohen' kappa test ble det vist at det var utmerket enighet i bildeevaluering av artefakter og bildekvalitet.

## 6.0 Diskusjon

I dette kapittelet vil vi diskutere resultatene opp mot teori og problemstilling.

### 6.1 Pasientgruppe

PROPELLER er en sekvens som er god for bevegelsesartefakter i øvre abdomen. Ofte kan organer som lever og pankreas bli uskarpe på grunn av bevegelsesartefaktene med en TSE. Artikkene tar for seg ulike pasientgrupper, noe som er viktig for å få et representativt resultat.

Artikkel 1 og 2 gjorde en studie på friske pasienter med en gjennomsnittsalder på 28 og 54 år. Det kan diskuteres om det er et representativt utvalg av pasienter når pasientene er friske og aldersgruppen er lav. Med friske og unge pasienter kan det forekomme mindre artefakter. Årsaken til dette kan være at unge og friske mennesker har bedre forutsetning for å kunne klare å ligge stille og gjennomføre hold pusten-teknikker. Det kan også være lettere å samarbeide med unge pasienter, med tanke på at de kan ha bedre hørsel, og at de beveger seg lettere.

Artikkel 3, 4 og 5 tar for seg en pasientgruppe med mistanke om patologi i øvre abdomen. Disse studiene hadde en gjennomsnittsalder på 57, 50 og 57 år. Det at artikkene tar for seg en pasientgruppe som har relativt voksen alder ser vi på som relevant. I en voksen pasientgruppe vil det være større sannsynlighet for at man kan finne patologi. Det er også et mer representativt utvalg med pasienter når det er større forskjell i sykdomshistoriene til denne gruppen. Denne gruppen kan også ha vanskeligheter med teknikker som hold pusten og respirasjons-triggering, kontra unge pasienter.

At artikkene har gjort studier på pasienter med patologi vil ha en effekt på resultatet. Det kan være i form av at patologien vil vises uansett, uavhengig av om det er brukt PROPELLER. Det blir også nevnt i artikkene at bevegelsesartefakter som oppstår i øvre abdomen vil kunne skjule patologi. Siden det finnes mange ulike artefakter er det svært viktig å kunne gjenkjenne artefaktets natur. Dette er for å unngå feiltolkning, og dermed vil man være klar over hva artefaktet muligens har "lagt" seg over eller skjuler.

I artikkene er det brukt teknikker som hold pusten og respirasjons triggering. Dette er teknikker som kan kreve mye av pasientene. Det kan være vanskelig for syke pasienter å gjennomføre disse teknikkene da teknikkene krever at man må holde pusten i en viss tid, eller at man må

puste inn og ut på en bestemt tid. Man kan tenke seg at dette er lettere å få til for unge, friske mennesker. Noen av artiklene har brukt disse teknikkene i tillegg til PROPELLER. Dette kan være både en fordel og en ulempe. Artiklene som kun har brukt PROPELLER uten hold pusten-teknikker viser at PROPELLER fjerner bevegelsesartefakter, det samme gjør artiklene som bruker både PROPELLER og hold pusten-teknikker.

PROPELLER viser at selv med hold pusten-teknikker som potensielt kan skape mer artefakter enn det som er intensjonen, fjerner sekvensen artefaktene. Alikevel kan det diskuteres om sekvensen har en effekt når det blir brukt hold pusten-teknikker. Artiklene som bruker hold pusten-teknikker i tillegg til PROPELLER viser ikke tydelig om det blir bedre bildekvalitet på grunn av PROPELLER, eller på grunn av de ulike teknikkene. Artiklene som har brukt PROPELLER uten teknikker kommer frem til samme konklusjon som artiklene med teknikker. På bakgrunn av dette får man en pekepinn på at PROPELLER faktisk har en effekt.

Vi anser det som bra at artiklene har tatt for seg ulike pasientgrupper. Hver og en artikkel er ikke representativ i seg selv, med tanke på pasientgrupper. Når man sammenligner alle artiklene ser man at PROPELLER gir vesentlig bedre bildekvalitet, både med friske pasienter og pasienter med patologi, samt pasienter i ulike aldersgrupper.

