Norsk forskningslaboratorium for universell utforming, NTNU

Metodebeskrivelse for gjennomføring av laboratorieundersøkelser med personer med ulik funksjonsevne

Jonny Nersveen

2016

Forord

Direktoratet for byggkvalitet har gitt Norsk forskningslaboratorium for universell utforming, NTNU, i oppdrag å beskrive metoder for gjennomføring av laboratorieundersøkelser med personer med ulik funksjonsevne spesielt rettet mot byggeforskrifter. Oppdraget fokuserer på eksperimentelle laboratoriestudier og handler i hovedsak om dette.

Universell utforming strekker seg over svært mange fagområder. Denne beskrivelsen tar kun for seg det bygde miljø med hvordan forskning kan gjennomføres. Det har vært mye fokus på mobilitet knyttet byggeforskrifter i Norge. Derfor har dette blitt viet ekstra fokus i rapporten.

Oppdraget er utført av førsteamanuensis PhD Jonny Nersveen.

Det rettes en stor takk til sivilingeniør Sören Ginnerup. Statens byggeforskningsinstitut, Universitetet i Aalborg, og professor Susanne Iwarsson, Medicinska fakulteten, Lunds universitet, for gjennomlesning og konstruktive tilbakemeldinger.

April, 2016

Jonny Nersveen

Innhold

Sammendrag 4
1 Innledning 5
2 Ordforklaringer 7
3 Forskningsstrategi 8
3.1 Strategi 8
3.2 Hvordan måle godt nok? 8
3.3 Gammelt og nytt 9
3.4 Teknologiens betydning 10
4 Forskningsmetodikk i universell utforming 12
4.1 Kvalitative og kvantitative metoder 12
4.2 Forskbarhet og statistiske metoder 13
4.2.1 Operasjonalisering 13
4.2.2 Univariat analyse 13
4.2.3 Nominalvariabler 14
4.2.4 Ordinalvariabler 14
4.2.5 Intervallvariabler 15
4.2.6 Forholdstallsvariabler 15
4.3 Bivariate analyser 16
4.3.1 Variabelkategorier 16
4.3.2 Krysstabeller 16
4.3.3 Testing av krysstabeller med en kategorisk og en kontinuerlig variabel – kjikvadrat-test 16
4.3.4 Median, persentiler, gjennomsnitt og varians 17
4.3.5 Hypotesetesting på gjennomsnitt 17
4.3.6 Hypotesetesting med ikke-parametriske variable 19
4.4 Ufullstendige datasett 20
4.5 Feilrisiko i statistisk behandling 20
4.6 Populasjonsutvalg og volum 24
4.7 Etiske retningslinjer og lovverk 24

5 Studier det er verd å se på 28
5.1 Generelt 28
5.2 Utvikling av kvalitetsmål 28
5.3 Forskning på målemetoder 29
5.3.1 Folkehelse og målemetodikk 29
5.3.2 Måling av muskelkraft 29
5.3.3 Måling av energibruk og effektbruk 29
5.3.4 Måling av friksjon 30
5.3.6 Måling av betjeningsvennlighet 31
5.4 Strategier for å øke datagrunnlaget 33
5.5 Forskning på evakuering for personer med funksjonsnedsettelser 34
5.6 Demografiske studier 35
5.7 Databasestudier 36
5.8 Forskning relatert til sansetap 37
5.9 Case-studier som forskningsmetode 39
5.10 Forskning på kommunikasjon 40
5.11 Studier på hele befolkningsgrupper 41
6 Forskningsdokumentasjon 42
7 Laboratoriemetoder i bruk i Norsk forskningslaboratorium for universell utforming 44
8 Referanser 52

Sammendrag

Denne rapporten beskriver eksperimentelle metoder til bruk innen forskning på universell utforming med relevans for verifisering av byggeforskrifter. Det innbefatter;strategiske valg som kan påvirke forskningsmetodene, statistiske metoder og utfordringer, teknologiske valg som kan ha både forskningsmessig betydning og byggteknisk betydning, forskningsbehov og forskningsmetoder som er i bruk i eksperimentell forskning på universell utforming.

Forskning må ha et mål som vil være styrende for forskningsstrategien. Denne rapporten tar for seg forskning av betydning for definering av byggeforskrifter. Strategien i forskningsoppgavene handler om sammenhengen mellom menneskers prestasjonsevne i bruken av det bygde miljø og kravene som stilles til det bygde miljø. I så godt som all forskning benyttes statistikk. Rapporten tar for seg de statistiske metodene som er egnet og som anvendes i forskning på universell utforming og redegjør for hvilke krav statistikken stiller til forskningsdesignet og hvilke metoder som kan anvendes i forhold til typen forskning. Under forklaringene til forskningsmetodikker vises eksempler på hvordan studier er utført eller hvordan kan utføres.

Teknologiske valg har betydning for byggeforskrifter og også for hvordan det skal forskes. Dette er viet noe plass i rapporten fordi det kan ha påvirkning på byggeforskriftene, men er ikke et mål i seg selv i rapporten.

Det er tatt med noen beskrivelser av forskning som ikke utføres i laboratorier men som kan ha betydning for styrking av laboratorietester.

Rapporten avsluttes med en beskrivelse av måletekniske metoder som benyttes i Norsk forskningslaboratorium for universell utforming, NTNU.

1 Innledning

Universell utforming har kommet for å bli, ikke bare i Norge men har fått fotfeste i de aller fleste I-land i verden. Det bygde miljø er for oss beboerne. Det skal være trygt, tilgjengelig og gi oss muligheten til å kunne ferdes fritt og være aktive deltakere i samfunnet. Dette er nedfelt i Norges lovverk.

FNs konvensjon om rettighetene til mennesker med nedsatt funksjonsevne (FN 2008) ble ratifisert av Norge i 2013. Før FN konvensjonen ble ratifisert fikk Norge sin diskriminerings- og tilgjengelighetslov (BLD 2013) og Plan og bygningslov (KMD 2008a). Lovene forutsetter at de skal gjelde for alle, dvs. både for funksjonsfriske og for personer med nedsatt funksjonsevne, og løsningen som er universelt utformet skal være hovedløsningen. Løsningene skal ikke være diskriminerende for noen og skal skape likeverdighet blant kjønn, alder, etnisitet, språk, osv.

Det er fortsatt tillatt å lage særløsninger, men hovedregelen er fellesløsninger. Utvikling av forskningsmetoder kan altså ikke ensidig fokusere på funksjonsnedsettelser men må favne alles behov. Behov i denne sammenheng er mangt, noe som også FNs konvensjon om universell utforming tar opp og som er nedfelt i menneskerettighetene (FN 1948).

Viktige spørsmål man må stille er; hvor stor prosentandel får dekket sine behov, hvem havner utenfor og hvilke løsninger tilbys dem som havner utenfor. Skal man akseptere at en gruppe blir utestengt når gruppen gjelder få personer og hvor går i så fall grensen?

I 1976 kom tilgjengelighetsloven som sikret rullestolbrukere rettigheten til tilgjengelighet (KMD 2008b). Tilgjengelighetsloven stilte ikke noe krav til fellesløsninger og heller ikke løsninger som gjaldt alle grupper. Mye av dagens bygningsmasse har dette som utgangspunkt – en bygningsmasse vi skal leve lenge med.

En litteraturstudie som ble gjort i forkant av forskningsprosjektet «Studie av plassbehov for rullestolbrukere og rullatorbruker ved forsering av korridorer og dører i bygg med krav til universell utforming» (Nersveen og Olsen 2014) viser at det er gjort svært få studier i forhold til universell utforming rettet mot det bygde miljø. Studiene er spredte, bærer preg av å være rettet mot landenes egne byggeforskrifter og de har små testpopulasjoner. En litteraturstudie på lesbarhet av trykt tekst for svaksynte og dyslektikere (Nersveen 2013a) viste samme resultat. Det er gjort en del sosiologiske og økonomiske studier på universell utforming, men lite av fysiske studier knyttet opp mot hvordan vi faktisk bør bygge. De fleste studiene er gjort i USA, Canada, Australia og England (Steinfeld E mfl. 2010).

Professor Edvard Steinfeld, Buffalo University, kommenterer i et par av sine rapporter (Steinfeld, Maisel og Feather 2005; Steinfeld E mfl. 2010) behovet for å samordne forskningsmetodene. Bakgrunnen er metastudier som er gjort og som har vist seg å være vanskelige å gjennomføre. Dette skyldes dårlig dokumentasjon, men også fordi dataene er hentet opp så forskjellig at det er vanskelig å se sammenhenger og trekke konklusjoner.

Dessverre er det ikke full enighet/forståelse i verden om innholdet i begrepet «universell utforming». Norge har jobbet med begrepsdefinisjonen, bla. i rapporten «Universell utforming. Begrepsavklaring», utgitt av Miljøverndepartementet i 2007 (KLD 2007). Studerer man forsknings-

litteraturen fra ulike land, ser man lett at det er forskjeller i praksis. Ideologisk sett finnes nok enigheten, men forskjelligheten kommer til syne i utførelse.

For at forskning skal gi synergieffekter internasjonalt må man enes om innholdet i begrepet universell utforming, ikke bare ideologisk men også i praksis. Uten en slik enighet vil ikke forskningen fra land til land ha samme fokus og derved miste sin viktige overføringsfunksjon. Det er dyrt å drive eksperimentell forskning på det bygde miljø, og det er krevende å finne tilstrekkelige testpopulasjoner. Derfor er metastudier viktig slik at datasanking kan skje i mange land.

Hva er det vi trenger svar på? Vi jakter på kvalitet, men hva er kvalitet? Er det at 80 % har fått dekket sine behov, et persentilnivå som av og til brukes i Europa? Hva da med de øvrige 20 %? Er det at samfunnsborgerne har fått dekket sine basale behov, eller skal man klatre lenger opp på Maslow, Gehl og Nersveens behovsskalaer (Maslow 1943; Gehl 1971; Nersveen 1991). Dette er store spørsmål som behøver svar og som vil påvirke forskningsstrategien.

Oppdraget i dette prosjektet er å beskrive forskningsmetodikk i laboratorier med hensyn på at resultatene skal brukes til definering av byggeforskrifter. Det velges å besvare oppgaven litt bredere, slik at forskningen blir satt inn i et større perspektiv.

I denne type forskning er statistikk i utstrakt grad. Bruk av statistikk stiller krav til forskningsdesignet og det finnes mange fallgruver i statistisk behandling. Derfor er statistikk på detaljert nivå viet forholdsvis stor plass i rapporten.

Rapporten starter med beskrivelse av forskningsstrategi og betydningen av den i forhold til forskning på universell utforming. Deretter kommer en beskrivelse av anvendbare statistiske metoder og til slutt forslag på forskningsoppgaver med beskrivelse av hvordan disse kan utføres. Gjennom hele rapporten brukes forskning på universell utforming som eksempler på hvordan forskning kan utføres og eksempler på utfordringer som denne forskningen inneholder.

Noen typer funksjonsnedsettelser har byggtekniske konsekvenser mens andre ikke. Krav til framkommelighet for rullestolbrukere og visuelle og taktile merkesystemerer beregnet på blinde og svaksynte har allerede ytelseskrav i byggteknisk forskrift (KMD 2010). Ved revideringer av byggeforskriftene vil det være ekstra fokus på disse feltene. Derfor er de fleste av eksemplene hentet fra forskning nettopp på denne type ytelseskrav.

2 Ordforklaringer

Nedsatt funksjonsevne	*Fra NOU 2005:8* (JD 2005*)*: Med *nedsatt funksjonsevne* eller funksjonsnedsettelse menes at en kroppsdel eller en av kroppens fysiske eller kogntive funksjon er tapt, skadet eller på annen måte nedsatt. Funksjonshemning oppstår når det foreligger et gap mellom individets forutsetninger omgivelsenes utforming eller krav til funksjon.
Universell utforming	*Definert i Diskriminerings- og tilgjengelighetsloven (BLD 2013)*: Med universell utforming menes utforming eller tilrettelegging av hovedløsningen i de fysiske forholdene, herunder informasjons- og kommunikasjonsteknologi, slik at virksomhetens alminnelige funksjon kan benyttes av flest mulig. *Definert i FN-konvensjonen* (FN 1948): Med universell utforming menes utforming av produkter, omgivelser, programmer og tjenester på en slik måte at de kan brukes av alle mennesker, i så stor utstrekning som mulig, uten behov for tilpasning eller spesiell utforming.
Tilgjengelighet	*Definert i Diskriminerings- og tilgjengelighetsloven (BLD 2013)*: Begrepet tilgjengelighet er noe svakere enn universell utforming og ble brukt i tilgjengelighetsloven fra 1976. Kravet var at et sted skulle være tilgjengelig men ikke noe krav om at det skulle være hovedløsningen.
Kvantitativ metode	Statistiske forskningsmetoder som befatter seg med tall og som er kvantifiserbart (Løvås 2013).
Kvalitativ metode	Kvalitativ, det som har med noe(n)s egenskaper eller kjennetegn å gjøre, i motsetning til det som har med antall (kvantitativt) å gjøre. Kvalitativ forskning, eller ipsativ forskning, er forskningsmetoder som vektlegger forståelse og analyse av sammenhenger i en prosess hos den enkelte fremfor opptelling av fenomener eller kjennetegn ved en gruppe individer. (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010)
Mikset metode	En kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode, der kvalitativ metode ofte brukes i starten for å identifisere parametere som kan ha innflytelse eller som tilleggsinformasjon som kan forklare eller utdype resultater (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010)
Intervensjon	I forskningssammenheng en styrt endring der man studerer konsekvensen av endringen (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010)
Metastudier	Sammenlikning av andre forskningsresultater i den hensikt å i få et bedre helhetsbilde over forskningen samt vurdere usikkerheten i enkeltresultatene (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010)
Semantikk	Ord og setningers betydning (Simonsen 2012)
For statistiske begreper henvises til litteratur i statistikk (Løvås 2013; Johannessen 2010; Pallant 2013)	

3 Forskningsstrategi

3.1 Strategi

Forskning gir kun svar på spørsmål som er stilt. Derfor må forskning være forankret i en strategi, og spørsmålene må komme fra en overordnet strategi inneholdende mål. Et av målene er at universell utforming gjelder for alle. Det skal utvikles løsninger som dekker alles behov. En av kvalitetene blir derfor å kunne veie løsninger opp mot hvor godt behovene er dekket i forhold til målene. Hvordan målene defineres er like mye et politisk som et teknisk spørsmål.

