

Norges miljø- og biovitenskapelige
universitet
Fakultet for samfunnsvitenskap
Handelshøyskolen

Masteroppgave 2015
30 stp

Bemanning av billettkontroll og billettsalg ved Skiskytter-VM 2016.

Staffing of ticket inspection and
tickets sales at biathlon world
championship 2016.

Magnus Eckroll Wear

FORORD

Denne masteroppgaven er den avsluttende delen av masterutdanningen på Handelshøyskolen ved Norges miljø- og biovitenskaplige universitet.

Oppgaveperioden har vært spennende og utfordrende. Jeg har fått kjenne på motgang og samtidig fått lære om de mange utfordringene arrangører av store arrangementer står ovenfor. Farene ved store folkemasser er vanskelig å gardere seg mot. I det man har forhindre en farlig situasjon dukker en annen opp.

Jeg ønsker å takke min veileder Kolbjørn Christoffersen for god veiledning og konstruktive tilbakemeldinger. Raske svar og lav dørterskel har vært til stor hjelp gjennom oppgaveperioden. Jeg ønsker også å takke Ola Bjerke ved Skiskytter-VM 2016. Han har svart på alle spørsmål jeg har stilt, og gitt videre kontaktinformasjon når han ikke kunne svare. Jeg vil rette en takk til Jørgen Aass ved Movement Strategies som tok seg tid til et møte, og ga meg et innblikk i utfordringene med store folkemasser på arrangementer. Denne oppgaven hadde ikke latt seg gjøre uten deres hjelp.

En takk går også til Pernille, venner og familie som alle har gitt sine bidrag.

Ås, august 2015

Magnus Eckroll Wear

SAMMENDRAG

Denne utredningen har som hovedmål å komme med et forslag til bemanning av inngangene og billettsalget ved Skiskytter-VM 2016. Mesterskapet på Holmenkollen arena har en utfordring med å kontrollere den forventede folkemassen. Jeg ønsker å gi et konkret forslag til hvor mange funksjonærer som skal plasseres ved hvert fokuspunkt, slik at det blir god flyt i folkemengden og god arbeidsutnyttelse av funksjonærene.

Datagrunnlaget har blitt hentet fra fornøyelsesparken Tusenfryd. Fornøyelsespaken har store mengder med besøkende og en blandet publikumsprofil. Dataene er observasjoner av behandlingstiden ved billettkontroll og billettsalg. Skiskytter-VM 2016 er en enkelthendelse og det er ikke mulig å skaffe data fra et slikt arrangement i forkant av arrangementet. Det er likhetstrekk mellom billettkontrollen og billettsalget til begge evenementene. Ved å observere det ene kan det derfor dannes et grunnlag til å si noe om hvor mange behandlinger en funksjonær kan utføre.

Jeg har brukt en diskret event-simulator for å finne resultatet, med datainnsamling fra Tusenfryd og informasjon fra arrangøren som grunnlag. Hovedtribunen, P-tribunen, VM-haugen, Kapellskogen og billettbodene er fokuspunktene som har blitt analysert. Målsetting for arbeidsutnyttelsen av funksjonærene er mellom 50% og 80%, og en forventet inngangstid på under 4 timer. Hovedinngangen bør ha 8 funksjonærer, P-tribunen bør ha 5 funksjonærer, VM-haugen og Kapellskogen bør ha 4 funksjonærer og billettbodene bør ha 6 billettselgere.

ABSTRACT

This study has as main objective to make a suggestion to the staffing of the entrances and ticket sales at the Biathlon World Championships 2016. The Championships in Holmenkollen arena have a challenge in controlling the expected crowd. I want to give a specific proposal for how many clerks to be placed at each focal point to provide good flow of the crowd and give some good utilization of officials.

The data has been retrieved from the amusement park Tusenfryd. The amusement park has a large amount of visitors and a mixed audience profile. The data is observations of treatment time at the ticket control and ticketing. Biathlon World Championships 2016 is an event it is impossible to obtain data from, because it only occurs once. Ticket control and ticket sales have similarities at both events and can therefore provide a basis to say how many treatments a clerk can perform.

I've used a discrete-event simulator for finding the result, with data collection from Tusenfryd and information from the organizer. The main stand, the P-tribune, VM-haugen, Kapellskogen and ticket booths are focus points that have been analyzed. At a target for labor exploitation by officials between 50 and 80 percent, and an expected entry delay at under four hours, I have come to a result. The main entrance should have 8 clerks, P-tribune should have 5 clerks, VM-haugen and Kapellskogen should have 4 clerks and ticket booths should have 6 ticket sellers.

INNHALDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING	1
1.1 PROBLEMBESKRIVELSE	3
1.2 PROBLEMSTILLING.....	4
2 TEORI	4
2.1 PUBLIKUM	4
2.2 FASILITETENE	7
2.3 PLANLEGGING.....	13
2.3.1 RAMP ANALYSE	19
2.3.2 DIM-ICE.....	19
2.4 SIKKERHET	22
3 METODE.....	24
3.1 MATEMATISKE MODELLER	24
3.1.1 NETTVERKOPPTIMALISERING	24
3.2 DATASIMULERING	24
3.2.1 UTVIKLINGSPROSESSEN.....	30
4 DATAINNSAMLING	32
4.1 BILLETTKONTROLL	33
4.2 BILLETTSALG	35
4.3 SKALERING AV DATA	37
5 SIMULATOR	38
5.1 FORUTSETNINGER.....	40
5.2 MODELLEN.....	41
5.2.1 STARTMODULER OG SLUTTMODULER	41
5.2.2 BESLUTNINGSMODULER	42
5.2.3 PROSESSMODULER.....	43
5.3 OPPSETT PÅ MODELLEN	44
6 RESULTATER	45
6.1 BILLETTUTSALG.....	45
6.2 BILLETTKONTROLL	48
6.2.1 INNGANG HOVEDTRIBUNE.....	48
6.2.2 INNGANG P-TRIBUNE	50
6.2.3 INNGANG TIL KAPELLSKOGEN OG VM-HAUGEN	51
7 DISKUSJON.....	54

7.1 FUNKSJONÆRER	54
7.2 DATAINNSAMLING	55
7.3 ANDRE FAKTORER.....	56
8 KONKLUSJON	57
9 REFERANSER	58

FIGURLISTE

Figur 1. Eierskap til Skiskytter-VM.....	1
Figur 2. Arenaplan på Holmenkollen.....	3
Figur 3. Kjørdner. (Anleggsikring, n.d. #27).....	9
Figur 4. Kjørdnere med rette løp, sikk-sakk løp og sluser.	10
Figur 5. Integrrert utforming.	14
Figur 6. Datainnsamling av billettkontrollen på Tusenfryd.	33
Figur 7. Kumulativ fordeling for datainnsamlingen av billettkontroll på Tusenfryd.	35
Figur 8. Datainnsamling av billettsalg på Tusenfryd.....	36
Figur 9. Kumulativfordeling av billettsalg på Tusenfryd.....	37
Figur 10. Arenakart for Skiskytter-VM i Holmenkollen.	39
Figur 11. Simulator av tilskuerspåganger på billettsalg og billettkontroll.	44
Figur 12. Billettbod fra Prøve-VM i Skiskyting 2015.....	46
Figur 13. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til Hovedtribunen.....	50
Figur 14. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til P-tribunen.....	51
Figur 15. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til VM-Haugen.....	53
Figur 16. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til Kapellskogen.....	53
Figur 17. Forventet ventetid ved billettsalget og inngangene til publikumsområdene.....	54

TABELLISTE

Tabell 1. DIM-ICE	20
Tabell 2. Kvadratfeil, p-verdier ved chi kvadrattest og Kolmogorov- Smirnovtest av observasjoner ved billettkontrollen på Tusenfryd.....	34
Tabell 3. Kvadratfeil, p-verdier ved chi kvadrattest og Kolmogorov- Smirnovtest av observasjoner ved billettsalg på Tusenfryd.	36
Tabell 4. Startmodul.	41
Tabell 5. Sluttmoduler	42
Tabell 6. Beslutningsmoduler.....	42
Tabell 7. Prosessmoduler.	43
Tabell 8. Kapasiteten til de ulike publikumsområdene.	44
Tabell 9. Billettutsalg med 6 funksjonærer.	47
Tabell 10. Funksjonærutnyttelse ved billettsalg med 6 funksjonærer.....	47

Tabell 11. Billettutsalg med 9 funksjonærer.	48
Tabell 12. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene b1 til b9 ved billettbodene.	48
Tabell 13. Bemanning av inngangen til Hovedtribunen.	49
Tabell 14. Bemanning av inngangen til P-tribune.	50
Tabell 15. Bemanning av inngangen til VM-Haugen.	52
Tabell 16. Bemanning av inngang til Kapellsbogen.	52

1 INNLEDNING

VM i skiskyting skal arrangeres februar 2016 i Oslo, hvilket Oslo fikk tildelt i 2012. Bak søknaden stod Norges Skiskytterforbund og Oslo kommune. Norges Skiskytterforbund og Skiforeningen har gått sammen om å etablere arrangørselskapet Skiskytter VM 2016 AS fordelt 70/30. Selskapet står for planlegging og gjennomføring av prøve-VM 2015 og VM 2016. VM 2016 organiseres som et AS med styre og hovedkomité. Hovedkomitéen består av representanter fra IBU, NSSF (Norges skiskytterforbund), Oslo kommune, skiforeningen, forsvaret, politiet, Visit Oslo/turistnæringen, media- og TV-produksjon og Ruter. Generalforsamlingen vil bestå av eierne av AS'et etter brøk av eierandel (NSSF, 2013). Både Skiskytter-VM 2016 og prøve-VM vil finne sted på Norges nasjonalarena: Holmenkollen. For at dette arrangementet skal være mulig å gjennomføre er Skiskytter VM 2016 AS avhengige av 700-750 frivillige. Disse skal fungere som vertskap og utføre andre essensielle oppgaver (NSSF, 2015).



Figur 1. Eierskap til Skiskytter-VM.

Holmenkollen har en lang historie for å arrangere idrettsarrangement, og har vært et sentrum for vinteridrett så langt tilbake som til 1892. Dette er tredje gang skiskytter-VM blir avholdt i Holmenkollen. Første gang var i 1986 når skiskytterarenaen stod klar for første gang. Andre gang var i år 2000. Til det andre mesterskapet ble det satt opp en ny administrasjonsbygning,

og hovedtribunen fikk sin permanente plass. Ved Ski-VM i 2011 fikk hele Holmenkollen arena en stor oppussing og ved skiskytter-VM 2016 har Oslo kommune investert i utbedringer av skiskytterarenaen. Administrasjonsbygningen har blitt utvidet. 30 nye permanente smøreboder har blitt satt opp, gamle toaletter har blitt pusset opp på hovedtribunen i tillegg til at det har blitt anlagt ny vei for preppemaskinene. Arenaen er lokalisert 20 minutter med bil fra Oslo sentrum, og er dermed unik fordi den har gode forhold for vinteridretter. For innbyggerne i Oslo er Holmenkollen en sportsarena for profesjonelle, men også for unge og mosjonister. Den har de viktigste konkurranse- og treningsfasilitetene for unge skiskyttere i Osloområdet. (Skiforeningen, 2015)

Arenaen har en kapasitet på 25 000 besøkende per dag og har en godkjent A-lisens fram til 31.oktober 2017. Fordi Holmenkollen ligger så tett på Oslo sentrum har Skiskytter-VM bestemt å avholde medaljeseremonier i bysentrum. Det vil bli satt opp en egen skiskytterpark med aktiviteter for voksne og barn langs Karl-Johans gate. Åpningsseremonien vil bli avholdt i Oslo sentrum. Av tidligere erfaringer fra andre sportsarrangement i sentrum kan det forventes at 10-30 000 tilskuere vil være tilstede. Avslutningsseremonien vil finne sted i Holmenkollen, rett etter at det siste rennet er avsluttet.

Skiskytter-VM 2016 forventer minst 120 000 betalende tilskuere og har dette som hovedmål. I tillegg vil de tilrettelegge for utmerkede løyper, nye og praktiske fasiliteter for utøvere og team samt gode fasiliteter for media. Ruhpolding og Nove Mesto arrangerte Skiskytter-VM i 2012 og 2013 og hadde 25 000 – 30 000 og 17 000 – 27 000 tilskuere per dag. Disse stedene har henholdsvis 6 300 og 10 300 innbyggere. VM 2016 forventer tilsvarende interesse som de to foregående VM og planlegger en kapasitet på 16 000 – 17 000 tribuneplasser. Dette innebærer at man må bygge 11 000 – 12 000 provisoriske tribuneplasser. I tillegg må VM-Haugen og Kapellskogen gi plass til 8 000 tilskuere. (Skiskytter-VM2016, 2014)



Figur 2. Arenaplan på Holmenkollen.

1.1 PROBLEMBESKRIVELSE

Administrasjon til Skiskytter-VM er på 9 personer. Disse har ansvaret for å planlegge VM 2016. Holmenkollen-arenaen har en struktur som legger til rette for flere vinteridretter, noe som kan skape utfordringer. I motsetning til andre skiskytterarenaer, som for eksempel Ruhpolding som er en ren skiskytterarena, er det flere faktorer man må ta hensyn til på Holmenkollen. En av utfordringene er at tribunen ved arenaen har begrenset kapasitet slik at arrangøren må plassere tilskuere ute i løypeområdene. Holmenkollveien strekker seg gjennom anlegget helt opp til Tryvannstårnet og gjennom flere boligfelt. Det er ikke aktuelt å stenge veien.

For et arrangement av denne størrelsen er det ønskelig å vite hvor mye ressurser som skal settes av til å takle køproblematikken inn og ut av arenaen. Under Ski-VM i 2011 stod tusenvis av tilskuere i kø og kom veldig sent eller aldri inn på arrangementet. Administrerende direktør i Ruter, Bernt Reistan Jenssen, måtte sette inn maksimal kapasitet på t-bane og buss for å takle kaoset. Ruter undervurderte antallet som møtte opp og det endte i problematiske tilstander. Folkemassen hopet seg opp ved alle flaskehals, og det ble skapt stor misnøye hos publikum. I ettertid fikk de refundert sine billetter om de ikke hadde kommet inn på stadion i tide. Skiskyting er i større grad en stadionidrett enn langrenn, selv om langrenn er hacket mer populært enn skiskyting blant nordmenn. I 2011 fikk arrangøren oppleve et marerittscenario som de skulle ønske de var foruten. Kø er et irritasjonsmoment for

mange, og kan bidra til å skape misnøye. For en privatperson er dette et mindre problem, men for store arrangører kan kø være kostbart. Arrangøren burde derfor til å ta stilling til hvilke tiltak og ressurser de ønsker å disponere for å takle køutfordringene.

1.2 PROBLEMSTILLING

Det finnes mange mulige områder å overvåke for dette arrangementet, for eksempel billettutvalg, inngang til en tribune, folkestrøm ved inngang versus utgang eller folkestrøm fra nord eller sør.

Jeg ønsker å ta utfordringen og se på folkestrømmen ved de forskjellige tribuneinngangene. Her vil jeg se på hvor de ulike risikopunktene for kødannelse er inne på arenaen ved ankomst. Problemstillingen min blir dermed:

«Å kartlegge potensielle flaskehalsen ved de ulike inngangene til Skiskytter-VM 2016 ved å foreslå optimal utnyttelse av funksjonærer med tanke på best mulig publikumsflyt, funksjonærutnyttelse og sikkerhet».

Med denne problemstillingen vil jeg måle antallet funksjonærer som plasseres ved billettkontroll og billettsalg. Ved hvilket antall funksjonærer kan folkemassen ha en akseptabel flyt inn på publikumsområdene og ha god utnyttelse av funksjonærene. Jeg vil ikke ta for meg publikumsflyten ut av arrangementet, eller et køscenario utenfor Holmenkollen arena.

2 TEORI

2.1 PUBLIKUM

Å forstå et publikum er å se og forutse hvordan individene opptrer både enkeltvis og i grupper. Alle individer er unike og gjør egne valg. Likevel kan man se mønstre i individers oppførsel. Mennesket er behovsstyrt og målstyrt. I en gruppe kan et individ velge å gå bort fra sin normale oppførsel. Ved planlegging av primærruter eller fokusruter er det lurt å være klar over at mennesket ofte velger korteste vei fra A til B. Mennesket søker å unngå omveier, og de benytter synlige veier. En vanlig adferd til et individ i en uønsket situasjon er passivitet, stress eller panikk. Mennesker i usikre situasjoner reagerer med passivitet eller ved å følge sidemannen. Dette kan være en utfordring for en arrangør å motvirke. Det viktigste midlet er at vertskapet er godt synlig og at de ved evakueringer går foran og viser vei. Stress er en automatisk forsvarsreaksjon som oppstår når mennesker opplever fare. Under stress begrenses

evnen til å tenke logisk, og man reagerer på refleks. Ved et arrangement kan stress oppstå hvis man plutselig får det for seg at man ikke kommer inn, eller ut. Panikk er en ekstrem stressreaksjon som forbereder kroppen på flukt eller kamp. Når panikk oppstår er det nesten umulig å oppnå kommunikasjon. Et menneske vil primært flykte fra den opplevde faren mot noe som oppfattes trygt og kjent. Som arrangør kan man dra nytte av dette ved å ha synlige nødutganger og gi ut god informasjon under arrangementet. For VM vil dette bli gjort av vertskapet på arrangementsområdet, og gjennom storskjermer og høyttalere. (DSB, 2010)

Et enkeltindivid med panikk kan man som regel håndtere. En menneskemengde er det verre å kontrollere. Selv om menneskemengden består av individer som opptrer ulikt vet vi enkelte fakta. En menneskemengde kan ikke kommunisere med seg selv. Kommunikasjon må derfor foregå gjennom høyttalere og skilting. I en menneskemengde oppstår anonymitet, dette kan enkelte utnytte seg av til å lage kvalm. Synlige sikkerhetsvakter som plukker ut bråkmakere på et tidlig tidspunkt er et viktig forebyggende tiltak. Strukturen i folkemengden kan bli styrt slik arrangøren ønsker gjennom god planlegging, tilrettelegging og informasjon. Stor publikumstetthet kan føre til panikk og bevegelsesbølger, og ved trengsel (mer enn seks-syv personer per kvadratmeter) kan individer miste balansen, falle og bli tråkket ned. (DSB, 2010)

Publikumsprofilen er en samling av relevante fakta om en viss publikumsgruppe. Publikum sine kjennetegn blir kartlagt ved fysiske forutsetninger, oppførsel og mental tilstand. For eksempel har Operaen i Oslo en kapasitet på over tusen besøkende, men da tenåringsidolet Justin Bieber hadde konsert hadde arrangøren en helt annen publikumsprofil enn ved sine vanlige arrangement. Dette kan skape uventede problemstillinger. Å bestemme en publikumsprofil kan gi arrangøren en oppfatning av hvilke mål publikum har, hvilken oppførsel man kan forvente og hvordan publikum vil kunne reagere i ulike situasjoner. En arrangør som ikke forstår sitt publikum, vil ha problemer med å oppfylle behovet og forventningene til sitt publikum. Arrangøren må derfor skaffe seg kunnskap om hvordan publikum opptrer. I løpet av arrangementet er det viktig å skaffe informasjon slik at man kan tilpasse publikumshåndteringen til situasjoner som oppstår og utvikler seg. Gode informasjonskilder kan være observasjonsposter, eventuell kameradekning. Strukturen må ha tilstrekkelige ressurser og rutiner på plass. Selve arrangementsområdet må være utformet slik at publikumshåndteringen blir enkel for vertskapet og det ikke oppstår flaskehalser. Dette kan gjøres gjennom tiltak som god skilting. (DSB, 2010)

Innganger og utganger, kalles passeringpunkter. I tillegg har vi fokuspunkter som er lokasjoner ved et arrangement som tilskuere oppsøker. Dette kan være en scene ved en konsert, en tribune, utsalgsboder og toaletter. Passeringpunktene er arrangementets største risikoområder, da de lett kan bli flaskehals når store menneskemengder skal passere – enten ved evakuering eller ved normale forhold. Gjentatte køer, lang passeringstid eller ugunstige værforhold kan gi grunnlag for irritasjon hos publikum. Grundig planlegging kan redusere sannsynligheten for at publikum blir frustrert og deres mulighet til å få utløp for slik frustrasjon. (DSB, 2010)

Kødannelse er utbredt for servicetjenester, og ledere for slike tjenester er klar over at kostnaden for god service må veie opp for ventekostnaden. Ledere ønsker køer som er korte, slik at kunden ikke blir misfornøyd eller forlater køen uten å kjøpe noe. De tillater at det er kø så lenge dette blir forsvart gjennom betydelige kostnadsbesparelser. Tilskuere som møter opp i Kollen må oppleve ekstrem misnøye før de velger å forlate køen. Dette betyr ikke nødvendigvis tapte kostnader ved dette arrangementet, men det kan hindre at tilskuerne oppsøker lignende arrangementer ved en senere anledning. (Haksever et al., 2000)

Det finnes flere måter å kontrollere en kø på. Det vanligste er å fokusere på ankomstene, men minst like viktig er det å kontrollere kundenes forventninger til ventetiden. Når forventet ventetid tilsvarer faktisk ventetid kan det oppstå goodwill hos kunden. Dette slår begge veier. Hvis en kunde må vente lenger enn forventet vil det skape et dårlig rykte for selskapet. (Maister, 1984)

Det har blitt gjort mye forskning på oppfatning av venting, og Dickson (2005) har organisert og kommet frem med følgende uttalelser: Venting mens man er opptatt i en aktivitet går fortere enn om man ikke holder på med en aktivitet. En aktivitet Skiskytter-VM kan bruke i områder med venting er å dele praktisk informasjon om arrangementet, årsaken til ventingen og hvordan de selv kan bidra til at ventetiden blir mindre. Å være engstelig, trist og sint mens man venter gjør at ventetiden føles lenger enn om man er avslappet. Å vente uten å vite ventetiden forlenger denne følelsen ytterligere enn om man vet ventetiden. Andre former for venting som gir opplevd lenger ventetid er: Uforklarlig, ukomfortabel og urettferdig venting.