## 6.2 Radiologisk persepsjon

Artiklene bruker radiologer med både kort og lang erfaring innenfor abdominal bildediagnostikk til å evaluere bildene. Det er ofte slik at radiologer med lengre erfaring innenfor bildediagnostikk har et annet kompetansenivå enn de med mindre erfaring. På bakgrunn av at det er brukt radiologer med forskjellig erfaring, vil det være svært relevant for oss å sammenligne “konklusjonene” til disse. Vi ser at radiologene som ikke hadde like lang erfaring som de andre, vurderte bildene på lik linje som resten. Dette viser at PROPELLER har en påvirkning på bildene. Bildene som var tatt med PROPELLER viste seg å få en høyere score på fem poengs-skalaen, enn bilder tatt med TSE. Bildene som var tatt med TSE hadde flere artefakter og var mer anatomisk uskarpe.

Artiklene brukte ikke mer enn tre radiologer ved evaluering av bildene. Det kan diskuteres om dette er et for lite antall. For å kunne få et større omfang av bildevurderinger kunne det vært



flere radiologer, slik at man fikk flere vurderinger. Med flere vurderinger kan det gi et større grunnlag for å se forskjellen mellom sekvensene.

Artiklene bruker radiologenes persepsjon som en vurdering av om PROPELLER gir bedre bildediagnostikk eller ikke. Det tas ikke hensyn til at radiologenes tolkinger er individuelle og baserer seg ikke på det tekniske ved sekvensene.

Ingen av artiklene informerte radiologene om hverken pasientinformasjon eller sekvensparametere på forhånd av studiene. Dette mener vi vil gjøre det mer nøytralt i forhold til vurderingen av bildene. Det blir ikke lagt vekt på type sekvens eller sykdomshistorie til pasient under vurdering, men kun på bildediagnostikken og artefakter. I artikkel 3 nevner de at de erfarne radiologene kan gjenkjenne PROPELLER. Dette kan gi artikkelen en skjevfordeling i resultatet.

Alle artiklene brukte en vurdering ut fra gitte kriterier, i form av en fem poengs skala. Denne skalaen anser vi som et fint hjelpemiddel for å karakterisere artefaktene i bildene. Ut i fra denne skalaen kan man få et inntrykk av hvor stor forskjell det er mellom PROPELLER og TSE.

Artikkel 1 og 5 brukte en tredjeparts-person ved evaluering av bildene. Dersom det var uenighet blant radiologene kom tredjeparts-personen inn med sine vurderinger og løste uenighetene. Artiklene diskuterer ikke noe om hvordan denne prosessen foregikk, eller hvor ofte det var aktuelt å bruke denne personen. De sier heller ikke noe om hvorvidt tredjeparts-personen var informert om studiets omfang. Siden det ikke er noen informasjon om dette kan det være vanskelig å vite om denne prosessen er troverdig. Alikevel anser vi det som bra at det er brukt en tredjeparts-person, nettopp fordi flere vurderinger gir et større grunnlag for å se forskjeller.

### **6.3 Fordeler og ulemper ved PROPELLER**

Wilcoxon's signed rank test var svært relevant for oss, med tanke på hvilken kvalitetssikring som ble brukt ved disse studiene. Testen ga oss et inntrykk av hvor signifikante forskjeller det var mellom bilder med og uten PROPELLER. Wilcoxon's signed rank test bruker en P-verdi som en indikasjon på hvor statistisk sikkert PROPELLER er. Artiklene fikk en P-verdi på

mindre enn 0.05, noe som indikerte at PROPELLER ga bedre bildediagnostikk enn TSE. Dette forteller oss at PROPELLER utgjør en forskjell i bildediagnostikken, med tanke på at sekvensen gir mindre artefakter og høyere SNR enn TSE.

Cohen's kappa test viste oss prosentvis hvor enige radiologene var ved tyding av bildene. Vi ser at det er en minimal forskjell mellom radiologene. Derfor kan man tenke seg at PROPELLER gir bedre bildediagnostikk. Ut fra testene anvendt i artiklene kan man se at det er brukt kjente metoder for å sammenligne radiologenes resultater og for å se forskjellen mellom PROPELLER og TSE.