Universell utforming har sitt utspring i funksjonshemmedes rett til likeverd. Derfor har også denne gruppen fått mye fokus innen forskning. Det må nok erkjennes at gårsdagens arkitektoniske planløsninger inneholdt mange dårlige løsninger for personer med funksjonsnedsettelser. Derfor har vi også fått nye lover. Risikoen i dette er at endringene fører til at det som var gode arkitektoniske planmessige og tekniske løsninger for en stor del av befolkningen tapes. Ideelt ønsker man å beholde det som var bra og legge til allmenne løsninger slik at behovene dekkes i større bredde. Man ønsker ikke å miste noe, men å legge til. I dette menes ikke særløsninger som tillegg, men ha fokus på utvidet generalitet i løsningene. Generalitet er en fundamental del av kvaliteten.

Med dagens teknologi og avanserte løsninger kan det meste løses. Det er mulig å automatisere et bygg fullstendig, lage automatiske rulletrapper med trinn så store at det er plass til en rullestol eller en barnevogn med en forelder bak på hvert trinn, ha fraktsystemer der du sitter på en stol og blir fraktet sittende fra A til B, ha rullefortauer, ha IPS (innendørs GPS), IR- kommunikasjon/teleslynger/ radiosignaler med formidling av informasjon i hele bygget, transportbånd som frakter våre poser, osv. Det er ikke teknologi vi mangler, mangelen er penger. Erkjennes det at mangel på økonomiske midler er en barriere, så bør forskningsstrategien være å finne økonomisk overkommelige løsninger. Da snus fokuset fra å være best mulig til godt nok. Godt nok må derfor defineres, og det i seg selv er en forskningsoppgave.

3.2 Hvordan måle godt nok?

Et viktig spørsmål er hvor ambisiøs man skal være. Hvor er grensa for godt nok og hvordan skal det vurderes? Det finnes ikke enkle svar på dette men det har stor betydning for hvordan man skal forske.

Prosentuell vurdering

Hvor stor del av alle skal fanges opp i lovverket om universell utforming? Denne teknikken er bl.a. brukt i utformingen av standarder. I USA er det vanlig å anvende 90 % persentilen (Steinfeld E mfl. 2010). I Europa har både 80 % og 90 % persentil vært i bruk. Disse tallene gjelder gruppen personer med funksjonsnedsettelser. Skal alle regnes inn i disse tallene må persentilgrensen økes. Hvor mye dette skal økes er en forskningsoppgave.

Det er ikke gitt at spørsmålet kan besvares alene med hvor stor prosentandel som skal ha sine behov dekket gjennom lovverket. Man kan ikke stille spørsmålet overfor befolkningen generelt fordi gruppen personer med funksjonsnedsettelser systematisk blir rammet. Selv om man kun ser på

grupper med spesielle behov er det også her risikabelt å bruke prosentandel som kriterium fordi undergrupper systematisk rammes.

Samfunnsøkonomisk vurdering

En annen måte å vurdere på er samfunnsøkonomiske modeller. Med utgangspunkt i at Staten Norge har et visst ansvar for alle, skal alle ha en viss mengde behov oppfylt. Lager man et regelverk som utestenger noen, så må det finnes alternative løsninger for disse selv om det i verste fall er assistanse 24 timer i døgnet. Den sårbare gruppen er personer med funksjonsnedsettelser. Det er mulig å tenke seg valget mellom å gjøre personer så selvhjulpne som mulig versus at personene får assistent. Behovet blir dekket i begge tilfellene. Dette gir mulighet for å bruke samfunnsøkonomiske modeller der man vurderer fordeler og ulemper mhp. kostnad. Utfordringen blir i så fall en etisk vurdering.

Etisk vurdering

En etisk tilnærming kan være likebehandling eller så nær likebehandling som mulig med henvisning til Fns menneskerettigheter og konvensjonen om universell utforming (FN 1948, 2008). Etisk tilnærming er allerede i bruk ved at man stiller krav til at hovedløsningen skal være universelt utformet. Likeverdighetsprinsippet kan også ha noen negative sider ved at løsninger kan bli uheldige for alle fordi alle skal behandles likt. Løsningene kan bli lite effektive, dvs. at ønsket om generalitet kan bli så stor at den blir fienden.

Effektivitetsvurderinger

En teknisk måte å vurdere kvalitet på er å se på dens effektivitet. Måter å måle på kan være avstand, tidsforbruk, orienteringsmuligheter, bruk av krefter, energi, osv. I et av forskningsprosjektene ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming ble tiden som ble brukt for å forsere en dør kjørende i en rullestol sammenliknet med tiden en gående person brukte for å forsere samme dør (Nersveen, 2014). På den måten kunne man se hvor lengre tid en rullestolbruker måtte bruke på å gjennomføre samme operasjon. Det er mulig å hevde at jo nærmere tidsbruken man kommer den gående jo bedre er løsningen. Denne metoden kan anvendes overfor alle gruppe, ikke bare for personer med funksjonsnedsettelser.

Effektivitetsvurderinger kan synes enkle, men er ofte ikke det. Effektivitet blir en del av den arkitektoniske planløsningen som ikke alltid er så enkel å vurdere. Planløsninger er både et ledd i systematikken en arkitekt arbeider etter men også en del av en kreativ prosess hvor mange biter skal på plass.

3.3 Gammelt og nytt

Byggtekniske forskrifter gjelder nye bygg, tilbygg og ved gjennomføring av tiltak i eksisterende bygninger. Med unntak av brannloven har ikke nye byggeforskrifter tilbakevirkende kraft.

I Regjeringens handlingsplan for universell utforming og økt tilgjengelighet 2009-2013 (BLD 2009) er visjonen at det offentlige Norge skal være universelt utformet innen 2025. Utskiftingen av bygningsmasse tar generasjoner. Derfor må forskning omhandle både hvordan man skal bygge nytt og hvordan man skal oppgradere gammelt. Forskningsmessig blir ikke dette det samme fordi

forutsetningen ikke er lik. Det er lettere å stille krav til nye bygg enn det er til bestående bygningsmasse.

3.4 Teknologiens betydning

En utfordring i universell utforming er tilgjengelighet som ofte en kombinasjon av helseteknologi og tilpasninger i det bygde miljø. Et eksempel de fleste kjenner er høreapparater og teleslynger. Høreapparatene er persontilpasset mens teleslyngene er tilpasset høreapparatene. Det forenkler mye av den byggtekniske utfordringen fordi kommunikasjonen mellom høreapparater og teleslynger/radiokommunikasjon/IR-kommunikasjon kan standardiseres. Det gir en stor forskningsmessig fordel fordi forskning på høreapparater og forskning på kommunikasjonsplattformen og dens kvalitet kan være adskilt uten at det hindrer kvaliteten.

Det foregår en rivende utvikling innen rullestolteknologi. Teknologien har gått i to retninger; den ene der rullestolen tillater en betydelig større grad av funksjonsnedsettelse enn tidligere, og den andre der rullestolen har blitt mer kompakt og mindre. I dag kan man styre rullestolen med haken, øynene, munnen, osv. Det betyr at graden av funksjonsnedsettelse hos brukere er stor, og muligheten til å betjene bygget tilsvarende mindre. Majoriteten av rullestolene har blitt mindre og krever mindre snuareal. Det nyeste nå er rullestoler basert på Segway-prinsippet med bare to hjul. Rullestoler finnes også med en funksjon som gjør at brukeren kan komme opp i stående stilling. Dette gir helt andre byggtekniske muligheter fordi høydebehovet for betjeningsutstyr endres. Forskning på tilgjengelighet for rullestolbrukere må se til utviklingen av hjelpeteknologi.

En rullestol er et framkomstmiddel, og framkomstmidler passerer av og til dører. Bruker man samme tankegang på rullestolens kommunikasjon med det bygde miljø som høreapparatene har med teleslyngene, bør rullestolbrukeren ha en standardisert kommunikasjon med dører. Et signal sendt fra rullestolen åpner døren. Rullestolen kan gjerne ha et unikt signal slik at døren for andre forblir låst. Rullestolens betjeningsform kan være persontilpasset. Slike teknikker som beskrevet her eller andre teknikker griper inn i byggtekniske løsninger og kan dermed påvirke byggeforskriftene.

Dører som ikke skal være låst kan ha en generell signalplattform. Er man eier av en digital døråpner så kan alle fritt tilgjengelige dører åpnes på denne måten. Det kan også skje via blåtannteknologi (bluetooth) fra mobilen eller fra annet senderutstyr. Senderen er allment tilgjengelig og kan være like nyttig for en person med barnevogn, hendene fulle av handleposer eller holder i to barnehender som for en person sittende i rullestol. Dører kan åpnes via persondetektor, men da er ikke adgangen autorisert. Fordelen med slike teknologier er at forskning på menneskers betjeningsevne og forskning på byggtekniske løsninger kan foregår adskilt. Forutsetningen er standardisert kommunikasjonsplattform.

Når de første robotene i industrien kom, fikk de armer som liknet på menneskearmer. Robotarmen skulle erstatte menneskearmen. Det var så langt man klarte å tenke på den tiden. I dag har man frigjort seg fra slike tanker. Det er svært lang avstand mellom hvordan man rent mekanisk betjener et bygg i dag i forhold til hva teknologien åpner for, og den er høyst kulturelt betinget. Dørhåndtaket er en flere hundre år gammel oppfinnelse men er fortsatt den mest dominerende måten å åpne dører på, riktignok litt varierende fra land til land. Er dørhåndtak med vribevegelse den mest effektive måten å åpne en dør på når man tenker universell utforming? Det krever bestemte vribevegelser

med hånden og forutsetter tilsvarende funksjonsevne. Restaurantbransjen har kvittet seg med den løsningen for adgangen til kjøkkenet for mange tiår siden. En kelner har ikke hender til å åpne døren med fordi hendene er i bruk til noe annet. Bilbransjen har også kommet dit. Har du nøkkelen i lommen er det nok å vifte med et bein i bakkant av bilen så går bagasjeluken opp. Du slipper å sette fra deg alle bæreposene i søla. Verden har gått videre i en rekke bransjer mens byggebransjen fortsatt henger igjen, selv om teknologien er der. Kostnaden man bærer med dette er dårligere tilgjengelighet som ofte forårsaker større arealbehov og derved unødvendige kostnader.

En teknologisk utfordring er ved brann. Strømmen er slått av og man må evakuere under den betingelsen. Man har ikke noe mindre behov for selvhjulpenhet under evakuering enn det man har ellers. Det er motsatt. Digitale signaler trenger ikke dø ut under evakuering, men når de digitale signalene skal få noe til å skje som krever kraft forsynt fra vårt ordinære strømnett er nettet normalt ute av funksjon. Man trenger å finne løsninger der man unngår 230 V.

Branndører lukkes av seg selv når brannalarmen går. Dørene er tunge og ikke lett å åpne for en person med funksjonsnedsettelse, og umulig å åpne for en person uten hender. En person med barnevogn vil også slite, kanskje også små barn. I dag kan man gå i en jernvarehandel og kjøpe en elektrisk batteridrevet drill/skrutrekker/bormaskin til under 1000 kroner. Avhengig av spenningsnivået har disse elektroverktøyene mye kraft lagret. En slik liten motor med fullagret batteri kan åpne og lukke en branndør gjentatte ganger satt i gang av et digitalt signal kommende fra en rullestol eller en mobiltelefon. Det eneste kravet til 230 V er ladespenningen. Om nettet faller, så har batteriet kapasitet til å åpne og lukke døren kanskje opp til 20-30 ganger, kanskje enda mer, før batteriet er utladet. Mulighetene finnes og kan ha stor betydning for byggebransjens handlingsrom og for oppfyllelsen av lovverket innenfor universell utforming.

Tenker man seg en eldre bolig, vil montering av automatiske døråpnere blir en svært kostbar montasje når alle nødvendige dører skal ha elektriske funksjoner. Kan man klare å utvikle løsninger som er uavhengig av elektrisk kraft er et meget stort slag vunnet. Kjøkkenindustrien har gjort store framskritt i betjeningen av skuffer og skap. Et lite trykk så åpner skuffen eller skapdøren seg. Et lite trykk så lukker det seg igjen. Dette er løsninger som stort sett fungerer uten elektrisk kraft. Kan slike teknikker også brukes på vanlige dører?

Bruk av teknologi kan gi store muligheter i det bygde miljø og kan åpne for helt andre løsninger enn tradisjonene man har i dag. Dagens forskning har en tendens til å studere hvordan mennesker fungerer i gårsdagens tradisjonelle bruk av det bygde miljø. Forskning på universell utforming må handle om å se framover. Man må imidlertid ikke glemme bygningsmassen som allerede eksisterer og som har gårdagens tradisjonelle bruksmønster. Løsningene her kan være en kombinasjon av helseteknologi og enkle endringer av bestående bygningsmasse, noe som bør være en forskningsstrategi. Det er viktig å fokusere på kombinasjonen helseteknologi og byggteknologi. Universell utforming er for alle, mens helseteknologien gir individuell persontilpasning. Det gir en totalt bedre løsning for alle brukere av universell utforming.

4 Forskningsmetodikk i universell utforming

4.1 Kvalitative og kvantitative metoder

Forskning handler i stor grad om å sammenlikne. I intervensjonsforskning sammenlikner man resultater før og etter intervensjonen. I longitudinale studier ser man på hvordan noe endrer seg over tid, gjerne med mange målepunkter etter en tidsakse. I tverrsnittanalyser ser man på spredningen i variabler på et gitt tidspunkt. I Kohort-analyser ser man på utvalgte grupper. (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010).

I forskning brukes aksepterte og veldokumenterte metoder. Ofte er dette statistikk, men trenger ikke være det. Forskningsdesignet må tilpasses valgt forskningsmetode, gjerne statistiske metoder. Valg av metode avhenger av hva man ønsker å bevise og hvordan man ønsker å bevise det.

