



Handelshøyskolen BI - Nettstudier

BTH 17041

Bacheloroppgave - Logistikkledelse / Supply Chain Management

Bacheloroppgave

Hvordan møte økende arealknapphet - analyse og dimensjonering av en fellesterminal for stykkgoods på Pir II i Trondheim Havn.

Navn	Ann Iren Holm Rise, Morten Hals, Mari Andreassen
------	--------------------------------------------------

Utlevering:	09.01.2017 09.00
-------------	------------------

Innlevering:	02.06.2017 12.00
--------------	------------------

Forord

Denne oppgaven er en avsluttende bacheloroppgave i fordypningsfaget BTH 17041 Logistikkledelse/Supply Chain Management og vårt studieforløp ved Handelshøyskolen BI.

Bacheloroppgaven er utført på oppdrag av Trondheim Havn i samarbeid med SINTEF Ocean. En av oppgavens forfattere jobber i Trondheim Havn, noe som har gitt oss godt innblikk i virksomheten og bakgrunn for problemstilling. Arbeidet med oppgaven har vist seg interessant og prosessen har vært lærerik. Bearbeiding av grunnlagsdata har vært en krevende prosess som var mer tidkrevende enn først antatt. En verdifull kunnskap vi tar med oss videre vil være erfaringer vi har gjort oss om Trondheim Havns rolle i transportkjeden.

Vi ønsker å rette stor takk til vår kontaktperson i Trondheim Havn leder for logistikk Svein Kåre Aune for faglig innsikt og støtte. Det rettes en spesiell stor takk til seniorforsker Inge Norstad i SINTEF Ocean som har vært en stor ressurs i arbeidet med analysemodellen samt anbefalinger underveis i arbeidet. Vi vil også takke Eskil Pedersen i Trondheim Havn for god hjelp og anbefalinger under arbeidet med datagrunnlaget. Vi vil også takke eiendomsdirektør Edvard Nervik i Posten Norge for hans faglige kompetanse og innspill. Til slutt vil også takke vår veileder ved Handelshøyskolen BI Eirill Bø for gode råd og anbefalinger underveis.

God lesning!

Trondheim 1.juni.2017

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	iii
1.0 Innledning	1
1.1 Byutvikling av Nyhavna	2
1.2 Hvorfor stykkgoods	3
1.3 SINTEF Ocean	3
1.4 Problemstilling	4
1.5 Forutsetninger, avgrensninger og forklaringer	4
2.0 Teori	5
2.1 Terminal	5
2.2 Terminaldrift	6
2.3 Vertikal integrasjon i verdikjeden	8
2.4 Overføring av gods fra vei til sjø	9
2.5 Arealknapphet i havn	10
3.0 Metode	11
3.1 Forberedelse	11
3.2 Datainnsamling	12
3.3 Analysemodell.....	14
3.4 Svakheter ved datamaterialet.....	17
4.0 Analyse.....	19
4.1 Dagens situasjon	19
4.2 Vekstscenarier.....	21
4.3 Gjennomstrømningstid i terminal.....	22
4.4 Fremtidig stykkgoodsaktivitet.....	22
4.5 Analyse av ulik gjennomstrømningstid	24
4.6 Godsmengde ved forskjellig vekstrate.....	26
4.7 Dagvariasjon i terminalaktivitet.....	26
4.8 Dimensjonering av terminal.....	27
4.9 Dimensjonering ved vekstscenario	30
5.0 Funn og anbefalinger	31
6.0 Oppgavens kvalitet	34
7.0 Referanseliste.....	35

Sammendrag

Hensikten med denne oppgaven er å tilpasse en analysemodell for Trondheim Havn i samarbeid med SINTEF Ocean. Med denne modellen har vi analysert stykkgodstid i Trondheim Havn med hensikt å samle aktivitet til en ny felles stykkgodsterminal på havneavsnitt Pir II. Som byhavn opplever virksomheten økende arealknapphet som følge av byutvikling i havneområdene.

For å løse oppgavens problemstilling har vi brukt anløpsdata fra 2016 og foretatt en analyse av stykkgodset i Trondheim Havn. Ved å benytte ulike gjennomstrømningstider for godset i terminalen ønsket vi å se hvilke utslag dette gir. Ved ulike scenarier ville vi også prognostisere fremtidig godsaktivitet for terminalen. Disse beregningene er gjort ved 3 ulike vekstfaktorer. Til slutt ønsket vi å gi et innspill om mulig dimensjonering av terminalen til Trondheim Havn.

Et viktig funn i oppgaven er at ulik gjennomstrømningstid i stor grad påvirker akkumulert godsmengde i terminalen. Med raskere gjennomstrømningstid, i oppgaven beregnet til 5 timer blir godset liggende kortere på terminalen. Derfor fører raskere gjennomstrømningstid til at gjennomsnittlig godsnivå i terminalen reduseres i vesentlig grad. Et annet funn er at ulik gjennomstrømningstid ikke påvirker de største utslagene i godsvolum, som gjør at raskere gjennomstrømningstid ikke løser utfordringer med høye utslag av akkumulert godsnivå.

Hvis man velger å dimensjonere etter 5% årlig vekst vil man trenge et areal i terminalen på 7000 m². Ved å samle all aktivitet til en fellesterminal vil dette resultere i en arealeffektivisering på 75% mot dagens fragmenterte løsning på 28 200 m². Ved å etablere en ny fellesterminal for stykkgodstid på Pir II vil Trondheim Havn kunne møte arealknapphet i havneområdene.

1.0 Innledning

I denne oppgaven ønsker vi å se på arealeffektivisering av stykkogdsaktiviteten i Trondheim Havn som følge av økt byutvikling i havneområdene. I dette kapittelet vil vi først presentere Trondheim Havn IKS, deretter kommunedelplan for ny bydel i havneområdet. Deretter vil vi presentere samarbeidspartner SINTEF Ocean. Vi belyser deretter vårt fokusområde og problemstilling for oppgaven.

Trondheim Havn IKS er et interkommunalt selskap som forvalter havnevirksomheten i 13 eierkommuner. I 2017 består eierkommunene av Orkdal, Trondheim, Malvik, Stjørdal, Frosta, Levanger, Verdal, Inderøy, Steinkjer, Verran, Leksvik, Namsos og Frøya. Selskapet sier i sin nåværende strategiplan at de skal skape forutsetninger for en effektiv og konkurransedyktig sjøtransport i Midt-Norge. Selskapet skal ha en aktiv rolle for å skape best mulig markedsforutsetninger for konkurransedyktig sjøtransport, og verdiutvikling av eiendom (Trondheim Havn, 2017).



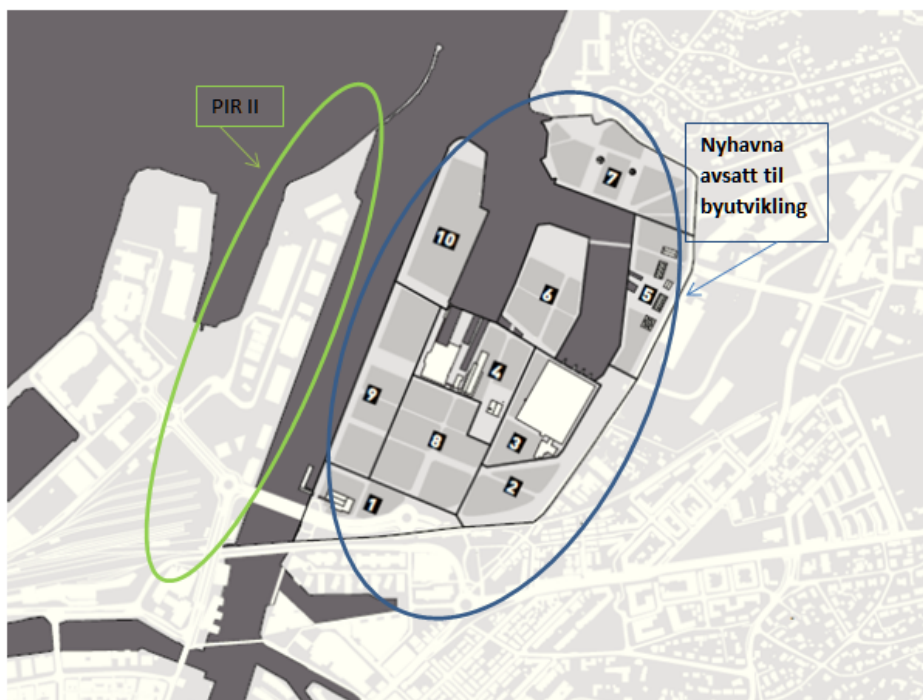
Figur 1: Oversiktskart over havneområder i Trondheim Havn (Trondheim Havn)

Trondheim Havns hovedoppgave er å forvalte, drifte og utvikle havneområdene på best mulig måte for sine eierkommuner. Selskapets visjon er: *Vi skaper vekst for fremtidens sjøtransport.*

Organisasjonens strategiske satsingsområder er havnevirksomhet og eiendomsutvikling. I tillegg er byutvikling nylig etablert som satsingsområde for selskapet. Trondheim Havn er i 2017 i gang med å forberede strategiperioden 2018-2020. I grunnlagsdokument for ny strategiplan fremkommer det at selskapet ønsker å ta en større rolle i forsyningskjeden i regionen. Arealbruk og arealutvikling skjer i tett samarbeid med eierkommuner (Trondheim Havn, 2017). I september 2013 utnevnte Fiskeri- og kystdepartementet Trondheim Havn til utpekt havn. Utpekte havner er viktige for å utvikle effektiv og sikker sjøtransport av gods og personer. Status som utpekt havn betyr en mer sentral stilling i nasjonale samferdselsspørsmål. Dette innebærer at Trondheim Havn i utgangspunktet skal prioriteres når Regjeringen skal investere i havner for at disse skal bli mer effektive knutepunkter (Trondheim Havn, 2014).

1.1 Byutvikling av Nyhavna

I 2016 vedtok Bystyret i Trondheim ny kommunedelplan for Nyhavna. Illustrasjonen under viser området Nyhavna i blå sirkel som skal transformeres til en ny bydel i Trondheim. Dette innebærer at havneområder legges ned og all havnevirksomhet må flyttes fra bydelen til fordel for framtidig byutvikling (Trondheim Kommune, 2016).