Morgan skriver om bruk av rom på festivaler for vertskap og de besøkende. Ved Sidmouth Folk Festival i 2005 ble det utført store forandringer hos eierne og organisasjonen. Dette

startet en diskusjon blant flere av festivalentusiastene om hvor suksessfullt disse forandringene hadde vært. Et av de hyppigste diskusjonstemaene var om festivalområdet utenfor byen slo bedre an blant publikum enn lokalene som ble brukt i byen. Morgan analyserte disse diskusjonene for å forstå hva de avgjørende elementene for festivalopplevelsen var. Han kom frem til at det var en rekke faktorer som spilte inn:

- Når et overraskende øyeblikk oppstår som gir publikum en stor glede de ikke forventet. Dette var i tillegg til det de kom for å se og oppleve hvilket skapte merverdi.
- Hovedattraksjonen ved festivalen er i realiteten bare et påskudd for den virkelige årsaken til at folk drar på slike arrangement. Nemlig å dele opplevelsen og samværet med venner og kjære.
- Det er like sannsynlig å oppleve de gode øyeblikkene med venner og kjære ved mindre attraksjoner på festivalen som ved hovedattraksjonen.
- Lokale kjennetegn som landskapet, byen, lokal mat og drikke ble pekepinner på særegenheten og skapte en minneverdig totalopplevelse.
- Kunder evaluerer ikke sine erfaringer ved å vurdere den totale serviceopplevelsen. De vurderer heller ikke at ventetiden ikke burde være lengre enn forventet ventetid. De er individer og tenker ikke at de hadde forventet raskere servicebehandling. De kan derimot være bekymret for ikke å få med seg hovedattraksjonen.
- Vertskapet, profesjonelle artister og lokale organisasjoner og forretninger skaper ikke opplevelsen for publikum, men de legger til rette for opplevelsen.

(Michael Morgan, 2007)

2.2 FASILITETENE

Innganger og utganger bør plasseres i flat terreng. Helninger og nivåforskjeller kan gi et uønsket persontrykk i passeringspunktet. Underlaget må tåle slitasje fra publikum, også i kombinasjon med nedbør. Passeringspunktene påvirker personstrømmene innenfor og utenfor arrangementsområdet. Gjennomtenkt plassering i forhold til andre fokuspunkter og fokusruter er derfor viktig. Det er viktig å ha nok plass til kødannelser ved passeringspunktene. Av sikkerhetshensyn bør områdene rundt passeringspunktene være frie for biltrafikk. Dette er spesielt problematisk ved Holmenkollen arena hvor Holmenkollveien går gjennom hele området og ligger tett på flere fokuspunkter. Fokuspunkter innenfor og utenfor arrangementsområdet bør korrespondere med passeringspunktene. Dette vil si at den raskeste veien fra et publikumsområde til t-bane stasjonen er gjennom de markerte utgangene. Hvis de ikke korresponderer vil publikum finne sine egne foretrukne ferdselsveier og det kan oppstå

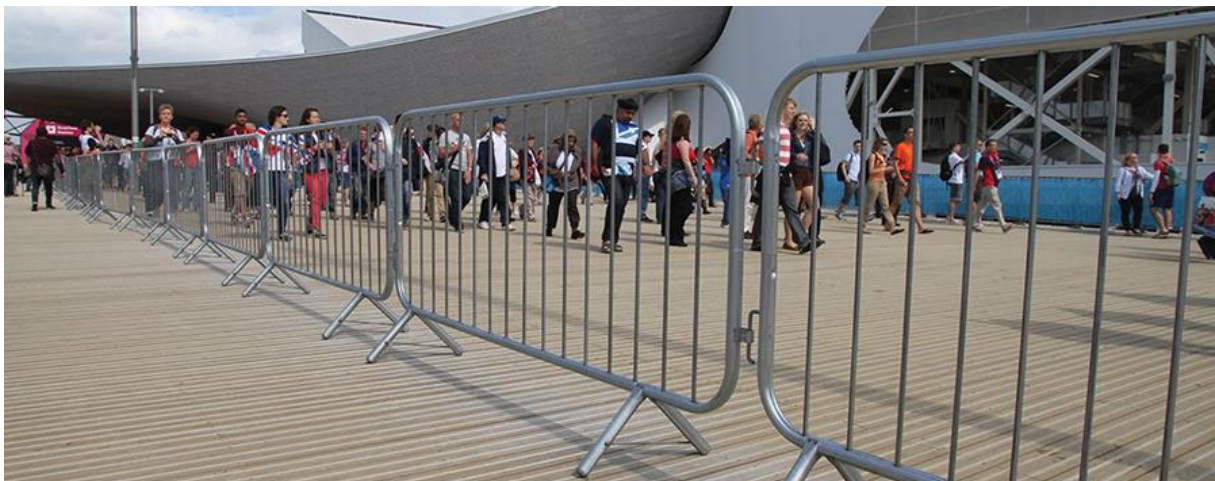
uønskede passeringspunkter. Passeringspunktene bør plasseres slik at publikum ikke behøver å endre retning underveis mot et fokuspunkt, for eksempel til en tribune på innsiden eller t-bane stasjonen på utsiden av arenaen. Publikum har en tendens til å velge korteste vei, noe som kan føre til en skjevfordeling av publikum mot de inn- og utgangene som oppfattes som korteste vei. Det er ikke en god løsning å plassere andre fokuspunkter like innenfor eller utenfor passeringspunktene. Publikum som stanser opp like innenfor en inngang kan sperre for videre passering. Publikum som passerer et passeringpunkt må forflytte seg lenger inn på området. Derfor bør ikke andre fokusruter passere forbi personstrømmene ved passeringspunktene. Eksempler på andre fokusruter kan være mellom tribunen og toalettområdet, eller billettluke og salgsbod med mat og drikke. (DSB, 2010)

Arrangørene har tiltak de kan gjøre for å redusere sannsynligheten for at publikum stopper rett ved et passeringpunkt. Vaktene kan ha i oppgave å få de besøkende til å fortsette videre inn på området ved å vise dem rett vei, og dele ut flygeblad eller kart. Det bør være skiltet godt til tribuner, serveringsområder og toaletter. Innganger og utganger bør separeres, særlig ved store publikumsmengder og utgangene bør markeres med skilt slik at publikum blir oppmerksom på at utgangen ikke er på samme sted som inngangen. Arrangøren kan opprette organiserte møteplasser for publikum. Disse bør plasseres et stykke inn på området, men såpass nær passeringpunktet at de er innen synsvidde når man kommer inn. Fri sikt mot stadion bør unngås rett innenfor innganger, slik at ikke publikum blir stående så snart de får fri sikt mot scenen. Køene til ulike innganger og utganger bør helst ikke støte sammen, særlig der inngang og utgang ligger side om side. (DSB, 2010)

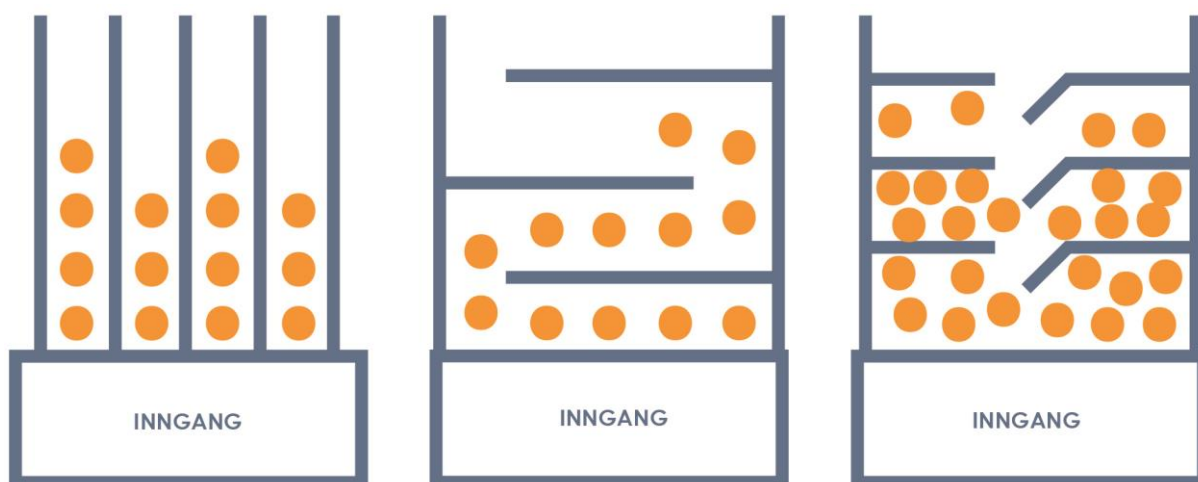
Innganger og utganger er flaskehalsen som hindrer fri publikumsflyt. Selv om køer og store personansamlinger i utgangspunktet ikke er farlig, kan de ha uønskede og negative følger, som høyt publikumstrykk eller irritasjon blant besøkende. Innganger og utganger må derfor formes og dimensjoneres i forhold til forventet publikumstrykk. Helst skal det være ekstra kapasitet. Størrelsen på en inngang bør tilpasses slik at flaskehalsen unngås. Hvor store og hvor mange innslippspunkter passeringpunktet trenger er avhengig av antall besøkende, og over hvor stort tidsrom disse antas å ankomme arrangementsområdet. Det burde utarbeides en plan for hvor mange som vil ankomme til ulike tidspunkter. Type arrangement og værforhold bør tas med i vurderingen. Ved VM vil det være aktuelt å følge Ruter sine kollektivtider, og de ulike tidene herrene og kvinnene går sine renn. Når inngangen skal dimensjoneres bør man beregne maksimal belastning per punkt. På Holmenkollen er det flere innganger, og man bør forsøke å anslå hvor mange som vil komme til de ulike innslippspunktene. Alle innslipp bør

være beregnet og utført for maksimal belastning i den mest intensive perioden av publikumsflyten. Totalt sett bør inngangene ha en samlet kapasitet som uten problem skal dekke arrangementets publikumstopper. Det er lurt å dimensjonere for at det kan komme flere mennesker enn forventet fram til passeringpunktet. Inngangen bør være konstruert slik at kan flere sluser kan åpnes ved behov. (DCMS, 2008)

Når det er forventet stor persontilgang i løpet av kort tid kan det være nyttig med et køsystem som reduserer risikoen for trengsel ved inngangen. Slike redskap er køordner som hindrer sniking, trengsel og ubehag. Køordneren sikrer trygg og smidig avvikling av eventuell visitering ved inngangen. Den må settes opp slik at det er mulig å ta seg inn og ut av køen. Barrieren er i midjehøyde, og bør anvendes framfor høye byggeplassgjerder. Slik blir det mulig for personer med behov for assistanse å ta seg ut av køen, eller for folk som yter assistanse å ta seg inn. Hovedformålet med køordneren er at trykk fra publikum ikke skal forplante seg videre framover i køen. (DSB, 2010)



Figur 3. Køordner. (Anleggsikring, n.d.)



Figur 4. Køordnere med rette løp, sikk-sakk løp og sluser.

Køordnere med rette løp er arealeffektive og kan benyttes der det er lite areal tilgjengelig foran inngangen. Denne løsningen gir ingen god kontroll på trykk bakfra. Køordnere med sikksakk-løp opptar noe mer areal, men har den fordelen at de minsker trykket framme ved innslippspunktet. Køordner med sluser kan benyttes ved større arrangementer der hele folkemassen passerer inngangen i løpet av relativt kort tid. Arrangørene kan benytte slusene til å håndtere store køer og gjøre unna visitering og billettkontroll allerede i slusen. En køordner vil fungere når publikum oppfatter det som lønnsomt, framfor å prøve andre alternativer. Synlig bevegelse i køen er derfor viktig for at veien via køordneren skal oppfattes som den mest effektive. Et stillestående køsystem vil sannsynligvis ikke bli benyttet hvis det er andre alternativer. Publikum vil søke etter alternative innganger med mulig ukontrollert oppbygging av køer. Dersom innslippsområdet fungerer som rømningsvei kan køordninger være til hinder for effektiv rømming. Derfor burde ikke en inngang med køordninger brukes som rømningsvei, med mindre de kan fjernes raskt ved et nødstilfelle. (DSB, 2010)

Det vil være behov for større kapasitet på utslipp enn på innslipp, da alle besøkende vil forlate arenaen kort tid etter arrangementets slutt, mens de normalt ankommer i god tid før det starter. Publikum har en tendens til å velge den utgangen som bringer dem i den retningen de vil gå etter arrangementets slutt. Utganger i sørgående retning mot t-bane stasjonen vil være utgangene flest publikummere vil gå til etter arrangementet på Holmenkollenollen. Denne traseen må bli dimensjonert, og passasjen må vurderes å bli gjort bredere ved å ta noe av bredden til bilveien.

En inngang er et velegnet sted å gi informasjon til publikum. Alle skal passere, og ofte gir litt tid i kø god mulighet for å motta informasjon. Tydelig informasjon gjør at publikum kan forberede seg på adferdsregler, for eksempel hva visiteringen innebærer eller regler for hva som er lov å ta med inn på arrangementsområdet. Ved inngangene bør man informere via høyttaleranlegg eller megafon for å sikre at man når ut med relevant informasjon til flest mulig besøkende. Høyttalere og megafoner er også nyttige hjelpemidler dersom det skulle oppstå kø eller uro i køen, eller til formidling av andre viktige meldinger. (DCMS, 2008)

Ved inngangene bør man informere om hvor utgangene finnes hvis de ikke er de samme som inngangene. Hva som ikke er lov å ha med inn på området av for eksempel innspillingsutstyr, alkoholholdige drikker eller farlige gjenstander. Det kan være lurt å gi ut informasjon om visitering ved inngangen og hva som er tillatt å gjøre på arrangementet som for eksempel å grille, hvilket kan være aktuelt i flere publikumsområder og rundt i skogområdene langs løypene. Formidling av nyttige tips som å passe på verdisaker, åpningstider og eventuelle endringer i arrangementets program. De besøkende må forstå informasjonen som blir gitt, derfor må arrangøren gjøre den tydelig, oversiktlig og lett lesbar. Alternativer til akustiske og lesbare meldinger bør vurderes dersom man forventer publikum med spesielle behov. Informasjon kan bli gitt ut via ledsagere i slike tilfeller. Inn- og utganger samt rømningsveier bør markeres med signalfarger med høy kontrast. Dette er til stor hjelp for personer med nedsatt syn for å orientere seg. En standardisering av fargebruken på arrangementet bør brukes, men husk at en del farger er benyttet som standardfarger for symbolbruk. Blant annet angir grønn farge rømningsvei, gul farge fareskilt, blå farge opplysninger og så videre. Informasjonen til publikum må ikke føre til stans i personflyten gjennom flaskehalsen. Skilt og storskjermer må ikke plasseres slik at publikum stanser opp på uønskede steder. Et lurt sted å plassere informasjon er utenfor inngangen slik at den er synlig fra køen. (DSB, 2010)

Det bør være god og synlig skilting slik at det ikke blir uro i folkemassene ved inngangspartiene. Utforming av billetten kan ha en direkte effekt på inngangsprosessen. For eksempel er klar og lettlest informasjon en faktor som øker farten på køen. Dette er nyttig for både tilskueren og billettkontrolløren. I tillegg bør anti-tyverifunksjoner være påført billetten slik at validiteten enkelt kan bli sjekket. Ved enkelte arenaer eksisterer det elektroniske kort hvor det ikke er nødvendig med en operatør ved inngangen, men da er det nødvendig at publikum vet hvordan kortene fungerer. Informasjon om hvordan man validerer kortet og hvordan man får assistanse bør stå på både kort og på kortavleseren. Slike elektroniske kort vil ikke være aktuelle ved Skiskytter-VM.

Passasjer for publikumsflyten burde aldri være smalere enn 1,2 meter ved utarbeidelse av nye arenaer og inngangspartier. For eksisterende arenaer og inngangspartier er minimumskravet 1,1 meter. Disse målene gjelder med tanke på evakueringsscenarioer. En folkemasse med tetthet på 40 personer på ti kvadratmeter er maksimalt tillat tetthet med tanke på sikkerhet. Det er arrangøren sitt ansvar at denne tettheten ikke overstiger kravet. Passeringsraten (*rates of passage*) er antall publikummere som passerer ved et bestemt punkt ved et gitt tidsintervall med en meters bredde. Passeringsraten er nødvendig for å regne seg frem til kapasiteten ved utgang, og evakueringsscenarioer. I tidligere utgaver av 'guide to safety at sports grounds' har man kommet frem til at passeringsraten er på 73 tilskuere per minutt ved trapper og 109 uten trapper. Disse tallene er basert på maks flyt og er urealistiske siden de kun var oppnåelige under ideelle forhold. Tallene bør derfor justeres ned fordi følgende faktorer ikke har blitt tatt hensyn til. Publikumsprofil med barn, eldre, funksjonshemmede og tilgang til alkohol ved arrangementet sinker folkemassen betydelig. Lokasjon og bruk av kommersielle fasiliteter som salg av mat og drikke langs veien mot utgangen kan redusere folkemassens bevegelse ytterligere. Design og de fysiske forholdene for utgangssystemet vil i noen grad påvirke flyten. Eksempler på slike fysiske forhold er antall trapper, bruk av provisoriske vegger, gelendre, kvaliteten på retningsskilt, belysning og terrenget. Med nye hensyn kan vi se at passeringsraten er 66 tilskuere per minutt i trapper og 82 på flatt underlag med en meters bredde. (DCMS, 2008)

Før datainnsamlingen var jeg i kontakt med Billettservice Cato Reiersen og Gunn Kjersti G. Vegelbo som forklarte om billettsalg og billettkontroll ved arrangementer. Vegelbo påpekte at det er veldig mange variabler som påvirker tidsbruk ved billettsalg. Blant annet er forskjellene med å betale med kort og kontant. Betaling med kort er avhengig av hvor raske linjene som kobler opp, og om disse bruker mobile linjer eller nettverk. Det tar lenger tid å selge billetter online på en datamaskin på stedet enn om de er trykket på forhånd. Online billettsalg krever mer trykking og venting på datamaskin før man får billetten. Billettprisen kan påvirke tidsbruk ved veksling, og hvor mye kunden skal ha tilbake. For eksempel hvis prisen er kr 237,- og tilskueren skal ha fire billetter, og han betaler med en tusenlapp skal han ha 52 kroner tilbake. Det beste er å unngå kronestykker. Hadde billettprisen vært et rundt tall som 250 ville vekslingene gått raskere. Antallet forskjellige billettpriser kan utgjøre en forskjell. Det vil ta tid for selger å regne sammen total sum om kjøperen skal ha flere forskjellige billetter, som igjen kan føre til lenger tid på å gi tilbake vekslepenger. Vegelbo sier at det er veldig vanskelig å estimere tidsforbruket, men prøver likevel å skisse raskest og tregest. De

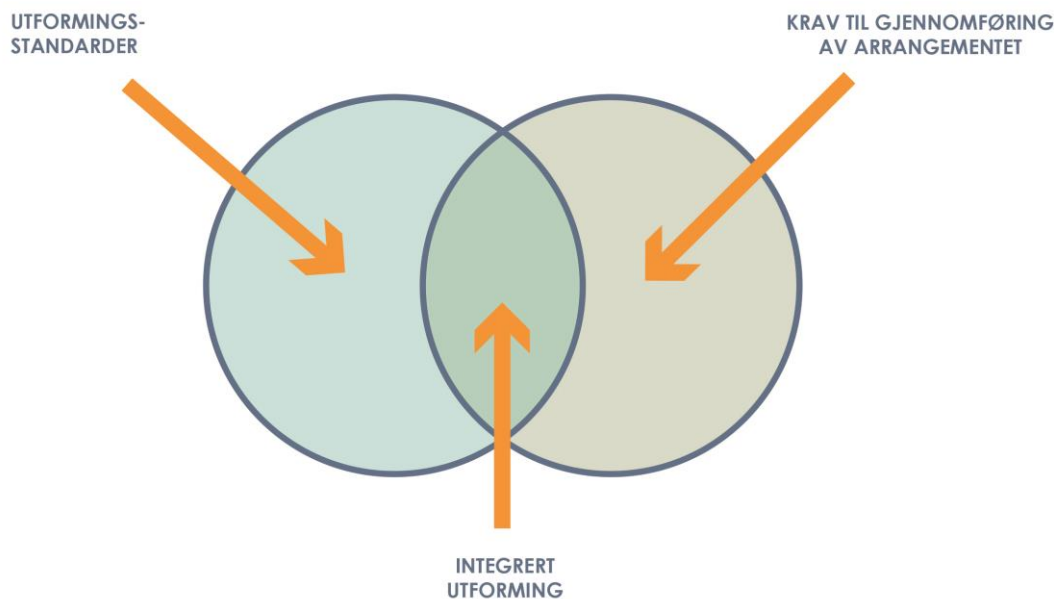
raskeste billettsalgene er av forhåndstrykte billetter som er unummererte for et publikumsområde. Prisene må være runde, for eksempel 100,- eller 200,- og kontantbetaling uten vekslings. Dette billettsalget burde utføres mellom 10 og 15 sekunder. Det tregeste billettsalget er når det er onlinebilletter som er nummererte og hvor det finnes mange billetttyper med forskjellige priser. Kunden betaler med kort hvor kortterminalen har dårlig forbindelse. Slike billettsalg kan ta 3 minutter. Vegelbo forklarer at dette er synsing, men at det gir et bilde på hvordan billettsalg kan fungere (epost, 17-03.2015).