Utgangspunktet for valg av forskningsmetode er hva man ønsker å finne ut. Er det en evaluering av to case, kan målet være å sile ut den beste. Er det å finne ut hvilken teknologi som hjelper en gruppe best så blir målet å sammenlikne konsekvensene av bruken av de ulike teknologiene og rangere dem. Er målet utvikling av byggeforskrifter, kan målet være å finne ut hvor stor del av befolkingen eller en gruppe av befolkningen som får sine behov dekket ved ulike ytelseskrav, hvilke ytelseskrav som er relevant, osv. Valg av metode er avhengig av hva man vet fra før og det man ønsker å bevise.

Forskningsmetoder kan i stor grad deles i tre bolker; 1) kvantitativ forskning der datainnsamlingen kan gjøres om til tall og regnes/telles, 2) kvalitativ forskning der hendelser/meninger/erfaringer formidles gjennom observasjon/dybdeintervju som settes sammen og tolkes av en forsker og 3) miksede metoder der både kvantitative og kvalitative metoder brukes sammen. Fordelen med kvantitativ metode er muligheten for stor testpopulasjon og dermed kunne utføre hypotesetesting eller f.eks. frekvensfordelinger. Ulempen med kvantitativ metode er at testpersonen ikke fritt kan velge sitt svaralternativ. Studiene blir avhengig av hvor godt forskeren treffer i valget av variabler og deres verdier. Mangler et viktig svaralternativ vil den forbli ukjent. Fordelen ved kvalitativ forskning er at den har åpne spørsmål ved at intervjuobjektet ikke blir styrt inn i bestemte svar men kan snakke fritt. Her er det ingen svaralternativer som mangler, men man er jo avhengig av testpersonens evne til å formidle og forskerens evne til å lytte og forstå. Ulempen med kvalitativ metode er at det kan være vanskelig å generalisere og at antall intervjuede blir få. Resultatene er av mer subjektiv karakter enn i kvantitativ forskning. Det må derfor vurderes om svarene er allmenngyldige eller kun gjelder få. (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010).

Manglende til kvantitative og kvalitative metoder har ført til en ny variant som kalles «mikset metode». Dette er ikke annet enn at kvantitativ og kvalitativ metode brukes sammen og utnytter hverandres styrker. Når noe skal telles må ofte kvantitative metode brukes, men man trenger å vite hva som skal telles. Er man usikker på det, er kvalitativ metode den beste måten å finne det ut på. Derfor er det ikke uvanlig at forskning starter med kvalitative metoder, men går over til kvantitative metoder til slutt. Det tar lenger tid men gir gjerne et bedre resultat. Kvalitative studier kan også brukes for å korrigere kvantitative svar for å øke presisjonsnivået. Dette må i så fall gjøres med forsiktighet. (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010).

Hvis samtlige variabler som påvirker et resultat er kjent og det er mulig å gjennomføre store nok studier, vil kvantitative studier være mest egnet i forhold til å utvikle byggeforskrifter. Er man usikker på variablene bør man starte med kvalitative studier for å finne variablene først. Når variabler er

identifisert, kan man gjennomføre en mindre test for å teste variablenes styrke, dvs. hvor mye de betyr i forhold til hverandre, og om de er uavhengige. Når man til slutt har funnet de viktigste variablene som influerer på ytelseskrav, kan siste prosess gjennomføres ved større tester som kan inneholde hypotesetesting, frekvensfordelinger, osv. Da er man over i kvantitativ statistikk. I de aller fleste tilfellene hvor forskningsmetoder anvendes for å identifisere ytelseskrav er dette basert på kvantitative metoder.

Det er svært vanlig ved kvantitative studier at det også stilles noen kvalitative spørsmål. Slike spørsmål kan identifisere problemer med testen eller være et supplement og en årsaksforklaring til resultatet.

4.2 Forskbarhet og statistiske metoder

4.2.1 Operasjonalisering

I kvantitativ forskning må studiene operasjonaliseres. Noen variabler må beskrive, f.eks. en intervensjon, og noen variabler må forklare konsekvensen. Disse to variabeltypene kalles for «forklaringsvariabler» og «responsvariabler» (Løvås 2013). Forklaringsvariablene beskriver endringen i intervensjonen, f.eks. helningen og lengden på en rampe, mens responsvariablene kan si noen om testpersonenes prestasjon og opplevelse som følge av endringen. Forklaringsvariablene skal være uavhengige, mens responsvariablene vil av naturlige grunner være avhengig av forklaringsvariablene.

Variablene kan ha ulike formater. Tabell 4.2.1.1 inneholder en oversikt.

Tabell 4.2.1.1: Oversikt over krav til variabler (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010)

Kategoriske variable	Kontinuerlige variable		
Nominal	Ordinal	Intervall	Forholdstall
Gjensidig utelukkende Kan ikke rangeres Kalles dikotome variable hvis antall verdier kun er 2, f.eks. ja/nei	Gjensidig utelukkende Logisk rangering Regnes som kategoriske variable hvis antall verdier er under 5	Gjensidig utelukkende Logisk rangering Lik avstand mellom verdiene Trenger ikke ha naturlig nullpunkt	Gjensidig utelukkende Logisk rangering Lik avstand mellom verdiene Har naturlig nullpunkt

Valg av variable må gjøres ut fra hva slags statistikk man har behov for å gjennomføre. Det gjøres overraskende mange feil i statistisk behandling, noe som svekker validiteten i studiene.

4.2.2 Univariat analyse

Noen ganger er det av interesse å se på spredningen av en responsvariabel. Dette er utbredt innen forskning på universell utforming, fordi man er interessert i å se på persentilene, f.eks. hvor stor prosentandel av rullestolbrukere som klarer å forsere en dør med 20 N vektmotstand. Denne type studier kalles for univariat analyse (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010). Tabell 4.2.2.1 viser en oversikt over kravene man må stille til responsvariabelen for denne type studier.

Tabell 4.2.2.1: Krav til variabler ut fra hva som ønskes utført (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010)

Variabeltype	**Hva som kan gjøres**
Kategoriske variable	Prosentuering eller telling • Tabeller • Figurer Modus
Kontinuerlige variable	Modus Median Variasjonsbredde Kvartiler Desiler Gjennomsnitt Standardavvik

4.2.3 Nominalvariabler

Det er en grunnleggende forskjell på kategoriske og kontinuerlige variabler ved at kategoriske variabler ikke trenger å representere ulik grad av kvalitet (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010). De trenger ikke ha en skala som går fra dårlig til bra. Derfor er det også svært lite man kan bruke kategoriske variabler til. Variabelen av typen nominal er en slik variabel. Et eksempel kan være kollektivtransport. Om man kjører buss eller trikk har ikke noe med rangering å gjøre, men kan være en vesentlig variabel i forskning. Snuteknikker når man skal snu i en korridor kan også være slik. I studier ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming ser man at snuteknikk like mye handler om vane og tilvendt teknikk som behov (Nersveen og Olsen 2014). Snuteknikker kan derfor ikke generelt rangeres logisk.

4.2.4 Ordinalvariabler

En ordinalvariabel er gjensidig utelukkende og logisk rangert men trenger ikke ha faste steg mellom hver verdi (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010). I tabell 4.2.1.1 framgår at ordinalvariabler med mindre enn 5 valgbare tilstander regnes som kategoriske variabler. Det er ikke helt uvanlig å sprenge denne grensen og det gjøres også innen forskning på universell utforming og innenfor inneklimaforskning, i flere land. Ser vi for oss en variabel som løper fra 1 til 5, fra dårlig til godt, med 5 valgbare tilstander, vil tallet 3 være en nøytral tilstand. Det er fristende å endre antallet valgbare trinn til enten 4 eller 6, dvs. et partall. Dermed tvinges respondenten til å velge side fordi et nøytralt valg ikke finnes. Fra forskning på plassbehov for rullestolbrukere brukes begrepene «Lett», «Lett med litt besvær», «Vanskelig, men mulig» og «Ikke mulig» (Nersveen og Olsen 2014). Responsvariabelen beskrives riktignok semantisk, men er gjensidig utelukkende og kan rangeres i stigende rekkefølge. Strengt tatt er dette en kategorisk variabel fordi den kun inneholder fire tilstander, men brukes som ordinalvariabel. Denne teknikken har den fordelen at tilstanden «Lett» og «Lett, med litt besvær» kan anses som akseptabel, mens tilstanden «Vanskelig, men mulig» og «Ikke mulig» kan anses som uakseptabel. Da oppstår en ny type variabel med to tilstander som er rangerbar. Ytelseskrav er ofte definitive med et klart skille mellom det tillatte og det som ikke er tillatt. Derfor er det aktuelt å gjøre studier som finner grensen mellom det akseptable og det uakseptable. Den opprinnelige variabelen

vil kunne gi informasjon om hvor nær man er en uakseptabel tilstand. Den nye variabelen kan ikke hypotesetestes med gjennomsnittsanalyser, men kan hypotesetestes ved hjelp av ikke-parametriske metoder (Løvås 2013). Denne metodeteknikken vil bli nærmere beskrevet senere.

4.2.5 Intervallvariabler

Det er en vesentlig forskjell på overgangen fra ordinal- til intervallvariabler. Ordinalvariabelen trenger ikke faste avstander mellom hvert trinn i skalaen. Den krever bare at den kan rangeres logisk. Ulempen med dette er at det ikke er mulig å beregne gjennomsnitt, standardavvik eller varians. Dermed forsvinner det store volumet av analyseteknikker. Bare overgangen fra å bruke semantiske begreper til en tallskala er et stort sprang. Intervallvariabelen er gjensidig utelukkende, logisk rangert, har faste trinn mellom hver verdi men trenger ikke ha et fast nullpunkt (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010). Statistiske regneprogrammer er nettopp regneprogrammer. En intervallvariabel kan med visse begrensninger inngå i regnestykker fordi det er en tallrekke. Ulike tilstander i en ordinalvariabel kan telles og sorteres, men kan ikke inngå i ordinære regnestykker. Velger man å bruke semantiske begreper for å beskrive valgbare tilstander skal man være sikker på at metoden fører helt fram. I testene med rullestoler gjort ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming er dette likevel valgt fordi mange av testpersonene er eldre mennesker. Man mente at verbal beskrivelse var en mer presis beskrivelse av de ulike valgbare tilstandene enn en tallkarakter. Velges tallkarakter er man avhengig av at valget testpersonen gjør er forstått. Man mener også at en grov inndeling gir større sjanse for rett valg. Man har ingen garanti for at rett valg i en skala fra 1 til 10 er korrekt. Resultatet blir ikke bedre enn nøyaktigheten i testpersonenes svar. Er testpopulasjonen stor vil usikkerheten nulles ut fordi svarene kan feile i begge retninger og dermed jevne seg ut. I små populasjoner er det viktigere at svaret er presist.

Intervallvariabler er mye brukt i spørreskjemaer der testpersonen skal gradere svar på en skala. For å oppnå god statistisk kvalitet anbefales minimum 5 valgbare verdier. Begrunnelsen er at resultatene i variabelen bør kunne bli normalfordelt for å gi flest mulig statistiske analysemetoder.

4.2.6 Forholdstallsvariabler

Intervallvariabelen har ikke desimaler. Den har faste trinn der man kun kan velge i trinnene. I en fast skala fra 1 til 5 er det ikke noe som er valgbart på 3,5. Denne type skalaer er typisk for spørreundersøkelser. Overgangen fra ordinal til intervallvariabler er stort, men overgangen fra intervallvariabler til forholdstall er enda større. Statistiske operasjoner som regresjon og korrelasjoner krever forholdstall. Forholdstallvariabelen er gjensidig utelukkende, logisk rangert og har tall som kan ha desimaler og har et naturlig nullpunkt (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010). Alle fysiske målinger, som tidtaking, kraft, bredde- og lengdemål, osv., er forholdstall. Ved sammenlikning av verdien av ulike variabler brukes ofte regresjon og korrelasjon. Da må variablene være på formen forholdstall. Dette gjelder også ved bruk av kovarians som korrigerende metode (Løvås 2013).

4.3 Bivariate analyser

4.3.1 Variabelkategorier

Det ble tidligere vist til eksemplet om variasjonen i opplevd vanskelighetsgrad blant ulike testdeltakere ved forsering av dør ved 20 N vektmotstand. Da ser man kun på spredningen på en responsvariabel. Hvis man imidlertid ønsker å sammenlikne lettheten i å forsere døren ved forskjellige tyngder, f.eks. 20 og 30 N, har man fått to variabler. Denne typen studier kalles bivariate analyser og åpner for mer avansert statistikk (Løvås 2013). Tabell 4.3.1.1 viser kravene til variablene for ulik type statistikk.

Tabell 4.3.1.1: Statistiske metoders krav til variabler i bivariat analyse (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010)

To kategoriske variable	En kategorisk og en kontinuerlig variabel	To kontinuerlige variable
Krysstabell	Krysstabell Gjennomsnitt Median Kji-kvadrat-test Fortegnstest	Krysstabell Gjennomsnitt Median Korrelasjon Student-T- og Anova-tester Ikke-parametriske tester

4.3.2 Krysstabeller

Krysstabeller er kun en framstillingsmåte for sammenhengen mellom to variabler (Løvås 2013). Hvis man spør om vanskelighetsgraden for forsering av en dør for to forskjellige typer rullestoler, f-.eks. aktiv og allround, kan dette framstilles med vanskelighetsgraden langs X-aksen og kategorien rullestoler langs Y-aksen. Vanskelighetsgraden kan være en ordinalvariabel med «Lett», «Lett med litt besvær», «Vanskelig, men mulig» og «Umulig». Her skal man huske på at man sammenlikner noe og dette må være sammenliknbart. Studien i seg selv er sammenliknbar men hvis man skal telle antall skår, bør antall testpersoner per rullestolkategori være lik i så stor utstrekning som mulig. Et alternativ er å framstille resultatene i prosent.