Figur 2: Kart over Nyhavna, fremtidig bydel og Pir II, havnevirksomhet (Trondheim Kommune)

I dag består Nyhavna i utstrakt grad av virksomheter som betegnes som kjerne kunder av Trondheim Havn. Kjernevirksomhet og kjerne kunder defineres som produksjons- og industrivirksomheter som benytter sjøtransport i vesentlig grad. Trondheim Havn vil utarbeide en arealdisponeringsplan for Nyhavna. Trondheim Kommune har besluttet at havnevirksomhet opprettholdes på områdene Ila, Pir I og Pir II. Disse områdene vil kunne benyttes som alternativ lokalisering av kjernevirksomheter som må flytte fra Nyhavna. Trondheim Havn har oppgitt at arealknapphet gir utfordringer med å finne plass for alle kjerne kunder på resterende havneområder. (Trondheim Havn, 2017). Byggmassen på Pir II er i dag av en slik forfatning at den må rives innen få år. Derfor er det ikke et alternativ å oppgradere disse byggene for å overføre aktivitet fra andre deler av havna slik de ser ut i dag. På grunn av dette skal Trondheim Havn oppføre nye bygg på Pir II de neste årene. Selskapet ser på muligheten for å konsolidere havneaktivitet fra andre havneområder på Pir II og havneavsnittet blir derfor fokus for vår oppgave. Foreslått plassering på Pir II gir grunnlag for god vareflyt og tilknytning til hovedveinettet i byen.

1.2 Hvorfor stykkgoods

Ny Nasjonal Transportplan for 2018-2029 har ambisjoner om at 30% av alt gods som i dag fraktes over 300 km skal overføres fra vei til sjø og bane innen 2030 (NTP, 2017). Trondheim Havn har en solid posisjonering innen bulklast over sine kaier og havneselskapets havn på Orkanger er pekt ut som containerhavn i regionen. På bakgrunn av dette ønsker havna nå og styrke Trondheim sin posisjon innen stykkgoods.

1.3 SINTEF Ocean

SINTEF er Skandinavias største uavhengige forskningsorganisasjon. SINTEF Ocean driver med forskning og innovasjon knyttet til havrommet for nasjonal og internasjonal industri med base på Tyholt i Trondheim (SINTEF, 2017). Gjennom hele prosessen har vi samarbeidet med SINTEF Ocean da de har vist stor interesse for effektive og fremtidsrettede havner. Vi har sammen med SINTEF Ocean redesignet eksisterende analyseverktøy slik at den kan benyttes til vårt formål. SINTEF Ocean på sin side ser verdi av vårt analysearbeid og funn for deres forskning innen moderne havneanlegg.

1.4 Problemstilling

Vi ønsker på bakgrunn av disse momentene å bidra med kunnskap for å møte utfordringene med arealknapphet samtidig som man legger til rette for vekst i stykkgodstransporten sjøveien. Oppgaven vil se på forutsetninger for å etablere en felles havneterminal for stykkgoods på havneavsnittet Pir II. Med en tilpasset analysemodell vil vi kartlegge ulike scenarier som kan påvirke dimensjonering av terminalen.

På bakgrunn av de nevnte faktorene har vi utarbeidet følgende problemstilling:

Hvordan møte økende arealknapphet - analyse og dimensjonering av en fellesterminal for stykkgoods på Pir II i Trondheim Havn.

1.5 Forutsetninger, avgrensninger og forklaringer

Trondheim Havn IKS eier og drifter havner i flere kommuner i Trøndelag. I denne oppgaven vil alle henvisninger til Trondheim Havn referere til den lokale bynære havna i Trondheim sentrum.

Stykkgoods defineres i denne oppgaven på samme måte som Trondheim Havn definerer dette: varer som er emballert, palletert eller løst stuet, slik at det kan behandles som én enhet – enten med kran, truck eller traktor. Dette gjelder også big bags (storsekker). Trondheim Havn fakturerer stykkgoods over kai per tonn. Vi vil ikke ta stilling til hvilke tjenester terminalen skal tilby, men vil drøfte ulike alternativ Trondheim Havn kan vurdere i fremtiden.

Oppgaven tar ikke høyde for investeringskostnader eller driftsmessige hensyn. Vi fokuserer på dimensjonering av nytt terminalbygg.

2.0 Teori

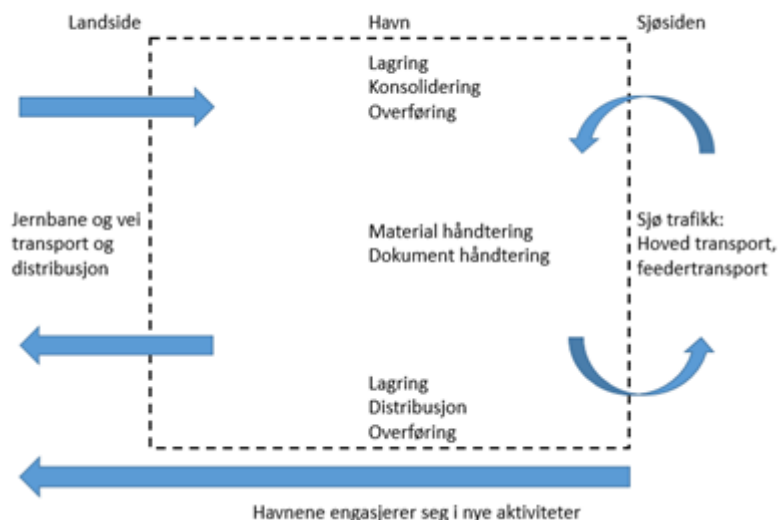
I dette kapitlet vil vi gjøre rede for det teoretiske grunnlaget for vår analyse. Teori er innhentet fra artikler, bøker, rapporter, stortingsmeldinger og fagfelleverderte kilder. Ny Nasjonal Transportplan 2018-2029 fra Samferdselsdepartementet blir også belyst.

2.1 Terminal

Vi skiller begrepsmessig mellom havneterminalen og havna. Med havn mener vi et geografisk område med kaifront og kai hvor skip kan anløpe. En terminal kan defineres som en enhet innenfor et geografisk avgrenset område, som laster og lossere gods på og av transportenheter. Terminalen karakteriseres ved sin funksjonalitet, hvilke transportmodi som betjenes og tilknytning til transportinfrastruktur. En havneterminal som kan betjene flere transportmidler uavhengig av hverandre kalles en multimodal terminal (Bø og Grønland, 2014).

Terminalens kapasitet, effektivitet og dens påvirkning på transportmidlenes tidskostnader er en viktig og ofte nedvurdert faktor. Årlige tidskostnader for et skip ved kailigge varierer i stor grad etter laste- og lossekapasiteten i den enkelte havn. Dette medfører økte kostnader for det enkelte rederi. For terminalen sin del vil kostnadene øke med høyere kapasitet. Dette skyldes større utgifter til kraner, havneutstyr og havnearbeidere. Ved regelmessige anløp vil det derfor i mange terminaler være potensiale for kostnadsreduksjoner ved felles optimalisering av laste og lossekapasitet og rederienes tidskostnader (Bø og Grønland, 2014).

I figur 3 ser vi et eksempel på en multimodal havneterminal i transportkjeden. Man ser havnas rolle i møte mellom sjø- og landtransport. Havna har en viktig rolle i verdikjeden med material- og dokumenthåndtering. Nederst i figuren ser man også at havna i økende grad engasjerer seg i aktiviteter på landsiden.



Figur 3: Havnenes rolle som en intermodal terminal (Bø og Grønland, 2014)

En terminal kan tilby tjenester som blant annet lagring, cross-docking, videresending og kvalitetskontroll av varer. Terminaler kan være lagerførende, enten som et tilbud om langsiktig lagring, eller en kortsiktig buffer i forsyningskjeden. Terminaler som ikke er lagerførende kalles cross-docking terminaler. Cross-docking kan utføres både tidlig og sent i kjeden, for eksempel i Kina eller et grossistlager i Norge. Konseptet går ut på at hele laster fra forskjellige leverandører fraktes til en terminal. Her blir leveransene splittet og satt sammen til hver enkelt kundes ordre. Utfordringen med cross-docking er at det krever mye koordinering og samarbeid mellom de ulike leverandørene. Man må også koordinere tidsmessig når varene skal sendes til kai. Om varene cross-dockes i utlandet vil terminaler i Norge kunne fungere som et samlastningspunkt hvor varene splittes og distribusjonen samordnes til sluttkundene (Bø og Grønland, 2014).

2.2 Terminaldrift

Felles for alle terminaler er at de skal muliggjøre omlasting av gods. Jürgen W. Böse skriver i sin bok *Handbook of Terminal Planning* om tre ulike nivåer ved planleggingen av en terminal. Disse nivåene er delt inn i planlegging av drift, oppbygning og terminalens infrastruktur.

Når man planlegger terminaldrift skiller det mellom planlegging på kort, mellomlang og lang sikt. På kort sikt fokuseres det på operasjonelle beslutninger og organisering av den daglige driften. På mellomlang sikt er taktiske beslutninger og tiltak viktige. Man tar blant annet stilling til outsourcing av aktiviteter, grunnleggende bruk av terminalressurser og samarbeid med andre deler av organisasjonen. På lang sikt tas strategiske beslutninger om tiltak som angår terminaloperasjoner og terminaltjenester. For eksempel størrelse på skip som skal håndteres og effektivitetskrav til håndteringstid (Böse, 2011).

Et sentralt tema i planlegging av terminalens oppbygning er beslutninger om dimensjonering og terminalens ressurser. Man tar blant annet avgjørelser om hvilke bemanningskrav, terminalbygninger og utstyrsbehov som kreves. God planlegging og kartlegging danner grunnlaget for anskaffelse, definering og igangsettelse av terminalens oppbygning (Böse, 2011).

Planlegging av terminalens infrastruktur omhandler beslutninger og tiltak ved utarbeidelse av terminalområdet. Dette innebærer for eksempel arealstørrelse, høyde på terminalbygg, kailengde og terminalens forbindelse til eksterne logistikknettverk. Infrastruktur som må på plass før annen aktivitet kan planlegges er kaier og eksterne trafikkveier. Det er også viktig å forbinde terminalen til offentlig hovedveinett (Böse, 2011).

Planlegging av infrastruktur, design og drift er premissgivere for hverandre. Behovet oppstår på det første nivået som følge av daglig drift av terminalen. Dette legger så føringer for hvilken oppbygning en terminal har. Dette påvirker igjen hvilken infrastruktur det er behov for tilknyttet terminalen. Figur 4 viser hvordan de tre nivåene henger sammen. Infrastruktur fungerer som en støtte eller begrensning for hvordan en terminal kan designes. Valg av terminaldesign vil igjen støtte eller begrense terminaldriften. Modellen skiller også mellom hvilke parter som tar beslutninger ved de ulike fasene i planleggingen av terminalen (Böse, 2011).