### **6.3.1 Reduksjon av artefakter**

Artiklene tar for seg ulike metoder for reduksjon av artefakter som respirasjons triggering, PACE og hold pusten-teknikk. Disse metodene har klart å redusere noen artefakter, men ikke tilstrekkelig. Studiene tar kun for seg tekniske metoder, og har ikke benyttet seg av for eksempel buscopan/glucagon som en metode for å redusere tarmperistaltikk. Dersom studiene hadde tatt dette i bruk, kunne artefaktene vært redusert ytterligere. På en annen side ville man ikke sett om PROPELLER var en god nok metode på egenhånd.

PACE blir omtalt som en bedre metode enn hold pusten-teknikk og respirasjons triggering, fordi denne metoden vil gi bedre bildeoppløsning og tynnere snitt. Ved PACE teknikken blir respirasjons bevegelser monitorert, i stedet for monitorering med belte. Hold pusten-teknikk og respirasjons triggering avhenger av samarbeid med pasient, noe som kan være vanskelig å optimalisere. PACE teknikken viser likevel at den har noen mangler, da den ikke klarer å fjerne bevegelsesartefakter på en tilstrekkelig måte. PROPELLER viser seg å kompensere for denne mangelen hos PACE.

### **6.3.2 Ulemper**

Det diskuteres i artiklene hvorvidt PROPELLER er en god nok sekvens for reduisering av bevegelsesartefakter. Ved denne sekvensen kan det som nevnt tidligere forekomme radiale artefakter. Dette er et artefakt som er viktig å merke seg, slik at man vet hvorfor det har oppstått. På grunn av artefaktets størrelse kan det bli forstyrrelser i bildet, dermed vil det bli redusert bildekvalitet. På grunn av at dette artefaktet kan komme fra PROPELLER, vil ikke

PROPELLER redusere dette artefaktet, som den kan gjøre med ghosting eller blurring artefakt.

Selv om artiklene nevner radiale artefakter som en ulempe, sier artikkel 4 at de radiale artefaktene ikke var betydelige for bildekvaliteten.

### 6.3.3 Fordeler

Artiklene trekker frem ulike fordeler ved PROPELLER. Disse fordelene er blant annet at PROPELLER gir bedre SNR, bedre bildekvalitet og at pasienter kan puste vanlig under undersøkelse.

Artiklene trekker frem at det er på grunn av samplingen i K-space at man kan få bedre SNR. Ved bedre SNR vil man få en bedre bildekvalitet. Artiklene beskriver at god bildekvalitet er bilder uten artefakter og bilder som har høy SNR.

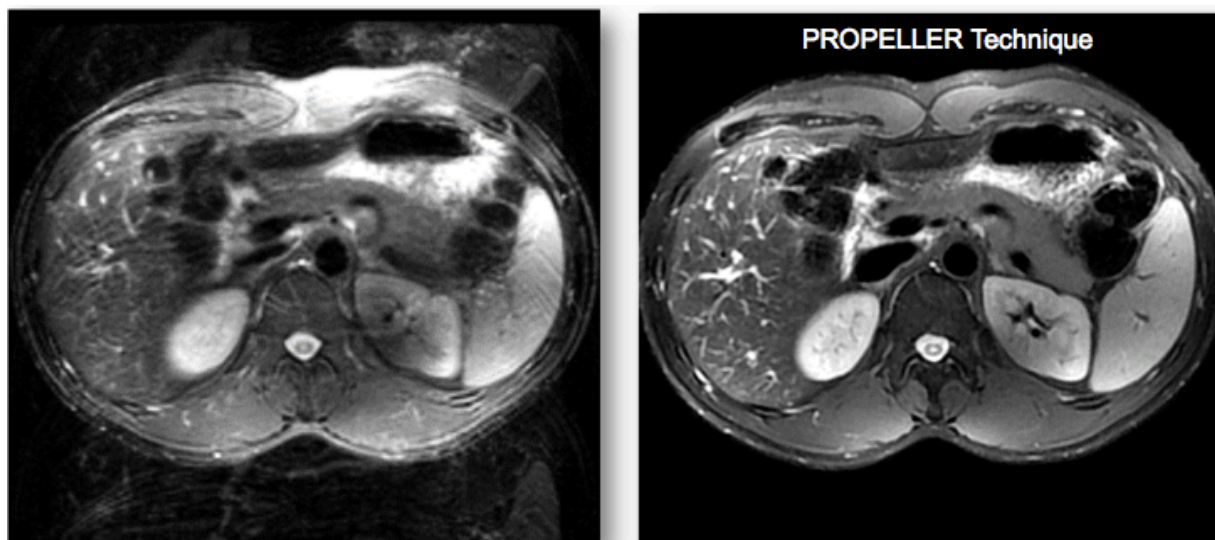
Ved PROPELLER kan pasienter puste på en normal måte. Skulle man pustet normalt ved en TSE hadde det oppstått betydelig med artefakter. Siden PROPELLER fyller K-space radially, vil rådata legges over rådata. Sagt på en litt annen måte; Dersom man har fått et bilde, eller et snitt som inneholder artefakter, vil det på grunn av den radiale fyllingen legges et nytt snitt over det eksisterende snittet. Det nye snittet vil også kunne inneholde artefakter. Når disse snittene legges over hverandre vil man se at artefaktene blir borte, dette er på grunn av at snittene med artefaktene utjevner hverandre. Dette illustreres i bilde 7. Artiklene nevner at PROPELLER er mindre sensitiv for bevegelesesartefakter, nettopp på grunn av fyllingen av K-space.