4.3.3 Testing av krysstabeller med en kategorisk og en kontinuerlig variabel – Kji-kvadrat-test

Krysstabeller kan også hypotesetestes i om det er forskjell mellom hver kategori. Dette kalles Kji-kvadrat-test hvor svaret munner ut i en signifikansvurdering. Kji-kvadrat-tester krever ikke annet enn at en av variablene er kontinuerlig, men spredningen i hver enkelt celle i krysstabellen skal strengt tatt være normalfordelte. (Løvås 2013). Eksempelet over tar for seg vanskelighetsgraden ved forsering av dør hvor svaralternativene er «Lett», «Lett med litt besvær», «Vanskelig, men mulig» og «Ikke mulig». Er det sannsynlig at denne er normalfordelt? Ser man for seg en funksjonshemning som graderes fra «lett» til «stor», er det sannsynlig å anta at det er flere i gruppen «lett» enn i «stor». Da vil man få en skjevfordelt fordeling som altså ikke er normalfordelt. Man må derfor vurdere nøye hvilken statistisk metode som anvendes. Det vil være slik at sannsynligheten for normalfordelt

fordeling øker med økt testpopulasjon. I følge sentralgrenseteoremet (Løvås, 2013) beveger alle fordelinger seg mot normalfordeling med økende antall testpersoner. Med over 20 testpersoner i samme kategori anses normalfordelingen å være oppfylt. Det er derfor en fordel med store testpopulasjonsgrupper per kategori.

4.3.4 Median, persentiler, gjennomsnitt og varians

Har man behov for å beregne median, persentiler, gjennomsnitt eller varians må variabelen være kontinuerlig. For median og persentiler holder det at variabelen kan rangeres, dvs. være på ordinalnivå. Variabelen trenger ikke være framstilt i tall eller ha like avstander mellom verdiene. Gjennomsnitt, varians eller standardavvik må ha tall for å kunne beregnes. Her må variabelen være på minimum intervallnivå. (Løvås 2013).

Det er tidligere vist til eksempelet med forsøk der vanskelighetsgraden er beskrevet med semantiske begreper. Man kan ikke uten videre si at den matematiske avstanden mellom «Lett» og «Lett med litt besvær» er den samme som avstanden mellom «lett med litt besvær» og «Vanskelig, men mulig», osv. Dermed forsvinner muligheten for å gjennomføre alle statistiske vurderinger knyttet til gjennomsnitt og varians. Måten å unngå dette på er å benytte tallskalaer med like steg mellom hvert svaralternativ.

4.3.5 Hypotesetesting på gjennomsnitt

Mange statistiske kvantitative metoder tar utgangspunkt i en sannsynlighetsfordeling, eksempelvis normalfordelingen. Selv om testpopulasjonen ikke inneholder alle resultatene som danner en tenkt fordeling bygger statistikken på at disse finnes selv om de ikke er med i testresultatene. (Løvås 2013). Det er derfor det ofte oppgis krav om at fordelingen skal være normalfordelt. Tar man utgangspunkt i at fordelingen er normalfordelt og dette ikke stemmer, så blir også hypotesetestingen feil. Det er mulig å teste om fordelingen er normalfordelt eller ei. En måte er å gjøre det på er lage en normalitets-plott og se om resultatene ligger på omtrentlig rett linje. En normalitets-plott sammenlikner verdiene i variabelen med verdiene i en normalfordeling. Hvis disse to følger hverandre på en rett linje er variabelen normalfordelt. (Løvås 2013). De fleste statistikk-programmer har denne funksjonen. I SPSS heter det P-plot (Pallant 2013). Sentralgrenseteoremet sier at en responsvariabel vil være tilnærmet normalfordelt om $n \geq 20$ (Løvås 2013). Det gir mulighet for å bruke statistiske metoder beregnet på testing av gjennomsnitt.

Student-T og Anova er de mest kjente hypotesetestemetodene. Student-T og Anova tester sammenhengen mellom to variable der man ser på avstanden mellom gjennomsnittene i hver fordeling. En avstand på to standardavvik gir signifikant forskjell $p \leq 0{,}05$. Denne metoden betinger at fordelingene som sammenliknes er normalfordelt. Det finnes imidlertid teknikker som kan korrigere for skjevheter i fordelingene. (Løvås 2013; Pallant 2013).

Gjennomsnittet må også gi mening om man skal bruke den som testkriterium. Et viktig spørsmål er om gjennomsnitt er en riktig parameter å bruke. Byggeforskriftene skal også kunne dekke opp de svake innenfor en viss grense, f.eks. inntil 90 % av populasjonen. Da er det grensen for 90 % persentil som er målet og ikke gjennomsnittet. Om man sammenlikner to grupper med samme varians og tester på gjennomsnitt, vil også avstanden mellom 90 % persentilene være lik når man kun

sammenlikner samme side. Er ikke variansen lik, blir testen feil. En absolutt forutsetning er at fordelingene er normalfordelte. Testen vil være en-halet og ikke to-halet som er mest vanlig, fordi man kun ser på standardavviket på én side av fordelingen.

Med student-T sammenlikner man to grupper (Løvås 2013). En rekke forskningsstudier innen universell utforming er forsøk der intervensjonen er en fysisk endring, f.eks. korridorbredde. Tidsforbruk kan måles som funksjon av korridorbredden når man skal snu i korridoren med en rullestol. Det er av interesse å se hvordan tidsforbruket øker med redusert korridorbredde helt til det ikke er mulig å snu lenger. Man har to variabler av typen forholdstall. Man kan teste parvis med student-T for å finne punktet på tidsforbrukskurven der endringen begynner å bli signifikant, dvs. at man har nådd en smalhet i korridorbredden som beviselig har betydning. Dette betyr en student-T-test for hver intervensjon. Er det mange intervensjoner blir manuellarbeidet i statistikkprogrammet stort. En slik test kan gjennomføres mer effektivt med Anova som kan brukes til å teste gjennomsnittet i mange grupper samtidig. Anova gir ingen tilbakemelding på hvilken gruppe som skiller seg ut, bare at minst én skiller seg ut (Løvås 2013).

Anova tester forholdet mellom variansen innad i gruppene med variansen mellom gruppene. Enveis Anova tester kun på forskjellene mellom gruppene. (Løvås 2013). Kommer resultatet signifikant ut, er minst en gruppe forskjellig fra de øvrige. Er ikke forskjellen signifikant trenger man ikke gå inn og sammenlikne parvis og mye arbeid kan være spart. En betingelse er at hver enkelt gruppe som sammenliknes må være normalfordelt.

Enveis Anova har ikke noe krav til at testresultater trenger være likt i antall mellom gruppene (Løvås 2013). Dette skiller seg fra parvis student-T fordi den sammenlikner parvis. Med enveis Anova er det mulig å teste intervensjonssprang selv om de to gruppene man tester ikke har like mange testresultater. Gjør man samme test med parvis student-T vil den hoppe over alle verdiene som ikke er komplette par, noe som gjør beregningen mer sårbar. Vær oppmerksom på at hvis målet er å finne signifikante forskjeller som gjelder for f.eks. 90 % persentilen, så må variansen for hver gruppe være lik. (Løvås 2013).

Ved testing av grupper med Anova vil usikkerheten per test øke med antall grupper. Er kravet satt til $p \leq 0{,}05$ vil den gjelde per sammenlikning av to og to grupper. Er det flere enn to grupper vil p øke. Dette kan korrigeres med Bonferroniteknikk. Dette skjerper kravet til hver gruppetest slik at sluttkravet f.eks. kan bli $p \leq 0{,}05$. (Løvås 2013; Pallant 2013).

For Anova er det mulig å gjennomføre styrkeberegninger. Disse vil si noe om styrken i sammenhengen mellom grupper. De to mest vanlige styrkeberegningsmetodene er Partial eta squared og Cohens d. I SPSS finnes Cohens d (Pallant 2013).

Funksjonsevnen hos mennesker er individuell. Når man tester tidsforbruk vil den være preget av graden av funksjonsnedsettelse, men også hvordan testpersonen er generelt. Noen er langsomme og noen er raske ut fra sin natur. Man kan derfor ikke sammenlikne testpersoner på tid, men heller sammenlikne testpersonen med seg selv. Det er nettopp dette parvis student-T-test gjør. Den regner ut differansen mellom før og etter intervensjon og bruker denne i videre statistisk vurdering. <u>Anova gjør ikke dette</u>. Den gjør en totalberegning av variansen for alle testpersonene. Dette er en unøyaktighet vi egentlig ikke ønsker. Skal man teste på gjennomsnitt der testpersonen skal

sammenliknes med seg selv bør parvis student-T benyttes, forutsatt at fordelingen er normalfordelt. (Løvås 2013).

En annen variant av Anova brukes når man skal se om det finnes signifikante undergrupper i samme fordeling. Denne kalles toveis Anova (Løvås 2013). Man kan tenke seg et forsøk der man ser på grupper med personer med funksjonsnedsettelser og grupper uten funksjonsnedsettelser i forhold til fremkommelighet i et kjøpesenter. Undergruppene kan være varianter av funksjonsnedsettelser, personer medbringende barnevogner, eldre personer, yngre personer, osv., der alle testes og blir en del av samme populasjon. Med toveis Anova er det mulig å se om undergruppene skiller seg fra hverandre selv om alle samlet ligger innenfor en normalfordeling. Analysen krever at hver undergruppe er like stor. Denne testen tolererer ikke huller i datasettet. Slike metoder er raske å benytte. Fordi testen består i å se om gruppene er like, er et signifikant svar at de er ulike. Testen besvarer ikke hvilken gruppe som skiller seg ut. Løvås 2013).

Anova har også en tredje variant der man kan teste på undergrupper samtidig med at man tester på forskjeller mellom hovedgrupper. Denne varianten kalles i noen bøker SPANOVA og i andre split-plot ANOVA (Løvås 2013). I SPSS kalles den «Repeated measures» (Pallant, 2013).

I mange tilfeller finnes flere forklaringsvariabler. Et eksempel på dette er når en rullestolbrukere skal forsere en tung dør der både korridorbredden og dørens tyngde blir viktige faktorer. En undergruppe kan være ulike kategorier rullestoler. Hvis det er mulig å teste på gjennomsnitt, kan begge forklaringsvariablene testes samtidig i multivariable studier basert på varians. Dette blir populært kalt MANOVA (Løvås 2013).

4.3.6 Hypotesetesting med ikke-parametriske variable

Tilsvarende for testing på gjennomsnitt med parvis sammenlikning eller sammenlikning av grupper eller undergrupper kan dette også gjøres med ikke-parametriske variabler (Løvås 2013). Paret Student-T sammenlikner to grupper, men krever at gruppene må være normalfordelte. Paret Wilcoxon test gjør det samme uten krav til normalfordeling. Metoden sammenlikner svarene parvis for hver gruppe, beregner differansen, rangerer absoluttverdien av svarene og deretter registrerer om differansen er positiv eller negativ. Er gruppene like vil positive og negative svar være jevnt fordelt over hele tallrekken. Er ikke fortegnene jevnt fordelt men klumper seg i tallrekken kan gruppene være signifikant forskjellige. Paret Wilcoxon-test krever komplette par å sammenlikne. Mangler ett av tallene utelates paret i beregningen. Testen stiller som krav at differansen som beregnes mellom gruppene må være normalfordelt. Dette bør testes. Gruppene i seg selv trenger ikke være normalfordelt. Statistisk kan normalfordelingen testes med P-plot. Ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming er Wilcoxon-testen i utstrakt bruk. Den er spesielt egnet for testing av utflating av kurver på fordelinger som ikke er normalfordelte og der man ikke skal sammenliknes med andre men kun mot seg selv.

Hvis differansen i den parede Wilcoxon-testen ikke er normalfordelt finnes en annen test som kalles paret fortegnstest (Løvås 2013). Den stiller <u>ingen</u> krav til datasettet. Paret fortegnstest beregner differansen og registrerer om den er positiv eller negativ. Deretter telles opp antall positive og negative funn. Er antall positive og negative funn like regnes gruppene som like. Er forskjellen stor kan den være signifikant. I virkeligheten er dette en binominal test der man sjekker om posisjonene

til medianene er like eller om de er langt fra hverandre. Nettopp fordi det er en binominal test trenger ikke testmaterialet være tall. Testen kan derfor brukes om svarene er tekst. Derfor er denne testen mye brukt i forbindelse med helt enkle spørreskjemaer og også innen kvalitative studier der planlagte spørreskjemaer brukes i dybdeintervjuer.

Tilsvarende enveis Anova har ikke-parametriske variabler sin testvariant. Denne kalles Kruskal-Wallis' test av flere grupper (Løvås 2013). Testen krever ikke normalfordelte variabler. Kruskal-Wallis' test benytter medianen i sammenlikningen av grupper.

Har datasettet undergrupper som ellers ville blitt analysert med toveis Anova ved normalfordelte grupper, men at datasettet her ikke er normalfordelt, kan Friedmans test benyttes (Løvås 2013). Denne testen kan benyttes både ved sammenlikning av to og flere grupper. Fordi testen benytter beregninger, må variabelen være tall som representerer to tilstander. Denne testen er spesielt egnet til tester der man følger en serie av hendelser som et repetert forsøk på tid. Et eksempel kan være utholdenhet ved kjøring i ramper.

4.4 Ufullstendige datasett

I store forsøk med store datamengder vil tap av data alltid forekomme. All parvis testing forutsetter komplette data. Derfor er det ikke uvanlig i statistisk behandling at det tapte tallet estimeres for at hypotesetesting skal være mulig. De fleste større statistiske dataprogrammer har opsjon for dette. Det vanlige er at det benyttes gjennomsnittet av nabovariablene. Ulempen med dette, særlig når større mengder data estimeres, er at standardavviket krymper fordi tallene likner på hverandre. Man mister ytterlighetene. (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010).

I SPSS håndteres tapte data på to måter; 1) ekskludering av hele serien listevis (dataene for en testperson elimineres i sin helhet) og 2) ekskludering parvis (dataene ekskluderes kun hvis det berører parvis testing). (Pallant 2013).

Norsk forskningslaboratorium for universell utforming har lagt seg på den linjen av det ikke erstattes tapte data. Dette er en konservativ tenkning.