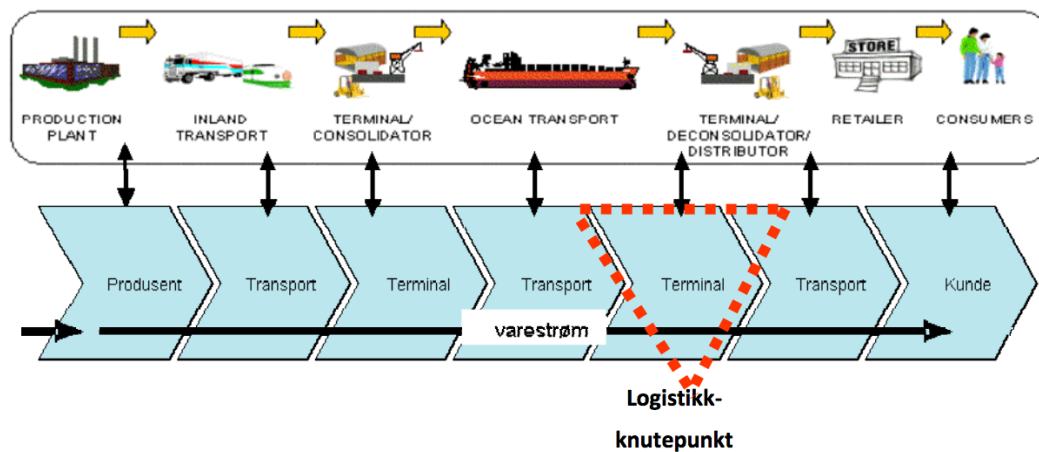
Figur 4: 3-trinns modell for terminalplanlegging (Oversatt fra Böse 2011)

Riktig valg av dimensjonering er viktig for terminalens effektivitet. En underdimensjonert havneterminal vil skape ventetid for skipene og kan bidra til at terminalen ikke blir konkurransedyktig. En overdimensjonert terminal vil skape ledig kapasitet som resulterer i ineffektiv drift og lav utnyttelse av investeringen (Vianen, Ottjes og Lodewijks, 2014).

2.3 Vertikal integrasjon i verdikjeden

Det er større fokus på vertikal integrasjon for å oppnå økt kontroll i verdikjeden. Vertikal integrasjon er samarbeid eller sammenslutning av bedrifter i påfølgende trinn i verdikjeden. For mange bedrifter betyr dette i praksis å ta kontrollen over større deler av verdikjeden selv (Eidhammer et al., 2012). Økt kontroll i verdikjeden kan føre til forbedret konkurransekraft, både gjennom mer direkte ruting av gods og gjennom mer verdiøkende tjenester (Berg, 2014)

Havner eksisterer ofte som en del av et multimodalt nettverk, hvor ulike transportmodi benyttes. Ved å tilby intermodale tjenester kan havnene også åpne for nye markeder utenfor deres tradisjonelle operasjonsområde og skape en konkurransedyktig fordel over andre havner uten dette tilbudet (Chew, Lee og Tang, 2011).



Figur 5: Logistikkknutepunkt i en kjede (Eirill Bø, 2010)

Havnene engasjerer seg i økende grad i større deler av forsyningskjeden. Store havner som Rotterdam og Shanghai leder an denne utviklingen med satsing på logistikktenester i direkte tilknytning til sine havneområder (Berg, 2014). Det legges stor vekt på hvor viktige havnene er i de globale forsyningskjedene. Effektiviteten i transportkjeden er sterkt avhengig av hvordan disse kjedene knyttes sammen både på land- og sjøsiden (OECD, 2014).

For at havnene skal kunne ta en større rolle i forsyningskjeden kreves investeringer og tilgjengelige arealer. I dag er det få terminaloperatører som tilbyr tredjeparts logistikktenester i havn. De landsdekkende samlasterne som Posten, Schenker, DHL og PostNord har i hovedsak rettet seg mot innenlands distribusjon av stykkgoods med lastebil eller godstog. For vekst i nærskipfarten til Trondheim Havn er godsvolumer over de sentraleuropeiske havnene avgjørende da dette godset rutes via Oslofjorden og opp til Trondheimsregionen. Denne trafikken er i stor grad en konsekvens av utviklingen i oversjøisk handel (Berg, 2014).

2.4 Overføring av gods fra vei til sjø

Ny Nasjonal Transportplan for 2018-2029 beskriver regjeringens ambisjoner for sjøtransporten. Her fremkommer det et ønske om å legge til rette for å flytte 30% av dagens gods som fraktes over 300 km med bil, over på sjø eller bane. Det blir derfor avsatt 100 millioner årlig til en ordning der rederier kan søke om støtte til nye prosjekter. For å kunne motta støtte må rederiene dokumentere at prosjektet vil føre til overføring fra veg til sjø med miljøgevinst. Omfanget av NTP i planperioden er 1000 milliarder kroner. For havnene er det avsatt 2 milliarder i

perioden. Havnene kan søke støtte fra disse midlene til investeringer direkte knyttet til havneaktivitet (Samferdselsdepartementet, 2017).

Stor flatedekning av terminaler legger til rette for større volum på sjø og bane og bidrar til reduserte transportkostnader for vareeier. Effektive terminaler er avgjørende for konkurransekraften for logistikkselskap som benytter sjø-, bane- og veitransport. Terminalstrukturen i Trøndelag og Midt-Norge har en positiv påvirkning av effektiviseringen i havnene. Fra 2009 har norske havner årlig økt sitt godsomslag med 8 mill. tonn (Samferdselsdepartementet, 2015).

Vareeierne har en viktig rolle i overføring av gods fra veg til sjø og bane. Det er i stor grad vareeiere som velger hvilken transportform de ønsker å benytte for sine varer. Følgende kriterier er de vanligste for transportvalg blant kunder:

leveringskvalitet, pålitelighet, pris og kundeservice, transportløsninger (Hauge og Spurkeland, 2013).

2.5 Arealknapphet i havn

Flere havner i Norge rapporterer om arealknapphet og utfordringer i forbindelse med byutvikling. I en undersøkelse TØI har gjennomført avdekkes det at det ikke er ledig kapasitet i terminalene på Østlandet. Av de største samlastterminalene med godsomslag større enn 30 000 tonn per år har kun 3 av disse muligheter for ekspansjon. Rapporten angir dessverre ikke hvilke terminaler de omtaler i sin respektive region (Eidhammer, Hovi og Larsen, 2005).

Gjennom planlegging, regulering og omplassering av virksomheter som ikke benytter seg av sjøtransport, kan havnene oppnå høyere arealeffektivisering. I flere havner befinner det seg bedrifter som ikke benytter seg av sjøtransport. Ettersom det er en global trend at havnebyene får stadig mindre areal bør disse aktørene nedprioriteres eller flyttes ut av havna. Arealene bør reserveres for havnerelaterte aktivitet for å bevare havnens konkurransekraft i fremtiden. Konsolidering kan også oppnås ved å endre utforming på eksisterende terminaler eller ved landfylling som kan skape mulighet for lengre kaier og utvidelse eller nybygging av terminaler (OECD, 2014).

3.0 Metode

I samfunnsvitenskapelig metodelære skiller man mellom to typer forskningsmetode: kvalitativ og kvantitativ metode (Johannessen, Christoffersen & Tufte, 2011). Ettersom vi har hatt tilgang til og bearbeidet store mengder data fra Trondheim Havn er det naturlig å velge en kvantitativ innfallsvinkel til vår oppgave. Vi supplerer disse dataene med kvalitative forklaringsvariabler gjennom intervju med nøkkelpersoner i Trondheim Havn, SINTEF Ocean, samt terminaloperatører, rederier og vareeiere for å bedre belyse problemstillingen i sin helhet. Vi har også intervjuet flere personer som har kommet med innspill til dimensjonering av en terminal. Eiendomsdirektør i Posten Norge og regiondirektør Midt-Norge i PostNord har vært viktige informasjonskilder i dette arbeidet.

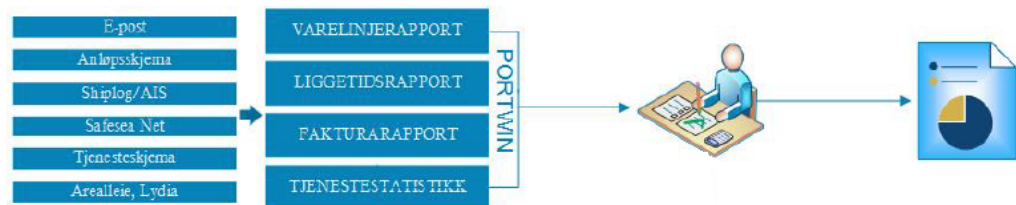
3.1 Forberedelse

Etter samtaler med Trondheim Havn forelå flere aktuelle og brede problemstillinger. Vi tok stilling til hvilken type gods som skulle analyseres, og med bakgrunn i innspill fra Trondheim Havn valgte vi å fokusere på stykkgoods. Det var også viktig å definere hva “stykkgoods” innbefatter i Trondheim Havn sine systemer. Vi har definert “stykkgoods” på samme måte som Trondheim Havn rapporterer i organisasjonen og til havnestyret (Se kapittel 1.5). På bakgrunn av dette, -og etter møte med vår kontaktperson i Trondheim Havn utarbeidet vi en endelig problemstilling. Denne oppgaven tar kun for seg stykkgoods over alle kaier som laster og lossere denne godstypen i Trondheim Havn i dag. Da vi bearbeidet datagrunnlaget fikk vi oversikt over hva dette kunne brukes til og hvilke begrensninger som fantes. Vi har samarbeidet tett med SINTEF Ocean gjennom arbeidet, da de har vist stor interesse for havnevirksomhet. De forsker primært på maritime operasjoner og ser det er nyttig for deres arbeid og også se på landsiden av forsyningskjeden. I møter med deres kontaktpersoner kom vi fram til den mest optimale fremgangsmåten for vårt formål, gitt de begrensninger som fantes i datagrunnlaget. De presenterte en modell som med tilpasning kunne brukes for vårt formål.

3.2 Datainnsamling

Vi fikk tilgang til anløpsdata fra Trondheim Havn gjennom de to havnedatasystemene AIS Shiplog og Portwin. Vi har brukt Excel til å sortere og bearbeide de historiske anløpsdataene. Vi valgte å ta utgangspunkt i anløpsdata fra 2016 etter en vurdering av omfang og utfordringer med å hente ut relevante data. Datamaterialet vi har bearbeidet består av ca 7000 linjer i Excel.

Fra AIS Shiplog har vi hentet anløpsnummer, dato, liggetid og kai for anløp. AIS er et automatisk identifikasjonssystem som er innført av FN sin internasjonale sjøfartsorganisasjon IMO. På Kystverket sine nettsider (2016) kan vi lese at formålet til systemet er å øke trygghet ved forbedret trafikkovervåking av sjøfarten. AIS Norge henter informasjon om alle skip over 300 bruttotonn som seiler i norske farvann.