Reiersen forteller at funksjonærer som har noe erfaring med billettkontroll klarer minimum 10, og maksimum 15 skanninger per minutt. Det vil si at en skanning går i gjennomsnitt på mellom 4 og 6 sekunder (epost, 17-03.2015).

2.3 PLANLEGGING

Ved større arrangementer er det naturlig å fokusere på utforming og operativ ledelse for å lage et trygt og komfortabelt arrangement. Det eksisterer mange guider og reguleringer for sikkerhet ved forskjellige folkemasser ved spesifikke typer arenaer og hendelser. For eksempel er folkemassebevegelsene og sikkerhetsutfordringene ved en undergrunnsbane forskjellige fra en musikkfestival på en åpen slette. Det er allikevel mange like utfordringer, og en bør ha samme fremgangsmåte for å gå løs på sine problemer. Still (2013) mener det viktigste er å integrere utforming og operativ ledelse. For det er ikke alltid slik at utformingsstandarder overlapper perfekt med hvordan et arrangement skal gjennomføres. Derfor må det være kommunikasjon mellom den operative ledelsen og planleggerne når utformingen starter. Det blir en samkjøring fra en tidlig planleggingsfase som inkluderer flere aktørene som bidrar på arrangementet. Fordelene med denne inkluderingen er:

- Økt komfort, glede og redusert transporttid for tilskuerne, hvilket øker sjansen for gjentakelse.
- Økte inntekter, fordi mennesker som er fornøyde og komfortable blir værende lenger og bruker mer penger.
- Knirkefritt arrangement medfører færre kontrollkostnader.
- Sparer på å ikke måtte endre på utformingen eller gjøre nødvendige omveier for at utformingen skal fungere.
- Utfør utformingen riktig på første forsøk, å dermed redusere totale kostnader.
- Reduserer risiko for ulykker og uheldige hendelser.



Figur 5. Integrert utforming.

For at utformingen skal fungere må systemet være godt integrert, og vi må forstå hva som skjer i omgivelsene hvor utformingen befinner seg. Utformingen til et fotballstadion har lagt til rette for fotballkamper, men stadionet kan brukes til andre arrangement, for eksempel en konsert eller en annen type sport. Med ulike arrangementer kommer ulike folkemengder som behøver ulike evakueringsplaner. På fotballstadionet kan publikum stå på gressmatta og artisten på en scene ved tribunen på en kortside. Da fungerer ikke evakueringsplanen for en fotballkamp hvor det ville vært motsatt. Det anbefales derfor at arrangøren tar i bruk en arrangementsplan som i detalj viser alle forutsetninger og fasiliteter de planlegger å bruke. Dette dokumentet bør vise informasjon om tilgjengelige ressurser, besøkende, prosesser og teknologi som blir benyttet. Dette vil hjelpe utformingsteamet å få en bedre forståelse av drift og hvordan utformingsutviklingen bør bevege seg. For å klare å få med alle de operative problemstillingene bør arrangementsplanen inneholde følgende:

- Hva slags arrangement det kan bli aktuelt å arrangere.
- Krav til layout ved de forskjellige arrangementene.
- Fra hvilken fysisk posisjon skal arrangement ledes.
- Krav til bemanning og sikkerhetskrav til forskjellige arrangement.
- Hvordan forskjellige arrangement vil bli styrt og miljøet rundt arrangører.
- Størrelse og profil på publikum.

- Folkemassene sine fokuspunkter og standarder som for eksempel ankomstraten.
- Retningslinjer for funksjonshemmede personer.
- Informasjon om hvem som har øverste ansvar og er rettighetshaverne til arrangementet.
- Ansvarsfordelinger og nødvendig driftsutstyr.

Det er anbefalt å vurdere ledelse under fire forskjellige forhold. Dette gjelder under normale forhold, unormale forhold, degenererte forhold og nødsituasjoner. Normale forhold er når arrangøren har full bemanning, forventet publikumsoppmøte, normal flyt og alt går i følge planen. Unormale forhold har svakere bemanning, men publikumfordelingen er som planlagt. Dette kan være på grunn av spesielle hendelser eller topper i løpet av høytider eller sesong. Degenererte forhold har god bemanning, men det kommer en uforutsett fordeling av publikum på grunn av dårlig service eller informasjon. Nødsituasjoner oppstår ved ulykker eller uønskede hendelser som for eksempel brann, terrorisme eller kollaps av system. Formgiverne må ta hensyn til at utgangene kan brukes ved alle anledninger, og at de fungerer slik de er påtenkt. (Still, 2013)

Det er fristende å vurdere kun normale forhold og nødsituasjoner og ikke unormale og degenererte forhold. Det er lurt for arrangøren å ha et system med ulike målepunkt for å klassifisere de ulike situasjonene. Dette kan bli målt gjennom blant annet tetthet i folkemassen. Integreringsprosessen blir utført gjennom møter, presentasjoner og workshoper med potensielle arrangører og deltakere fra alle organisasjonsnivå fra forskjellige arrangører under ledelse av en integreringsgruppe. Modellering av publikum bør starte tidlig og utvikles og revurderes jevnlig i formgivingsprosessen ved å teste forskjellige scenarioer og forskjellige grader av nødssituasjoner. Observer områdene rundt arenaen slik at publikum har et sted å gå ved arrangementslutt og at det ikke oppstår stans ved punkter utenfor arenaen. Man bør forsikre seg om at alle deltakere ved arrangementet er med på integreringsprosessen. En lur måte å samle informasjon på er ved å besøke tilsvarende arrangement og se på hva som fungerer bra og hva som ikke fungerer fullt så bra. Til og med fastmonterte utemøbler og flyttbare objekter bør bli tatt med i vurdering av risiko. Det burde sjekkes at strukturer som tribuner tåler bevegelser som hopping og gyngende bevegelser. Utformingen burde utvikles med hensyn på funksjonshemmede, og for personer med begrenset bevegelighet ved å kontakte aktuelle organisasjoner for hjelp. Dette krever nøye undersøkelser av hva de trenger og hvordan man kan skaffe dette. Det er lett å lage forutsetninger, men disse kan være upraktiske og feilaktige. Omtrent 15% av befolkningen i Europa har en eller annen form for

funksjonshemming, og veldig få av disse bruker rullestol. Det må bestemmes maksimal kapasitet som fortsatt ivaretar sikkerheten, fungerende innganger og utganger og god sirkulasjon inne på området. Det skal legges til rette for kontroll over de besøkende og økningen på grunn av trend fra år til år. Deretter bør forslag til tiltak utvikles hvis ting ikke fungerer. For eksempel tiltak ved stopp i transportsystemet eller dersom en utgang ikke kan benyttes.

Sikkerhetsrisikoen ved store folkemengder skal tas på alvor selv ved små grupper med høy mennesketetthet. Ved utforming må man ta høyde for en beredskapsplan for slike situasjoner. Selv om ulykker er veldig sjelden så kan de være livsfarlige i alle områder hvor folkemengder samles. Eksempler på forskjellige arrangement hvor dødsfall og skader har oppstått er:

- Hillsborough (fotball) i 1989 med 96 dødsfall.
- Mekka (religiøs samling) i 1990 med 1426 dødsfall.
- Roskilde (musikkonsert) i 2000 med 9 dødsfall og 26 skadde.
- IKEA (handlesenter) i Saudi-Arabia i 2004 med 3 dødsfall.

Folkemassen sin oppførsel kan forverre andre hendelser som igjen leder til større tap, for eksempel ved evakuering under brann hvor mennesker blir trampet i hjel. Med utgangspunkt i slike ulykker må prosesser og utviklingen til designet fjerne mest mulig risiko. (Still, 2013)

Leder med øverste ansvar må vite hvor lang tid det vil ta for tilskuerne utenfor arenaen å komme inn med tanke på når man skal sette i gang underholdningen ved arrangementet. Hvis antallet i kø er større enn det man ønsker bør man benytte seg av flere ressurser om man har det tilgjengelig, slik at underholdningen kan starte til avtalt tid. Hvis det ikke er mulig å øke innslippet må man gjøre en vurdering om man skal forholde seg til det opprinnelige tidspunktet, eller utsette underholdningen til alle tilskuerne er på plass. Det andre er når publikum ikke har reserverte plasser. Då må ledelsen vite når publikumsområdet nærmer seg full kapasitet, slik at man får stengt inngangen til området i tide. Mingleområdene Kapellskogen og VM-Haugen bør derfor overvåkes nøye hvis man frigir flere billetter. Publikummere som da ankommer inngangen må få informasjon om at kapasiteten snart er full og instruksjoner på hvor de kan finne andre ledige publikumsområder. (DCMS, 2008)

Publikumshåndteringen i inngangsprosessen kan gå raskere med enkle grep på følgende områder: salg med kontanter, bruk av papirbillett eller elektroniske løsninger, reserverte plasser, salg av ureserverte plasser, ingen billettsalg på arrangementsdagen, billettdesign og

elektroniske løsninger ved inngangen. For å sikre god flyt inn til arenaen ved innganger som tar kontant betaling, bør billettprisen ligge på et rundt tall slik at selger og kunde slipper å bruke tid på telle og finne frem mynter. Ved bruk av billett eller elektroniske løsninger går flyten raskere enn ved kjøp med kontant, og familier med foreldre og barn kan gå inn samtidig. Hvis billetter selges på arrangementsdagen bør billettsalg separeres fra inngangene. Utsalgsboder skal være godt skiltet og ikke stå i veien for fokusruter. Fordelen med å selge billetter med reserverte plasser er at billettene blir solgt i blokker, slik at store grupper får sitte sammen. Dette hindrer ubenyttede seter på tribunen og man behøver ikke bruke like mye ressurser på å assistere og lede tilskuere som kommer i siste liten. Det blir også enklere å selge til maks kapasitet på forhånd. I motsetning er billetter uten reserverte plasser lettere å administrere. Tilskuerne har en tendens til å samle seg i tilfeldige mønstre og kan skape ledige plasser mellom hverandre på tribunen som er vanskelige å få fylt opp rett før arrangementstart. På grunn av dette må antallet billetter uten setereservasjon reduseres. Denne reduksjonen blir på omtrent 5-10% av den totale kapasiteten ved den tribunen. Hvis alle billetter er utsolgt kan man velge å ikke selge på arrangementsdagen, men dette må offentliggjøres i media og på arrangementets hjemmesider. (DCMS, 2008)

Mange misforstår hvorfor køer dannes. Det antas at det kommer på grunn av arbeid utover de ansattes kapasitet. Køer kan oppstå selv når det er nok ansatte til å utføre oppgavene. Dette gir oss utgangspunktet for de to grunnleggende reglene om køer. Den første regelen sier at køer kan dannes når total arbeidsmengde er mindre enn total kapasitet. Den andre regelen sier at køer ikke er omvendt proporsjonal relatert til kapasitet. utfordringene til en kø kan ikke bare bli løst gjennom tallknusing. Venting involverer to hovedproblemer med kundene; hvor lenge kunder faktisk vil vente og hvor lenge de tror de kommer til å vente. Disse problemene kan løses med markedsføring og operasjonell styring av arrangement gjennom kvantitative metoder og psykologiske problemstillinger ved venting. Det er hensiktsmessig å forstå kundenes forventning og respondere til kunden for å forsikre at man oppfyller disse forventningene. Dette kan være like effektivt som å investere mye ressurser i ekstra kapasitet. (Dickson, 2005)

Ved de olympiske leker i London ble det estimert omtrent 300 000 besøkende til olympiaparken hver dag, og opptil 200 000 på en og samme tid. Dette tilsvarer at halve Oslos befolkning skulle gjennom dette området i løpet av en dag. Utformingen til olympiaparken måtte derfor fokusere på menneskeflyt og sikkerhet. London-OL 2012 ble styrt av to

forskjellige organisasjoner; Olympic Delivery Authority (ODA) som har ansvar for arenaer, infrastruktur og transport, og London Organising Committee (LOCOG) som har ansvaret for planlegging og gjennomføring av arrangementet. Forberedelsene til utviklingen av arenaer, infrastruktur og transport startet mange år før lekene og før LOCOG hadde utarbeidet konkrete planer i detalj. ODA lagde en styringsgruppe for trafikk og menneskeflyt som skulle utvikle løsninger og forslag til en operativ plan for hvordan lekene burde gjennomføres.

Målet var å lage en infrastruktur som passet formålet. Medlemmer i denne gruppa var representanter fra ODA, LOCOG, formgivere og konsulenter med ekspertise på dette området. Gruppen utviklet prognoser for antall besøkende i olympiaparken og deres bevegelsesmønster i løpet av lekene. Det var viktig at tidspunktet for når prognosene ble utarbeidet ble notert siden lenger tidshorisont ga mer usikkerhet. Selv ved Beijing-OL i 2008 var veldig mange aspekter ved London-OL ikke ferdig. Uansett hvilket arrangement så utgjør været et usikkerhetsmoment, og det gjelder spesielt i England hvor været varierer voldsomt fra dag til dag. Konsekvensene av slike usikkerheter påvirket prediksjoner og formgivning, hvilket igjen påvirket sikkerheten og publikumsopplevelsen. Derfor ble det grundig testet ved sensitivitetsanalyser av ulike scenarier. Styringsgruppen utviklet standarder for menneskeflyt slik at sikkerhet og god publikumsopplevelse ble ivaretatt. Disse standardene ble diskutert og godkjent av organisasjonsdeltakere, lokale myndigheter og organisasjoner for funksjonshemmede.

Styringsgruppen brukte matematisk modellering og datasimulering for å teste og tolke størrelse og form på utformingen for flyt og sirkulasjon ved gangbroer og hovedveier i olympiaparken. Modeller ble utviklet for ulike perioder med stor pågang for både morgen, dag og kveld. Disse testene påviste at påtenkt bredde på broene i olympiaparken kunne reduseres og fortsatt oppnå målene for sikkerhet ved folkemasser, noe som sparte arrangøren 100 millioner euro. Modelleringen blir kontinuerlig endret ettersom arenaene, styringsplaner og beredskapsplaner utvikles. Modellen har gitt trygghet for at gjennomføringen proaktivt reduserer risiko, og gi de besøkende en god opplevelse for minimale kostnader. (Rowe&Ancliffe, 2008)

2.3.1 RAMP ANALYSE

Denne analysen kan bli brukt som en arrangementsplan for å hjelpe arrangøren med å skape oversikt over mulige situasjoner som kan oppstå. RAMP står for routes, areas, movement og profile. Routes eller ruter er de veiene folkemassen går for å komme seg til arrangementet, bevegelse inne på arrangementsområdet og bevegelse fra området både for normale situasjoner og nødssituasjoner. Disse plottes inn på et kart og hjelper arrangøren å visualisere folkemassens bevegelser. Arenaen eller området skal vise tettheten i folkemassen, og rangeres på en skala fra lav til høy. I tillegg viser kartet scenarioer som kan oppstå på områder med høy risiko. Kategorien område skal gi oversikt over kapasiteten for antall tilskuere for hver del av arrangementsområdet. Disse områdene trenger tallverdier på kvadratmeter og antall publikummere det faktisk er plass til. Movement eller bevegelse utreder om antallet besøkende som beveger seg gjennom bestemte deler av arrangementet på ulike tidspunkt. Et eksempel som kan være lur å måle er ved billettområdet, eller ved sikkerhetssjekken. Bevegelsesverdiene blir satt i et linjediagram og får en tallverdi. Vanligvis beregner man bevegelse etter forventet ankomst til forskjellige tidspunkt. Det blir utarbeidet en ankomstprofil som kan variere fra forskjellige arrangementer. Profilen på arrangementets publikum redegjør for forventet oppførsel, alder, kjønn, demografi og andre faktorer som kan være relevante. (Still, 2013)

2.3.2 DIM-ICE

DIM-ICE modellen er et verktøy utviklet av Still, som ser på de forskjellige fasene til et arrangement om når det er risiko for fare i folkemassen. Modellen er universal og kan anvendes til alle typer arrangementer i hele verden. Med stor fleksibilitet i modellen kan den virke for enkel til å være til nytte, men den er god til å samle informasjon og spre den på en slik måte at avgjørende områder blir belyst og får den nødvendige oppfølgingen. Modellen ble utformet mens man prøvde å lage et design som kunne samle informasjon for et arrangement i Saudi-Arabia hvor språk- og kulturforskjeller var store og en forenkling var nødvendig. Ved å strukturere arrangementet i forskjellige tidsfaser og legge ut om årsaker til problemer som kan oppstå basert på tidligere erfaringer ble en mal laget. Denne malen ble brukt som et planleggingsverktøy og som en sjekklister for sikkerhetsinspektører. Den gir brukeren muligheten til å sammenligne forskjellige opptredener på samme arena, eller samme opptredener på forskjellige arenaer. Den gir struktur og en konsistent tilnærming til risikoer ved folkemassene som man kan følge opp til neste arrangement. Rammeverket til modellen og hvordan man evaluerer oppførselen til folkemassen er basert på arrangementets forskjellige faser, og påvirkeligheten til omgivelsene rundt arrangementet. DIM-ICE-malen er en matrise

som er blank med kategoriene design, information og management nedover i venstre kolonne og ingress (inngang), circulation og egress (utgang) horisontalt på øverste rad. Brukeren må fylle ut de tomme feltene med arrangementets årsaker til problemer og tiltak. For eksempel, hvordan skal utformingen av inngangsfasen være, har systemet barrierer, køordnere og tilstrekkelig personell? Matrisen burde fylles med korte forklaringer og informasjon om nøkkeltall. Boksene skal etter at de har blitt fylt ut bli farget rød, oransje eller grønn for å indikere risikoen for at det aktuelle problemet oppstår. Dette oppsettet gjør det enklere for brukeren å systematisk gå gjennom risikofaktorene etter grad av sannsynlighet og alvorligheten ved de aktuelle utfallene. Fra tidligere arrangementer og hendelser kan vi se at hovedutfordringer ved utforming kan være kapasitet, området, bygninger og barrierer. Problemer med informasjon kan være situasjoner med medier, intern kommunikasjon og informasjon til publikum. Dette fokuset er viktig siden slike faktorer har vist seg å være fjerne, men avgjørende årsaker til ulykker eller uønskede hendelser med store folkemasser. (Still, 2013)

Tabell 1. DIM-ICE

	Inngang (Ingress)	Sirkulasjon (Circulation)	Utgang (Egress)
Design			
Informasjon			
Management			

DIM-ICE-modellen hjelper brukeren med å være proaktiv til å respondere taktisk og strategisk. Informasjonen som anses som viktigst blir brukt i modellen som har 3x3 ruter. Verdier som kostnader, menneskelige ressurser, risiko og flytrate må plasseres i sine respektive ruter og gir en god oversikt over hvordan arrangøren best kan fordele sine ressurser. Modellen fokuserer på hovedelementene med tidsrelaterede situasjoner og hva de fleste folkemasseplaner unnlater å ta stilling til, nemlig hendelser som kan skje ved inngang, under arrangement og ved utgang. En arrangementsplan fokuserer generelt bare på nødsituasjoner under arrangementet. Selv om det historisk sett viser seg at majoriteten av folkemasseulykker skjer ved inngang eller utgang til/fra arrangementet. Slike arrangementsplaner er hverken kompliserte eller tar hensyn til de forskjellige tidsfasene. Over flere år med erfaring viser det seg at ordtaket «keep it simple» ikke bare er en god pekepinn for en arrangementsplan, men en nødvendighet. (Still, 2013)

Et annet viktig konsept ved arrangementsmodellering er folkemassens retning og mulige ruter den kan ta. Dette har blitt testet gjennom datasimuleringer og gitt forutsetningen at folkemassen vil bruke minste motstands vei. Denne ruten blir definert som den veien som enkeltindivider velger når de beveger seg gjennom landskapet. Det er da to hovedregler de følger. Det første er at individer vil velge den korteste tilgjengelige ruta fra sitt utgangspunkt til målet deres, hvor «kortest» er definert som kortest tid og ikke nødvendigvis korteste distanse. Et individ kan velge å gå rundt en folkemasse med høy tetthet for å nå sitt mål framfor å gå gjennom den. Det andre er at enkeltindivider prøver å komme seg fremover i sin normale hastighet, men må redusere hastigheten sin hvis forholdene forandrer seg, for eksempel til en bakke, ujevnt terreng eller underlag, trapper, stans i menneskeflyten eller store objekter i traseen. (Still, 2013)