Dersom man skulle pustet vanlig ved en TSE hadde det som nevnt tidligere oppstått artefakter. Dette er på grunn av måten TSE fyller K-space. TSE vil fylle K-space linje for linje. Det vil altså ikke være noen sampling av informasjon i midten av K-space. Det er derfor det brukes hold pusten-teknikker og respirasjons triggering ved TSE. TSE gir derfor ikke god bildekvalitet alene, men sammen med en hold pusten-teknikk eller respirasjonstrigging vil det kunne gi økt bildekvalitet.

Artiklene sammenligner bilder med TSE og PROPELLER. Bildene illustrert i artiklene viser at det er en forskjell på bildekvaliteten mellom TSE og PROPELLER. Dette vises også i bilde 6. Bildene brukt i noen av artiklene viser at TSE er brukt med hold pusten-teknikker og respirasjons trigging. Bildene med PROPELLER er ikke med hold pusten-teknikker og respirasjons trigging. Dette viser at PROPELLER alene gir bedre bildekvalitet enn TSE med og uten teknikker.

I bilde 8 ser man en MR undersøkelse av øvre abdomen, med TSE og PROPELLER. Man ser tydelig at bildet med PROPELLER har mindre bevegelsesartefakter. Bildet med TSE viser at organenes avgrensninger er hvasket ut, og det er betydelig med artefakter i bildet. Artefaktene gjør bildet utydelig og uskarpt. Man kan da tenke seg at om det er patologi vil dette skjules. Artiklene påpeker nettopp dette.

Bilde 8 (Bilde fra GE Healthcare. Gjengitt med tillatelse per e-post, 12.04.16):



Det er svært viktig at bildekvaliteten optimaliseres. Ved valg av sekvens som brukes ved en MR undersøkelse av øvre abdomen, er det viktig å ta hensyn til at øvre abdomen består av mange organer som gir bevegelsesartefakter. Dermed vil god bildekvalitet gjøre det enklere å oppdage patologi. Ved sammenligning av artiklene ser vi at PROPELLER står frem som en sekvens som gjør nettopp dette.

## 7.0 Metodekritikk

Som nevnt i avgrensninger har vi valgt å ekskludere økonomiske aspekter i oppgaven. Dette var på grunn av oppgavens omfang. Vi ser nå i ettertid at det økonomiske aspektet burde vært inkludert og drøftet i oppgaven vår. Vi ser også at PROPELLER ikke er anvendt like mye i Norge som i utlandet, selv om den gir bedre bildekvalitet ved MR av øvre abdomen. Det kan tenke seg at denne sekvensen er kostbar, og det kan derfor være årsaken til at sekvensen ikke blir anvendt like mye. Det er våre erfaringer fra praksisfeltet som gjør at vi sier dette.