Figur 6: Informasjonsskjeden til Portwin (Portwin)

Portwin ga oss informasjon om hvilke varetyper som fraktes over kai. Portwin er et system som benyttes av Trondheim Havn til registrering av anløp, gods og tjenester for videre fakturering samt rapportering av havnestatistikk. Trondheim Havn er pliktig å rapportere godsstatistikk kvartalsvis til Statistisk Sentralbyrå. Detaljeringsgraden som kreves i denne rapporteringen er en grov sortering av varegruppene samt antall tonn lastet og losset ved anløp. Derfor gir datamaterialet et begrenset grunnlag for å analysere detaljerte godsstrømmer tilknyttet havna. Dette har vært en av utfordringene med datainnsamlingen, da det ikke bare var å hente ut relevant data som kunne analyseres. Mye arbeid ble lagt ned i å hente ut relevant informasjon fra havnesystemene og bearbeidingen av disse i Excel.

Kvantitativ data

I vår analyse har vi benyttet både primær- og sekundærdata. Sekundærdata defineres som alle datakilder som er utarbeidet av bedriften, forskeren eller andre, uavhengig av et prosjekt (Johannesen et. al, 2011). Hovedvekten av datagrunnlaget er kvantitative sekundærdata fra Trondheim Havn. Datagrunnlaget har vært rådata som har krevd omfattende bearbeiding for å kunne benyttes som analysegrunnlag. Sammen med kontaktperson i Trondheim Havn med inngående kompetanse på havnedatasystemet har vi kommet frem til en metodikk for sortering og feilsøking i datagrunnlaget.

Når et skip ankommer Trondheim Havn blir anløpet registrert med et anløpsnummer. Hvilken kai anløpet går til blir også registrert med en kaiID. Ved anløp kan skip ved manøvrering komme inn i flere kaisoner. Dette gjør at anløpene i AIS-systemet kan registreres som anløp ved flere kaier og fører derfor til feilkilder. På grunn av dette har vi sortert og ekskludert anløp som ikke har hatt losse- eller lastekktivitet. Grunnlaget for vår analyse har vært liggetid ved hvert anløp, samt tilgjengelig sortering av godstype og antall tonn lastet og losset på hvert kaiavsnitt. Sortering av disse dataene og eliminering av feilkilder resulterte i et datasett som ble benyttet til analyse. I figur 7 vises et utsnitt av det totale datasettet. Analysemodell og datafilen er sendt på mail til veileder.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a grid of data. The columns are labeled with letters A through S. The rows contain various alphanumeric codes and dates. The data appears to be a list of events or transactions, possibly related to shipping or logistics, as suggested by the text above. The spreadsheet is titled 'Stykkogs' and has a search bar in the top right corner.

Figur 7: Utsnitt av datagrunnlag

Kvalitativ data

Primærdata er data som er innhentet av forskeren selv, for eksempel intervjuform (Johannesen et. al, 2011). Kvalitative undersøkelser bygger som oftest på et begrenset antall informanter, og det er derfor spesielt viktig å velge ut de riktige informantene da kvaliteten på undersøkelsen avhenger utelukkende på informantene (Grennes & Nygaard, 2013). Sekundærdataene fra Trondheim Havn ga oss ikke informasjon om vareflyt ut av havna på landsiden. Vi måtte derfor gjennomføre intervju med terminaloperatørene og rederier som i dag frakter stykkgoods i Trondheim Havn. Vi har også gjennomført intervju med trafikkinspektører i Trondheim Havn som har innsikt i vareflyten i transittområdene ved kaiene. Et intervju med eiendomssjefen i Trondheim Havn var også nødvendig for å belyse hvor mye areal som er tilgjengelig for fortsatt havneaktivitet. Vi så også at det eksisterer lite spesifikk teori om dimensjonering av stykkgodsterminal. Vi har derfor hatt kontakt med Posten Norge og PostNord. I dialog med eiendomsdirektøren i Posten Norge fikk vi tilgang til en metodikk for hvordan en stykkgodsterminal kan dimensjoneres. Posten Norge har bidratt med informasjon som har vært viktige for våre beslutninger vedrørende dimensjonering i oppgaven.

3.3 Analysemodell

Store deler av vårt arbeid med oppgaven har vært å tilpasse en simuleringsmodell som er utviklet av SINTEF Ocean. Med støtte fra SINTEF Ocean har vi tilpasset denne modellen for å ha et verktøy til å analysere oppgavens problemstilling. Modellen har tidligere vært benyttet av SINTEF Ocean for å simulere naturkatastrofer i havneområdet i Florida som resulterer i en redusert havnekapasitet på 50 %.

SINTEFs simuleringsmodell er opprinnelig laget for å simulere bevegelsene til en flåte av skip i et logistikksystem. Den bruker da sannsynlighetsfordelinger for ulike stokastiske hendelser (for eksempel vær, etterspørsel og bortfall av infrastruktur som kan påvirke logistikkflyten) til å beregne anløpstider, lagernivåer og kostnader. Siden dataene vi har i denne oppgaven ikke inneholder informasjon om hvor varene kommer fra eller skal til, så gir det ingen mening å modellere transport. Derfor bruker vi kun deler av SINTEFs modell, nemlig å sortere anløpsdata og beregne mengden av gods i terminal til enhver tid. Modellen

er programmert som en Java-applikasjon som leser inn rådata fra store excelfiler for å kunne analysere ulike scenario. Resultatene fra applikasjonen skrives ut til Excelfil som kan analyseres videre.

Vi har tilpasset denne modellen slik at den kan benyttes til godsanalyser av Trondheim Havn i framtiden. Man kan velge å analysere andre typer gods over ulike havner og kaiavsnitt enn det som benyttes i denne oppgaven. Modellen kan derfor være en støtte for Trondheim Havn til fremtidig dimensjonering av andre terminalområder.

Tid losset vare blir liggende:	24	(Timer)		
Tid lastet vare har ligget:	24	(Timer)		
Last	1	(1 hvis last skal være med)		
Loss	1	(1 hvis loss skal være med)		
KAI/PIR	(1/0)			
Kolonne1	Kolonne			
KAI 1 PIR 1	1			
KAI 10 PIR 2	1			
KAI 11 PIR 2	1			
KAI 12 PIR 2	1			
KAI 13 PIR 2	1			
KAI 2 PIR 1	1			
KAI 26 ILA PIR	1			
KAI 27 ILA PIR	1			
KAI 28 ILA PIR	1			
KAI 29 ILA PIR	1			
KAI 30 ILA PIR	1			
KAI 31 ILA PIR	1			
KAI 42 TRANSITTKAIA	0			
KAI 46 KULLKRANPIREN	0			
KAI 55 LADEHAMMERKAIA	0			
KAI 57 LADEHAMMERKAIA	0			
KAI 9 PIR 2	1			
KAI 8 PIR 2	1			
KAI 6 PIR 2	1			
KAI 43 TRANSITTKAIA	0			
KAI 68 TURISTSKIPSKAIA	0			

Figur 8: Brukergrensesnitt i analysemodell

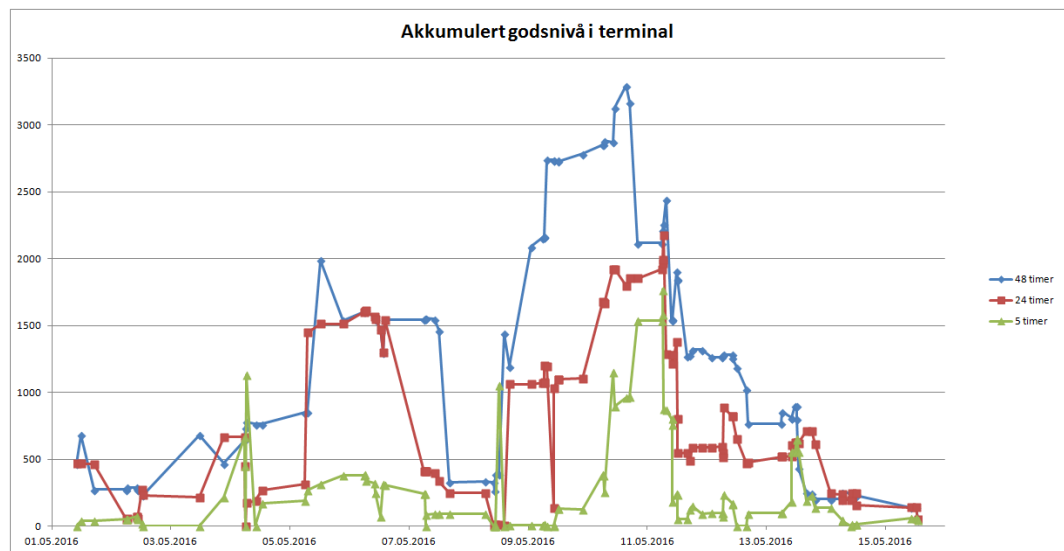
Modellen er bygd opp for å kunne analysere datasett med ulike variabler. I grensesnittet kan man justere hvor lenge losset og lastet gods blir liggende på terminal. Man kan også velge om lastet eller losset gods per kaiavsnitt skal inkluderes i valgt scenario. Ved “1” i modellen hentes anløpsinformasjon fra angitt kaiavsnitt. Ved valg av “0” i modellen utelukkes kaiavsnittet fra analysen.

Modellen akkumulerer innkommende losset gods for hvert anløp og godsvolumet i terminalen øker fortløpende som følge av dette. Etter varierende antall timer hentes godset ut av terminalen og godsvolumet synker som følge av dette. For gods som skal lastes på skip fra terminal tar modellen også hensyn til hvor lenge dette godset ligger på terminal før avgang. Dette er to parallelle prosesser som påvirker hvor mye gods det til enhver tid er på terminalen. Modellen kan derfor benyttes til å gi informasjon om hvilken dimensjonering en terminal bør ha. I eksempelet fra figur x er modellen satt opp for å inkludere både lastet og losset strykkogods på Pir I, Pir II og Ila Pir. I dette eksempelet blir godset liggende i 24 timer før det forlater terminalen.

Resultat fra modell

I figur x ser vi et eksempel på resultat fra modellen. Denne viser en graf for terminalaktiviteten over en to ukers periode i mai måned med tre ulike gjennomstrømningstider. Hver av grafene viser akkumulert godsnivå i en terminal med 5, 24 og 48 timer gjennomstrømningstid. Hvert punkt tilsvarer en endring i lagerbeholdningen. Ett anløp vil ha to punkter, både ankomsttidspunktet og avreise. Avstanden mellom disse punktene varierer med liggetiden til godset.