I motsetning til simulering av folkemasser er ikke DIM-ICE lagd for å predikere hvordan en folkemasse beveger seg til og under et arrangement. Denne modellen har som mål å utføre risikoanalyser. For å få til dette tester modellen nøkkelelementer ved arrangementet slik at arrangøren kan lage en strategi som passer det spesifikke arrangementet, lokasjonen og folkemassen. DIM-ICE er i utgangspunktet en blank matrise, det er informasjonen som legges inn i matrisen som definerer arrangementet. Modellen har spesielt fokus på operasjonell, taktisk og strategisk utvikling av arrangementsplanen, med spesielt fokus på planlegging av hvordan arrangementet skal styres. Den har et stort mangfold av anvendeligheter, fordi den er nyttig og kan forstås av både ledelse og funksjonærer. I tillegg kan utenforstående aktører bruke den for å få oversikt. Noen eksempler på slike aktører er innleide vektere, politiet og eksterne kontrollører av arrangementet. Ved riktig bruk av modellen kan arrangøren samle inn kunnskap og informasjon som hjelper med å forberede tiltak for nødtilfeller ved de ulike tidsfasene. For eksempel kan en nødssituasjon ved inngangsfasen utspille seg annerledes enn en nødssituasjon ved utgangsfasen. Ved mange arrangementsplaner har ikke disse to scenarioene blitt vurdert. Et eksempel på dette var ved Love-Parade i Duisburg i Tyskland i 2010, da 21 personer mistet livet og over 541 ble skadet. Ved dette arrangementet oppstod det en nødssituasjon ved inngangen, og arrangøren hadde ikke tatt hensyn til en slik situasjon. Det eksisterte ingen beredskapsplan for dette scenarioet eller plan for evakuering ved inngangsfasen. Dersom arrangøren hadde benyttet seg av DIM-ICE kunne denne situasjonen blitt bedre tatt hånd om. Fenomenet som oppstod kalles på engelsk front to back communication failure, og det foregår slik: Folkemengden stoppet på grunn av kraftig innsnevring og personene bakerst så ikke hva som skjedde foran og fortsatte å gå. De tror

folkemengden beveger seg i normalt tempo, men foran blir mennesker presset hardere og hardere sammen. Hvis dette fortsetter blir presset så stort at situasjonen blir farlig og personer blir kvalt stående fordi presset på brystet er så stort at de ikke klarer å trekke pusten. Det var ikke utført noen risikoanalyse på bevegelsen eller tettheten til folkemassen ved de kritiske inngangspartiene. Denne ulykken kunne vært unngått hvis arrangøren hadde brukt litt tid på å utbedre arrangørmodellen. (Still, 2013)

2.4 SIKKERHET

Departement for culture, media and sport i Storbritannia har publisert *guide to safety at sports grounds*. I denne guiden står det at alle besøkende ved en sportsarena skal bli telt når de ankommer, inkludert VIPer. Dette burde gjøres selv om arrangementet krever vanlig billett, slik at man har kontroll på antall oppmøtte og sikrer seg at farlige situasjoner med folkemasser ikke oppstår. Hvis utførelsen av tellingen er unøyaktig eller at inngangsprosedyrene fører til stans, forsinkelser og skaper fare for sikkerheten burde dette slå ut på sikkerhetsfaktoren ved arrangementet. For hvert publikumsområde bør det være utplassert et taksameter eller andre rutiner for telling slik at man vet hvor mange som er inne på hvert enkelt område. For arenaer med rotasjonsporter kan tilskueroversikt samles inn relativt kjapt og rapporteres fortløpende til øverste leder ved arrangementet. På denne måten kan man få tall på hvor langt unna arenaen er fra å fylle kapasiteten. Inngangskapasiteten er derfor en parameter som burde bli fulgt nøye. (DCMS, 2008)

Inngangskapasiteten er antallet mennesker som kan komme seg gjennom inngangsprosessen til et publikumsområde i løpet av en time. Dette tallet varierer veldig fra sted til sted. Ved arenaer med mange arrangement burde inngangskapasiteten måles helst en gang i året. Dette er utfordrende for Skiskytter-VM fordi det ikke arrangeres identiske arrangement årlig. Inngangsfaktorene blir påvirket av:

- Antall sluser og innganger.
- Tilrettelegging av retningsinformasjon og kommunikasjon med publikum.
- Hvilken type inngangsbevis en må ha, for eksempel billett, e-billett, kuponger eller betaling ved inngang.
- Hva slags publikum som kommer, for eksempel grupper, enkeltpersoner og personer med fortrinnsrett.
- Utformingen av inngangspartiet.
- Effektiviteten til systemet og den besøkendes evne til å forstå.

- Sikkerhetssjekk ved spesielle situasjoner med høy sikkerhetsberedskap. Metalldetektorer, sjekk av veske eller sekk og kroppsvisitering vil redusere flyten betydelig.

Det har blitt utarbeidet et tall for maksimal inngangskapasitet, hvilket er 660 tilskuere per sluse i timen. Når et arrangement har mindre inngangskapasitet enn 660 skal dette tallet brukes som maksimal inngangskapasitet. Ved arrangement med en inngangskapasitet på mer enn 660 skal man sikte seg inn slik at 660 fortsatt er inngangskapasiteten. Ved større inngangskapasitet rekker ikke publikum å få spredd seg rundt på arenaen. Dette målet gjelder for som stadioner som har ofte titalls mindre inngangssluser. Dette kapasitetsmålet vil ikke være reelt for Homenkollen arena som vil ha få, og godt bemannede inngangspartier. (DCMS, 2008)

Fruin forklarer at ved begrenset tilgang på plass hvor besøkende må vente, kan problemer oppstå i form av midlertidig ubehag, fall og andre farer. Køer oppstår ved heiser, rulletrapper, dører, billettmaskiner, minibanker og andre steder hvor mennesker blir forsinket. Køer kan klassifiseres i to hovedtyper: lineært eller organisert kø, hvor individer stiller seg i en rekke etter den som ankom først, og udisiplinert eller bulk kø, hvor det er en mindre kontrollert folkemasse. Mellomrommene hos personene i linjær kø er uniforme og konsistente på grunn av preferanser om personlig plass. Mellomrommene er på omtrent 50 cm, og køen har kun én fil. Mellomrommene til personene i udisiplinert kø er naturlig nok mer variable enn linjær kø, og derfor vurderes graden av mobilitet etter folkemassens tetthet. På togstasjoner er det nødvendig å ha nok kapasitet og plass til å ha en stor kø. Det skal fortsatt være mulig for personer som ikke står i køen å bevege seg forbi køen, og til andre plattformer. Slik vil ikke køen skape forsinkelser for personer som ikke står i køen. Dette er en utfordring som kan oppstå ved billettutsalget i Holmenkollen. Hvis folkemassen foran billettutsalget blir for stor vil det hindre andre tilskuere å komme frem til sitt publikumsområde. Tettheten i en kø kan rangeres mellom seks stadier, hvor det stadiet med best plass har mellomrom på 1,2 meter eller mer og sirkulasjonen i køen går fint uten at man forstyrrer andre i eller utenfor køen. Stadiet med minst plass har mellomrom på 0,3 meter eller mindre slik at personene står tett, ukomfortabelt og psykisk ubehagelig. I dette stadiet ligger det et potensial for sjokkbølger i folkemassen, fall og andre farer. Ved ankomststoppen må ankomstområdet ha fasiliteter slik at besøkende kan bevege seg raskt gjennom området. Under ankomststoppen vil ankomstområdet fungere som et lager for besøkende som venter på mer plass å bevege seg på. (FRUIN)

3 METODE

To analyseverktøy som kan benyttes er matematiske analyser, som bruker formler og prosesser for å produsere en eksakt verdi av modellens output-parameter. Det andre er simulator, som gir en mengde observasjoner som kan brukes til å lage et konfidensintervall og estimerer verdien av prestasjonene. En simulator kan ikke konstruere en nøyaktig verdi fra prestasjonsmålene. (Seila et al., 2003)

3.1 MATEMATISKE MODELLER

Management science brukes til å forklare fagområdet rundt ledelsesbeslutninger med en vitenskapelig innfallsvinkel på problemer med kvantitative faktorer. Kvantitative faktorer kan være inntekter, kostnader og bruk av tilgjengelige ressurser. Disse kan implementeres i matematiske modeller for å analysere beslutningsproblemer. Selv om matematiske modeller som kan ta hensyn og anvendes på kvalitativ data er den mest effektive på kvantitativ data. Den vanligste bruken av matematiske modeller er nettverko optimalisering. (Hillier and Hillier, 2011)

3.1.1 NETTVERKOPTIMALISERING

Nettverko optimalisering brukes ved mange forskjellige scenarioer, blant annet ved transport, elektrisitet og kommunikasjon. Det er viktig i mange av et selskaps dagligdagse gjøremål, fra produksjon, distribusjon, prosjektplanlegging og ressursstyring. Vi deler nettverko optimalisering inn i to kategorier: minimum-cost flow-problem og maximum flow-problem. Minimum-cost flow-problem fokuserer på å minimere kostnadene ved transport av enheter gjennom nettverket, for eksempel varetransport. Maximum flow-problem ser på muligheten til å ha best flyt gjennom nettverket fra start til slutt (Hillier and Hillier, 2011). Matematiske analyser bruker formler og prosesser for å produsere en eksakt verdi av modellens output-parameter. En simulator gir en mengde observasjoner som kan brukes til å lage et konfidensintervall og estimerer verdien av prestasjonene. En simulator kan ikke konstruere en nøyaktig verdi fra prestasjonsmålene. Ved Skiskytter-VM 2016 er det flyten av besøkende jeg ønsker å undersøke. Publikum er en stor gruppe med enkeltindivider og skal vurderes som kvalitativ data. Derfor vil jeg ikke benytte meg av matematiske modeller og vil heller ikke utrede mer dem.

3.2 DATASIMULERING

Datasimulering er en teknikk som brukes for å imitere hele prosessen til et køsystem. Det er et fleksibelt og intuitivt redskap. Datasimuleringer brukes blant annet til å utføre risikoanalyser på finansielle prosesser ved å repetere prosessen og se utviklingen til en transaksjon. Dette

skaper et bilde av mulige utfall som kan oppstå. Simuleringen kan bruke mye mindre tid enn den tiden prosessen ville tatt i virkeligheten. Den kan gjøre operasjoner som i virkeligheten tar år, på få sekunder. Det er vanlig å utføre en analyse i forkant, for deretter å teste analysen gjennom simuleringen. (Hillier and Hillier, 2011)

En modellering av folkemassen er en prosess hvor spesifikke punkter på området hvor folkemassen beveger seg kan bli definert og brukt til å informere, teste, utforme og planlegge hvordan dette området skal gjennomføres. Eksempler på slike punkter kan være fokusruter, trapper, heiser, nødutganger eller innganger. En slik modell kan gjerne inneholde forskjellige faktorer, men modellen har ingen faste begrensninger. Prediksjoner på etterspørsel til arrangementet og profilene til ankomstene og avreise sammen med layouten til publikumsflyten er lurt å få med. Rutene de besøkende bruker, tetthet, krav til bredde på punktet og flyhastigheten kan være nyttige å informere om. Modellen kan inneholde hvor rask servicetiden er ved inngangen, krav til hvor lang tid en evakuering skal ta og kryssflyt med funksjonshemmede. Det er lurt å teste den foreslåtte utformingen og hvordan arrangementet gjennomføres ved bruk av excel-regneark. Alternativt kan en datasimulator benyttes for å teste hvordan individuelle personer beveger seg gjennom et virtuelt landskap som viser hvordan området er brukt og hvordan ulike elementer påvirker dette området. Datasimuleringer er kraftige verktøy som tester og visualiserer de forutsetningene og ytelsene ved den påtenkte utformingen og gir lett tolkbar informasjon til arrangørene. Uansett hvor spennende excel-regneark og datasimuleringer er så kan de ikke reflektere slik det faktiske utfallet kommer til å bli.

En tommelfingerregel ved modellering sier at kvalitetene på outputdata kun blir så gode som kvaliteten på inputdata. Det kan eksistere mange standarder ved en software. For eksempel kan flyhastigheten være fast, hvilket skaper ukorrekte bilder av scenarioet. Mennesker oppfører seg ikke alltid som forventet, og folkemasser oppfører seg ikke som ved prediksjoner. Det kan være mange eller få publikummere som møter opp, publikummere som ankommer tidlig eller publikummere som bruker lenger tid på arrangementet enn forventet. Derfor må sikkerhetstiltakene være forberedt på at det faktiske utfallet blir annerledes enn prediksjonene. Sensitivitetsanalyser brukes til å teste at inputdataene til modellen påvirker outputdataene. Det anbefales å bruke operasjonelle scenarioer for å teste ytelsen til utformingen og for å informere om hvilke ressurser og fasiliteter som kreves ved de ulike scenarioene. En rekke med sensitivitetsanalyser og scenarioer burde utvikles som en del av arrangementsplanen. (Rowe&Ancliffe, 2008)

Der ikke alltid like godt å vite, når datasimulering er riktig verktøy men ved følgende situasjoner er det naturlig å benytte seg av det:

1. Simuleringer gir mulighet til å forske og eksperimentere med enkle sammenhenger i et komplekst system.
2. Informatoriske, organisatoriske og miljømessige forandringer kan bli simulert, og effekten av disse utfallene kan bli observert.
3. Kunnskapen man får ved å lage simuleringsmodellen kan være nyttig for å forbedre systemet når det skal revurderes.
4. Ved å forandre inputdata til simulatoren og observere outputdata, kan man finne verdifull informasjon om hvilke variabler som er viktigst og hvordan ulike komponenter samhandler.
5. Simulatorer kan brukes til å eksperimentere med nye design før de implementeres.
6. Simulatorer kan brukes for å validere en ferdig utarbeidet analytisk løsning.
7. Å lage animasjoner av systemet hjelper brukeren å forstå og visualisere systemet.
8. Moderne systemer som organisasjoner med servicetilbud er ofte så komplekse at det kun er mulig å gjøre inngrep med simulatorverktøy. (Banks, 2001)

Simulatorer er nyttige i mange situasjoner, men det er allikevel enkelte steder hvor en simulator ikke er løsningen. I Gibson og Banks sin artikkel «*10 Rules for Determining when Simulation is Not Appropriate*» blir det presentert ti situasjoner hvor bruk av simulator er galt.

1. En simulator trenger ikke benyttes når problemet er så enkelt at det kan løses med en enkel utregning. En simulator kan løse dette problemet, men det er unødvendig siden det vil ta lenger tid å programmere og kjøre simuleringen.
2. Simulatorer behøver ikke å benyttes hvis problemet kan løses analytisk med en matematisk modell. Et eksempel på en slik modell er en M/M/C modell hvor M-ene står for Markoviansk ankomst og servere og C-en står for antall servere som står parallelt. Markoviansk ankomst betyr at ankomstene er eksponentielt fordelt.
3. Simulatorer er ofte kostbare. Hvis direkte eksperimenter er billigere, krever mindre tid og ressurser kan det være en god løsning.
4. Hvis prosjektet har et budsjett kan ikke simulatorer som koster mer enn dette budsjettet brukes.
5. Mennesker som er utrente i sine oppgaver burde det ikke benyttes i en simulator fordi større kostnader kan oppstå og vil føre til store forandringer og justeringer i modellen.

6. Hvis det er mangel på tid fordi prosjektplanen ikke gir rom til tidkrevende utvikling og testing.
7. Når det er mangel på nødvendig data til simulatoren, er det ikke nødvendig å bruke tid på den.
8. Hvis modellen ikke kan valideres burde den heller ikke benyttes.
9. Forventingene til resultatene simulatoren frembringer ikke tilsvarer de forventingene brukeren har.
10. En simulator burde ikke brukes når systemet er for komplekst For eksempel er menneskelig oppførsel veldig vanskelig å estimere og modellere.

Flere av disse punktene kan være gjeldene for Skiskytter-VM. Punkt 5,7,8 og 10 kan være utfordringer som forutsetningene kan minimere. De svekker resultatet til simulatoren, men å få et resultat med enkelte forutsetninger kan være bedre enn å ikke få et resultat i det hele tatt. (Gibson, 1997)

I følge G. Keith Still har datasimuleringer blitt et meget nyttig verktøy for å utføre risikoanalyser av store folkemengder med tanke på sikkerhet. Simuleringer har gjort det mulig å eksperimentere i store genererte omgivelser som ikke ville vært mulig i virkeligheten. Dette har økt forståelsen av folkemengder og deres omgivelser. Matematiske modeller gir oss en mulighet til å regne oss frem til hvordan scenarioene vil utspille seg. Simuleringen blir begrenset av forutsetninger som er bygd inn i modellen. Simuleringsprosessen blir ikke forbedret med en rekke forutsetninger som lager forstyrrelser i omgivelsene i modellen. Putter vi feilaktig informasjon inn vil vi med sikkerhet få feil informasjon ut. Still presiserer at det er tre hovedmålsettinger for forskning på folkemasser. Det første er å forstå den aktuelle folkemassen sin dynamikk. Det andre er å utvikle bedre og mer hensiktsmessig risikometodikk. Det tredje er å utvikle verktøy som hjelper andre å forstå karakteren til, problemer og nødvendige komponenter ved folkemasser. (Still, 2013)

Takket være datasimuleringer er det mye vi vet som vi ikke visste for 25-30 år siden, men det er fortsatt masse vi ikke vet. Blant annet vet vi ikke hvordan mennesker reagerer under normale situasjoner og nødssituasjoner og hvorfor, og hvordan deres beslutninger tas som individ, gruppe, familie og så videre. Det er veldig mange elementer som vi ikke får målt, som blant annet følelser. Vi vet heller ikke dimensjonen til interne og eksterne faktorer som humør, vær, aggresjon fra andre og musikk påvirker folkemengder. Det er en veldig lang liste

med ukjente variabler som kan spille en rolle. Derfor må vi lage forutsetninger om menneskers oppførsel i matematiske modeller. (Still, 2013)

Det er mest fristende å starte med datasimuleringen når problemet er innviklet. Det finnes flere eksempler på simuleringer av folkemasser som har blitt brukt når problemene virket komplekse, men ble løst ved bruk av enkle metoder. Datasimulering er et verktøy, og det fungerer så godt som de underliggende forutsetningene er bygd på. Hvis forutsetningene er uklare så vil ikke simuleringen gjøre dem mindre uklare. Selv om resultatet ser godt ut, vil det være til lite nytte. Dette problemet oppstår vanligvis når det har blitt investert i et datasystem og investoren må rettferdiggjøre investeringen. Dette konseptet kalles «law of the instrument» og ble beskrevet av Maslow i 1966. Maslow sa : *“I suppose it is tempting, if the only tool you have is a hammer, to treat everything as if it were a nail.”* (Maslow, 1966)

Jalic, Groznik og Kovacic utførte en simulering for å effektivisere prosesser, den elektroniske forretningsstrategien og prosjekteringer for slovenske departementer. Der viste det seg at det tok gjennomsnittlig 49 dager å gjennomføre en saksbehandling, hvor det effektive arbeidet med en sak tok under en dag. Resten av prosessen ble brukt til å vente på signeringer, transport av dokumentasjon og ytterligere venting på at saken skulle bli fullført i et annet ledd. Majoriteten av utsettelsene var en direkte konsekvens av ufullstendig behandling av sakene. I modelleringsfasen oppstod det flere problemer blant annet med andre dominerende prosesser. Flere prosesser kjempet om tilgangen til en felles ressurs. Mange uante hendelser oppstod som for eksempel fravær hos ansatte. Det viste seg at menneskers oppførsel er meget vanskelig å predikere, for eksempel vil flere ansatte starte oppgavene så sent som mulig slik at de akkurat rekker tidsfristen. Dette kan være lurt å være klar over ved simuleringen av VM siden mange av parameterne er mennesker. Selv med disse menneskelige usikkerheter viste simuleringen flere svakheter med dagens løsning, hvor differansen mellom effektivt arbeid per sak og den gjennomsnittlige utførelsestiden. En av hovedflaskehalsene oppstod når man skulle få tak i ministerens signatur. Ministeren var ofte ute av kontoret, og det var derfor vanskelig å lage en fast prosess rundt dette. (Jaklič et al., 2003)