4.5 Feilrisiko i statistisk behandling

Eksempelvis ved testing av synlighet av ledelinjer vil volumet av misforståelser være avhengig av f.eks. ledelinjens kontrast mot sin bakgrunn. Synlighet blir en responsvariabel av kontrasten. Kontrasten er forklaringsvariabelen og som har forårsaket endringen i synlighet. Det kan selvsagt være mange forklaringsvariabler til synlighet, som perseptuelle muligheter med gjenkjennelse, erfaring, osv. Hvis det er flere forklaringsvariabler som påvirker responsvariablene er det en betingelse i statistikken at de forskjellige forklaringsvariablene er uavhengige. Dette betyr at endring på den ene forklaringsvariabelen ikke forårsaker at de andre forklaringsvariablene endres. I eksempelet med ledelinjer er ledelinjens bredde og kontrast uavhengige variabler. Kontrasten forårsaker ikke en bredere ledelinje eller motsatt. Bruker man derimot lys for å oppnå kontrast, f.eks. nedfelte lysende striper i et gulv, vil lyset spres noe i øyelinsa, spesielt hos dem med grå stær og hos eldre mennesker, og ledelinjen vil få den effekten at den virker bredere. Dermed har man fått to

forklaringsvariabler som ikke er helt uavhengige. Perseptuelle problemstillinger kan også være slik fordi persepsjon vil være koplet til erfaring, kultur, osv. Dette kompliserer forskning på f.eks. planløsninger innen arkitektur. Uønskede sammenhenger mellom forklaringsvariabler kalles spuriøse sammenhenger og noe man må være spesielt oppmerksom på (Løvås 2013).

Skjulte variabler er en risiko. Det er ikke alltid forklaringsvariablene alene forklarer responsvariablene. I slike tilfeller eksisterer en eller flere variabler som ikke er med i analysen. En av de mest berømte eksemplene på dette er eksempelet den norske nobelprisvinner Haavelmo ga under sin nobeltale under nobelprisutdelingen i økonomi i 1989. Han forklarte at det var en korrelasjon mellom antall fluer og antall turister i Bergen. Det er ganske åpenbart at ingen av disse variablene kan være forklaringsvariabelen. I virkeligheten er disse to responsvariabellene styrt av noen andre forklaringsvariabler. En sannsynlig forklaringsvariabel er været, men den var ikke med i analysen.

I forskning på universell utforming har man utfordringer med ulike typer funksjonsnedsettelser. Nedsatt funksjonsevne kan variere sterkt selv om hjelpemiddelet kan være en og samme type rullestol. Variantene av funksjonsnedsettelser og også ulike grader av dem kan bli skjulte forklaringsvariabler, noe som kan komplisere forskningen kraftig. Det finnes teknikker for å dokumentere effekter av skjulte forklaringsvariabler, men skal de identifiseres må mistanken til variablene eksistere slik at de eksplisitt blir testet. Hvis det finnes mistanke om en ekstra forklaringsvariabel kan denne testes ut ved bivariat analyse (Løvås 2013) der man tester den nye variabelen opp mot en og en av de kjente. Er variablene forholdstall er det naturlig å gjøre korrelasjonsstudier (Løvås 2013).

En faktor man alltid skal være oppmerksom på er når testpersoner observerer hva andre svarer eller presterer. Derfor er det viktig at de snakker minst mulig sammen om resultater og at de ikke ser hva de andre gjør.

En annen viktig faktor er at testpersonalet som driver forskningen ikke påvirker svar. Svaret skal være testpersonens eget og ikke et ønsket svar eller en tolkning fra forskeren. Dette er hovedgrunnen til at Norsk forskningslaboratorium for universell utforming benytter ordinalvariable med «Lett», «Lett med litt besvær, «Vanskelig, men mulig» og «Ikke mulig» som valgbare parametere og ikke en tallskala. Man ønsker så god forståelse som mulig av det som skal svares på og at svarmulighetene skal være så intuitive som mulig uten at en forsker må hjelpe til med svaret.

Systematiske feil er kanskje den største risikoen i kvantitativ forskning. Hypoteseforskning forutsetter stokastiske variable, dvs. at de er tilfeldige (Johannessen, Christoffersen og Tufte 2010). I forskning på ramper der brukere av rullestoler, personer med barnevogner eller handlevogner ferdes, der helningen på rampen har betydning for framkommeligheten, vil rekkefølgen på testene kunne påvirke resultatet. Det er mulig både å måle og beregne det fysiske arbeidet man må utføre for å komme seg opp en rampe fordi dette er fysikk. Hva som oppleves greit eller ugreit er både personlig og relativt. Ved å gjennomføre testen med å starte med en slak rampe og øke helningen etter hvert, starter man med positive erfaringer. Det positive kan smitte over på neste opplevelse. Gikk det bra sist så går det sikkert bra neste gang også. Starter man imidlertid i motsatt rekkefølge kan motsatt effekt oppstå. Gikk det ikke sist så går det nok ikke denne gangen heller. En negativ erfaring kan smitte over på neste opplevelse. Forrige test bygger opp holdninger til neste test som kan komme til å påvirke resultatet. Statistikernes svar på dette er å randomisere forsøkene ved at rekkefølgen på

rampens helning er tilfeldig. For at en slik strategi skal lykkes krever det mange innstillinger på rampens helning og mange forsøk. Det er ikke til å unngå at forrige forsøk påvirker neste resultat så lenge datasankingen er et spørsmål med et subjektivt svar. Skal denne effekten nulles ut må feilen slå ut i forskjellige retninger i en større datainnsamling. I tester som inneholder byggverk hvor byggverket skal endres i en intervensjon og testen inneholder bruk av krefter er det svært sjeldent at datagrunnlaget er stort. Dette reduserer kraftig randomiseringens mulighet til å nulle ut effekten.

Statistikkprogrammet regner kun ut dataene den har fått. Det er opp til forskeren å vurdere om testutvalget er representativt og om svarene fra stastikkprogrammet er relevant. For små testpopulasjoner er dette et betydelig problem. Rullestoltester kan være et eksempel. Årsaken til at man er bruker av rullestol kan variere sterkt. Noen har lammelser i beina og full førlighet i overkropp, noen har svekkelser i hele kroppen, noen har en sykdom der man må være forsiktig med overbelastning fordi det skader, osv. Typen rullestol man får tildelt er ikke alene en vurdering ut fra hva man kan prestere fysisk sett men like mye ut fra boforhold og topografien i området der man bor. I virkeligheten finnes en stor mengde underkategorier under begrepet rullestolbruker. Ideelt sett skal man ha med alle varianter man kan tenke seg og analysert dem både samlet og som adskilte grupper. Det vil kreve en betydelig testpopulasjon av den gruppen som er vanskeligst å rekruttere. Det gir tilsvarende utfordring i tolkning av de statistiske resultatene.

Statistisk hypotesetesting er sannsynlighet. Man prøver å snevre inn usikkerheten så godt det lar seg gjøre. Dette gjør man ved å velge egnet statistisk metode, men også i valget av forklaringsvariabler og responsvariabler i det totale designopplegget. Hvis randomisering ikke gir kontroll på usikkerhet er en alternativ måte å styre usikkerheten ved å være bevisst på den og måle og korrigere for den. Det finnes tre muligheter ved forsøk med helning i ramper; 1) økt helning i rekkefølge, 2) redusert helning i rekkefølge og 3) stokket rekkefølge (randomisering). Hvis antall helningsvarianter er få vil ikke randomisert rekkefølge redusere usikkerheten. Benytter man stigende rekkefølge, vil forrige test være mildere enn neste, og det er det man husker og vil sammenlikne med. Hvis testene kjøres med korte intervaller vil slitenhet kunne påvirke resultatet. Med økt slitenhet vil man være mest uthvilt når testene er mildest, og mest sliten når testene krever mer. Benyttes redusert helning i rekkefølge vil det forrige man husker være verre enn forsøket man kjører nå. Det kan gi to effekter. Det ene er det positive at testen blir lettere og det andre er at man kan dra med seg en holdning til testen om at den er vanskelig (forutinntatthet). Med denne rekkefølgen gjøres det tyngste arbeidet først men til gjengjeld på det tidspunktet man har mest energi å rutte med. Stigende og redusert helning gir forskjellige slitenhetskurver. En måte å kontrollere effekten av slitenhet er å gjennomføre både stigende og reduserende helning med samme testperson og sammenlikne. Dette er mest egnet når testpersonen skal testes over flere dager fordi disse to testsituasjonene må ha like betingelser. For dem som har hatt hørselstester hos en audiograf vet at audiografen ofte starter med mørke toner, finner grenseverdien for den og går suksessivt videre til neste lysere tone på skalaen. Når man har kommet til den lyseste tonen som skal testes, snur man og går suksessivt tilbake igjen med mørkere og mørkere toner. Det endelige svaret per frekvens blir middelverdien av svaret i stigende og reduserende rekkefølge. Denne teknikken kan også benyttes i intervensjonsstudier, men antall tester dobles. Gevinsten må vurderes i forhold til slitenhet og hvor lang tid man har til å gjennomføre testene.

En måte å korrigere for slitenhet er å korrigere beregningen med kovarians. Kovariansen beregner gjensidig lineær avhengighet mellom variabler (Løvås 2013). For å få til en slik beregning må det

finnes en variabel som beregningen kan bruke. Antall timer med testing eller antall tester kan være en mulighet. Testing med korrigering med kovarians kalles mikset lineær modell (Løvås 2013). Bruk av kovarians er ofte nødvendig i hypotesetesting fordi betingelsene som hver testperson utfører sine forsøk under kan variere og som ikke kan tilskrives naturlige variasjoner. Den brukes for å korrigere for feil i testoppsettet. Slitenhet utover dagen er en slik feil. Det kommer an på hva som skal sammenliknes. Hvis man skal sammenlikne evnen til å forsere en rampe med en viss helning og alle testene gjennomføres på en dag, vil slitenhet påvirke resultatet. Hvis man gjennomfører en test per dag og på samme tid på dagen elimineres feilen, forutsatt at man ellers er frisk. Slike situasjoner må vurderes nøye. I en intervensjonsstudie hvor effekten av endring i belysning og ventilasjon på en skole analysert over flere år, ble det utført konsentrasjonstester på skolebarna. For å unngå effekten av systematiske variasjoner i blodsukker i forhold til matpauser, og variasjonen i ukedager, ble barna systematisk testet på samme tidspunkt på dagen, på samme ukedag, i overskyet vær og i bestemte tider på året. Man unngikk typiske allergiperioder. Hensikten var for å unngå systematiske endringer i slitenhet. (Mysen, Nersveen og Schild 2012).

Mange personer med funksjonsnedsettelser preges av dagsformen. Dagsformen er en naturlig del av deres hverdag og også en naturlig del av en testsituasjon og noe man ønsker å fange opp. Derimot er variasjoner i dagsformen en utfordring når testresultater skal sammenliknes. Hvis man ønsker å finne ut hva som fungerer best for en gitt person, vil ulik dagsform kunne gi feil resultater. Store testserier på samme testperson vil nulle ut feilkilden, mens små testserier er vanskeligere. Man står i valget mellom å kjøre testene på én dag under samme dagsform eller leve med at dagsformen kan komme til å variere under de ulike testene. Begge valgene inneholder feilkilder. Dagsform som ikke kan måles kan ikke korrigeres med kovarians. Slitenhet utover dagen kan til en viss grad korrigeres for. Norsk forskningslaboratorium for universell utforming foretrekker å kjøre testene på én dag forutsatt at testdagen ikke blir for lang, og at den ikke inneholder for mange tester.

En del tester krever fysisk styrke i overkropp, f.eks. ved åpning av tunge dører eller ved forsering av trapper eller ramper. Styrke kan måles som evne til å vri, skyve eller trekke mot seg med hendene . Man kan også måle trykkraft i hendene. Ved å teste testpersonens kraftevne kan endringer i disse evnene etter hvert som forsøkene skrider fram registreres og brukes til kovarianskorrigeringer. Slike målinger vil fange opp både slitenhet og endringer før og etter lunsj pga. endring i blodsukker.

Slitenhet er en usikkerhetsfaktor, men kjedsomhet på grunn av mange repeterende tester eller mye venting er også en faktor. Tilgang til lesestoff, frukt, drikke og samtalegrupper med andre kan motvirke kjedsomhet. Pass på at testpersoner ikke utveksler resultater til hverandre.

Ved testing av forhold der man ser på når noe går eller ikke går, eksempelvis ved snuing i korridor, vil feilen kun gå i en retning. Det er ikke mulig å gjennomføre noe som er umulig, men det er mulig å feile slik at man ikke får til noe som er mulig. Dette gjelder både ved tidtaking og ved subjektive spørsmål om vanskelighetsgrad og risiko.

Miksing av kvalitative og kvantitative metoder kan avhjelpe noe av usikkerheten. Testpersonene kan selv forklare opplevelsen av testen, hva som påvirket resultatet, og ikke minst om de opplever at slitenhet begynner å gjøre seg gjeldende. Observasjoner gjort av forskerne under testen kan også være et bidrag.

4.6 Populasjonsutvalg og volum

I FNs konvensjon om universell utforming påpekes spesielt at partene som har ratifisert konvensjonen har plikt til å gjennomføre forskning som setter dem i stand til å oppfylle lovfestede krav. Konvensjonen påpeker også at løsningene skal fremme likestilling, dvs. at løsningene skal være for alle. (FN 2008).

Forskning på universell utforming er krevende med hensyn på populasjonsutvalg. I hht. FNs konvensjon skal alle grupper tilgodeses på likeverdig måte (FN 2008). I forskningssammenheng betyr det analyse av store og varierte grupper som innbefatter både personer med og uten funksjonsnedsettelser. Den største utfordringen ligger i intervensjonsstudier av rullestolbrukere.

Ikke alle verdier er korrekte. I konkurranseidretter der det deles ut poenger av et dommerpanel er det ikke uvanlig å utelate dårligste og beste poengtildeling. Dette gjøres for å redusere risikoen for dommerfeil. Datasanking i forskningsprosjekter kan også inneholde feil. Ekstreme verdier kan være korrekte, men er ofte feil. Det forekommer derfor at man utelater de mest ekstreme verdiene, f.eks. 5 eller 10 %. Det finnes automatiske systemer for dette i statistikkprogrammer og det kan gjøres manuelt. Utelatelse av ekstreme verdier betyr at resultater fra enkeltpersoner tas ut av statistikken. Hvis eksempelvis 10% skal tas ut av materialet, må man ha minst ti testpersoner for å få dette til. Man kan ikke ta en halv person ut av et svar.

Hvis det er behov for å ha normalfordeling, sier sentralgrenseteoremet at en fordeling med stor sannsynlighet er normalfordelt når man har minst 20 testpersoner (Løvås, 2013).