Modellen er bygd opp slik at godset kommer inn på terminal, blir liggende i valgt antall timer og forlater terminalen igjen med en gang. Modellen tar høyde for hvor lenge skipet ligger til kai og beregning av gjennomstrømningstid begynner først å løpe når skipet har forlatt kai. Godset vil i realiteten ikke ligge i valgte antall timer, men tømmes over varierende tidsrom. Terminalen vil også fylles med varierende hastighet, avhengig av både skipets og lastens størrelse. Modellen tar ikke høyde for dette. Ved en slik framstilling avdekker man likevel et maksimumsnivå og hvilke “topper og daler” som vil kunne oppstå, gitt de forutsetningene og begrensningene som ligger til grunn for modellen. Man ser i eksempelet under at terminalen med 5 timers gjennomstrømningstid blir helt tom flere ganger i måneden. Ved å endre de ulike parameterne i modellen kan vi derfor konstruere ulike scenario for å samle stykkogodsaktiviteten på ett område og se hvilke utslag dette gir.



Figur 9: Eksempel på resultat fra analysemodell

3.4 Svakheter ved datamaterialet

Begrepet validitet sier noe om hvor troverdig eller relevant dataene er. Det sier også noe om hvor godt dataene representerer fenomenet man skal undersøke (Johannessen et al., 2011). Vi anser dataene vi har fått tilgang på som valide etter eliminering av feilkilder.

Siden anløpsregistreringene brukes som faktureringsgrunnlag antar vi at dataene er valide. Trondheim Havn har manuelle rutiner for å sikre riktig fakturering av sluttkunde som bør resultere i et valid datagrunnlag. I Trondheim Havn har det tidligere forekommet ulik praksis ved kategorisering av skip og godstyper, så sortering på disse to variablene alene har ikke vært en fullverdig kilde til våre analyser. Dette er et resultat av at Trondheim Havn IKS flere ganger har hatt inntreden av nye havneselskap i Trøndelag og følgende lite enhetlig praksis knyttet til godsregistrering.

Reliabilitet sier noe om nøyaktigheten på dataene. Høy reliabilitet vil si at dataene er pålitelige og gir samme utfall flere ganger forutsatt at man måler det samme (Johannessen et al.,2011).

Vi har avdekket at rådata fra havnedatasystemene til Trondheim Havn har flere feilkilder. Bakgrunnen for dette er manuell feilføring (Portwin) og feil i den automatiserte registreringen i systemene ved kaibesøk (AIS). Dette er eksempelvis anløp som har blitt registrert flere ganger som resulterer i for mange anløpsnummer i AIS. Et annet eksempel er skip som har fraktet stykkgoods, men som har blitt registrert som en annen fartøystype eksempelvis bulkskip. Vi har imidlertid gjort grundige feilsøk i rådata for å utelukke feil og føler oss trygge på at dataene er av tilfredsstillende reliabilitet til å kunne gjennomføre analyser. Våre kvalitative data anser vi også til å ha god reliabilitet. Dette på bakgrunn av sammenfallende svar i individuelle intervju. Vi har valgt intervjuobjekter med utstrakt kunnskap om terminaldrift og dimensjonering. På bakgrunn av dette anser vi at svarene fra gjennomførte intervju er av høy reliabilitet.

4.0 Analyse

Vi vil i dette kapittelet beskrive dagens situasjon. Deretter analyserer vi tre ulike scenarier som kan legges til grunn for dimensjonering og arealbehov for en ny stykkgodsterminal. Scenariene tar utgangspunkt i historiske tall av stykkgodsvæksten over Trondheim Havn som gir grunnlag for valg av tre ulike vekstfaktorer. Vi vil også ta for oss hvordan ulike gjennomstrømningstider kan påvirke en terminal dimensjonering. Samlet vil dette gi informasjon om forventet aktivitetsnivå i framtiden og innspill til dimensjonering av en felles stykkgodsterminal. Funn drøftes underveis i kapittelet for bedre flyt i analysen. NTP sine ambisjoner om overføring av gods fra bil til sjøtransport vil også bli berørt i dette kapittelet.

Nedleggelse av havneområder på Nyhavna utløser et behov for arealeffektivisering for å beholde kjerneaktivitet på gjenværende havneavsnitt. Ved å etablere en felles havneterminal for stykkgodsvil dette kunne redusere vareeieres logistikkostnader ved effektivisering av godshåndteringen. Trondheim Havn har oppgitt at fordelingen av godstyper i 2016 er følgende: 72% bulklast, 25% stykkgodsvil resterende 3% er fordelt på ro-ro og container. Trondheim Havn har et uttalt ønske om å styrke havnas posisjon innen stykkgodsvil.

4.1 Dagens situasjon

I Trondheim Havn er det seks havneavsnitt som håndterer stykkgodsvil; Ila, Pir I, Pir II, Transittkaia, Kullkranpiren og Ladehammerkaia. Disse vises i kart i figur 10. Terminalaktivitet er i dag fordelt på havneområdene Transittkaia, Pir I og Pir II der terminaloperatørene har aktivitet spredt over 8 terminalbygg som til sammen beslaglegger 28 200 kvm ekskludert uteareal da dette består av mange små areal fordelt over havneområdene som ikke er differensiert til godstype.

Terminalbyggene eies av Trondheim Havn og er av en slik forfatning at de er planlagt revet innen få år. Det er derfor ikke et alternativ å oppgradere eksisterende terminalbygg. På øvrige havneavsnitt mottar vareeiere innsatsvarer til sin produksjon. Dagens løsning omtales av terminaloperatørene og vareeiere som lite effektiv og kostnadsdrivende.

I datagrunnlaget ser vi at stykkgodsskip går til flere kaier ved et anløp som følge av fragmentert terminalstruktur i Trondheim Havn. Kartet under viser en stor spredning arealmessig av denne aktiviteten i havna.



Figur 10: Havneavsnitt med stykkgoodsaktivitet

Ved å samle den totale stykkgoodsaktiviteten i havna målt i tonn ser vi at havneavnittene som står for størst total aktivitet (lastet og losset) er Ila med 64 148 tonn, deretter Pir II med 44 190 tonn, etterfulgt av Pir I med 15 108 tonn. Som nevnt innledningsvis skal havneområdet Nyhavna legges ned og utvikles til boligområde. Nyhavna består i dag av kaiene Ladehammerkaia, Transittkaia, Kullkranpiren. Kaiene som vil forsvinne står for 26 940 tonn årlig godsomslag i 2016.

Tabell 1: Samlet stykkgoodsaktivitet i 2016

Stykkods over Trondheim Havn 2016 (tonn)		
Kaiavnsitt	Lastet	Losset
Pir I	11 993	3 115
Pir II	13 974	30 216
Ila	18 330	45 818
Transittkaia	5	6 236
Kullkranpiren	2 489	4 737
Ladehammerkaia	13 204	269
Samlet:	59 995	90 391
Totalt:		150 386

Våre beregninger i tabell 1 viser en oversikt over losset og lastet gods. Den viser at fordelingen er 60 % losset og 40 % lastet i hele havneområdet i året innenfor segmentet. Man ser dermed at det ikke er stor skjevfordeling mellom inngående og utgående gods. I datagrunnlaget ser vi at losset gods kommer med større skipninger og det kan være en utfordring å ta høyde for da de gir store topper i godsbeholdningen på terminalen. Det er ikke et tilsvarende problem ved lasting, da det her er få skipninger over 500 tonn. Våre godsdata gir ikke tilgang på sluttdestinasjon for stykkgodset. Vi kan dermed ikke bedømme om returbalansen er god for transportørene.

4.2 Vekstscenarier

Trondheim Havn er avhengig av å tenke langsiktig når det planlegges nye havne- og terminalbygg da dette innebærer store investeringer. Vi har på bakgrunn av dette valgt å bruke tre forskjellige vekstfaktorer som kan si noe om forventet årlig vekst i segmentet. Trondheim Havn gjennomførte i 2017 en godskartlegging som viser årlig vekst i stykkgoods fra 2014 til og med 2016. Vi har ikke tilgang til relevante tall fra før 2014 som lar seg sammenligne med dagens tall. I tabell 2 ser vi årlig vekst i prosent som viser store variasjoner. Gjennomsnittet for de tre siste årene er en årlig vekst på 5,6 %. På bakgrunn av disse tallene kan man forvente svingninger også i fremtiden.

Tabell 2: Historisk vekst i stykkgoods over Trondheim Havn

Stykkgoods årlig vekstrate i prosent		
2014	2015	2016
-3 %	1,90 %	17,90 %

NTP sine ambisjoner for overføring av godstransport fra vei har ikke definert spesifikke måltall for transportmidlene jernbane og sjøtransport. Det er derfor uvisst hvilken vekstfordeling NTP legger opp til på respektive sjø og bane. Derfor vil vi benytte historiske tall i stykkgoodsveksten over Trondheim Havn som bakgrunn for valg av 3 vekstfaktorer for vår analyse. Et scenario med 3% årlig vekst illustrerer en lav utvikling i sjøtransporten. 5% årlig vekst ligger nært gjennomsnittlig vekst de siste tre årene. 7% årlig vekst benyttes for å illustrere en høy utvikling i sjøtransporten. Disse vekstfaktorene vil legges til godstallene for 2016 for å regne ut hva forventet godsvolum kan være 14 år fram i tid til 2030.

4.3 Gjennomstrømningstid i terminal

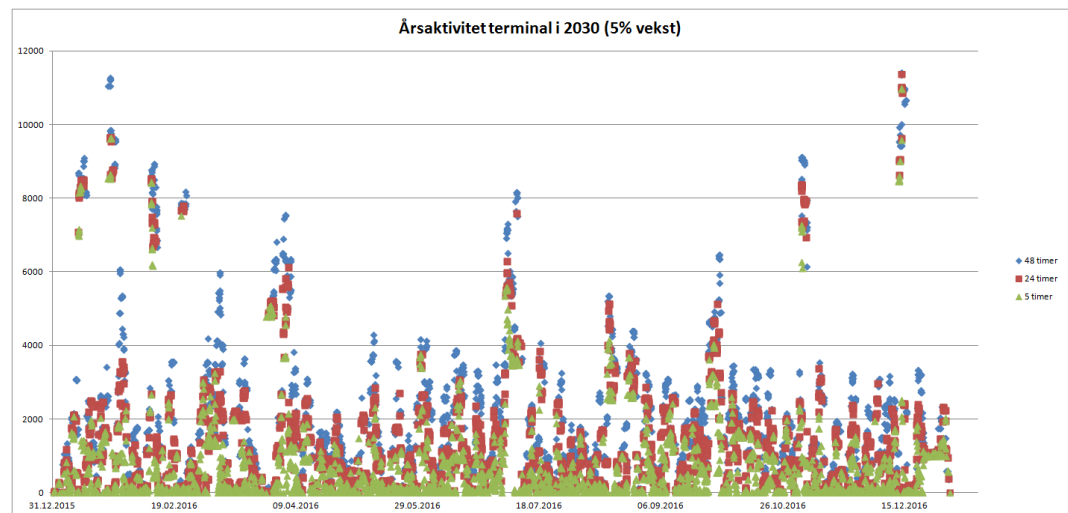
I analysen introduserer vi 3 ulike gjennomstrømningstider for godset i terminal. Gjennomstrømningstiden viser hvor lang tid godset oppholder seg i terminalen før det går ut igjen. Intervju vi har gjennomført med terminaloperatørene avdekker at mye av stykkgodset kun har 5 timer liggetid i havn. Noen av årsakene til det er at godset skal raskt ut til eksempelvis bygg- og anleggsplass som innsatsvarer. Denne informasjonen er grunnlag for valgt gjennomstrømningstid i terminalen på 5 timer.