Formålet med simuleringer er å evaluere prosesser og enheter før de blir tatt i bruk i et system. Evalueringen bør ta utgangspunkt i behandlingstid og menneskers oppførsel. Når vi modellerer menneskelig oppførsel deler vi inn i fire ekstreme grupper som arbeidere kan kategoriseres til en viss grad. Den første er den lydige ansatte som gjør som han blir fortalt av sin overordnede. Den andre er den som haster med å bli ferdig med sine oppgaver. Denne

personen hviler ikke, men prøver å bli ferdig med sin oppgave så raskt som mulig. Den tredje er den late som starter på sine oppgaver så sent som mulig for å rekke fristen. Dette er typisk en student som ikke øver til en eksamen før den siste kvelden. Den fjerde er en ansatt som jobber med flere oppgaver samtidig. Simuleringer burde utarbeides fra data av hvordan mennesker oppfører seg historisk sett. Det viktigste med fremtidig arbeid er å teste simuleringer med forskjellige oppsett og finne en generell karakter for enhetene som testes. Videre bør det undersøkes på algoritmer for menneskers oppførselsmønster og jevnlig bruk og utforskning av egen modell. Prosessen med å utforme en modell av et ekte system, ved å gjennomføre eksperimenter med modellen er formålet med simuleringen. For å forstå virkemåten av systemet, eller for å vurdere ulike strategier for hvordan systemet fungerer er simulatoren et godt verktøy. (Tarumi et al., 1999) (Shannon, 1975)

Modeller som blir brukt i simuleringer er beslutningsmodeller fordi de gir informasjon om en beslutning brukeren må ta. Simulatoren er ikke en beslutningstaker, men den hjelper brukeren til å bli være i stand til å ta de rette avgjørelsene. Faktorer vi ikke får implementert i modellen må vurderes opp mot de resultatene modellen gir. Disse faktorene havner vanligvis under kategorien politiske problemstillinger. For å få gode svar fra en modell må vi ha gode parametere og fokusere på de faktorene vi kan måle. En parameter er definert som en numerisk beskrivelse av en modell eller et system. Med andre ord er parameteren et tall som beskriver noe av modellen. Vi kan dele parametere inn i to typer: input-parameter og output-parameter. En input-parameter er en parameter hvor verdien er nødvendig for at spesifikasjonene til modellen skal være på plass. I en kømodell kan det være tre parametere: antall ansatte som gir service til kundene, gjennomsnittet på tiden mellom hver ankomst og sannsynlig fordeling til behandlingstiden. Før en modell kan tas i bruk må alle input-parametere være på plass med en bestemt tallverdi. De kan enten være gitt eller estimert fra tidligere data. Når alle input-parametere er bestemt er modellen ferdig spesifisert og dens adferd er bestemt. Input-parametere kan være tilfeldige eller faste. En output-parameter er definert som en parameter hvor verdien er bestemt av systemet og systemets input-parametere. Nyttens og måleegenskapene til systemet bedømmes vanligvis utfra output-parametere. Vanlige output-parametere er for eksempel gjennomsnittlig antall kunder som venter i systemet, gjennomsnittstiden i køen og utnyttelsen av de ansatte. Disse gir oss forskjellige verdier på hvor godt systemet faktisk fungerer. I en kømodell er det ønskelig at gjennomsnittlig ventetid og antall kunder i systemet er lavest mulig, men vi ønsker at utnyttelsen av ansatte skal være stor. Output-parametere er på mange måter svaret vi ønsker

fra simuleringen som skal hjelpe oss med å ta en beslutning. Det er dermed vesentlig å forstå hvordan modellen relaterer til output- og inputdata. Dette kan utføres med to forskjellige måter: matematiske analyser og simuleringer. (Seila et al., 2003)

Et av simuleringssystemene vi har er dynamiske simuleringer. Disse simuleringene observerer hvordan et system oppfører seg over tid. Typiske eksempler på slike simuleringer er logistikkklager, køer, produksjon og transportsystemer. Videre kan vi dele dynamiske simuleringer inn i kontinuerlige og diskret simuleringer. Kontinuerlige simuleringer måler hele tiden verdien på et datasett som øker og minsker med tiden på grunn av tilfeldige forstyrrelser, men tilførselen av data stanser ikke. Simulatoren måler verdier kontinuerlig selv om det ikke er noen forandring i verdiene. Noen eksempler på kontinuerlige simuleringer er: mengden vann i en elv og pengeflyten i en finansinstitusjon. Diskrete simuleringer måler kun når mengden forandrer seg. Diskrete simuleringer representerer majoriteten av simuleringen som det har blitt forsket på. Dette kommer av at de er mer praktiske å undersøke siden en diskret simulering kan brukes for å gjøre en kontinuerlig simulering, men ikke motsatt. (Seila et al., 2003)

3.2.1 UTVIKLINGSPROSESSEN

Det første vi må gjøre når vi utvikler en modell er å bestemme hvilken beslutning som modellen skal løse. For å klare å få med alle som er involvert må denne beslutningen være omfattende og godt nok spesifisert. Noen ganger kan det tenkes å bruke en modell for å kartlegge flere beslutninger og problemstillinger angående samme system. For eksempel kan en modell for et produksjonssystem være med å bestemme hvordan utformingen av fabrikkgulvet, og størrelsen på bufferlaget skal være, og evaluering av produksjonsplanleggingen. Slike faktorer bør bli tatt med i vurderingen av designet til modellen slik at de blir tatt hensyn til. Dersom man finner ut i ettertid at disse ikke ble tatt hensyn til vil det koste ekstra tid, innsats og ressurser. På en annen side kan det oppstå mange tilleggskostnader om modellen blir for kompleks. Med økt kompleksitet vil kostnadene stige og påliteligheten til modellen vil svekkes. Derfor kan ekstra problemstillinger gi flere problemer enn det modellen klarer å løse. Det er derfor en balanse mellom hvor mye hensyn man skal ta og begrensninger i modellen. Neste skritt er å analysere systemet og bli sikker på hvordan systemet fungerer og styres. Det er lurt å få flere perspektiver på systemet fra forskjellige deltakere i systemet, og samle inn relevant informasjon. I dette stadiet kan det dukke opp flere problemer som avduker mangler i bestemmelsen over hva modellen skal løse. Hvis det er tilfellet må vi gå tilbake et skritt. Neste fase er å samle inn data på oppgavene som

utføres i modellen og analysere disse slik at de passer til parameterne. Deretter kan modellbyggingen starte, hvor hovedkomponentene og deres samspill i systemet blir trukket ut som vesentlige for hva modellen skal avgjøre. (Seila et al., 2003)

Selve modellbyggingen krever at brukeren er kreativ og kan finne gode løsninger. Modellen skal være enklest mulig samtidig som den skal være troverdig og realistisk overfor de målene som har blitt satt for den. En lur fremgangsmåte er å starte med en simplifisert modell og deretter legge til funksjoner i stedet for å ha et komplekst utgangspunkt som er vanskelig å justere. Det er ikke uvanlig at man mangler viktig informasjon i dette stadiet, da må man gå ett skritt tilbake i prosessen for å få disse manglene med. Modellbygging og datainnsamling utføres om hverandre slik at man forstår hvilke fordelinger og parametere som er nødvendige for å få kjørt simulatoren. Samtidig må man dokumentere modellen gjennom forutsetninger og forenklinger som har blitt lagd og forklart grundig. De fleste simuleringsprogrammer er avanserte og vanskelige å forstå. Simuleringsprogramer kan være komplekse og bestå av hundre- og tusenvis av linjer med koder på et eget simuleringsspråk. Programmeringsoppgaven blir som regel gitt til en programmeringsavdeling med en prosjektleder som leder denne prosessen. Prosjektlederen må planlegge godt og følge opp de ulike deltakerne på prosjektteamet slik at de får utviklet pålitelig programvare. Samtidig som programmeringen pågår må man forsikre seg om at modellen faktisk representerer det den var laget for å representere. Videre må programmererne rette opp i feil og mangler og rapportere utviklingen og hvordan styringen av programmet samsvarer med styringen av den virkelige begivenheten. Neste skritt er å analysere outputdata, dette blir som regel gjort samtidig som validiteten til modellen blir sjekket. Simuleringsprogrammer og spesielt diskret simuleringsprogrammer må bruke statistiske verktøy for å analysere outputdata. (Seila et al., 2003)

Valideringsprosessen bestemmer om modellen er representert godt nok i forhold til det virkelige scenarioet. Den beste måten å forsikre seg om at modellen er valid er å sammenligne data fra det ekte systemet med simuleringen. Hvis den ikke er valid må man gå tilbake til å analysere systemet eller modellutviklingen for å revurdere systemet og få validert modellen på nytt. Potensielle brukere av systemet må delta i valideringen for å sikre at modellen har proaktive egenskaper. Når modellen er validert kan den benyttes til å evaluere alternative beslutninger eller designet av systemet. Antallet alternative beslutninger ved simulatoren kan være mange slik at det ikke lar seg gjøre å utføre alle variantene. Derfor må noen beslutninger bli evaluert. Prosessen med hvilke beslutninger som skal bli evaluert kalles eksperimentell

design. Etablering av eksperimentell design er en viktig fase, men blir ofte glemt eller ikke satt av nok tid til. Etter eksperimentell design begynner simulatoren å kjøre flere simuleringer for å få akseptable og nøyaktige estimater for prestasjonene. Statistiske analyser av resultatene kan bli utført ved bruk av en rekke forskjellige analyseverktøy, eller så kan det bli gjort som en del av simulatorprogrammet. Siden simulatoren kun kan gi estimater og ikke nøyaktige verdier av prestasjonene må nøyaktigheten til simulatoren være presis. (Seila et al., 2003)

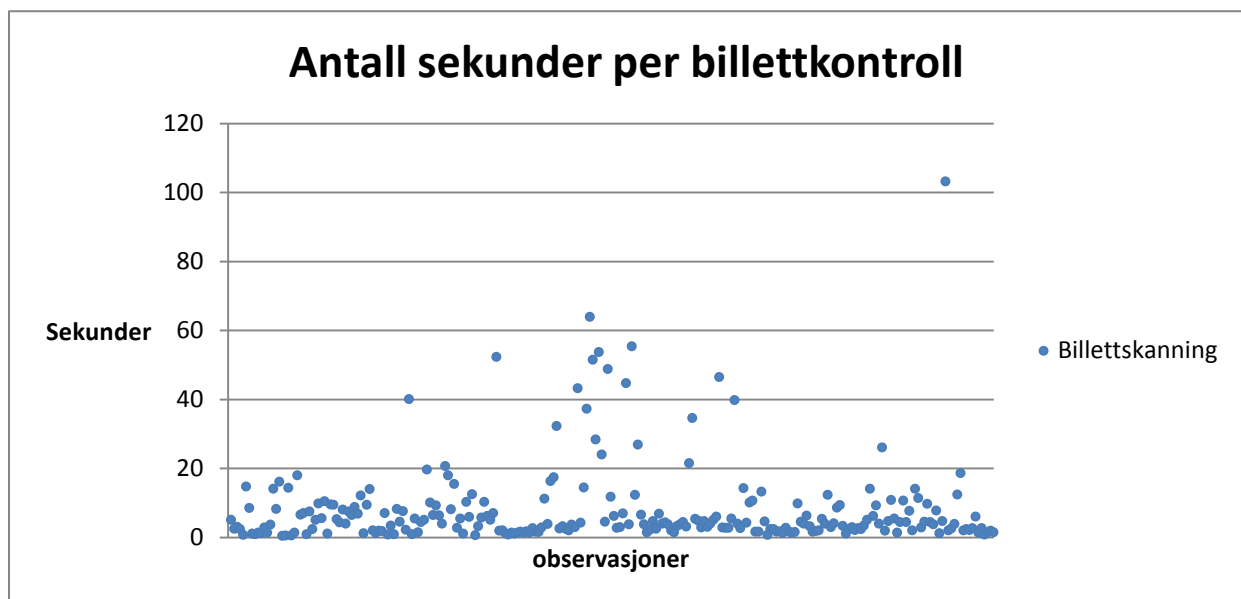
De statistiske analysene sin hovedoppgave er å gi nøyaktige målinger. Med nøyaktige estimater til systemprestasjonene på plass kan evaluering av alternative beslutninger vurderes. Dette kan resultere i å velge andre beslutninger som ikke ble inkludert ved den eksperimentelle designfasen. Deretter må modellen modifiseres til å passe de nye beslutningene. Det er ikke uvanlig at modellen utvikles til å brukes under vanlige og uvanlige forhold. Tiltak og manualer utarbeides og brukere må bli kjent med modellen. Denne fasen kaller vi for implementering. Til slutt når modellen har blitt implementert er det viktig å dokumentere at prestasjonene til modellen og simuleringen fungerer. Det påpekes at dokumentering av hvert skritt av utviklingen er nødvendig. Hvis dokumentering kun skjer på slutten av prosessen kan nyttig kunnskap gå tapt, men det er sluttproduktet som skal være avgjørende. (Seila et al., 2003)

4 DATAINNSAMLING

For å finne data om farten til kundene gjennom billettkontroll og billettsalg hadde det optimale vært å måle et tilsvarende arrangement i Holmenkollen. Prøve-VM 2015 hadde liten pågang og kan derfor ikke sammenlignes, fordi det er et helt annet arrangement enn hva Skiskytter-VM 2016 kommer til å være. Siden VM er en engangshendelse er datainnsamling her spesielt krevende. Jeg oppsøkte derfor et arrangement som har stor publikumspågang, for å samle inn data der. Jeg valgte å dra til Tusenfryd. Billettkontrollen ved Tusenfryd er lik Skiskytter-VM fordi skanning av billetter blir gjort med en strekkode som publikum har med på mobil eller papir. Billettsalget ved begge arrangementene har mange likheter, blant annet selger begge arrangementene flere typer billetter. Skiskytter-VM 2016 selger forskjellige billetter til de forskjellige publikumsområdene til forskjellige dager, og skiller mellom barn og voksne. Tusenfryd selger forskjellige billetter til ulike aldersgrupper, personer med firmaavtaler, i tillegg til sesongkort.

4.1 BILLETTKONTROLL

Billettkontrollen ved Tusenfryd består av at kunden kommer frem til kontrolløren og fremviser sin billett elektronisk eller på papir. Kontrolløren skanner QR-koden med et skanneapparat som lager en pipelyd. Hvis billetten er godkjent vises dette på en skjerm ved siden av kontrolløren. Hvis billetten ikke lar seg lese av skanneapparatet må kontrolløren taste inn en tallkode som står skrevet på billetten. Kundene som kommer kan ha en billett hver som er typisk for en vennegjeng, eller så kan en familie ha alle billettene samlet på en mobil eller samlede ark. Det kan derfor variere hvor mange kunder billettkontrolløren må forholde seg til om gangen. Det er ikke nødvendig med muntlig kommunikasjon mellom kontrolløren og kunden fordi mange av kundene holder QR-koden klar. Da er det kun nødvendig for kontrolløren å skanne før han kan vinke eller nikke kunden inn, og rette sin oppmerksomhet mot neste kunde. Tusenfryd benyttet fire inngangspunkter hvor publikum kan komme inn, og det er utplassert en kontrollør ved hver inngang. Ved datainnsamlingen var det utfordrende å holde tellingen på antall besøkende og antall billettkontroller samtidig. Det ble derfor bestemt å observere billettkontrollen framfor antall besøkende som gikk inn i parken. Målingene viser derfor ikke hvor lang tid billettkontrollen brukte per person, men tiden per billett. En billettkontroll varierte derfor i antall mennesker, men jeg opplevde at tiden på målingene ikke varierte på grunn av en stor gruppe, men fordi personen med billett ikke var klar med billetten når han/hun kom frem eller fordi kunden hadde spørsmål til kontrolløren. Grupper brukte naturligvis lenger tid enn enkeltpersoner, men det opplevdes ikke at dette var hovedgrunnen til utslagene i datasettet.



Figur 6. Datainnsamling av billettkontrollen på Tusenfryd.

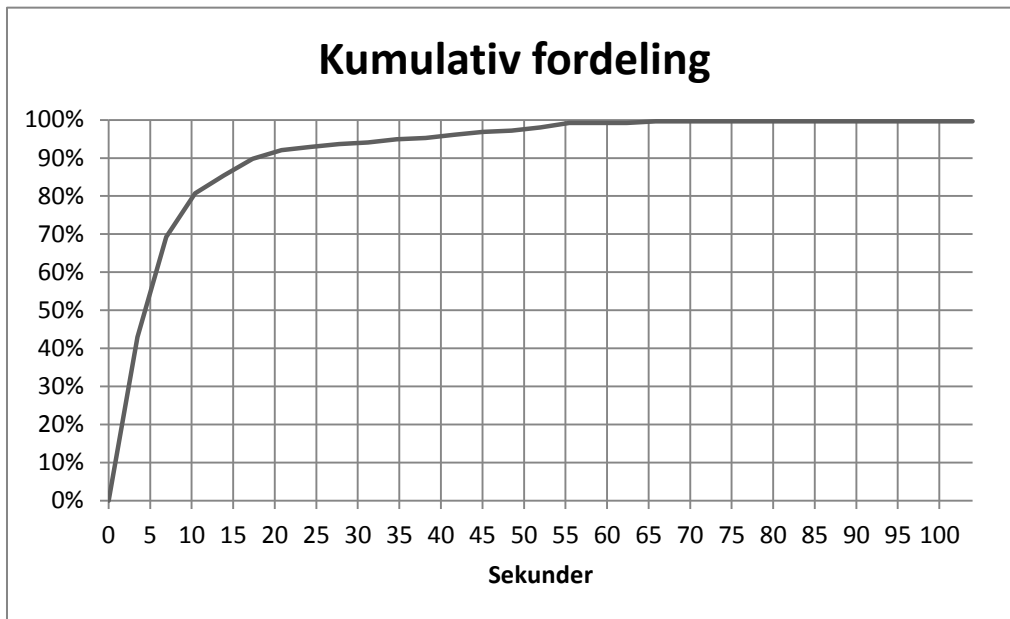
Det er 254 observasjoner med verdi en fra 0,4 til 103,1 sekunder. Gjennomsnittet er på 8,17 sekunder og standardavviket er 12,3 sekunder. Gjennom Arena Input Analyser testes det ut hvilken type fordeling som representerer observasjonene best.

Tabell 2. Kvadratfeil, p-verdier ved chi kvadrattest og Kolmogorov- Smirnovtest av observasjoner ved billettkontrollen på Tusenfryd.

Fordeling	Square error	P-verdi ved Chi square test	P-verdi ved Kolmogorov-Smirnov test
Beta	0,18404	0,005	0,01
Erlang	0,013448	0,005	0,01
Eksponentiell	0,013448	0,005	0,01
Gamma	0,012382	0,005	0,01
Lognormal	0,001473	0,251	0,15
Normal	0,146340	0,005	0,01
Triangular	0,205688	0,005	0,01
Uniform	0,238692	0,005	0,01
Weibull	0,007207	0,005	0,01

Tabellen over viser kvadratfeilen og p-verdiene til Chi square test og Kolmogorov-Smirnov test. Av de fordelingene ser Lognormal ut til å representere observasjonene best med lavest kvadratfeil og høyeste p-verdi i begge testene. Lognormalfordelingen passer godt ved observasjoner med stor kvantitet hvor formen av fordelingen har en karakteristisk topp rett etter 0 på x-aksen for deretter å synke jo lenger ut på x-aksen man kommer.

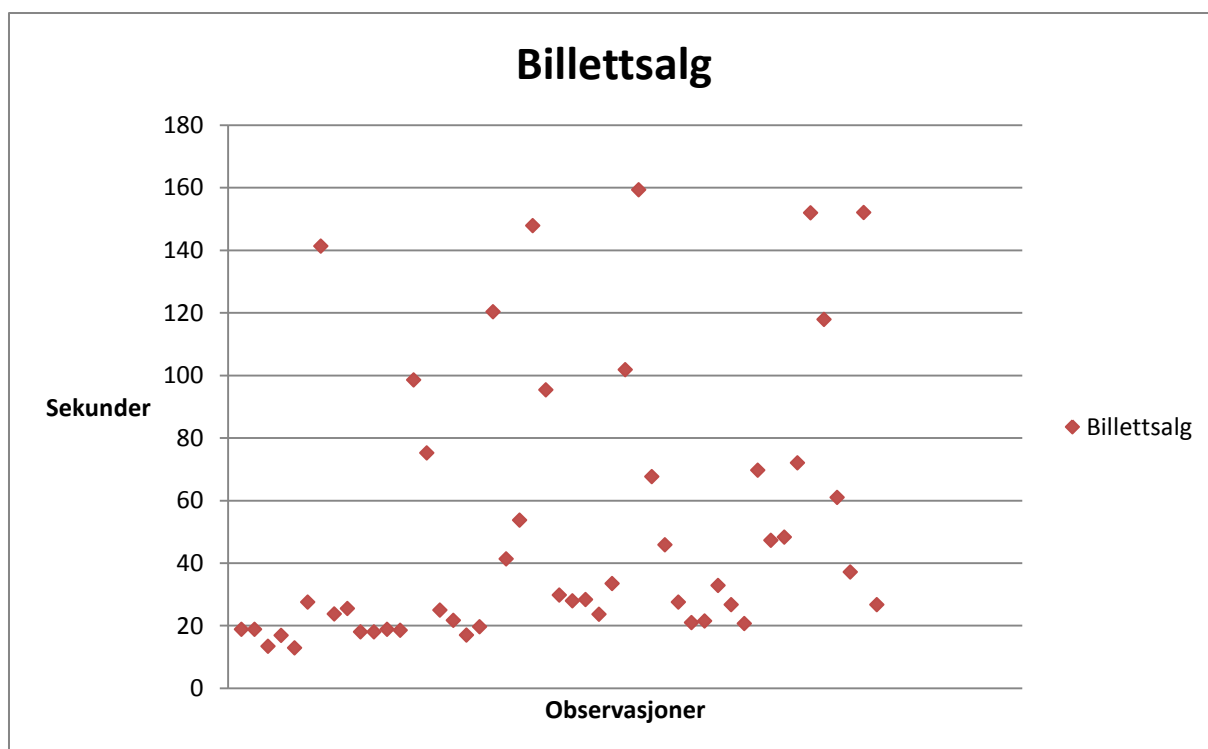
Den kumulative fordelingen viser hvor lang tid de besøkende brukte på billettkontrollen. Omtrent 55% av de besøkende brukte 5 sekunder eller mindre, og omtrent 90% av de besøkende brukte 17 sekunder eller mindre.