Valg av databaser ble gjort på bakgrunn av at dette var medisinske databaser. I ettertid ser vi at vi burde ha utvidet databasesøket og gjort søk i mer teoretiske databaser. Likevel ser vi også at på grunn av oppgavens omfang kunne det overgått vårt kompetansenivå å søke i teoretiske databaser.

Artikkel 3 nevner i sin studie at det kan være en skjevfordeling i materialet/resultatet, en bias. Selv om studiet ble gjennomført ved at radiologene var uvitende om pasientinformasjon og sekvensparametere kunne noen erfarne radiologer gjenkjenne PROPELLER. Dette kan dermed gi en skjevfordeling i resultatene til artikkelen. Dette kunne påvirket troverdigheten til artikkelens, og vår, studie. Uavhengig av om radiologene gjenkjenner sekvensen eller ikke, vil dette ikke påvirke bildekvaliteten, og artefaktene vil uansett reduseres ved PROPELLER. Artikkel 3 sier ikke at dette har skjedd, men at det kunne ha forekommet. Vi kan derfor tenke oss at dette ikke har stor innvirkning på troverdigheten.

### 7.1 Omfanget av artiklene

Vi ser i ettertid at omfanget av noen av artiklene kunne være litt lite. Artikkel 1 og 4 hadde spesielt få pasienter, der det var mindre enn 50 pasienter. Vi ser at dette kan være et tynt grunnlag for å få et representativt utvalg. Dette kan ha hatt noe å si for våre resultater. Sannsynligheten for at et studie oppnår sanne resultater vil være større dersom det er et større omfang av studiet, altså et representativt utvalg. Vi ser også at omfanget på de andre artiklene kunne være lite. Artiklene som ble valgt ut til denne oppgaven var små studier, og det kan diskuteres om dette gir et representativt utvalg. Dette kan påvirke validiteten til oppgaven vår.

## 7.2 Språklige utfordringer

Litteraturen vi brukte var presentert på engelsk, dette gjorde at noe av litteraturen kan ha blitt mistolket grunnet meget faglig språk, til tross for at vi føler at vi mestrer det engelske språket godt. Dette kan ha resultert i feilinformasjon og feiltolkning. Da vi fant resultatene fra artiklene så vi spesielt at det faglige språket var en utfordring. Vi kan derfor ikke utelukke en misoppfatning av resultatdelen.

## 7.3 Validitet

I vår oppgave var formålet å finne ut hvorfor PROPELLER gir bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen. Validiteten til en oppgave forteller oss hvorvidt studiet har en relevans i forhold til det problemstillingen sier. For å få en god validitet er det viktig at studien måler det den har som hensikt å måle. (Sander 2014).

For å trekke gyldige slutninger forsøkte vi å inkludere et representativt utvalg av data i vår oppgave. På grunn av artiklenes omfang, kan dette svekke validiteten i vår oppgave. Ut i fra det materialet vi har ser vi at det er en antydning til at man kan trekke gyldige slutninger relatert til vår problemstilling.

## 7.4 Reliabilitet

Reliabilitet sier noe om hvor pålitelig en studie er, og hvordan studiet er gjennomført. Det sier også noe om hvor reproducerbar en studie er. (Sander 2014).

Vi mener at hvis vår studie hadde blitt gjort på nytt med samme premisser ville man oppnådd et tilsvarende resultat. Vi har gjort en studie som er sammenfattet av fagfelleverderte artikler, derfor mener vi at reliabiliteten i vår studie er høy.

## 8.0 Konklusjon

Problemstillingen vår var som følger “Hvorfor kan PROPELLER gi bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen?”. Ut i fra artiklene anvendt i oppgaven og deres resultater, teori og vår diskusjon kom vi frem til en konklusjon.

Konklusjonen vår er at PROPELLER gir bedre bildediagnostikk enn TSE ved MR av øvre abdomen, fordi K-space fylles på en annen måte med PROPELLER enn TSE. Noe som resulterer i bedre SNR, betydelig reduksjon av artefakter og normal respirasjon hos pasienter.