Videre vil vi å se på en gjennomstrømningstid på 24 timer. Grunnen til dette er at noe av stykkgodset også er av et så stort volum at man bruker lang tid på lasting og lossing, samt tilgjengelighet på distribusjon fra terminal til sluttdestinasjon. Derfor er det mulig at godset kan ha en gjennomsnittlig gjennomstrømningstid på 24 timer.

Terminaloperatørene oppgir at det også er tilfeller der sluttdestinasjon for godset ikke er klargjort, noe som gir behov for mellomlagring av godset. Dette er bakgrunn for valg av gjennomstrømningstid på 48 timer. Tidsparametrene 5 timer, 24 timer og 48 timer er på bakgrunn av dette valgt for å gi et mest realistisk bilde av godsets gjennomstrømning i en fremtidig fellesterminal.

4.4 Fremtidig stykkgoodsaktivitet

Ved bruk av ulike vekstfaktorer og gjennomstrømningstider vil vi prognostisere mulig fremtidig stykkgoodsaktivitet ved Trondheim havn. Hensikten er å avdekke faktorer som er viktige for dimensjonering for en fremtidig fellesterminal. Grunnlaget for vår analyse er årsaktiviteten i 2016 for stykkgoods. Det er store variasjoner i aktiviteten gjennom året som gjør at månedsutvalg ikke er representativt. Vi viser i figur 11 en oversikt over aktiviteten for hele året for å identifisere måneden med det høyeste godsnivået og påvirkning av ulik gjennomstrømningstid på terminalen.



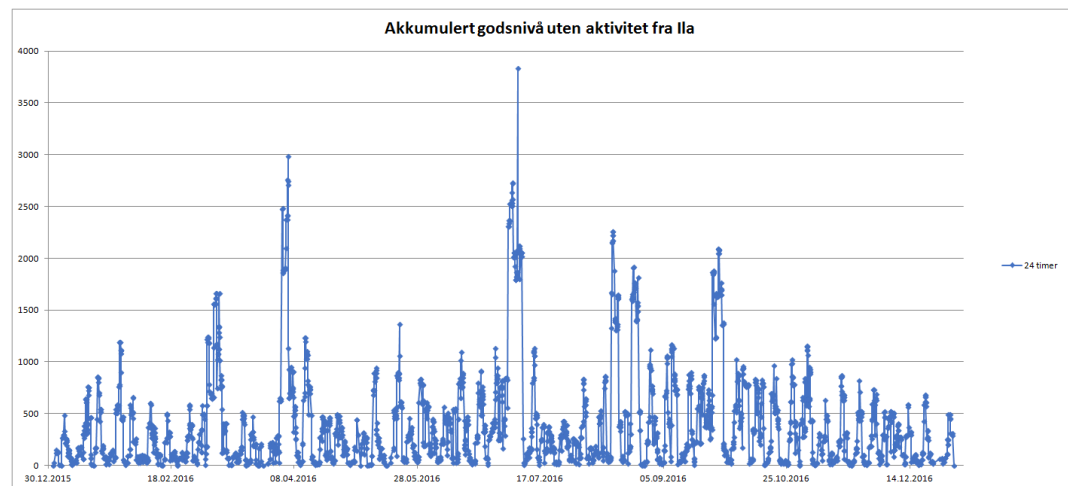
Figur 11: Prognostisert årsaktivitet stykkgoods

Figuren over viser årsaktiviteten for stykkgoods med 5 % årlig vekst i 14 år frem til 2030. Grønne punkter representerer akkumulert godsnivå på terminal ved 5 timers gjennomstrømningstid. Røde punkter viser 24 timer og de blå punktene viser 48 timer. Av figuren ser vi at godsnivået stiger vesentlig i forhold til normal i seks tilfeller. Ved videre analyse velger vi å vise et månedsutvalg for å gjøre grafene mer lesbare. Med de ulike vekstratene ser man også hva forventet maksimalt godsvolum kan bli i 2030.

Modellen gir mulighet til å sortere og analysere ulike kaiavsnitt hver for seg. Vi ser i datagrunnlaget at det er få anløp, men med store godsmengder på havneavsnitt Ila. Vi ønsker å se om disse anløpene representerer de store utslagene i figur 11: Prognostisert årsaktivitet stykkgoods.

I datagrunnlaget ser vi at Ila står for 40% av stykkgoods i antall tonn. I kartet over havneavsnittene ser vi at Ila geografisk ligger et stykke unna de andre kaiavsnittene. Derfor kunne det vært en mulighet å etablere en terminal for de andre kaiavsnittene, mens man fortsatt benytter en egen løsning for godset på Ila.

Følgende figur viser akkumulert godsnivå i en tenkt terminal fratrukket godset på Ila. Vi ser at det forekommer store variasjoner i godsnivå til tross for at godset fra Ila ekskluderes fra analysen.



Figur 12: Årsaktivitet 2016 uten havneavsnitt Ila

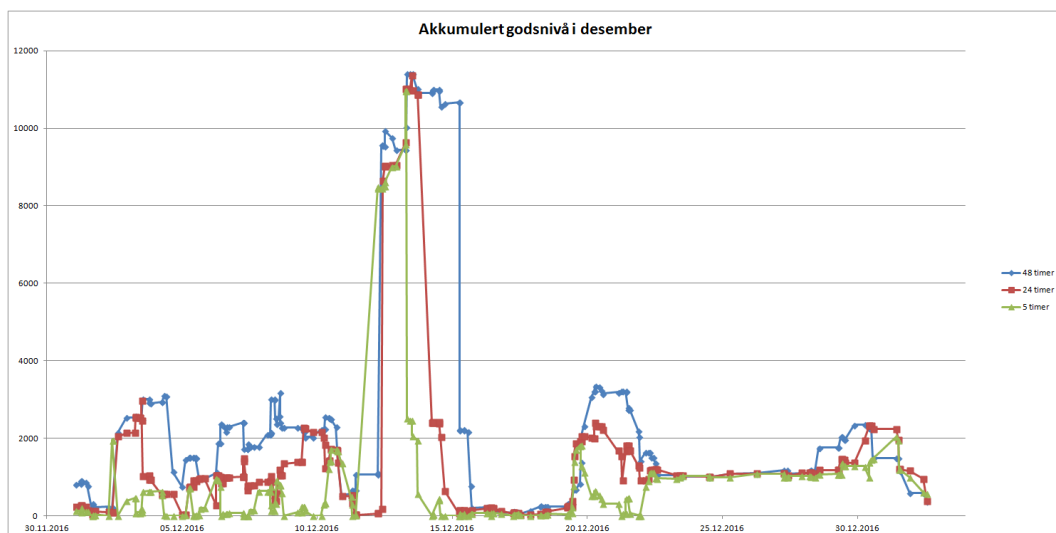
Vi ser i figur 12 at ved å ekskludere Ila vil gods nivået fremdeles ha flere topper utover gjennomsnittlig aktivitet. Dette vil fremdeles innebære utfordringer ved dimensjonering av en terminal, da overdimensjonering fortsatt kan bli en utfordring.

Vi velger å samle all stykkgoodsaktivitet fra alle kaiavsnitt i vår analyse. Man kan oppnå best konsolideringseffekt ved å samle all stykkgoodsaktivitet ved å realisere en ny fellesterminal. Ved å se på aktiviteten over hele året avdekker man maksimal godsmengde i terminalen. Forventet topp av aktivitet gir viktig informasjon om dimensjoneringsbehovet til terminalen.

4.5 Analyse av ulike gjennomstrømningstid

Dette scenarioet viser forventet stykkgoodsaktivitet i 2030 ved 5% årlig vekst i desember, som ligger nærmest gjennomsnittlig vekst de siste årene.

Gjennomstrømningstid på 5 timer vises ved grønn graf, 24 timer ved rød graf og 48 timer ved blå graf. Y-aksen viser hvor mange tonn som ligger på terminal til enhver tid. På X-aksen ser man dato for anløp. Grafene viser hvor mange tonn som kommer med hvert anløp, på hvilket tidspunkt aktiviteten forekommer og hvordan dette akkumuleres opp over tid. Vi ønsker å sammenligne gjennomstrømningstidene for å se hvilke utslag det gir på gods nivået i terminalen.



Figur 13: Månedsutvalg terminalaktivitet

I figur 13 ser vi hvilke utslag ulike gjennomstrømningstider gir over en måned. Oversikten over årsaktivitet viser at desember er måneden med størst topp i aktivitet gjennom året. Tilnærmet like store topper ser man også i februar og juli. Vi vil nå beskrive desember måned for å enklere forklare utslag i aktiviteten for en fremtidig terminal. Midt i desember topper godsnivået seg på ca 11 000 tonn. Dette gjelder uavhengig av gjennomstrømningstid. Datagrunnlaget viser at anløpene som skaper denne toppen er innsatsvarer til prosjektbasert produksjon hos en bedrift i regionen.

Ved en gjennomstrømningstid på 5 timer ser vi at terminalen tømmes helt for gods flere ganger i løpet av desember. Man ser også at godsnivået, med noen få unntak holder seg rundt 1000 tonn. Med en gjennomstrømningstid på 24 timer akkumuleres godset noe raskere og nivået i terminalen øker derfor en viss grad. Normalnivået av godsvolum ligger da på 2000 tonn, når man ser bort toppvolumet som er prosjektlastene fra den 13. desember står for. Man ser at når godset blir liggende i 48 timer øker godsnivået gjennomgående i måneden. Normalt godsvolum ligger da rundt 3000 tonn. Ved å øke gjennomstrømningstiden fra 48 til 24 timer senker man normalnivået på godsnivå til 2000 tonn. Man ser at akkumulert toppnivå i terminalen er tilnærmet like høyt med de ulike gjennomstrømningstidene. Dette skyldes at mye gods kommer på kort tid med enkeltskipninger, men siden godset går ut av terminal relativt raskt går godsnivået fort tilbake til gjennomsnittlig aktivitet.

Et viktig funn er at ulik gjennomstrømningstid ikke påvirker de største utslagene i godsvolum, som gjør at raskere gjennomstrømningstid ikke løser utfordringer med høye utslag av akkumulert godsnivå. Det påvirker derimot gjennomsnittlig godsnivå i terminalen i vesentlig grad.