Testing av særlig rullestolbrukere er krevende fordi gruppen representerer mange kategorier. Det finnes mange kategorier rullestoler og det finnes mange varianter av funksjonsnedsettelser. Hvis man krever at hver kategori skal være normalfordelt skal man strengt tatt ha minst 20 testpersoner per kategori (Løvås 2013).

Det viktige i forskning på ytelseskrav er persentilgrensene, f.eks. 80 eller 90 %. Det er gruppen med størst funksjonsnedsettelse som befinner seg i dette grenseområdet og ikke der det store volumet befinner seg. Hvis volumet av hver rullestolkategori og varianter av vesentlige funksjonsnedsettelser er kjent, trenger man ikke studere alt, bare den gruppen som danner persentilgrensen. På denne måten er det mulig å redusere antall testpersoner til et overkommelig tall, beholde forsknings-kvaliteten og faktisk gjøre det FN-konvensjonen pålegger oss. Forutsetningen er at det er kjent hvilken gruppe som vil befinne seg i aktuelt persentilområde. Her er det mulig å gjøre gode antakelser.

4.7 Etiske retningslinjer og lovverk

Lover og forskrifter

I forskning på mennesker finnes noen etiske grenser som skal overholdes. Derfor finnes en rekke lover og forskrifter som all forskning skal forholde seg til:

- Helseforskningsloven, med underliggende forskrifter, merknader til forskrifter og veileder (HOD 2008 og 2009)
- Forskningsetikkloven, med underliggende forskrift (KD 2006, 2007)

- Personopplysningsloven, med underliggende forskrift (JD 2000b, 2000a)
- Offentlighetsloven, med underliggende forskrift (JD 2006b, 2008)
- Forvaltningsloven, med underliggende forskrift (JD 1967 og 2015, 2006a)
- Pasientrettighetsloven (HOD 1999)
- Helseregisterloven (HOD 2014)
- Menneskerettsloven (JD 1999)

Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK)

REK skriver følgende på sin hjemmeside (REK 2015)

Helseforskning

Sitat:

Helseforskningsloven gjelder for medisinsk og helsefaglig forskning på norsk territorium eller når forskningen skjer i regi av en forskningsansvarlig som er etablert i Norge.

Medisinsk og helsefaglig forskning er virksomhet som gjør bruk av vitenskapelig metode for å skaffe til veie ny kunnskap om helse og sykdom. Forskningen kan gjøres på mennesker, humant biologisk materiale eller helseopplysninger. Formålet med forskningen er avgjørende, ikke om den utføres av helsepersonell eller på pasienter eller benytter helseopplysninger.

Forskning på mennesker er forskning som innebærer direkte kontakt med forskningsdeltakere ved intervensjoner og invasive studier (klinisk utprøving av legemidler, operative inngrep), ved innhenting av humant biologisk materiale (blodprøver, vevsprøver) eller ved innhenting av helseopplysninger ved direkte kontakt (intervju, observasjon, spørreskjema).

Forskning på helseopplysninger er forskning på taushetsbelagte opplysninger iht. helsepersonelloven § 21 og andre opplysninger og vurderinger om helseforhold eller av betydning for helseforhold som kan knyttes til enkeltperson. Helseopplysninger kan samles inn for forskningsformål eller være samlet inn til klinisk bruk. Forskning på helseopplysninger omfatter således både forskning på egeninnsamlede helseopplysninger fra personer som samtykker til dette (for eksempel ved hjelp av spørreskjema eller intervjuer), opplysninger hentet fra pasientjournaler o.l. med eller uten samtykke fra de aktuelle pasientene samt opplysninger fra ulike registre med eller uten samtykke fra de registrerte.

Registerforskning er forskning på opplysninger som allerede er samlet inn (registrert) for et formål, for eksempel i et helseregister. Det opprinnelige formålet kan være forskning, men det kan også forskes på opplysninger fra registre som ikke har forskning som primærformål.

Sitat slutt

Søknadspliktig forskning

Sitat:

- Utprøvende behandling med annet primært formål enn å gi helsehjelp til en enkelt pasient.
- Studentoppgaver som skal oppfylle vitenskapelige krav og har som formål å skaffe til veie ny kunnskap om helse og sykdom.
- Bruk og utlevering av personidentifiserbare opplysninger og indirekte identifiserbare opplysninger fra ett eller flere (koblete) sentrale/lovbestemte helseregistre.
- I ny helseregisterlov innføres begrepet indirekte identifiserbare opplysninger, mens begrepene avidentifiserte, anonyme og pseudonyme helseopplysninger er fjernet. § 20 i helseregisterloven gir hjemmel for å utlevere indirekte identifiserbare opplysninger uten hensyn til taushetsplikt.
- REK skal likevel vurdere de etiske, medisinske, helsefaglige, vitenskapelige og personvernmessige forholdene ved forskningsprosjektet, inkludert behandlingen av helseopplysninger. Dette innebærer at en godkjenning fra REK både er et nødvendig og tilstrekkelig behandlingsgrunnlag.
- Før det sendes inn søknad om forhåndsgodkjenning til REK bør søker ta kontakt med de enkelte registerforvalterne/-eierne for mer informasjon om bruken av aktuelle register.
- Bruk av opplysninger fra sentrale helseregistre koblet til opplysninger fra andre registre.
- Bruk av humant biologisk materiale.
- Bruk av personidentifiserbare opplysninger og vurderinger om helseforhold.

Sitat slutt

Ikke-søknadspliktig:

Sitat:

- Utprøvende behandling der formålet primært er å gi helsehjelp til en enkelt pasient
- Kvalitetssikring og evaluering er en del av helsetjenesten. Helse- og omsorgsdepartementets veileder til helseforskningsloven definerer kvalitetssikring som prosjekter, undersøkelser og evalueringer som har som formål å kontrollere at diagnostikk og behandling faktisk gir de intenderte resultater.
- REK anvender Europarådets veileder fra styringskomiteen for bioetikk for medlemmer i regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk.

Sitat slutt

REK skriver i tillegg:

Sitat:

- Generelt sett er forskjellen mellom forskning og kvalitetssikring som følger: Forskning handler om å få ny kunnskap, om å finne ut hva som er eller vil bli best praksis – forskningsspørsmålet vil for eksempel være "hva er den mest effektive måten å behandle trykksår på?". Kvalitetssikring handler om å finne ut om best praksis er fulgt – spørsmålet vil for eksempel være "Hvordan behandler vi trykksår, og hvordan kan dette sammenlignes med

akseptert best praksis?". Forskjellen er ikke absolutt, og behovet for en forskningsetisk vurdering kan derfor ikke defineres nøyaktig. En foreslått tilnærming er å konsentrere seg om tre nøkkelspørsmål:

1. Er formålet med det foreslåtte prosjektet å forsøke å bedre kvaliteten på pasientbehandlingen i en lokal setting?
2. Vil prosjektet innebære evaluering av praksis opp mot standarder?
3. Skal pasientene gjennomgå noe som ellers ikke er en del av den normale rutinebehandlingen?

- Hvis svaret på de to første spørsmålene er "ja" og svaret på det tredje er "nei", er prosjektet sannsynligvis kvalitetssikring, ellers er det sannsynligvis forskning."
- Etablering av helseregistre uten tilknytning til et konkret forskningsprosjekt.
- Teknisk og metodemessig utviklingsarbeid som benytter biologisk materiale uten at det er knyttet noen personopplysninger til materialet.
- Bruk og utlevering av avidentifiserte og/eller anonyme data fra ett eller flere (koblete) sentrale/lovbestemte helseregistre, med mindre annet følger av forskriftene til registrene.
- Bruk av andre anonyme opplysninger og vurderinger om helseforhold. Med anonyme opplysninger menes opplysninger der navn, fødselsnummer og andre personentydige kjennetegn er fjernet, slik at opplysningene ikke lenger kan knyttes til en enkeltperson. Ansvaret for anonymiseringen ligger hos registereier.

Sitat slutt

<u>Samtykke og taushetsplikt</u>

Sitat:

- Samtykke er hovedregelen for å kunne forske på humant biologisk materiale og helseopplysningar. Dette gjelder enten data blir samlet inn direkte fra opplysningene det gjelder eller blir hentet fra pasientjournal, annet helseregister, observasjoner, biobank eller andre forskingsprosjekter.
- All forskning er underlagd hovedregelen om samtykke. Forskning som faller utenfor helseforskningsloven, fordi formålet ikke er å få fram ny kunnskap om helse og sjukdom (f.eks. samfunnsvietskapelig forskning), skal også som hovedregel, be om samtykke til bruk av helseopplysninger.
- Dispensasjon fra taushetsplikt er nødvendig for å forske på humant biologisk materiale eller helseopplysninger som allerede er hentet inn, uten å be om samtykke. Søknad om dispensasjon fra taushetsplikt skal vurderes av REK både for medisinsk og helsefaglig forskning (helseforskningsloven §§ 15, 28 og 35) og for annen forskning.

Sitat slutt

Forskning på det bygde miljø

Vår erfaring med søknader til REK er at forskning på det bygde miljø i den hensikt å forbedre måter vi bygger på ikke er søknadspliktig. Det foreligger imidlertid et krav om at innhentede helseopplysninger skal behandles konfidensielt og testdeltakernes resultater skal anonymiseres.

5 Studier det er verd å se på

5.1 Generelt

Det meste innen universell utforming er ikke testet. Fagområdet som er mest studert, relatert til byggeforskrifter, er plassbehov for rullestoler. Dette henger nok sammen med at fokuset på nedsatt mobilitet har eksistert i mange tiår, noe som ikke har vært tilfelle for de øvrige.

5.2 Utvikling av kvalitetsmål

Universell utforming gjelder for alle. Mye av forskningen har vært knyttet opp mot funksjons-nedsettelser og ikke mot befolkningen som helhet. Byggeforskriftene er til for å beskytte og for å skape langsiktige samfunnsriktige løsninger, men de kan også virke hemmende på innovasjon. Byggeforskriftene er med og genererer løsninger. Løsningene skal ha så høy grad av generalitet som mulig, så høy fleksibilitet som mulig, når det er påkrevet.

Med generalitet menes at løsningen dekker behovet så bredt som mulig uten ekstra hjelpemidler (Nersveen 1991). Med fleksibilitet menes at løsningen inneholder en variasjonsmulighet slik at brukere med ulike behov kan tilpasse løsningen til seg selv (Nersveen 1991). Et eksempel på det siste kan være minibankautomater hvor man kan velge tastemetode og hvordan skjermbildet skal vises. Et annet eksempel er blindeskrift på betjeningspanelet i en heis.

Generalitet er kongstanken i universell utforming - en løsning som favner vidt og ideelt sett dekker alles behov. Man trenger å utvikle metoder som sier noe om graden av generalitet. For å kunne nå et slikt mål må totalbehovet være kjent. Det totale behovet vil være sammenlikningsgrunnlaget i en vurderingsmetode. Et slikt studium burde vært gjort fordi det åpner for samfunnsstudier i hvor langt man til enhver tid har kommet, kvaliteten i nye løsninger og vurdering av muligheter i eldre bebyggelse.

Byggeforskriftene definerer minimum. Det er siste ståkarakter. En vurderingsmetode må strekke seg lenger enn minimum. Man trenger å kunne måle kvalitet helt til topps. Det er bare slik man får utvikling og framgang. En slik skala må ha sitt utspring i folkehelse- og velferdsperspektivet og se på hele befolkningen under ett. I praksis vil en slik skala være velferdsmålet på teknologiske løsninger. I behovsvurderinger sees ofte på hvor langt man kom i behovsinndekningen. Det er egentlig ikke den beste måte å vurdere det på. Går man motsatt vei og ser på hva som ikke ble dekket inn, dvs. det udekkede behovet, får man bedre oversikt over problemets omfang (Nersveen 1991). Samfunnet har ansvar for alle. En skala som sier noe om restproblemet som også må løses er mer verd enn hva som ble løst og som ikke er et problem lenger. Det er det uløste som er det reelle problemet.

Det er utenkelig at generalitet i løsninger kan løse alt. Til det er behovene for variert. Derfor trengs fleksibilitet i tillegg. Fleksibilitet er en del av denne problemstillingen, men egentlig en nødløsning fordi man ikke når langt nok i løsningens generalitet.

Det finnes sjekklister der man haker av det som er løst. Å hake av sier noe om hva som er gjort men egentlig ikke noe om kvaliteten på hva som er gjort. Sjekklister er sementerende og stimulerer lite til nytekning. Man trenger mer enn sjekklister.

5.3 Forskning på målemetoder

5.3.1 Folkehelse og målemetodikk

Universell utforming er et ungt fag hvor vitenskapelige metoder ikke har stabilisert seg i en verdensomspennende enighet enda. Det er behov for å utvikle forskningsmetoder, prøve dem ut i prosjekter og som kan bli diskutert internasjonalt. Dette gjelder i særdeleshet måletekniske metoder. Det er et langt sprang fra folkehelse til målemetodikk.

5.3.2 Måling av muskelkraft

Hvis man skal måle åpningskraften på en dør så må dette finnes igjen i muskelbruk og bevegelses-muligheter hos personer. En vanlig metode for å finne ut hva en person makter er å se om personen klarer å åpne døren, og man kan spørre subjektivt hvordan dette oppleves. Dette kan utvides til også å måle testpersonens muskelbruksevne, med både vri-, trekk-, skyveevne og kraft i lukking av hånd. Muskelbruk kan også måles direkte med sensorer plassert på musklene. Det er ikke alltid at den fysiske målemetoden som brukes på døren eller dørhåndtaket sier alt om betjeningsmulighetene. Det er tenkbart at måling av muskelbruk kan si mer om en løsnings godhet enn den tekniske målingen som gjøres direkte på døren eller dørhåndtaket. Det gjelder å opprettholde fokuset der det skal være, hos mennesket.

5.3.3 Måling av energibruk og effektbruk

Planløsninger gir ulike muligheter og disse mulighetene bør kunne sammenliknes med hvor tungt det er å bruke dem. Hvor langt må man forflytte seg fra A til B, hvor mange trapper må forseres eller hvor mange heiser må brukes. I universell utformingsfilosofi skal en universelt utformet løsning være hovedløsningen. Det kan ikke alltid bli slik. En trapp vil alltid være en av hovedløsningene fordi den har høy kapasitet. Selv om HC heis er i umiddelbar nærhet blir den alternativløsningen for dem som ikke kan bruke trapp. Man trenger en målemetode for å kunne analysere de ulike løsningenes kvalitet. For å kunne bevege seg fra A til B forbrukes energi. Den energien skulle man svært gjerne kunne målt slik at den kan sammenliknes med energiforbruket til f.eks. en gående. Forholdet mellom disse to størrelsene vil si noe om kvaliteten på den alternative ruten.