Det er viktig med videre forskning på dette området, siden PROPELLER viser seg å gi bedre bildediagnostikk enn TSE ved MR av øvre abdomen, og at pasienter får muligheten til å puste vanlig. Siden PROPELLER er en lite anvendt sekvens ved øvre abdomen i Norge, er det spesielt viktig med videre forskning slik at man i fremtiden kan investere mer i denne sekvensen.

## 9.0 Litteraturliste

Alibek, S., Bayramoglu, S., Chimilli, T., Islim, F., Kayhan, A., Kilickesmez, Ö., Yirik, G. (2010) 'T2-weighted MRI of the Upper Abdomen', *Academic Radiology*, 17(3), s. 368-374.

Arizono, S., Hirokawa, Y., Isoda, H., Maetani, Y., Shimada, K., Togashi, K. (2008) 'Evaluation of Motion Correction Effect and Image Quality With the Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines With Enhanced Reconstruction (PROPELLER)(BLADE) and Parallel Imaging Acquisition Technique in the Upper Abdomen', *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 28, s. 957-962.

Arizono, S., Hirokawa, Y., Isoda, H., Maetani, Y., Shimada, K., Togashi, K. (2008) MRI Artifact Reduction and Quality Improvement in the Upper Abdomen with PROPELLER and Prospective Acquisition Correction (PACE) Technique. I: *American Journal of Roentgenology*, 191 (4), Oktober, s. 1154-1158

Baek, S., Choi, D., Jung, S., Jeong, W., Kang, K., Kim, E., Kim, Y., Lee, W. (2015) T2-weighted liver MRI using the MultiVane technique at 3T: Comparison with conventional T2-weighted MRI. I: *Korean Journal of Radiology*, 16 (5), September/Oktober, s. 1038-1046.

Bellon, M.E., Coleman, P.E., Gangarosa, R.E., Haacke, E.M., Sacco, D.C., Steiger, D.A. (1986) 'MR Artifacts: A Review' *American Journal Of Roentgenology*. 147 (6). [online]. URL: <http://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/ajr.147.6.1271> (Hentet: 12.04.16)

Bjørnerud, A., Lihaug, E., Myhr, G., Nordlid, K. (2002) *Fokus på MRI og bruk av kontrastmidler*. 4. utg. Oslo: Amersham Health AS.

Chen, L., Dong, J., Mao, X., Tian, C., Wang, B., Wang, P., Wang, S., Wang, X., Zhang, L. (2015) Comparative study of image quality between axial T2-weighted BLADE and turbo spin-echo MRI of the upper abdomen on 3.0 T. I: *Japanese Journal of Radiology*, 33 (9), September, s. 585-590.



Jones, J., Bashir, J. (2015) *K-space*. Tilgjengelig fra: <http://radiopaedia.org/articles/k-space> (Hentet: 08.12.2015)

Sander, K. (2014) *Feilkilder og usikkerhet ved resultatene*. Tilgjengelig fra: <http://kunnskapscenteret.com/feilkilder-usikkerhet-ved-resultatene/> (Hentet: 28.04.16)

Schild, H. (2012) *MR Buzzology*. Berlin: Bayer Pharma AG.

Elster, A.D. (2014) *Propeller/Blade*. Tilgjengelig fra: <http://mri-q.com/propellerblade.html> (Hentet: 08.12.2015)

Elster, A.D. (2015) *Fast Spin Echo*. Tilgjengelig fra: <http://mriquestions.com/what-is-fsetse.html> (Hentet: 19.04.16)

Elster, A.D. (2015) *TR and TE*. Tilgjengelig fra: <http://mriquestions.com/tr-and-te.html> (Hentet: 19.04.16)

Elster, A.D. (2015) *Radial/Spiral artifacts*. Tilgjengelig fra: <http://mriquestions.com/spiralradial-artifacts.html> (Hentet 19.04.16)

Gaillard, F., Weerakkody, Y. (2015) *Phase-encoded motion artifact*. Tilgjengelig fra: <http://radiopaedia.org/articles/phase-encoded-motion-artefact> (Hentet: 15.12.15)

Gjesdal, KI og Smith, HJ. (2000) 'Magnettomografi - nyere bildeteknikker og fremtidsperspektiver', *Tidsskrift for den norske legeforening*, 120(1562).  
URL: <http://tidsskriftet.no/article/61640/> (Hentet: 12.04.16).