4.6 Godsmengde ved forskjellig vekstrate

Scenario med forskjellig vekstfaktor gir tilnærmet like grafer, men med høyere utslag i godsnivå. I tabell 3 ser man en oversikt over forventet total godsmengde med de ulike vekstfaktorene og akkumulert maksnivå ved hver enkelt vekstrate. Utregningen av disse tallene er gjort ved å multiplisere godsmengden i 2016 med oppgitte vekstfaktorer opphøyet i 14 for å prognostisere godsmengde i 2030.

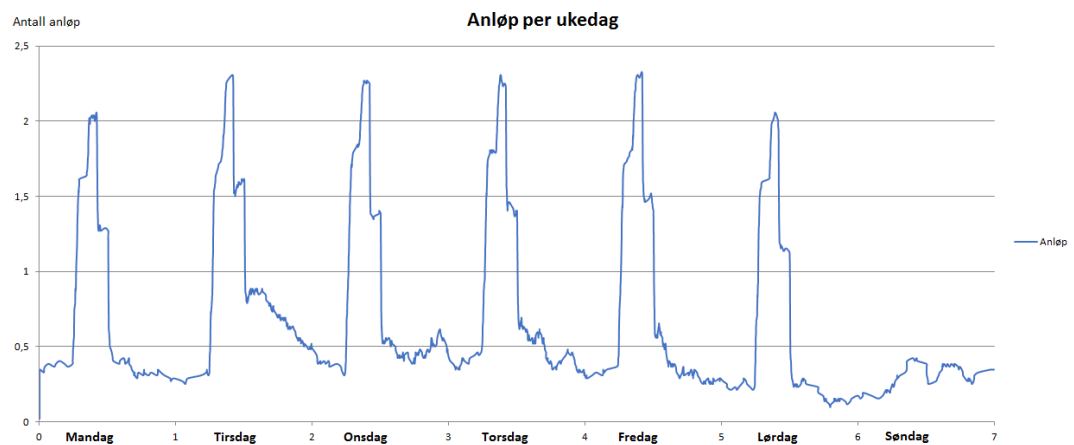
Tabell 3: Stykkgodsprognose 2030

Årlig vekst stykkgods frem til 2030				
	2016	3 %	5 %	7 %
Total godsmende	150 386	227 472	297 472	387 775
Akkumulert maksnivå	5 763	8 717	11 386	14 805

4.7 Dagvariasjon i terminalaktivitet

Etter å ha analysert hvilken vekst Trondheim Havn kan forvente innen stykkgod, ønsker vi å utdype analysen ved å se på antall kaibesøk fordelt på ukedager gjennom hele året. Dette gjøres ved å identifisere hvilke ukedager anløpene forekom i 2016. Hensikten med denne analysen er å gi en oversikt over hvilke dager i uken det var mest aktivitet i 2016. Dagvariasjonanalysen tar ikke høyde for antall tonn lastet og losset, men viser hvor mange skip som gjennomsnittlig ligger til kai.

I figuren under ser vi årlig gjennomsnittlig skipsaktivitet i 2016 fordelt på ukedagene. På Y-aksen ser man antall anløp. X-aksen viser ukedagene fra mandag til søndag. Her ser man at det gjennomsnittlig kom i overkant av 2 anløp hver dag i 2016. Unntaket er søndager hvor det bare forekom 0,5 anløp i uka, noe som tilsvarer 2 anløp i måneden. Grafen viser at dagene har jevn aktivitet fra mandag til og med lørdag.



Figur 14: Gjennomsnittlige anløp fordelt på ukedager

Vi ser også av grafen at mange av anløpene har kort varighet og kommer til samme tidspunkt hver dag. I anløpsdataene ser man at hurtigruta står for denne regelmessige frekvensen av kaianløp. Resultatet av analysen viser at linjefart representerer jevn aktivitet mandag til lørdag og vil være relevant informasjon ved drift av terminalen. Hovedaktiviteten forekommer mellom mandag og lørdag. Vi registrerer at en terminal også må være operativ enkelte søndager. Basert på en 6 dagers uke med aktivitet fra mandag til og med lørdag gir dette ca 300 dager med bemannet terminal. For en dimensjoneringsberegning er det mest riktig å benytte 300 dager selv om vi er klar over at det ikke er et helt reelt bilde av aktiviteten. 300 dager gir likevel et bedre grunnlag enn 365 dager da vi antar at terminalen holder stengt de søndagene det ikke er planlagt anløp.

4.8 Dimensjonering av terminal

Våre intervju med Posten Norge og PostNord gjengir at det er liten grad av standardisering ved dimensjonering av stykkgodsterminaler. Terminalens egenskaper og størrelse tilpasses etter hvilke godstyper som går gjennom terminalen. Tradisjonelle havneterminaler for stykkgoods er arealkrevende med oppbevaring av gods på gulvplan. Bakgrunnen for dette er vekt og utforming av godset som gjør at det i mindre grad kan stables i høyden eller reoler. Reguleringsplanen for Pir II sier maksimal mønehøyde ved ny bebyggelse ikke skal overstige 12 meter (Trondheim Kommune, 2004). Vi antar derfor at reguleringsplanen ved havneavsnittet ikke vil være en begrensning ved denne typen terminal.

Trondheim Havn opplyser at tilgjengelig kailengde ved angitt område på Pir II er 200 meter. Dette tilsier at to stykkgodsskip av normal størrelse kan ha anløp samtidig. Vi har tidligere identifisert at stykkgodsskip ved et enkelt anløp leverer gods ved flere kaier som følge av fragmentert terminalstruktur. Ved etablering av en fellesterminal vil stykkgodsskipene anløpe kun én kai ved den nye terminalen. Dette resulterer i en mer effektiv laste og losse aktivitet for stykkgodsskip som anløper Trondheim Havn. Vi har tidligere avdekt at det gjennomsnittlig kommer to anløp daglig med stykkgodsskip som gjør at kødannelse ikke ser ut til å bli en utfordring ved terminalens kaiside. I datagrunnlaget ser vi at skipene har korte kaianløp, ca 4 timer i gjennomsnitt. Som følge av konsolideringen anser vi at 200 meter kailengde er tilstrekkelig for å betjene sjøtransport til og fra terminalen.

Som tidligere nevnt er stykkgodsskip som fraktes over kai kjennetegnet ved å ha store variasjoner i volum og vekt. Dette gjør at man må legge ulike forutsetninger til grunn for valg av dimensjonering. Posten Norge opplyser at de beregner 7 m² per tonn for udefinert stykkgodsskip. Ved stor grad av pallegods, kan dette reduseres ned mot 5 m² per tonn. Ved gods for lavere gjennomstrømning må man påregne 10 m² per tonn. På grunn av stor variasjon av vekt og størrelse på stykkgodsskip som går over Trondheim Havn kan mye av dette godset ikke palleteres. Derfor velger vi å ta utgangspunkt i 7 m² per tonn stykkgodsskip i våre beregninger.

Posten Norge oppgir at gjennomstrømningshastigheten ofte øker med godsmengden. Dette kan resultere i hyppigere utkjøring til sluttkunde, og dermed kan gulvet på terminalen benyttes flere ganger gjennom dagen. Resultatet blir at antall kvadratmeter per tonn i realiteten reduseres.

Basert på våre tidligere beregninger om forventet stykkgodsmengde i framtiden med ulike vekstfaktorer vil vi gjøre en beregning av dimensjonsbehov for hver av scenariene. Med utgangspunkt i analysen om dagaktivitet fordelt over året, regner vi med 300 aktive dager årlig. Hvis man fordeler aktiviteten over 365 dager blir gjennomsnittlig daglig aktivitet for lav i forhold til hva som er realiteten, siden det kommer svært lite gods på søndager. Laste- og manøvreringsområder, arbeidssoner og kjøregater er inkludert i dimensjoneringen. Terminalen har behov for tilstrekkelig uteareal. Trondheim Havn har fra andre eierkommuner erfaring med at forholdet mellom inneareal og uteareal er 1 til 2. Det vil si dobbelt så stort

uteareal som inneareal. Det er flere faktorer som kan påvirke dimensjonering av en stykkgodsterminal. Vi tar ikke høyde for terminalens behov for antall porter.

Vi velger å se på en mulig løsning med utgangspunkt i 24 timer gjennomstrømningstid. Denne gjennomstrømningstiden ligger midt i vårt utvalg av gjennomstrømningstider i analysen. Vi beregner dimensjonering på følgende måte. Først deler vi total godsmengde på antall arbeidsdager. Godsmengde per arbeidsdag multipliseres deretter med valgt antall kvadrat per tonn. Etter rådføring med Posten Norge kom vi frem til at 7 m² per tonn ikke burde føre til utfordringer med underkapasitet ved angitt vekst. I våre beregninger benytter vi som tidligere nevnt 7 m² per tonn stykkgoods.

I praksis betyr dette at terminalen tømmes og fylles i løpet av en 24 timers periode. Et slikt gjennomsnitt tar ikke høyde for de store utslagene i godsmengde som vi ser forekommer 6 ganger i året. Vi velger likevel å inkludere godsmengden fra disse toppene, som står for 40% av total godsmengde.

I en gjennomsnittlig beregning vil godsmengden fra disse toppene bli fordelt utover hele året. På bakgrunn av dette vil dimensjoneringen av terminalen få en større margin ved at gjennomsnittlig beregnet aktivitet havner på et høyere nivå enn reell godsmengde. Man må likevel finne løsninger for å ta unna de største toppene i aktiviteten, da man kan risikere at terminalen blir full i et kort tidsrom på grunn av disse skipningene. Vi ser i figur 11: prognostisert årsaktivitet stykkgoods at det er 6 topper over 8000 tonn. Hvis man dimensjonerer en terminal etter de høyeste toppene vil terminalen være overdimensjonert store deler av året. Dette medfører at terminalen har ledig kapasitet store deler av året, som resulterer i dårlig driftsøkonomi. Vi anbefaler derfor at Trondheim Havn ikke dimensjonerer en terminal etter disse toppene.

I 2016 ble det fraktet 150 386 tonn stykkgoods over kai i Trondheim Havn. Hvis man legger til grunn 300 aktive arbeidsdager ved terminalen på ett år blir daglig godsmengde 501 tonn. I dag finnes det 8 terminalbygg som sammenlagt er på 28 200 kvm. Dette inkluderer ikke uteareal for oppstilling og lagring av stykkgoods.

4.9 Dimensjonering ved vekstscenario

Vi vil nå beregne dimensjonering ved de ulike vekstfaktorene i vår analyse.