Energiforbruk kan teoretisk beregnes via kinetisk og potensiell energi. Riktignok går man glipp av friksjons- og varmetapet ved en teoretisk beregning, men tallene man kommer fram til vil gi nyttig informasjon. Dette kan utvikles i en formel, der avstander, høydeendring i form av trapper eller ramper, retningsendringer, antall dører som må åpnes, kan inngå. Metoden må verifiseres slik at det stemmer overens med opplevd belastning.

5.3.4 Måling av friksjon

En risikofaktor som ikke dekkes inn i dag er fall- eller sklirisiko. Noen flater blir glatte når de blir våte. Noen flater har så høy grad av friksjon at overflaten nærmest lugger i skoene og kan skape fallrisiko. Friksjon er en blanding av underlagets egenskap og objektet som befinner seg på det. Innenfor renholdsbransjen finnes en europeisk standard for renholdskvalitet (ICS 2011). I denne standarden er målingsmetode for friksjon beskrevet. Friksjon kommer opp som tema fordi boning, vasking av overflater eller at vann eller snø kan gi glatt overflate. Det er gjort undersøkelser i Norge som viser at det forekommer nærmere 700.000 fallskader i trapper årlig (Synovate 2008). Fallene skyldes flere forhold, men lav friksjon er en av årsakene.

Friksjon kan påvirkes både med hvordan renhold utføres og ved materialvalg, men hvis friksjon skal tas hensyn til trengs forskning som viser i hvilket område kravene bør ligge. Tester som ble utført ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming i 2014 viste både rullator- og rullestolbrukere som skled fra 1 til 2 meter når de forsøkte å stoppe i nedoverbakke i rullestolrampe ved helning på 1:10 (Nersveen og Olsen 2014). Overflaten var tørr kunstig parkett (friksjonskoeffisient 0,57). En rullatorbruker som sklir nærmere to meter før rullatoren stopper er i en farlig situasjon.

Måling av friksjon krever definering av friksjonsflaten på måleinstrumentet og om målingen skal være gjennomsnitt over en flate eller en punktmåling. Definering av friksjonsflaten er mest krevende. I ICS er målemetodikken standardisert og det finnes også en amerikansk tilsvarende standard som er svært lik den europeiske. ICS tar utgangspunkt i skosåler og forsøker å herme dem. Skosåler er mangt, alt fra lær, hard plast, gummiblandinger, osv. I tillegg har vi dekkene på rullestoler, rullatorer, føttene på krykker, osv. Skal man lage en forskrift for friksjon, bør man ha en oversikt over betydningen av de ulike flatene som berører gulvet.

Friksjon er definert som forholdet mellom trekkraft og tyngde. Den kan måles på to måter; 1) ved å måle trekkraften når måleapparatet dras over gulvet og 2) trekkraften i det øyeblikket instrumentet slipper underlaget. ICS måler trekkraften når instrumentet slipper underlaget. Hvis man kan kontrollere om dekk, krykkeføtter og varianter av skosåler er godt harmonisert med ICS så har man allerede en standardisert målemetode og kommersiell tilgang på måleinstrumenter. Uttesting av friksjon mellom underlag og varianter av rullestoler, krykker, skosåler, osv., er enkelt å gjennomføre. Det er bare å bruke et måleapparat som måler trekkraft og registrere kraften som må til for å få testobjektet til å begynne å skli. Deretter kan man sammenlikne med målemetoden til ICS. Slike tester bør gjøres både på flatmark og i helning begge veier innenfor helningsvinklene 1:15, 1:12 og 1:10.

Både lav og høy friksjonskoeffisient bør utredes. Av etiske grunner kan man ikke teste ut friksjon tilsvarende eksempelvis korridorbredder fordi testpersonene kan bli skadet. Det er også tvilsomt om det finnes ulykkesdata som gir mulighet til å kople målte friksjonskoeffisienter opp mot risiko, med unntak av data Statens vegvesen kan ha i tilknytning til veistrøing. Det kan eksistere ulykkesdata fra industriarbeidsplasser, men neppe linket opp mot personer med funksjonsnedsettelse. En nærliggende metode for å studere friksjon er derfor kvalitative studier der man ser på sammenhengen mellom opplevd glatthet som risikoparameter og målt friksjon.

5.3.6 Måling av betjeningsvennlighet

Betjeningsvennlighet har ikke bare praktisk betydning for betjeningsmuligheten i seg selv, men også for kravene til omgivelsene der betjeningen skjer. Betjening er alt fra bruk av dørhåndtak til vannkraner på et bad.

Betjeningsvennlighet har minst tre betydninger, 1) at objektet er enkelt og intuitivt å bruke, 2) at objektet kan ha positiv betydning for f.eks. bygningsmessige forhold, og 3) om objektet er uavhengig av strømforsyning.

Studier av «**lett å bruke**» er sammenlikningsstudier, innehar subjektive elementer og er kulturavhengig. Slike studier blir preget av manglende skala. Det finnes et bunnpunkt, når man ikke kan bruke løsningen i det hele tatt, men ikke noe toppunkt. Derfor er det ikke mulig å plassere en løsning inn i en totalvurdering. Betjeningsvennlighet er sterkt knyttet til design og kan alltid forbedres. Slike studier må gjøres med kvalitative metoder, der man enten sammenlikner forskjellige løsninger opp mot hverandre eller mot et kjent objekt man mener fungerer bra.

Sammenlikningsstudier er av de mer enkle testene å utføre, men responsvariablene må fange opp menneskenes behov godt. En måte å tenke responsvariabler er å linke dem til folkehelseperspektivet eller velvære. Hvor godt hjulpet blir man, kan det alltid brukes, hvor mye kraft kreves, kan alle med funksjonsnedsettelser bruke det, osv. Rekken av spørsmål som kan stilles kan være lang. Slike studier bør starte med kvalitative undersøkelser for å identifisere de viktigste parameterne. Deretter kan man utføre kvantitative studier. Spørsmålene kan stilles på ordinalnivå i form av semantiske begreper. Skal man benytte nominalnivå med tallskala må man ha et sammenlikningsgrunnlag som definerer skalaens toppunkt. I tillegg må man være oppmerksom på at en tallskala er subjektiv der fullt skår lett kan gis fordi man fikk presentert noe som er bedre enn det man har sett tidligere. Det motsatte kan også skje.

Intuitivt i bruk er mer komplisert enn man skulle tro. Intuitiv forståelse bygger på erfaring. Vårt samfunn blir mer internasjonalt og erfaring er ikke lenger bare norske referanser. Erfaring tilegnes ved bruk. Menneskene er hele tiden i utvikling og man lærer ny bruk hele tiden. For de fleste er det slik, men dessverre ikke for alle. Demens er i denne sammenheng er stor utfordring.

Forskning på intuitiv forståelse lar seg gjøre ved å måle hvor lang tid en testperson bruker på å anvende eller beskrive produktets bruk på en riktig måte. Testpersonene bør dekke så stort mangfold i befolkningen som mulig og også innebefatte personer med sansetap. Bruk av tid som responsvariabel kan være komplisert å bruke. Noen mennesker bruker naturlig mye tid, mens andre personer er raske. Dette er helt normalt og har ikke noe med intuisjon eller trening i bruk å gjøre. Derfor skal ikke mennesker sammenliknes på tid. Dette kan løses på to måter; 1) kun sammenlikne tidsforbruket med testpersonen selv eller 2) sammenlikne med en akseptert skala.

En skala kan testes ut på forhånd ved å sammenlikne med noe som er kjent. Skalaens nedre punkt er null. Har man noe tilsvarende å sammenlikne med og som alle testpersonene er kjent med, kan hver enkelt testperson bli testet på denne teknologien og eksempelvis målt tid danne et punkt i skalaen. Punktet trenger ikke bli skalaens toppunkt da den nye teknologien i prinsippet kan være bedre, men punktet man finner kan bidra til at man får dannet en skala med faste trinn knyttet til testpersonens egen naturlige hastighet. Responsvariabelen er ikke lenger tid men et forholdstall i forhold til

tidsbruken ved referansetesten. Nå har man fått en responsvariabel der man kan sammenlikne alle testpersonenes respons. Det er nærliggende å anta at svarfordelingen er normalfordelt. Det gir mulighet for å hypoteseteste med uparet student-T og Anova for å se om ny teknologi beviselig kommer bedre ut enn referansen. Denne type tester bør repeteres mange ganger per testperson, fordi man trenger å få med en treningseffekt. Testen kan repeteres mange ganger innenfor samme tidsrom og den bør repeteres etter enn viss tid. Hensikten er å måle effekten av hvor lett det er å glemme bruksmetoden og effekten av umiddelbar trening.

En annen måte å teste på er å sammenlikne med et akseptert tidsbruk. Betjeningspanelet i en heis kan brukes som eksempel. Man kan gjøre den bestemmelsen at ideell bruk av et betjeningspanel skal skje innen 2 sekunder, eksempelvis en aksepterbar tid innen 5 sekunder, osv. Her blir tid respons-variabelen, men fordi den er relatert til en fast skala kan man teste mange mennesker opp mot skalaen. Det finnes flere måter å analysere dette på, litt avhengig av hvordan kriteriet settes opp. Man kan kreve at minst 90 % skal kunne betjene heispanelet innen 5 sekunder. Kravet blir da 90 % persentil ≤ 5 sekunder. Øvelsen blir å finne 90 % persentilen. Ulempen med denne metoden er at beregningen av 90 % persentilen inneholder en usikkerhet som ikke blir korrigert for. En persentil er en beregnet verdi basert på testutvalget og ikke en sannsynlighetsvurdert verdi. Hvis man kan anta at svarresponsen for hele testgruppen er normalfordelt, kan man i stedet beregne yttergrensene i konfidensintervallet. Hvis man ønsker at 90 % av befolkningen skal kunne betjene heispanelet innen 5 sekunder er det kun den ene siden av fordelingskurven som er interessant. Generelt vil en setting av konfidensintervall bli fordelt over hele normalfordelingen. Med et konfidensintervall på 80 % blir 10 % fjernet på hver side, dvs. et tohalet konfidensintervall. Beregningen vil oppgi konfidensintervallets ytterpunkter med nederste og øverste grense. Ved å sammenlikne kun øvre grense med vårt krav, vil det være en kontroll på om kriteriet er oppfylt.

Noen ganger er **sidevirkningen av teknologi** like interessant som teknologi som hjelpemiddel i seg selv. Forskning ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming viser at for å kunne lukke en dør sittende i en rullestol må noen snu rullestolen for å nå dørhåndtaket for å lukke døren (Nersveen og Olsen 2014). Dette betinger at for å kunne lukke døren må det være plass i korridoren for å kunne snu rullestolen. Hvis døren utstyres med automatisk åpning og lukking trenger man heller ikke plassen for å kunne snu rett ved siden av døren. Automatiske døråpnere sparer derved areal. Fordelene man kan oppnå kan variere enormt og det er ikke lett å foreslå en bestemt forskningsmetode for å dokumentere dette. En praktisk metode er å gjøre en økonomisk vurdering ved å se på totalkostnaden. En døråpner ferdig installert koster A kroner. Innsparingen i eventuelt areal gir en besparing på B kroner. Ved å gjennomføre nåverdiberegninger der servicekostnader og levetid regnes inn, kan mulig gevinst vurderes.

Det er ikke alltid det er mulig å sette et kronebeløp på verdi, fordi teknologi kan gi andre gevinster som f.eks. innen estetikk, planløsninger, osv.

Uavhengighet av strøm er et gode. Det er lov å bruke energi når forbruket gir mening. Med dagens teknologi kan svært mye løses hvis man tillater seg å bruke strøm. Bruk av strøm har imidlertid noen negative effekter. Hva skjer med bruksvennligheten under et nettutfall eller ved evakuering når strømforsyningen faller ut? Opphører funksjonen totalt, blir den bare svekket eller har det minimal betydning? Krav til strømforsyning er ofte et kraftig fordyrende element og ikke en uvanlig årsak til at investeringen ikke gjennomføres.

Strømforsyning kan vurderes etter tre kvalitetsnivåer i tillegg til økonomivurdering; 1) uavhengig av strøm, 2) avhengig av ladestrøm, 3) må ha nettilgang uten mulighet for batteridrift. Parameteren strømavhengighet er på ordinalnivå med de statistiske begrensningene det medfører.

5.4 Strategier for å øke datagrunnlaget

Særlig innen forskning på rullestol- og rullatorbrukere er datafangstens størrelse en utfordring. På grunn av kostnader har testpopulasjonen en tendens til å bli liten og utvalget så lite at det er vanskelig å konkludere.

Ideelt sett skal:

- testpersonenes ulike grad av funksjonsnedsettelse representere hele spekteret av funksjonsnedsettelser hos brukere av rullestoler
- alle kategorier rullestoler/rullatorer fordelt på alle ulike leverandører være representert i studiene
- alle være utvilt under starten av alle tester
- alle tester være fullført på en dag slik at varierende dagsform ikke spiller inn
- testpersonene bruke sine egne rullestoler de er vant med

Varianter av funksjonsnedsettelser er enorm. NAV Hjelpemidler gjennomfører anbud på rammeavtaler på leveranse av rullestoler hvert fjerde år. Det kommer derfor stadig nye typer lovlige rullestoler på markedet og noen går ut. Enkelte rullestolbrukere har sin rullestol i mange år og noen helt opp i 10 år. Det holder derfor ikke bare å teste de nye rullestolene. Også de gamle typene med sine respektive leverandører må være med i testene. Utvalget av rullestoler er derfor svært stort.

Klimaet og topografien i Norge varierer med hvor man er i landet. Derfor kan utvalget av rullestoler på markedet variere fra region til region. Rekruttering av rullestolbrukere med sine rullestoler fra ett distrikt er derfor ikke nødvendigvis dekkende for hele landet.