Figur 7. Kumulativ fordeling for datainnsamlingen av billettkontroll på Tusenfryd.

4.2 BILLETTSALG

Billettutsalget består av fire luker med én selger i hver luke som behandler én kunde av gangen. Hver av de fire lukene har sin egen kø som er separert med køordnere i hoftehøyde. Selgeren sitter inne i en bygning med datamaskin tilgjengelig og kommuniserer med kundene gjennom et vindu. Tusenfryd tar i mot både kredittkort og kontanter som betalingsmiddel. Selgeren begynner ikke å behandle en ny kunde før den første kunden er ferdigbehandlet. Hvis kunden går ut av køen må han gå bakerst i køen for å kjøpe billett. Et billettsalg tar lenger tid enn billettkontroll fordi det her må være kommunikasjon mellom selger og kunde om billettype, betalingsmiddel og antall billetter. Jeg har valgt å fokusere på det enkelte salget selgeren utførte og ikke hvor mange personer kunden kjøpte billetter til. Målingene her blir like som ved billettkontrollen på tid per billettsalg og ikke tid per antall billetter solgt.



Figur 8. Datainnsamling av billettsalg på Tusenfryd.

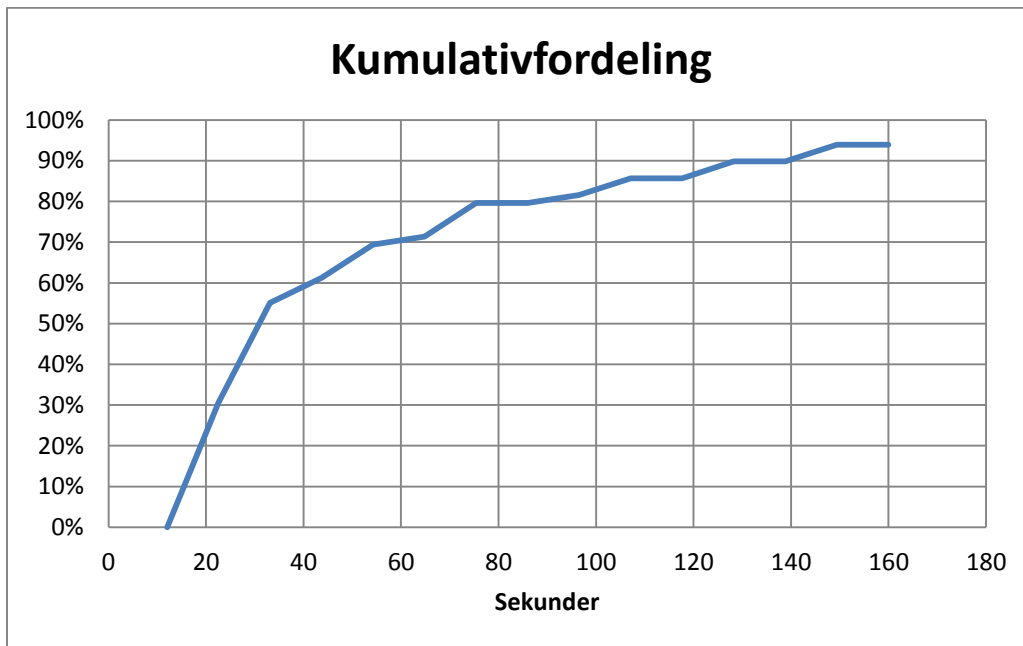
Det er 49 observasjoner i alt, med minste verdi på 12,9 sekunder og største verdi på 159 sekunder. Gjennomsnittet er 51,9 sekunder hvor standardavviket er 43,6 sekunder. Igjen bruker jeg Arena Input Analyzer for å se hvilken fordeling som representerer observasjonene best.

Tabell 3. Kvadratfeil, p-verdier ved chi kvadrattest og Kolmogorov- Smirnovtest av observasjoner ved billettsalg på Tusenfryd.

Fordeling	Square error	P-verdi ved Chi square test	P-verdi ved Kolmogorov-Smirnov test
Beta	0,030252	0,00758	0,0299
Erlang	0,027828	0,0921	0,096
Ekspontiell	0,027828	0,18	0,096
Gamma	0,025207	0,0544	0,15
Lognormal	0,016248	0,0348	0,15
Normal	0,102401	0,005	0,01
Triangular	0,079492	0,005	0,01
Uniform	0,108913	0,005	0,01
Weibull	0,022515	0,0525	0,15

Arena Input Analyzer viser at lognormalfordeling representerer observasjonene best med laveste kvadratfeil fjerde høyeste P-verdi ved Chi square test og høyest P-verdi ved Kolmogorov-Smirnov test og likt med weibull- og gammafordeling.

Den kumulative fordelingen viser at fordelingen begynner ved 12 sekunder, fordi dette er den raskeste observasjonen. Billettsalget har en rettete linje enn billettkontrollen og det er et større spenn av forskjellige observasjoner. Allikevel går linja betydelig raskt opp etter første intervall fram til 40 sekunders behandlingstid, hvor omtrent 60% av kundene bruker 40 sekunder eller mindre på billettkjøpet. Deretter stagnerer kurven og flater ut mot 100%.



Figur 9. Kumulativfordeling av billettsalg på Tusenfryd.

4.3 SKALERING AV DATA

Studentutgaven av simulatoren jeg benytter meg av har en begrensning på maksimalt 150 enheter i køsystemet til en hver tid. Ved en overskridelse av 150 enheter stopper programmet automatisk. For å kunne bruke innsamlet data i simulatoren er jeg nødt til å skalere datasettet slik at en enhet ikke representerer 1 person, men 10 personer. Dette kan ikke utføres ved å multiplisere hver enkelt observasjon med 10 fordi standardavviket bli for stort.

Observasjonene av billettkontroll og billettsalg har en lognormalfordeling hvor vi får $\log \mu$ og $\log \sigma$ som gir uttrykket til fordelingen. Parameterne $\log \mu$ og $\log \sigma$ kan brukes til å finne μ og σ til normalfordelingen. Når antall observasjoner øker og går mot uendelig vil fordelingen bli mer lik en normalfordeling i følge sentralgrenseteoremet. Forholdet mellom $\log \mu$ og μ , og $\log \sigma$ og σ er gitt ved:

$$\mu = \ln \frac{\log \mu^2}{\sqrt{(\log \mu^2 + \log \sigma^2)}} \text{ og } \sigma = \sqrt{\ln \left(\frac{\log \mu^2 + \log \sigma^2}{\log \mu^2} \right)}$$

Input analyser-funksjonen til Arena Training og evaluation mode kan generere ønsket antall observasjoner ved at man plotter parameterne og ønsket fordeling. Ved å regne ut gjennomsnittet til hver tiende observasjon får jeg en observasjon som forklarer hvor lang tid en tilfeldig gruppe på ti besøkende bruker på billettkontroll og billettsalg. Når jeg øker enhetene fra en til ti personer øker μ med ti og σ med kvadratroten av 10.

5 SIMULATOR

I dette caset har jeg valgt å bruke programvaren Arena som er utviklet av Rockwell. Dette programmet har mange funksjoner for å simulere flyten i nettverk og køscenarioer. Billettkontroll vil være plassert ved inngang til de fire områdene: P-tribune, Hovedtribune, VM-haugen, og Kapellskogen. Hvert av de fire publikumsområdene har en egen inngang hvor tilskuerne må ha en spesifikk billett til dette området for å få tilgang. På arenakartet kan vi se oversikten over de planlagte fasilitetene.



Figur 10. Arenakart for Skiskytter-VM i Holmenkollen.

Publikumområdene er markert med grønt. Dette er hvor arrangøren ønsker at tilskuerne skal oppholde seg under arrangementet. Hovedtribunen er delt inn i fire seksjoner: VIP, L, M og N. Kongetribunen er også plassert ved Hovedtribunen. Overfor Hovedtribunen finner vi P-tribunen som er markert med en P. Både Hovedtribunen og P-tribunen er tribune med sitteplasser og tillater ikke fri bevegelse for tilskuerne. VM-Haugen, tidligere kjent som Gratahaugen, ligger tett på Holmenkollveien, og utøverne vil gå i en sløyfe rundt dette området. Fra VM-Haugen mot Holmenkollveien vil det være en tribune med utsikt over

stadion, samt en storskjerm plassert på den andre siden av Holmenkollveien. Kapellskogen er det publikumsområdet som er plassert lengst oppe i åsen. Her vil det ikke være noen tribuner, så tilskuerne kan stå fritt langs løypene. Kapellskogen vil ha et aktivitetsområde for barn i regi av sponsorer. Både VM-Haugen og Kapellskogen er publikumsområder hvor de besøkende kan bevege seg fritt inne på området. VM-Knollen som ligger rett overfor VM-Haugen og er markert i grønt kan være aktuelt å bruke som publikumsområde. Men siden den har en begrenset område som kun en liten andel av publikum vil kunne benytte seg av, vil jeg ikke ta hensyn til dette område i denne oppgaven.

Billettluke vil bli plassert rett ved enden av hoppbakken ved Holmenkollveien. Under Prøve-VM 2015 ble det brukt en tilhenger med 3 billettluke. Jeg antar at en slik løsning vil bli benyttet for VM-2016 også, med tilsvarende antall luker. Jeg vil vurdere om en ekstra tilhenger med tilsvarende antall luker skal benyttes.

Mesteparten av publikum kommer fra Holmenkollen stasjon, som befinner seg sør for arenaen, altså lenger ned i åsen. Fra stasjonen vil tilskuerne bevege seg opp mot stadionområdet og bevege seg mot det publikumsområdet de har billett til. Hvis en tilskuer ikke har billett må han/hun innom billettluke. Skiskytter-VM oppfordrer alle besøkende til å benytte seg av kollektivtransport, hvor t-banen er foretrukket transportmiddel. Banen har en makskapasitet på 14 500 reisende i timen fra Oslo sentrum til Holmenkollen.

5.1 FORUTSETNINGER

En simulator kan dessverre aldri være en kopi av virkeligheten, det er ikke mulig å få med alle variablene. Jeg har derfor valgt å sette noen forutsetninger:

1. Interankomsttid er uavhengig og identisk fordelt til en spesifisert sannsynlighetsfordeling.
2. Alle kunder som kommer inn i systemet blir værende til de har fått behandling.
3. Servere vil behandle kundene med FIFO prinsippet, First In First Out.
4. Køsystemet har et spesifikt antall servere hvor hver enkelt server kan behandle hvilken som helst kunde.
5. En server er klar for å behandle en ny kunde når den er ferdig å behandle forrige kunde.
6. Hver kunde er behandlet individuelt av en funksjonær.
7. Behandlingstiden er individuell og har en sannsynlighetsfordeling som er spesifisert fra datainnsamlingen.

8. Simulatoren tar ikke hensyn til tiden kundene bruker mellom hvert fokuspunkt.
9. I behandlingsområder med flere funksjonær går neste kunde i køen til neste funksjonær hvis den første funksjonæren er opptatt.
10. En funksjonær kan ikke begynne å behandle en ny kunde før foregående kunde er ferdigbehandlet.
11. Kunden som har gått inn i køsystemet kan kun ende opp i en sinknode, det er ikke mulig å forlate systemet før en sinknode.
12. Simulatoren tar ikke hensyn til sikkerhetssjekk av de besøkende.

5.2 MODELLEN

Modellen består av 12 moduler hvor 1 er startmodul, 4 er sluttmoduler, 5 er prosessmoduler og 2 beslutningsmoduler. Startmodulen viser hvor folkestrømmen kommer fra. De 4 sluttmodulene er de 4 publikumsområdene, altså Hovedtribune, P-tribune, VM-Haugen og Kapellskogen. Beslutningsmodulen er et valg som hver enkelt enhet må ta individuelt med gitt sannsynlighetsfordeling. Dette kan være en avgjørelse om kunden må innom billettluke for å kjøpe billett før han kan gå mot et publikumsområde. Prosessmodulene er moduler som kunden må gjennom som påfører en forsinkelse, fordi kunden må utføre en prosess på dette punktet Et eksempel kan være skanning av billett eller billettkjøp i billettluke.

Interankomstid er gitt ved antall sekunder i 4 timer dividert på antall ankomster. 4 timer vil være maksimal tidsforbruk simulatoren kan akseptere på å få de besøkende gjennom systemet. Det høyeste forventede antall besøkende på arrangementsdagene er 25 000 tilskuere. Jeg tar derfor utgangspunkt i disse tallene for min simulering. Det blir derfor 2500 ankomster fra startmodulen.

5.2.1 STARTMODULER OG SLUTTMODULER

Tabell 4. Startmodul.

Node	Modulnavn	Type ankomst	Interankomstid (i sekunder)	Antall grupper på 10 tilskuere per ankomst	Maks. antall ankomster
So1	Folkestrøm fra Holmenkollen t-banestasjon	Random (eksponentiell fordeling)	5,76	1	2500

Fra sør kommer publikum med kollektivtransport som t-bane og buss, i tillegg til at de kan komme gående. Fra nord kan publikum komme gående fra boligområdene eller fra parkeringsplasser opp mot Tryvannstårnet. Skiskytter-VM har estimert at omtrent 95% av publikum vil komme fra sør og 5% fra nord. I denne simuleringen har jeg valgt å fokusere på tilskuerne som kommer med t-banen og ikke fra nord. Publikum har en eksponentiell ankomst hvor en gruppe på 10 kunder ankommer om gangen og det går 5,76 sekunder før neste gruppe ankommer.

Tabell 5. Sluttmoduler

Modul	Modulnavn
Si1	Ptribune
Si2	Hovedtribune
Si3	VMhaugen
Si4	Kapellskogen

Sluttmodulene fungerer som de siste leddene i modellen og samtlige av kundene vil ende opp i en av disse. Sluttmodulene vil da være det publikumsområdet tilskueren kommer til når han er ferdig med billettkontrollen.

5.2.2 BESLUTNINGSMODULER

Tabell 6. Beslutningsmoduler.

Modul	Modulnavn	Type	Prosent fordeling
D1	Trenger tilskueren billett?	2-veis mulighet	5%, 95%
D2	Hvilket publikumsområde?	n- veis mulighet	24%, 44%, 16%, 16%

Type forteller utfallet ved beslutningsmodulen. Når det står 2-veis mulighet er det to mulige utfall, hvor det første utfallet har 5% sannsynlighet for at det inntreffer, og det andre utfallet har 95%. Ved den første beslutningsmodulen, «Trenger tilskueren billett?», er det 5% sannsynlighet for at kunden må til billettsalget og 95% sannsynlighet at kunden har billett og beveger seg mot publikumsområdene. N- veis mulighet har mer enn to mulige utfall, hvor prosenttallene under prosent fordelingen ligger i samme rekkefølge som alternativene i navnet på modulene i tabellen over sluttmoduler. Ved D2 vil de forskjellige prosenttallene høre til de

forskjellige sluttmodulene i den rekkefølgen de er presentert. Det vil si at det er 24% sannsynlighet at en tilskuer skal til P-tribunen.

5.2.3 PROSESSMODULER

Tabell 7. Prosessmoduler.

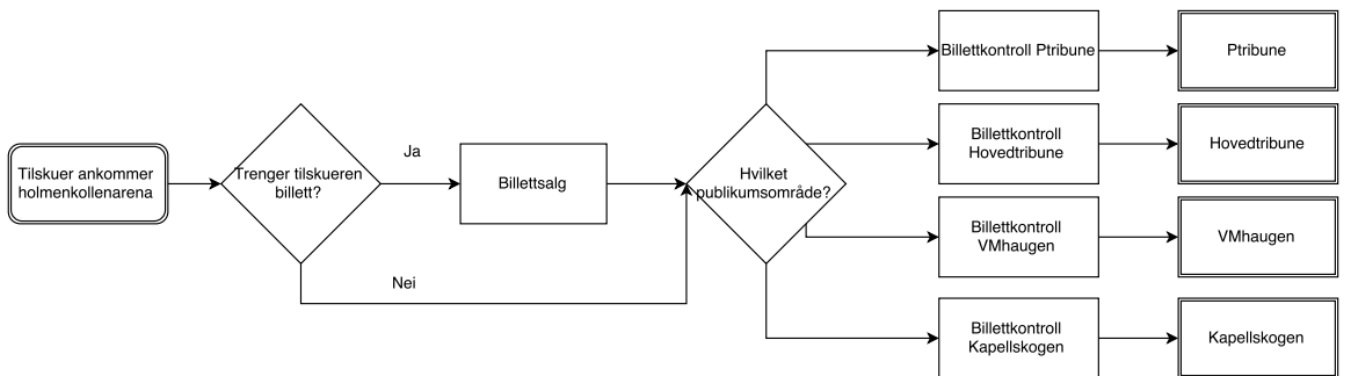
Navn	Modulnavn	Type	Logikk	Servernavn	Servicetid i sek.
P1	Billettsalg	Standard	Seize Delay Release	Billettselger	Expression: 185 + LOGN(371, 243)
P2	Inngang Ptribune	Standard	Seize Delay Release	Pfunksjonaer	Expression: 14 + LOGN(62.7, 34.7)
P3	Inngang Hovedtribune	Standard	Seize Delay Release	Hfunksjonaer	Expression: 14 + LOGN(62.7, 34.7)
P4	Inngang VMhaugen	Standard	Seize Delay Release	Vfunksjonaer	Expression: 14 + LOGN(62.7, 34.7)
P5	Inngang Kapellskogen	Standard	Seize Delay Release	Kfunksjonaer	Expression: 14 + LOGN(62.7, 34.7)

Ved Prosessmodulene utføres det en standard behandling av kunden av en server. Når kunden ankommer prosessmodulen behandler en funksjonær denne kunden ferdig og sender den videre i retning sluttmodulene, før han begynner å behandle en ny kunde. De forskjellige prosessmodulene har forskjellig antall funksjonærer. Hvis en funksjonær i en prosessmodul med flere funksjonærer er opptatt med en kunde vil, neste kunde i køen gå videre til neste funksjonær i denne prosessmodulen. Hvis alle funksjonærer er opptatt må kunden stå i kø. Oppgaven til en funksjonær vil være å bruke en billetterterminal og kontrollere billetter, med unntak av billettsalg hvor en server er en funksjonær som selger billetter til arrangementet. Funksjonærer har fått navn fra første bokstav for den aktuelle inngangen og deretter et nummer hvis det er flere servere på en inngang.

5.3 OPPSETT PÅ MODELLEN

Modellen starter med en startmodul (dobbel rektangel med avrundede hjørner) og avsluttes i fire sluttmoduler (dobbel rektangel). Beslutningsmodulene (diamanter) medfører et valg og har derfor 2 eller flere piler/retninger fra sin node.

Ved starten av modellen vil kunden ankomme Holmenkollen arena, og deretter gå til neste modul, som er en beslutningsmodul. Tilskueren må avgjøre om han har behov for å kjøpe billett, eller om han kan gå rett til publikumsområdene fordi han har kjøpt og printet billett på forhånd eller har elektronisk billett. Hvis tilskueren trenger billett må han gå til Billettsalg, før han kan gå videre. Billettluke er plassert overfor hoppbakken og vil være det første tilskuerne fra sørgående retning vil se når de kommer til området. Inngangen til P-tribunen ligger mellom skiskytterarenaen og hoppbakken med retning mot Holmenkollveien. Tilskueren må avgjøre om han skal til denne tribunen eller til en av de andre publikumområdene som ligger lenger nord. Hvis tilskueren skal til P-tribunen går han til billettkontroll og får skannet sin billett og går inn på P-tribunen. Dersom kunden ikke skal til P-tribune, men til et annet publikumområde må han gå videre oppover Holmenkollveien hvor de andre inngangene befinner seg.



Figur 11. Simulator av tilskuerpågang på billettsalg og billettkontroll.

Kapasiteten til de forskjellige publikumsområdene er følgende:

Tabell 8. Kapasiteten til de ulike publikumsområdene.

Publikumområde	Kapasitet
Hovedtribune	Ca 11 000 tilskuere

P-Tribune	Ca 6 000 tilskuere
VM-Haugen	Mingleområde med plass til ca 4 000
Kapellskogen	Mingleområde med plass til ca 4 000

Hovedtribunen og P-Tribunen har oppsatt tribune og har av sikkerhetsårsaker begrenset kapasitet. VM-Haugen har tribune og mingleområde. Kapellskogen har ingen tribune og publikummere kan bevege seg fritt i det avgrensede området. Områdene har derfor ikke en bestemt kapasitetsbegrensning. Fordelingen av publikum til de forskjellige publikumsområdene ved 25 000 besøkende er gitt til meg fra Ola Bjerke (møte, 20. januar 2015).