Gjesdal, KI og Smith, HJ. (2000) 'Magnetisk resonans – historikk og teoretisk grunnlag' *Tidsskrift for den norske legeforening*, 120(931).  
URL: <http://tidsskriftet.no/article/61640/> (Hentet: 19.04.16).

Helsenorge (2012) *MR-undersøkelse*. Oslo universitetssykehus: Helsedirektoratet.  
Tilgjengelig fra: <https://helsenorge.no/undersokelse-og-behandling/mr-undersokelse> (Hentet: 09.12.2015)

Krämer, M., Reichenbach, J. (2014) High resolution T2\*-weighted magnetic resonance imaging at 3 Tesla Propeller-epi. I: *Zeitschrift für Medizinische Physik*. 24 (2), Mai, s, 164–173.

Malterud, K. (2011) *Kvalitative metoder i medisinsk forskning*. 3. utg. Oslo: Universitetsforlaget.

*MR undersøkelser* (2015) Tilgjengelig fra: <http://nhi.no/foreldre-og-barn/barn/sykdommer/mr-undersokelser-4820.html?page=all> (Hentet: 13. april 2016).

*Systematisk oversikt* (2012) Kunnskapsbasert praksis:  
<http://kunnskapsbasertpraksis.no/kritisk-vurdering/systematisk-oversikt/> (Hentet: 05.04.16)

*PICO* (2012) Kunnskapsbasert praksis:  
<http://kunnskapsbasertpraksis.no/sporsmalsformulering/pico/> (Hentet: 06.10.15)

Pipe, G. J (1999) 'Motion Correction With PROPELLER MRI: Application to Head Motion and Free-Breathing Cardiac Imaging', *Magnetic Resonance in Medicine*, 44, 963-969.

DeJesus, J.O., Mitchell, D.G., Roth, C.G., Ward, R.J., Yang, R.K (2010) 'Optimizing Abdominal MR Imaging: Approaches to Common Problems' *RadioGraphics*. 30 (1)  
Tilgjengelig fra: <http://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.301095076> (Hentet: 12.04.16)

<b>Tittel/arbeidstittel på prosedyren: PROPELLER</b>			
<b>Problemstilling formuleres som et presist spørsmål:</b> Hvorfor kan PROPELLER gi bedre bildediagnostikk enn Turbo Spinn Ekko ved MR av øvre abdomen?			
<b>Hva slags type spørsmål er dette?</b>  <input type="checkbox"/> Diagnose <input type="checkbox"/> Etiologi <input type="checkbox"/> Erfaringer <input type="checkbox"/> Prognose <input checked="" type="checkbox"/> Effekt av tiltak		<b>Er det aktuelt med søk i Lovdata etter lover og forskrifter?</b>  <input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nei	
<b>P</b> Beskriv hvilke pasienter det dreier seg om, evt. hva som er problemet:	<b>I</b> Beskriv intervensjon (tiltak) eller eksposisjon (hva de utsettes for):	<b>C</b> Skal tiltaket sammenlignes (comparison) med et annet tiltak? Beskriv det andre tiltaket:	<b>O</b> Beskriv hvilke(t) utfall (outcome) du vil oppnå eller unngå:
<b>P</b> Noter engelske søkeord for pasientgruppe/problem	<b>I</b> Noter engelske søkeord for intervensjon/eksposisjon	<b>C</b> Noter engelske søkeord for evt. sammenligning	<b>O</b> Noter engelske søkeord for utfall
Pasienter indikert til MR undersøkelse av øvre abdomen.  Upper abdomen	Propeller er et tiltak som kan gi bedre bildekvalitet og fjerne bevegelsesartefakter.  Image quality Movement artifacts	Propeller er det samme som BLADE og Multivane. Sammenligne disse med TSE.  BLADE PROPELLER MultiVane TSE MRI	Vil finne ut om Propeller vil gi bedre bildekvalitet og fjerne bevegelsesartefakter  Image quality Movement artifacts