3% vekst frem til 2030: 227 472 tonn/300 dager gir gjennomsnittlig 758 tonn per dag. $758 \text{ tonn} * 7 \text{ m}^2 = 5306 \text{ m}^2$

5% vekst frem til 2030: 297 753 tonn/300 dager gir gjennomsnittlig 993 tonn per dag. $993 \text{ tonn} * 7 \text{ m}^2 = 6951 \text{ m}^2$

7% vekst frem til 2030: 387 775 tonn/300 dager gir gjennomsnittlig 1293 tonn per dag i gjennomsnitt. $1293 \text{ tonn} * 7 \text{ m}^2 = 9051 \text{ m}^2$

I tabellen under ser vi total godsmengde i tonn med de ulike vekstfaktorene, godsmengde per dag i tonn og tilhørende dimensjonering etter våre beregninger.

Tabell 4: Oppsummering ulik vekst og dimensjonering

Dimensjonering av felles stykkgodsterminal 2030			
	Total godsmengde	Godsmengde per dag	Dimensjonering
3% vekst	227 472	758	5 306 m ²
5% vekst	297 753	993	6 951 m ²
7% vekst	387 775	1 293	9 051 m ²

Våre beregninger kan være til hjelp for Trondheim Havn når de tar stilling til hvilken dimensjonering de velger ved en fellesterminal. Hvis man velger å dimensjonere etter 5% vekst vil man trenge et areal i terminalen på 7000 m². Ved å samle all aktivitet til en fellesterminal vil dette resultere i en arealeffektivisering på 75% mot dagens fragmenterte løsning på 28 200 m².

5.0 Funn og anbefalinger

Gjennom oppgaven avdekker vi at det er mange hensyn som må tas ved dimensjonering av stykkgodsterminaler. Trondheim Havn opplyser at stykkgoods som fraktes over deres kaier kjennetegnes ved å ha store variasjoner i volum og vekt. Dette gjør at man ikke kan dimensjonere på samme måte som for andre godstyper som eksempelvis container.

I oppgaven ønsker vi å se om ulik gjennomstrømningstid påvirker dimensjoneringen av en terminal. Arealbehovet reduseres med en høyere gjennomstrømningstid. Dette skyldes at godset oppholder seg i kortere tid på terminalen og vil redusere gjennomsnittlig akkumulert godsnivå.

Et viktig funn er at ulik gjennomstrømningstid ikke påvirker de største utslagene i godsvolum, som gjør at raskere gjennomstrømningstid isolert sett ikke løser utfordringer med høye utslag av akkumulert godsnivå. Det påvirker derimot gjennomsnittlig godsnivå i terminalen i vesentlig grad ved at dette blir lavere jo raskere gjennomstrømningstid terminalen har. Toppene i godsnivå skyldes store enkeltskipninger med gods.

I analysen ser vi at det i gjennomsnitt er i overkant av to anløp hver dag unntatt søndag. På søndager er det i gjennomsnittlig 0,5 anløp per uke. Trondheim Havn opplyser at to gjennomsnittlige stykkgodsbåter kan ha anløp samtidig med 200 meter kailengde. I datagrunnlaget ser vi at skipene har korte kaianløp, ca 4 timer i gjennomsnitt. Dette bør derfor ikke føre til problemer med kødannelse ved kai. Som følge av konsolideringen anser vi derfor at 200 meter kailengde er tilstrekkelig for å effektivt betjene sjøtransport tilknyttet terminalen.

Som vi har avdekket i teorikapittelet er det flere ting å ta hensyn til når man skal planlegge en terminal. Man er avhengig av å planlegge god infrastruktur for å avdekke hva som legger til rette for eller begrenser terminaldriften. Ved foreslått plassering på Pir II er det allerede god infrastruktur. Det er kort vei til hovedveinettet som gir grunnlag for god vareflyt og tilknytning til byen. Veiknytningen til resten av regionen er også god i form av tunneler som fører næringstransporten utenfor sentrumskjernen.

Det er kostnadsdrivende for Trondheim Havn å ha gamle lite funksjonelle terminalbygg. Dagens situasjon gjør at det er vanskelig for terminalene å levere effektive og konkurransedyktige tjenester. Ved etablering av en fellesterminal vil stykkgodsskipene anløpe kun én kai. Dette resulterer i en mer effektiv laste og losse aktivitet for stykkgodsskip som anløper Trondheim Havn.

Ved å sammenligne anbefalt dimensjonering av ny terminal med dagens terminalaktivitet i Trondheim Havn ser vi at vi kan redusere arealbruken for stykkgoods med 21 249 m². Dette betyr en arealeffektivisering på 75%. Tiltaket er derfor et veldig godt virkemiddel for å møte arealknappheten i Trondheim Havn.



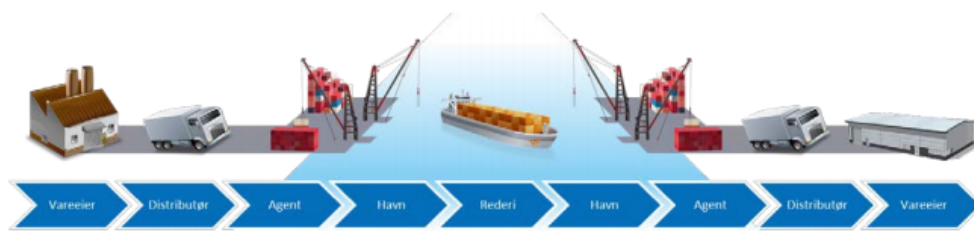
Figur 15: Illustrasjon av mulig terminalbygg på Pir II. Laget av Yngve Arnesen

I illustrasjonen over ønsker vi å gi et bilde av hvordan en moderne stykkgodsterminal i en sentrumshavn kan se ut. Havnevirksomheten i Trondheim blir i fremtiden omringet av byutvikling. En planlagt terminal bør i tillegg til funksjonalitet ha en estetisk utforming som ikke er til sjenanse, men heller tilfører noe visuelt positivt for området.

5.1 Anbefalinger

På bakgrunn av våre funn vil vi anbefale at Trondheim Havn river gamle terminalbygg og legger til rette for en ny terminal på Pir II. Dette vil bidra til å møte arealknappheten de står ovenfor. Vi anbefaler samtidig Trondheim Havn å søke midler fra Samferdelsdepartementet til investeringer i terminalen.

Trondheim Havn bør ta en større rolle ved etablering av en fremtidig fellesterminal. Som havneselskap har de tilgjengelig personell og håndteringsutstyr for å drifte terminalen. Hvis de velger å drifte terminalen selv kan de ta en større del i verdikjeden.



Figur 16: Verdikjeden dør-dør (Trondheim Havn)

Trondheim Havn må ta stilling til om de ønsker å satse på cross-docking i sine fremtidige terminaltjenester. I en forsyningskjede som benytter cross-docking er det også behov for et samlastningspunkt i kjeden. Med cross-docking i utlandet anbefaler vi Trondheim Havn å opprette et samlastningspunkt i terminalen.

Trondheim Havn kan benytte seg av vår analysemodell for videre analyse av annen godsaktivitet. Modellen kan være et verktøy for planlegging av andre lager- og terminalbygg i havneområdene.

6.0 Oppgavens kvalitet

Formålet med oppgaven var å tilpasse en analysemodell som kan brukes av Trondheim Havn i videre analyse og planlegging. Dimensjonering av terminalen har noen svakheter da vi ikke har nok informasjon om stykkgodsets volum.

En svakhet med modellen er at den ikke kan differensiere gods med ulik gjennomstrømningstid. Et mest realistisk bilde hadde man fått om man kunne tillegge ulikt gods ulik gjennomstrømningstid.

Den største utfordringen har vært å bearbeide rådata fra Trondheim Havn. Disse er som tidligere nevnt ikke laget for analyseformål og har krevd mye tid og ressurser. Forskjellige systemer som inneholder viktig informasjon måtte flettes sammen i forkant av analysen. Trondheim Havn har kartlagt, men ikke analysert i detalj hvilke godsstrømmer som går over sine kaier. Historiske data på stykkgoods over kai i Trondheim Havn viser at det er store variasjoner fra år til år i antall tonn som går over kai. Mangel på detaljeringsgrad i systemene gjør at man ikke vet hvilket volum godset har. En svakhet ved våre beregninger er at vi ikke har hatt tilgang på flere referanseår for å beregne gjennomsnittlig vekst.

Det har vært en utfordring å finne relevant teori om dimensjonering av stykkgodsterminaler i havn. Eksisterende teori omhandler i stor grad dimensjonering av container- og bulkterminaler. Vedrørende gjennomstrømningstid har ikke terminaloperatørene selv statistikk på dette ved sine terminaler. Det har gjort at vi har basert valgte gjennomstrømningstider på kvalitative erfaringstall fra terminaloperatørene.

7.0 Referanseliste

- Berg, G. (2014). *Trendbrudd for sjøtransporten*. Oslo: Sitma.
- Böse, J. (Red.). (2011). *Handbook of Terminal Planning*. New York: Springer Science & Business Media.
- Bø, E., & Grønland, S.E. (2014). *Moderne Transportlogistikk*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Chew, E. P., Lee, L. H. & Tang, L. C. (Red.). (2011). *Advances in Maritime Logistics and Supply Chain Management*. Singapore: World Scientific Publishing Company.
- Eidhammer, O., Hovi, I.B., & Aksildsen, T. (2012). *Logistikkorganisering i endring*. (TØI Rapport 1193/2012) Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=23420>
- Eidhammer, O., Hovi, I. B., & Larsen, I. K. (2005). *Stykkogdsterminaler i Norge*. (TØI Rapport 758/2005) Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=750>
- Grennes, T., & Nygaard, T.M. (2013). *Metode og oppgaveskriving*. Oslo: Handelshøyskolen BI.
- Hauge, B., & Spurkeland, E. (2013). *Godstransporten - vilkår og praksis*. Bergen: Vigmostad & Bjørke.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. (2011). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Kystverket. (2016). *AIS Norge*. Hentet fra <http://www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Meldings--og-informasjonstjenester/AIS/AIS-Norge/>
- OECD. (2014). *The Competitiveness of Global Port-Cities*, Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1787/9789264205277-en>

- Samferdselsdepartementet. (2015). *NTP Godsanalyse*. Hentet fra https://www.regjeringen.no/contentassets/f6263e7e91e14c3ea9119ab5f5742a51/godsanalyse-sluttrapport-endelig_web.pdf
- Samferdselsdepartementet. (2017). *Nasjonal Transportplan 2018-2029 (St.meld. nr 33 2016-2017)* Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/>
- SINTEF Ocean. (2017). Om oss. Hentet fra <http://www.sintef.no/ocean/om-oss/>
- Trondheim Havn. (2017). *Strategiplan 2014-2017*.
- Trondheim Kommune. (2016). *Kommunedelplan Nyhavna*. Hentet fra <https://www.trondheim.kommune.no/nyhavna/>
- van Vianen, T., Ottjes, J., Lodewijks, G. (2014). Simulation-based determination of the required stockyard size of dry bulk terminals. *Simulation Modelling Practice and Theory*, volume 42, 119-128. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2013.12.010>