6 RESULTATER

Ved simulering med 25 000 besøkende har jeg prøvd forskjellige variasjoner og forskjellige oppsett på antall funksjonærer, både på billettsalget og de ulike billettkontrollene. De to faktorene som blir veid opp mot hverandre er utnyttelsen av funksjonærene og effektiv gjennomstrømming i køen. Funksjonærene er en ressurs, men de er en begrenset ressurs. Hadde arrangøren hatt uendelig med funksjonærer og plass ville det ikke blitt kø på grunn av kundebehandlingen, men utnyttelsen av hver funksjonær ville vært veldig lav. Hvis utnyttelsen på funksjonærene hadde vært maksimal, ville det ikke vært fleksibilitet til å takle svingninger i kundestrømmen. Et utgangspunkt som gir en jevn fordeling mellom utnyttelse av funksjonær og effektiv kø er å ha følgende bemanning på de ulike fokuspunktene: 8 ved inngangen til Hovedtribunen, 5 ved inngangen til P-tribunen, 4 ved inngangen til VM-Haugen, 4 ved inngangen til Kapellskogen og 6 i utsalgsbodene til billettene. Når jeg tester ulike bemanninger ved ett av disse fokuspunktene vil de andre være bemannet slik det er nevnt i dette avsnittet. Tabellene viser antall tilskuere i kø og ikke antall grupper på 10 tilskuere. Total tid i systemet i timer er fra første tilskuer ankommer arenaen til siste tilskuer har gått inn på et publikumsområde.

6.1 BILLETTUTSALG

Det har ikke vært lett å oppdrive informasjon om hvor mange av tilskuerne som kommer til å kjøpe billett på selve arrangementesområdet. VM i skiskyting er en enkelthendelse og vil derfor ha ulikt publikum med tanke på andre arrangementer. Det er derfor vanskelig å predikere hvor stor andel som ønsker å kjøpe billetter, gitt at det ikke er utsolgt. Jeg har derfor simulert med ulike prosenttall for å forstå hvordan antall i kø og ventetid endrer seg.

Skiskytter-VM brukte utsalgsboder fra billettservice ved Prøve-VM 2015, og jeg forventer at det er tilsvarende boder som blir benyttet i 2016.



Figur 12. Billettbod fra Prøve-VM i Skiskyting 2015.

Området som er påtenkt til billettsalg er omtrent 1500 kvadratmeter stort. I Følge «guide to safety at sports grounds» er maksimal tetthet på et anlegg 40 personer på 10 kvadratmeter. Ved 40 personer på 10 kvadratmeter vil de besøkende stå veldig tett. For å kunne ha organisert kø må tettheten være betydelig mindre. Selv 1 person per kvadratmeter vil være folksomt i et område med mye bevegelse. Køene må kunne organiseres og virke effektive uten at det skaper engstelse og uro. Køen må heller ikke kunne bli så stor at den strekker seg ut i fokusruta langs Holmenkollveien og hindrer framkommeligheten til publikumsområdene. (DCMS, 2008)

Utsalgsbodene må kunne behandle en kø raskt og effektivt, som ikke overstiger tusen billett kjøpere på samme tidspunkt. For å få til dette må arrangementet ha 2 eller 3 boder med 3 luker hver.

Tabell 9. Billettutsalg med 6 funksjonærer.

Parametere		Prosentandel som ønsker å kjøpe billett				
		5 %	6 %	7 %	8 %	9 %
Kølengde	maks.	50	120	480	510	1150
	gj.snitt	5	35	184	237	521
Minutter i kø	maks.	6,15	16,78	68,826	74,724	182
	gj.snitt	0,978	5,82	28,638	36,912	83,5
Total tid i systemet i timer		3,6643	3,9267	4,7686	4,9232	6,5433

Ved 2 utsalgsteder med 3 billettluke hver kan vi over se hvordan kølengden, ventetid og total tid blir i minutter for de forskjellige prosentandelene som ønsker å kjøpe billett. Hvis 5% eller mindre ønsker å kjøpe billett vil ventetiden være akseptabel lav for de besøkende, men ressursutnyttelsen vil synke for funksjonærene. Dette kan vi se i figuren under.

Tabell 10. Funksjonærutnyttelse ved billettsalg med 6 funksjonærer.

Funksjonærer	Prosentandel som ønsker å kjøpe billett				
	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %
b1	0,7997	0,9191	0,978	0,9402	0,9828
b2	0,7661	0,9301	0,9642	0,9439	0,9899
b3	0,775	0,9433	0,9738	0,9525	0,9824
b4	0,735	0,931	0,941	0,95	0,9653
b5	0,7135	0,9032	0,9547	0,9726	0,9721
b6	0,7525	0,9194	0,9489	0,9488	0,9682
Gjennomsnitt	0,7570	0,9244	0,9601	0,9513	0,9768

Hvis en andel på 9% ønsker å kjøpe billett vil kølengden bli på over 1 000 tilskuere, og det vil være utfordrende å organisere et godt køsystem. Folkemassen vil sperre for de tilskuerne som allerede har billett som beveger seg mot sitt publikumsområde. Dette øker risikoen for at det blir dannet en kork ved inngangen til arenaen. For å kunne takle en pågang på 9% eller mer må Skiskytter-VM vurdere å leie inn enda en vogn med 3 billettluke. Gjennomsnittet til arbeidsutnyttelsen til funksjonærene stiger fra 75,7% til 92,4% når prosentandelen øker fra 5% til 6%. Når prosentandelen øker videre er det med få prosentpoeng.

Tabell 11. Billettutsalg med 9 funksjonærer.

Parametere		Prosentandel som ønsker å kjøpe billett			
		9 %	10 %	11 %	12 %
Kølengde	maks.	290	560	750	1060
	gj.snitt	147	250	341	546
Minutter i kø	maks.	28,242	60,432	82,8	113,508
	gj.snitt	16,224	27,666	37,488	60,978
Total tid i systemet i timer		4,2594	4,6947	4,9871	5,5092

Hvis 12% ønsker å kjøpe billett vil det bli en problematisk stor kø å håndtere. Den totale køtiden vil overstige 5,5 timer. Å få en jevn pågang av tilskuere i over 5,5 timer vil være urealistisk. De fleste tilskuerne vil ankomme de siste timene før arrangementstart. Det vil være en risiko for at kundebehandlingen ikke vil gå raskt nok til at alle er ferdigbehandlet til konkurransesstart. Funksjonærene har en utnyttelse på over 90% og det vil ikke være mulig å få en raskere kundebehandling om det hadde vært nødvendig.

Tabell 12. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene b1 til b9 ved billettbodene.

Funksjonærer		Prosentandel som ønsker å kjøpe billett			
		9 %	10 %	11 %	12 %
	b1	0,9241	0,9558	0,9839	0,9764
	b2	0,9332	0,9439	0,9673	0,9822
	b3	0,9015	0,9729	0,9645	0,9823
	b4	0,9099	0,9238	0,9585	0,9763
	b5	0,909	0,9714	0,943	0,9685
	b6	0,9246	0,9454	0,9544	0,9628
	b7	0,8988	0,927	0,9337	0,9716
	b8	0,9568	0,9296	0,9408	0,9558
	b9	0,8777	0,9085	0,9517	0,9737
Gjennomsnitt		0,915067	0,942033	0,955311	0,972178

Gjennomsnittet fra tabell 12 ligger jevnt på over 90%, noe som ikke gir utsalgsbodene mye fleksibilitet hvis pågangen skulle bli større enn antatt. I videre simulering vil jeg anta at 5% av de tilskuerne ønsker å kjøpe billett, og at det vil bli benyttet to utsalgsvogner med tre funksjonærer i hver.

6.2 BILLETTKONTROLL

6.2.1 INNGANG HOVEDTRIBUNE

De fleste av tilskuerne skal til hovedtribunen. Denne inngangen er derfor den mest utfordrende. Det er flere faktorer som gjør inngangen til hovedtribunen problematisk. Den ligger veldig tett på Holmenkollveien og krysset til veiene til kapellskogen og VM-Haugen.

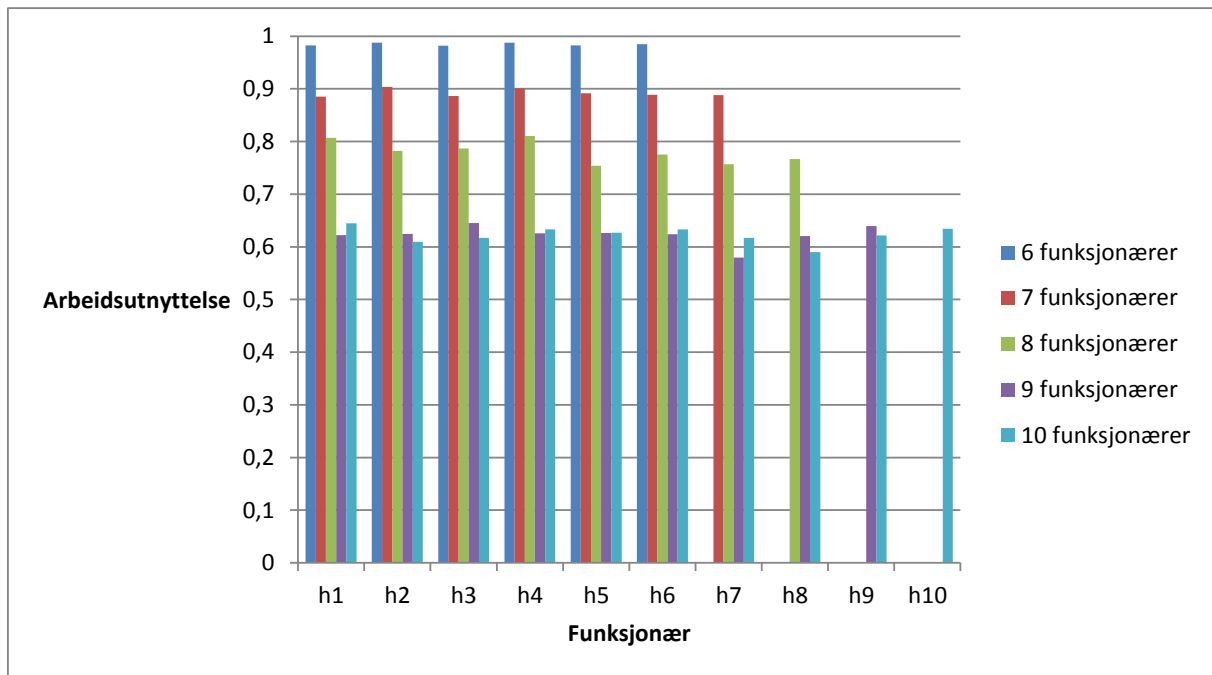
Det kan ikke tillates stor kø som hindrer bevegelse til de andre publikumsområdene. Det er også en bilvei som går til hovedtribunen. Denne må være mulig å benytte slik at VIPene kan komme seg frem til tribunen. Inngangen er plassert under en bro og det er klare fysiske begrensninger for bredde i inngangspartiet. Når veien benyttes til biltrafikk er det kun fortauet som kan benyttes til billettkontroll. Da er det ikke plass for kontrollørene å stå på en rad, men de må stå i en rekke langs fortauet. Dette stiller ytterlige krav til funksjonærene. De må klare å få tilskuerne til de billettkontrollørene som er ledige. Det kan være aktuelt å ha egne funksjonærer til å sende ventende tilskuere til ledige funksjonærer. I figuren under kan vi lese hvordan ventetiden og lengden på køen varierer med antall funksjonærer ved inngangen til Hovedtribunen. Den totale tiden tilskuerne bruker kan bli lest av tabellen ved de ulike bemanningsnivåene.

Tabell 13. Bemanning av inngangen til Hovedtribunen.

Parametere		Antall funksjonærer ved inngang til Hovedtribunen				
		6	7	8	9	10
Minutter i kø	maks.	20,97	4,755733	1,844648	1,025965	1,049305
	gj.snitt	12,618	0,127489	0,195742	0,062807	0,050314
Lengde på kø	maks.	130	100	50	80	90
	gj.snitt	50	16	5	3	2
Total tid i systemet i timer		3,826	3,6759	3,6643	3,8621	3,6158

Det er ikke en stor forskjell på de ulike bemanningsnivåene på ventetiden fra 7 til 10 funksjonærer. Ved en bemanning på 6 funksjonærer stiger ventetiden drastisk med en firedobling på maksimal ventetid og hundre ganger så lang gjennomsnittlig ventetid. Selv om det er snakk om 12 minutter ville en ytterlig redusering i bemanningen skapt en kork i systemet. Lengden på køen reduseres gjennomsnittlig fra 16 til 5 tilskuere når 8 funksjonærer benyttes. Utnyttelse av funksjonærene kan vi se i søylediagrammet i figur 13. Når inngangen er bemannet med 6 funksjonærer, jobber samtlige funksjonærer over 95% av arbeidstiden. Arbeidet til en funksjonær blir mindre hektisk når bemanningen øker. Når bemanningen er ved 9 og 10 vil arbeidsutnyttelsen være rundt 60%. En bemanning på 8 funksjonærer hadde virket passende, fordi en ekstra funksjonær ikke hadde minsket kølengden eller ventetiden

mye. Arbeidsutnyttelsen er rett under 80%, og ser ut til å være den beste løsningen.



Figur 13. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til Hovedtribunen.

6.2.2 INNGANG P-TRIBUNE

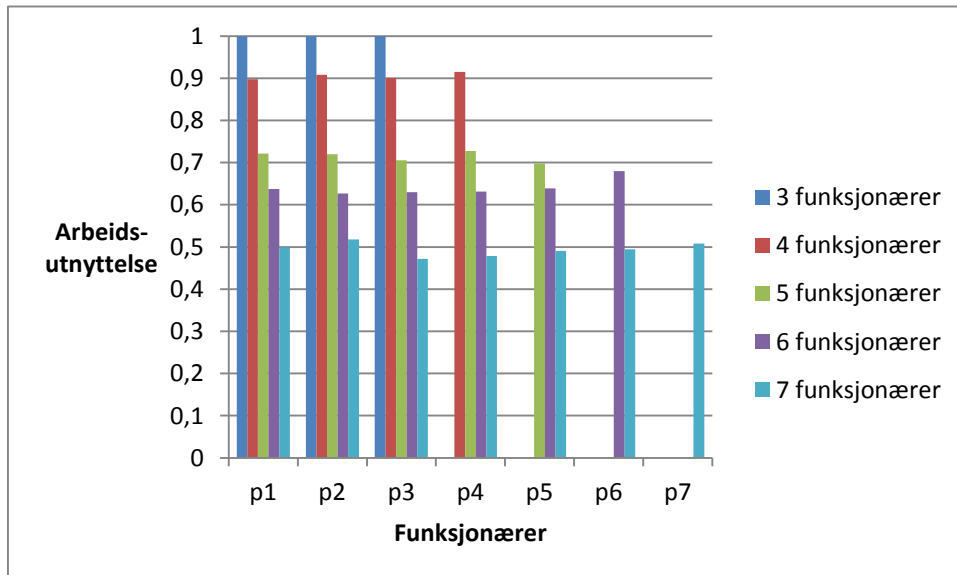
Plassering av antall funksjonærer ved inngangen til P-tribunen er mer fleksibel enn ved Hovedtribunen, fordi P-tribuneinngangen har mer plass rundt inngangen, og den ligger ikke tett på andre fokusruter. Jeg har sett hvordan inngangen takler pågangen fra tilskuerne med en bemanning fra 3 til 7 funksjonærer. Når bemanningen er på 3 funksjonærer stanser simulatoren fordi det blir mer enn 150 grupper på 10 personer i systemet samtidig. Simulatoren stoppet etter 3,29 timer. Da hadde den sendt ut 2 392 grupper på 10 tilskuere hvor av 2 244 av gruppene hadde kommet til sitt publikumsområde. Dette er ikke langt fra en fullført simulering, men jeg velger å vise verdiene fram til simuleringen ble stoppet.

Tabell 14. Bemanning av inngangen til P-tribune.

Parametere		Antall funksjonærer ved inngang til P-tribune				
		3	4	5	6	7
Minutter i kø	maks.	5,371636	2,381946	1,71092	0,937901	
	gj.snitt	21,6	1,563385	0,303588	0,133321	0,020429
Lengde på kø	maks.	1140	90	110	90	130
	gj.snitt	623	19	8	3	19
Total tid i systemet i timer		3,2929	3,6833	3,6643	3,6525	3,6585

Lengden på køen ligger stabilt mellom 90 og 130 for bemanningen fra 4 til 7 funksjonærer. Gjennomsnittlig ventetid går fra halvannet minutt og nedover. Den maksimale ventetiden er i

overkant av 5 minutter. Det er først når bemanningen settes til 3 funksjonærer at ventetiden og lengden på køen kommer ut av kontroll. Søylediagrammet for arbeidsutnyttelsen viser hvordan arbeidsmengden for hver funksjonær ved inngangen til P-tribunen minsker når bemanningen øker.



Figur 14. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til P-tribunen.

Når inngangen er bemannet med 7 funksjonærer blir kun halvparten av arbeidstiden brukt til å utføre billettkontroller. Dette er forskjellig fra når inngangen er bemannet med 3 funksjonærer da det er kontinuerlig billettkontrollering. Når P-tribunen er bemannet med 5 funksjonærer er arbeidsutnyttelsen i gjennomsnitt på 70%. Det gir mulighet for å takle flere tilskuere om pågangen øker. Kølengden og ventetiden er i gjennomsnitt på 8 tilskuere og ca 20 sekunder når inngangen er bemannet med 7 funksjonærer.

6.2.3 INNGANG TIL KAPELLSKOGEN OG VM-HAUGEN

Begge inngangene har omtrent lik kapasitet til antall tilskuere og vil ha ganske like oppsett på bemanning. I motsetning til Kapellskogen ligger ikke VM-Haugen tett på andre fokusruter. Kapellskogen sin inngang ligger tett på Holmenkollveien og fokusruten for tilskuere som går fra boligfeltene. Dette har ikke blitt tatt høyde for i simulatoren og derfor vil begge inngangene få tilnærmet likt resultat.

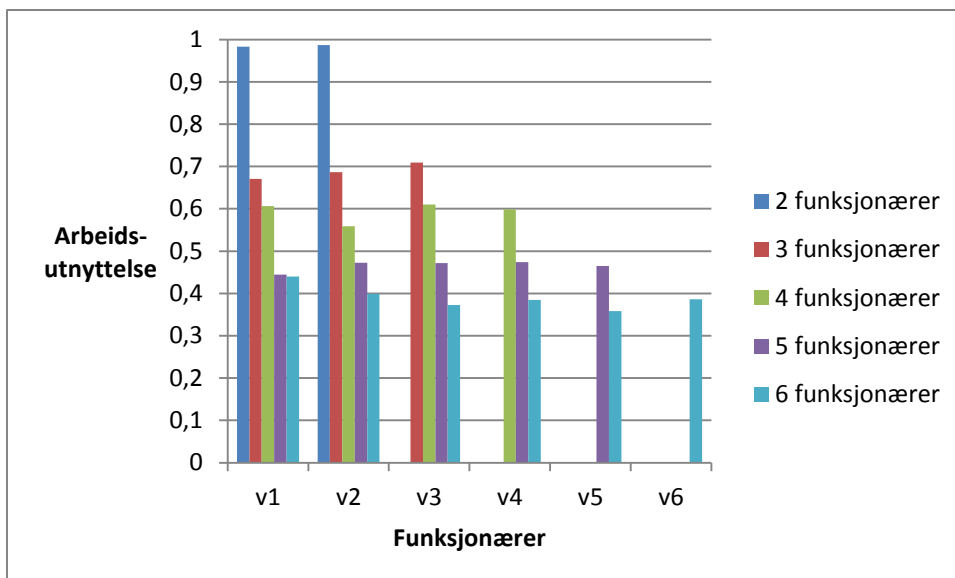
Tabell 15. Bemanning av inngangen til VM-Haugen.

Parametere		Antall funksjonærer ved inngang til VM-Haugen				
		2	3	4	5	6
Minutter i kø	maks.	61,026	2,166568	1,729526	0,829	0,629341
	gj.snitt	36,234	0,493909	0,167908	0,013246	0,005607
Lengde på kø	maks.	960	60	50	20	20
	gj.snitt	539	14	5	< 1	< 1
Total tid i systemet i timer		4,4966	3,7741	3,6643	3,4912	3,6943

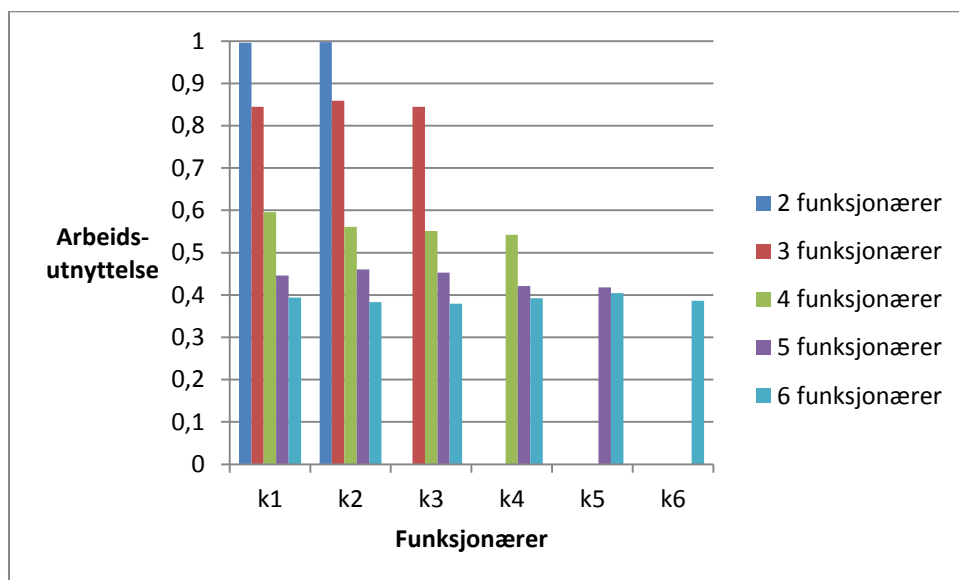
Tabell 16. Bemanning av inngang til Kapellskogen.

Parametere		Antall funksjonærer ved inngang til Kapellskogen				
		2	3	4	5	6
Minutter i kø	maks.	65,022	4,756828	1,876207	1,224701	0,766106
	gj.snitt	28,062	1,122638	0,120852	0,032464	0,010112
Lengde på kø	maks.	990	130	50	50	20
	gj.snitt	448	22	5	< 1	< 1
Total tid i systemet i timer		4,5535	3,5894	3,6643	3,8257	3,6843

Verdiene til begge inngangene er rimelig stabile fra en bemanning på 6 til 3 funksjonærer. Ved kapellskogen ser lengden på køen ut til å øke noe ved 3 funksjonærer, men ventetiden er forholdsvis lav. Når bemanningen kuttes til 2 funksjonærer øker ventetiden ved begge innganger med over 150 - og 200%. Begge inngangene opplever flere hundre i køen i gjennomsnitt og opp mot 1 000 på det høyeste. Arbeidsutnyttelsen av funksjonærene er rimelig lik ved begge inngangene. Ved en bemanning på 2 funksjonærer blir arbeidsutnyttelsen opp mot 100%. Deretter synker den betydelig når bemanningen øker til 3 funksjonærer. Arbeidsutnyttelsen synker for hver funksjonær som blir satt til inngangen.



Figur 15. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til VM-Haugen.

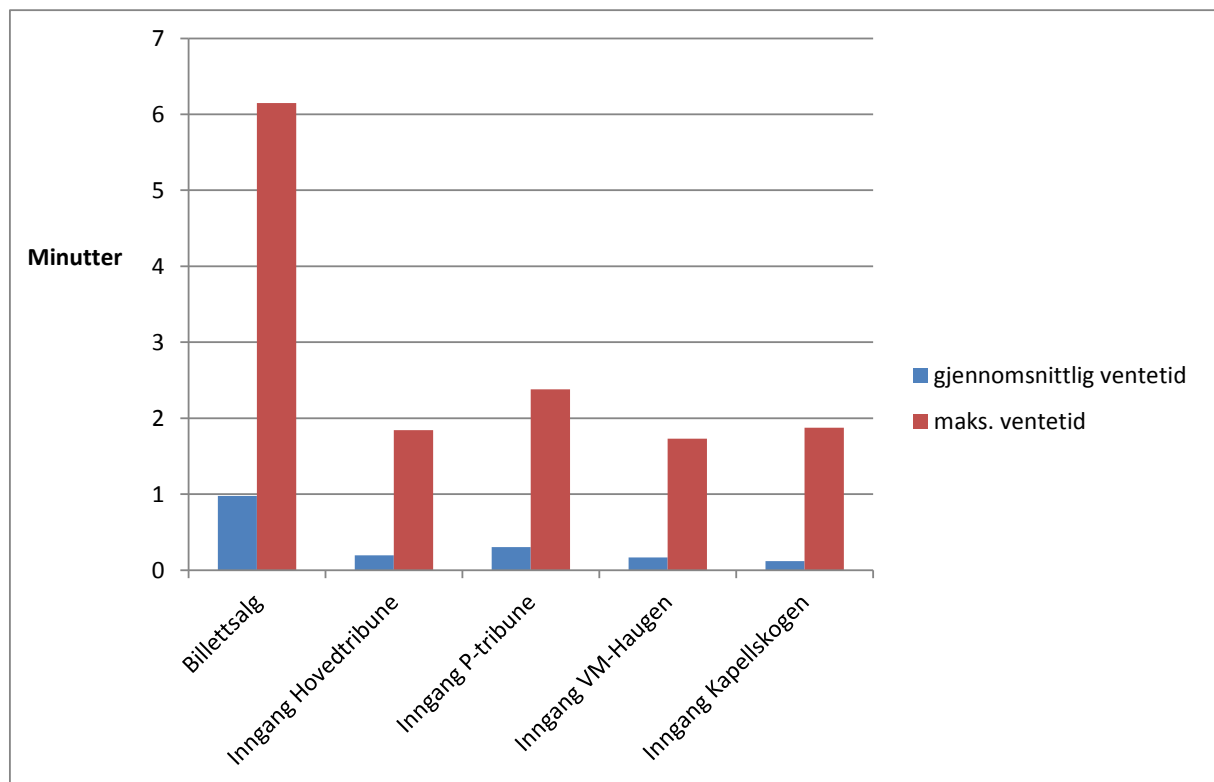


Figur 16. Arbeidsutnyttelse til funksjonærene ved inngangen til Kapellskogen.

Når inngangene er bemannet med 4 funksjonærer er arbeidsutnyttelsen mellom 50% og 60%. En bemanning på 4 funksjonærer virker som den beste løsningen fordi arbeidsutnyttelsen er akseptabel, og fordi 5 funksjonærer ikke reduserer ventetiden og kølengden betydelig.

Den maksimale ventetiden i kø for en tilskuer gjennom hele systemet er 31,6 minutter hvor den gjennomsnittlige tiden i kø er 115 sekunder. Disse tidene tar ikke høyde for transporttid før, mellom eller etter fokuspunktene. Det tok 3 timer og 39 minutter å få samtlige tilskuere

gjennom systemet. Fra første ankomst til siste billettkontroll.



Figur 17. Forventet ventetid ved billettsalget og inngangene til publikumsområdene.

Ved billettkontrollene vil maksimal ventetid være 2,4 minutter for en tilskuer, og gjennomsnittlig på 6-18 sekunder per tilskuer. En tilskuer som kjøper billett vil gjennomsnittlig stå i kø i 1 minutt, og maksimalt i litt over 6 minutter.

7 DISKUSJON

Skiskytter-VM 2016 har flere beslutninger å ta i lys av resultatet av simuleringen. Hvordan skal balansen mellom køflyten og funksjonærenes arbeidsutnyttelse være? Det er ikke klart hva en ekstra funksjonær ved en inngang går på bekostning av, eller hva det koster å få inn en ekstra billettscanner eller billettbod. Hvis det er god tilgang på funksjonærer og liten kostnad for å få inn ekstra billettscannere, vil ikke bemanning av inngangene eller billettsalget være et stort problem.

På grunn av manglende teoretisk grunnlag har det vært vanskelig å sammenligne mine resultater med artikler og tidligere studier.

7.1 FUNKSJONÆRER

Funksjonærene kan ha mulighet til å gjøre andre forfalte oppgaver når det er mye dødtid. Det kan legges til rette for fleksibilitet, slik at billettkontrollører som har mye tid uten noe å gjøre

kan oppsøke tilskuere, og hjelpe dem til riktig publikumsområde. De kan også plukke søppel ved inngangsområdet. Det er noe usikkert hvor mye opplæring som er nødvendig for at en funksjonær som aldri har skannet billetter skal kunne bruke en billettskanner. Skannerapparatet er enkelt nok, men funksjonæren må vite hva han skal gjøre om billetten ikke kan leses. Hvis det oppstår en teknisk feil som kan løses enkelt, ved å for eksempel skru av og på apparatet, må funksjonæren få en innføring i hvordan dette utføres. Hvis han ikke har fått innføring må han spørre andre billettkontrollører om hjelp. Dette tar tid fra andre billettkontrollører som kunne vært brukt på tilskuerne. Funksjonærene som er billettkontrollører må ha fått informasjon som tilskuere kan spørre om. Slik informasjon kan omhandle hvor tilskuere med billetter som billettskanneren ikke aksepterer skal henvende seg.

7.2 DATAINNSAMLING

Datainnsamlingen fra Tusenfryd kan gi et feilaktig bilde av hvordan køen blir behandlet under Skiskytter-VM. Datainnsamlingen fant sted på våren uten minusgrader og glatt underlag. Ansatte ved Tusenfryd har mer trening i sine arbeidsoppgaver enn funksjonærene ved Skiskytter-VM. Dette kan få billettkontroll og billettsalg til å gå raskere enn det faktisk gjør ved mesterskapet. Det var oppholdsvær når datainnsamlingen fant sted. Hvis det kommer nedbør eller lave temperaturer under mesterskapet vil jeg anta at tilskuerne vil være tregere på å ha billetten klar på mobil og papir. Publikumsprofilene er også forskjellige for arrangementene, uten at det har blitt undersøkt nærmere. Til Skiskytter-VM vil mange tilskuere ha med seg ryggsekk med sitteunderlag, mat og drikke. Fordi arrangementet finner sted i februar vil de besøkende ha på mer klær, som igjen fører til at de tar mer plass i køen og at bevegelsene blir noe tregere. Personer med nedsatt bevegelsesevne, som eldre og bevegelseshemmede, vil bli ytterligere redusert. Tusenfryd sine fasiliteter har lagt til rette for å løse flere utfordringer enn hva Skiskytter-VM har. Fornøyelsesparken sitt inngangsparti er stort og oversiktlig, med god fremkommelighet. Det er enkelt for deres besøkende å trekke seg til siden og samle sitt reisefølge om nødvendig. Forbi billettkontrollen blir de besøkende ledet inn til en rulletrapp som fører dem til en stor plass i parken. I Holmenkollen er det risiko for at tilskuerne stopper etter billettkontrollen for å samle sitt reisefølge. Dette kan blokkere fokusruta til publikumsområdet. Skiskytter-VM kan løse dette problemet med funksjonærer som sender publikum videre inn på arenaen.

Under datainnsamlingen ble det utført færre billettkontroller enn det var besøkende i parken. Datainnsamlingen viser antall billettkontroller og billettsalg som ble utført, men flere av behandlingene var for flere besøkende. For eksempel hadde en familie på fire alle sine

billetter registrert på en billett. Disse ble da registrert som én billettkontroll. Det er derfor ikke riktig med 25 000 billettkontroller, men fordi vi ikke telte antall besøkende og antall billettkontroller har jeg antatt at en kontroll tilsvarer en tilskuer. Jeg mener at observasjonene er representative fordi majoriteten av de besøkende hadde en billett hver. I de tilfellene hvor en observasjon brukte betydelig lenger tid var ikke dette på grunn av et stort reisefølge med en billett. De fleste tilfellene skyldtes en feilutskrift av billetten, og billettkontrolløren måtte forklare den besøkende at han måtte henvende seg til billettluke for hjelp. En annen årsak til observasjoner med lang behandlingstid var at den besøkende ikke var klar med billett eller betalingsmiddel når han kom frem i køen. Dette gikk igjen ved flere observasjoner. Å kunne finne et tiltak som får de besøkende til å ha billett og betalingsmiddel klart når de nærmer seg behandling vil kunne bedre køflyten. Eksempler på slike tiltak kan være informasjonsdeling fra skilt, høytaleranlegg eller vertskapsfunksjonærer. Publikumsprofilen til Tusenfryd består naturligvis av veldig mange barn, sannsynligvis flere enn det vil være ved Skiskytter-VM. I mesterskapet vil det være en sannsynlighet for alkoholkonsum blant tilskuerne. Informasjon som blir gitt her bør derfor være ekstra tydelig.

7.3 ANDRE FAKTORER

Et område som ikke har blitt vurdert i simulatoren er VM-Knollen. Dette er et område som ligger tett på VM-Haugen og er skilt av skiløypa. Det er ikke bestemt om VM-Knollen skal benyttes som publikumsområde eller om det skal ha en annen funksjon. Hvis dette blir et publikumsområde må en ny inngang etableres, og fordelingen mellom publikumsområdene må bli lagt på nytt. VM-Knollen er det minste publikumsområdet og vil fungere som et mingleområde. Dette området vil ikke behøve like mye ressurser som de andre.

Publikum ankommer puljevis, i takt med t-banen fra Oslo. Ved maksimal kapasitet kan banen frakte 14 500 passasjerer i timen. I tillegg vil det være tilskuere som kommer gående eller med andre transportmidler. Det er ikke sikkert at alle som kommer med t-banen skal til arenaen. Det er mulig at en stor andel tilskuere har tenkt å stå ute i løypa og ikke på de publikumsområdene arrangøren har tilrettelagt. Ikke-betalende tilskuere kan benytte seg av fokusrutene fram til og forbi inngangene. Dette kan øke pågangen betraktelig, særlig hvis tilstandene blir lik Ski-VM 2011.

I simulatoren har det ikke blitt tatt hensyn til sikkerhetskontroll på arenaen. Det er naturlig å plassere en sikkerhetskontroll ved inngangspartiet, og dette kan påvirke flyten til folkemassene. Sikkerhetsbildet har forandret seg de siste årene, spesielt etter 22. juli 2011.

Det kan derfor være aktuelt for arrangøren å vurdere en mer omfattende sikkerhet enn hva som ble gjort ved Ski-VM 2011. En sikkerhetskontroll ved Skiskytter-VM 2016 vil ta tid, fordi mange vil ha med sekk og mye klær.

Ankomsten til tilskuerne som er satt i simuleringen er antageligvis ikke en god beskrivelse av virkeligheten. Å ha maksimum tid på 4 timer er ikke så galt, men det vil være sannsynlig at majoriteten av tilskuerne ankommer rett før konkurransen starter. Årsaker til dette kan være eksterne forhold, som forsinkelser til arenaen. Tilskuerne er enkeltindivider og tenker at de som enkeltpersoner burde kunne komme raskt inn på arenaen, men som en folkemasse vil det ta lenger tid. Det vil derfor være en idé å øke bemanningen ved inngangene når konkurransen nærmer seg.

Informasjon til publikum er avgjørende for at resultatene om billettsalget kan brukes. Arrangøren vil dra nytte av å oppfordre tilskuere til å kjøpe billett på forhånd. Tilskuere med forhåndskjøpte billetter behøver ikke å gå innom billettbodene, og en andel på over 5% som ønsker å kjøpe billetter bør unngås.

8 KONKLUSJON

Skiskytter-VM 2016 har utrolig mange oppgaver og aktører som trenger koordinering og informasjon. De skal møte krav og forventninger til det internasjonale skiskytterforbundet, utøvere, støtteapparat, frivillige og publikum. Med så mange aktører følger utfordringer, som vil følge arrangøren fra start til slutt. Utfordringer som dukker opp lang tid i forveien vil man kunne klare å finne gode løsninger til. Problemer som kommer tett på arrangementet vil gjøre større utslag. Det er ved de uforutsette problemene Skiskytter-VM 2016 får vist hvor gode forberedelser de har gjort. Har de klart å gjøre de nødvendige grep slik at de kan være handlekraftige og fleksible?

Å bestemme antallet billettkontrollører og billettluker løser ikke alle utfordringene for det kommende mesterskapet. Det man oppnår ved å konkretisere antall billettkontrollører ved en inngang er å fjerne en liten usikkerhet fra arrangementet. Det vil være nok av utfordringer som kan dukke opp på arrangementsdagene, og da er det et spørsmål mindre å besvare. Det vil derfor være et problem som har blitt diskutert og fått en avgjørelse. Tallene fra resultatet belyser hvordan arbeidsmengden til funksjonærene og køflyten påvirker hverandre. Arrangøren kan la funksjonærene ha en arbeidsutnyttelse på over 90% hvis det flyter fint, og fordi flere funksjonærer trengs andre steder. Det gir et innblikk i effekten ved å tilsette en

ekstra billettkontrollør ved en inngang. Den beste løsningen som gir en arbeidsutnyttelse av funksjonærene på mellom 50% og 80% er følgende: 6 billettselgere, 8 billettkontrollører ved Hovedinngangen, 5 billettkontrollører ved P-tribune-inngangen, 4 billettkontrollører ved VM-haugen og 4 billettkontrollører ved Kapellskogen.

Jørgen Aass fra Movement Strategies påpekte at det oppstod en flaskehals for tilskuerne som stod på perrongen til Holmenkollen stasjon som skulle opp på Holmenkollveien og til arenaen under Ski-VM 2011. Dette punktet viste seg å være spesielt utfordrende fordi mange mennesker skulle fra den store perrongen og inn på et smalt fortau. Veien fra perrongen er et av de bratteste partiene og hindret dermed flyten til folkemassen. Det kom stadig nye vogner, fullastet med tilskuere som presset på det allerede belastede punktet. Det er ingen alternative ruter fra stasjonen til arenaen. T-banesporet og en skrent utgjør de fysiske betingelsene som gjør perrongen utfordrende. Dette området burde diskutere tiltak og utbedringer.

Andre områder arrangøren må se på er utfordringene ved avslutningen av konkurransen, når tilskuerne skal dra. Ved inngangsfasen ankommer tilskuerne over en fordelt periode, men ved konkurranseslutt ønsker alle å dra samtidig. Funksjonærene må utvide fokusrutene så godt det lar seg gjøre og gi plass til at alle skal få kommet seg ut av arenaen. Risikoen ved avslutning av arrangement er potensielt større enn ved ankomst.

9 REFERANSER

ANLEGGSIKRING, O. n.d. *Køordnere, ingen dokumentert fotograf, sett 7/8.2015* [Online].

Available: <<http://anleggsikring.no/arrangement/>>.

BANKS, J. 2001. *Discrete-event system simulation*, Upper Saddle River N.J., Prentice-Hall.

DCMS, D. F. C., MEDIA AND SPORT 2008. Guide to safety at sports grounds. *In: DCMS, D. F. C., MEDIA AND SPORT* (ed.). www.tsoshop.co.uk: Her Majesty's Stationery Office.

DICKSON, D., R. FORD AND B. LAVAL 2005. Managing Real and Virtual Waits in Hospitality and Service Organizations. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 46, 52-68.

DSB, D. F. S. O. B. 2010. Veileder for sikkerhet ved store arrangementer.

<http://www.dsb.no/no/toppmeny/Publikasjoner/2013/Tema/Veileder-for-sikkerhet-ved-store-arrangementer/>.

FRUIN, J. J. *DESIGNING FOR PEDESTRIANS* [Online].

http://ntl.bts.gov/DOCS/11877/Chapter_8.html.

- GIBSON, J. B. A. R. R. 1997. 10 Rules for Determining when Simulation is Not Appropriate. *Don't Simulate When...* [Online]. Available:
http://www.blueminegroup.com/aai/pdf/10_Rules_Determining.pdf.
- HAKSEVER, C., RENDER, B., RUSELL, R. & MURDICK, R. 2000. *Service Management and Options*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- HILLIER, F. S. & HILLIER, M. S. 2011. *Introduction to management science: a modeling and case studies approach with spreadsheets*, Boston, McGraw-Hill.
- JAKLIČ, J., GROZNIK, A. & KOVAČIČ, A. 2003. Towards E-Government: The role of Simulation Modeling. *Simulation in industry. SCS, Delft*.
- MAISTER, D. H. 1984. *The psychology of waiting lines*, Citeseer.
- MASLOW, A. H. 1966. *The psychology of science: a reconnaissance*, New York, Harper & Row.
- MICHAEL MORGAN, S. O. S. M., BOURNEMOUTH UNIVERSITY. 2007. FESTIVAL SPACES AND THE VISITOR EXPERIENCE. Available:
http://eprints.bournemouth.ac.uk/4821/1/99_Morgan.pdf.
- NSSF, N. S. 2013. *presentasjon fra ledermøtet 2013* [Online].
- NSSF, N. S. 2015. *Frivillighetshåndboken*.
- ROWE&ANCLIFFE. 2008. *Guidance on designing for crowds - an integrated approach*.
- SEILA, A. F., CERIC, V. & TADIKAMALLA, P. R. 2003. *Applied simulation modeling*, Belmont, Calif., Thomson, Brooks/Cole.
- SHANNON, R. E. 1975. *Systems simulation: the art and science*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.
- SKIFORENINGEN. 2015. <http://www.skiforeningen.no/holmenkollen/>.
- SKISKYTTER-VM2016. 2014. OSL2016, IBU World championships biathlon, Holmenkollen. Available:
<http://www.skiskyting.no/filestore/Arrangrkonferanser/2014/VM2016.pdf>.
- STILL, G. K. 2013. *Introduction to crowd science*, Boca Raton, CRC Press.
- TARUMI, H., MATSUYAMA, T. & KAMABAYASHI, Y. Evolution of business processes and a process simulation tool. Software Engineering Conference, 1999.(APSEC'99) Proceedings. Sixth Asia Pacific, 1999. IEEE, 180-187.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no