Noen rullestolbrukere er atleter og driver aktivt med idrett. De aller fleste er eldre og en del er mennesker med sykdommer. Det er derfor grenser for hva denne gruppen klarer å være med på. Lang reisevei, kanskje overnatting med hjelp av assistent, er resultatet hvis man skal være uthvilt når man skal testes. Ikke alle er uthvilt dagen etter en lang reise. Resultatet er at de aller fleste kvier seg for å melde seg på en slik frivillig handling. Dette begrenser antallet testpersoner betraktelig.

Norsk forskningslaboratorium for universell utforming opplever også at ved henvendelser er det de samme ivrige testpersonene som melder seg på nytt og på nytt. Det er deres bidrag til saken. Det uheldige med dette er at en gitt gruppe dominerer testresultatene. Hvis denne gruppen er skjevfordelt i forhold til populasjonen drar man med seg en feil som forflytter seg fra prosjekt til prosjekt.

Forholdene nevnt over viser behovet for en annen strategi enn å hente testpersonene til et stasjonært laboratorium. Man bør tenke mobile laboratorier som går på hjul. Da kan laboratoriet komme til testpersonene og ikke omvendt. Strevsom reisetid elimineres, man får tilgang på alle distrikter som ikke likner på hverandre, tilgang på betydelig større testpopulasjon og ikke minst tilgang på de svakeste man trenger å ha med.

I flere internasjonale studier har det vært påpekt hvor vanskelig det er å rekruttere testpersoner. Man har forsøkt å gjennomføre metastudier, men studiene som er gjort i de ulike respektive landene har vært så forskjellige at muligheten for statistisk sammenstilling har vært begrenset. Dels skyldes dette; varierende kvalitet på dokumentasjonen, at oppdragsgiverne har forskjellige behov slik at datafangsten ikke har samme fokus, at variasjonen i funksjonsnedsettelser ikke er lik i de ulike landene, at befolkningens fysiske størrelse ikke kan sammenliknes og ikke minst at rullestolutvalget er forskjellig på grunn av forskjellige kulturer og forskjellig innkjøpspraksis. (Stadheim og Nersveen 2016).

Et mobilt laboratorium kan brukes i flere land. Testmetoden vil være lik og dermed sammenliknbart på tvers av landegrenser. Datafangsten kan gjøres slik at de ulike landene kan få tilfredsstilt sine egne behov men på en slik måte at dataene fra flere land kan slås sammen til større statistikk for hvert enkelt land. På den måten kan naboland dra nytte av hva som gjøres i Norge og Norge drar nytte av hva som gjøres hos våre naboer, selv om vi har forskjellig fokus. Kostnaden blir også lavere. For å oppnå dette må det foreligge en felles enighet om hva som skal måles og hvordan. Testutvalget og typer rullestoler vil avhenge av hva som er fokus i hvert enkelt prosjekt.

Bruk av mobilt laboratorium påvirker de statistiske metodene kun positivt ved at populasjons-størrelsen og spredningen blir bedre. Det gir mindre behov for kovarianskorrigeringer. Ellers så kan de samme statistiske metodene brukes som ved stasjonære tester.

5.5 Forskning på evakuering for personer med funksjonsnedsettelser

Evakuering av personer med funksjonsnedsettelser er en stor utfordring og noe man må forske på. Evakuering gjennomføres på flere måter; dels ved assistert evakuering og dels ved at den evakuerende klarer seg selv.

Evakuering tar utgangspunkt i at nødvendig estimert evakueringstid er mindre enn tilgjengelig evakueringstid, dvs. man skal rekke å evakuere før oppholdet i bygget kan medføre personskade. Faktorer som brukes i denne sammenheng er; rømningsveienes totale kapasitet, tilgjengelig tid, tidsødende faktorer og tidsvinnende faktorer (KMD 2010). Evakuering kan foregå ved at personen kommer seg ut selv ved egen hjelp eller ved assistanse. Hvis assistert evakuering er nødvendig skal denne være organisert. Det beste er selvhjelp, men det er ikke alltid dette er mulig.

Fordi evakueringstid er den viktigste faktoren i evakuering er den også hendig å bruke som responsvariabel. Det finnes software som beregner evakueringstid, men ulempen med disse programmene er at de tar utgangspunkt i eksisterende evakueringsmetoder og ikke spesielt tilrettelagt for personer med funksjonsnedsettelser. Software ser ikke inn i framtiden og undertrykker ny tenkning. Derfor bør forskning gjennomføres med tester og ikke være basert på dataverktøy.

Faste installerte hjelpemidler for evakuering, med egne rømningsveier, rømningskapasitet, varsling, merking, nødlys, etc., har sitt opprinnelige opphav i hjelp til personer uten funksjonsnedsettelser. Man trenger oversikt over utfordringene som personer med funksjonsnedsettelser har. Rullestolbrukere kan ikke nyttiggjøre seg branntrapper, blinde kan ikke nyttiggjøre seg visuelle ledesystemer og totalt døve mennesker kan ikke nyttiggjøre seg alarmklokker som brannvarsling eller

taleinformasjon over høyttaler. I hht. Diskriminerings- og tilgjengelighetsloven (BLD 2013), Plan og bygningsloven (KMD 2008a) og ratifisert FN-konvensjon har personer med funksjonsnedsettelser de samme rettighetene som de øvrige i samfunnet. Det må innbefatte sikkerhet.

Det er mulig å veie forskningsresultater opp mot en kvalitetsveid skala. I og med at det finnes en øvre grense for evakueringstiden som er tilgjengelig evakueringstid, bør denne brukes som en referanse. Responsvariabelen kan være forholdstallet mellom forbrukt tid i forsøket og tilgjengelig evakueringstid. Denne responsvariabelen vil kunne ha to funksjoner; 1) den vil klare å skille på hvilken metode som er anvendbar eller ei og 2) den klarer å fange opp ulik grad av kvalitet. Jo lavere tall jo bedre kvalitet.

Et pågående forskningsprosjekt som gjennomføres ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming analyserer lesbarheten av ulike tekstfonter og tekststørrelser. I dette prosjektet benyttes en teknikk der man grupperer svarene i responsvariabelen. Det er signifikante forskjeller mellom gruppene men ikke innad i gruppene. På den måten kan man skille mellom det man kan påstå er forskjellig og det man ikke kan påstå er forskjellig. Fordelen med denne teknikken er at det føres bevis for grupperangeringen. Overført til evakuering kan en slik teknikk gi svar på ulike kvaliteter og likeverdige løsninger. Likeverdige løsninger gir både teknologisk og økonomisk handlefrihet.

En teknisk kvalitet er generalitet. Jo flere en gitt løsning kan hjelpe jo bedre er den. Evakuering av personer med funksjonsnedsettelser er komplisert fordi gruppene har så forskjellige behov. Persentiltenkning kan derfor være problematisk fordi den systematisk kan komme til å ramme bestemte grupper. En måte å løse dette på er å skille gruppene og analysere dem hver for seg. I stedet for å kreve at man skal dekke opp 90 % av befolkningen så kan man sette krav om at hver enkelt gruppe skal dekkes opp f.eks. minimum 80 % og analysere opp mot dette. Fordelen med å skille gruppene er at det gir bedre oversikt over hva som ikke er løst. Benyttes responsvariabler av typen forholdstall er det mulig å gjennomføre korrelasjonsstudier mellom gruppene og derved kunne dokumentere generalitet.

5.6 Demografiske studier

En utfordring i forskning på universell utforming er studier med få testdeltakere. Dette gjelder særskilt studier med rullestolbrukere. Rullestoler lar seg kategorisere og det finnes talloversikt over antall utlånte rullestoler per kategori. Det er imidlertid ingen kategorisering av funksjonsnedsettelser som kan knyttes til kategorien rullestoler. Når en person får tilgang til elektrisk rullestol så er ikke dette alene en medisinsk vurdering av funksjonsnedsettelsen, men like mye en vurdering av boforholdene og topografien i nærområdet der personen bor. Dette fører til at fordelingen av kategorier rullestoler er forskjellig fra region til region fordi behovene er forskjellig. Om personen bor alene, sammen med andre eller på institusjon tillegges også vekt. Derfor er det ikke mulig ut fra databaser å kople rullestolkategori opp mot grad av funksjonsnedsettelse. Dette kompliserer forskningen fordi det er vanskelig å rekruttere testpersoner samtidig med at testpersonene skal være representative for populasjonen den er ment å dekke. Derfor bør demografiske studier gjennomføres.

Det eksisterer ingen database som kan gi svar på sammenhengen mellom funksjonsnedsettelser og kategorier rullestoler. Det bør imidlertid være enkelt å fremskaffe slike opplysninger ved

spørreundersøkelser. Det finnes oversikt over navnene på alle rullestolbrukere i Norge fordi rullestolene er utlånt via NAV Hjelpemidler. Via NAV kan alle rullestolbrukerne tilskrives med en spørreundersøkelse. Anonymiserte svar kan gis direkte til forskermiljøet som analyserer og lager oversikt. Spørreundersøkelsen kan inneholde spørsmål som kan gi koplingen mellom type rullestol, type funksjonsnedsettelse, boforhold, bruk av assistent, antall personer som bor i boligen, dvs. alle faktorer som kan komme til å påvirke NAV sine beslutninger i tildeling av kategori rullestol. Motivet med en slik undersøkelse er å finne faktorene som kan ha betydning for populasjonsutvalg i tester. Tilsvarende undersøkelser er gjort i USA og som viste seg å være svært nyttige (Steinfeld E mfl. 2010).

Analyse av demografiske forhold trenger ikke være avansert. Variablene er kategoriske og beskrevet i form av semantiske begreper. En analyseform kan være å lage krysstabeller mellom kategori rullestoler og funksjonsnedsettelsene, mm. Hypotesetesting om nødvendig kan gjøres med Kji-kvadrat-test. Hvis noen av variablene kan omdannes til forholdstall, kan korrelasjonsstudier også gjennomføres, men man kommer langt med krysstabeller. Variablene må lages i samarbeid med NAV Hjelpemidler og kompetanse innen ergoterapi, aller helst med ergoterapikompetanse som brukes ved tildeling av hjelpemidler fra NAV.

5.7 Databasestudier

Det er lite å hente i komplette databaser i forhold til universell utforming. Det finnes knapt oversikt over antall personer med funksjonsnedsettelse, hvor store funksjonsnedsettelsene er, osv. Det kan tenkes det finnes en medisinsk oversikt over diagnoser, men ikke en oversikt som gir funksjonsnedsettelsesbeskrivelse som kan være relevant for utvikling av byggeforskrifter. Ett område skiller seg likevel ut. NAV har totaloversikt over alle rullestolene som til enhver tid er utlånt i Norge. Utlånene er kategorisert innenfor bestemte kategorier relatert til innkjøpssystemene. Norsk forskningslaboratorium for universell utforming gjennomførte i 2014 en større studie av behov for korridorbredder for å kunne snu i en korridor (Nersveen og Olsen 2014). Studien viser at for rullestoler som brukeren selv betjener er rullestolens diagonalmål fra hjørne til hjørne den fysiske begrensningen for å kunne snu i en korridor. En komfortmargin kan legges til om ønskelig. For aktivstolene er det mulig å finne diagonalmålene ved å gå inn på hjemmesidene til leverandørene og finne målene. For allroundrullestoler er dette ikke mulig fordi rullestolene har innstillingsmuligheter. Det er imidlertid mulig å hente ut maksimalmålene ved henvendelse til leverandørene. Man kan også tilskrive brukerne og be om at avstanden måles og rapporteres inn. På denne måten er det mulig å få en komplett oversikt over rullestolenes diagonalmål som er i bruk. Dette vil gi en helt unik oversikt som ikke lar seg bestride.

I nevnte forskningsprosjekt ble det også gjennomført studier av behov for snubredde i korridorer for ledsagerstyrte rullestoler. Resultatet viste at behovet for korridorbredde økte med 30 cm i forhold til behovet der brukeren selv betjente rullestolen. Det vil være mer komplisert å hente ut gode data for ledsagerstyrte rullestoler. Det er like enkelt å hente ut diagonalmålene, men det må legges til ledsagerens plassbehov.

Ved hjelp av innhentede fysiske mål er det mulig å lage en eksakt persentilbeskrivelse som er basert på sanne verdier og ikke sannsynlige verdier. En slik vurdering vil også være svært nyttig med hensyn til kontroll av statistikkbruk fordi det vil være en fasit.

5.8 Forskning relatert til sansetap

Et forsømt område innen universell utforming er akustiske forhold. Teleslynger anses som et krav når behovet finnes. Etterklangstid er benevnt i byggteknisk forskrift (KMD 2010) men det er ikke gitt andre krav enn henvisning til NS-EN 8175 som er en ordinær standard (NS- 8175 2012). Etterklangstid har relevans både for hørsels- og synshemmede.

For **hørselshemmede** skaper lang etterklangstid vanskeligheter med å oppfatte tale. Det bør gjøres studier for å finne grenseverdiene for akseptabelhet. Innen audiografi er det allerede utviklet metoder for måling av oppfattelse av tale. Det er mulig å gjennomføre denne type studier der romklang legges til som støy. Dette kan gjøres i egne romklanglaboratorier der etterklangstiden kan justeres med lydabsorberende flater eller digitalt i tilknytning til måleutstyret som brukes. Selve målingen foregår ved at en kalibrert stemme leser opp et ord som skal gjentas av testpersonen. Antall korrekt oppfattede ord telles og behandles statistisk. Responsvariabelen er dikotom med kun svaralternativene «korrekt gjengitt ord» eller «feil gjengitt ord» og kan derfor ikke analyseres med Student-T eller Anova. Paret fortegnstest kan imidlertid anvendes. (Løvås 2013). Målet med en slik undersøkelse er å finne området for etterklangstid som er best for hørselshemmede i arealer der teleslynger eller metoder som kommuniserer direkte med et høreapparat ikke kan benyttes.

Sterkt **synshemmede** og blinde bruker romklang som orienteringsmedium. Ekkoet formidler nærheten til lydreflekterende flater og påvirker orienteringsevnen ved at det er mulig å sanse retningen mot åpne rom. Slike studier må gjøres i full målestokk i rom av en viss størrelse der det er mulig å endre etterklangstiden. Testene kan gjennomføres på flere måter; 1) som en labyrint som svaksynte skal orientere seg i forhold til gitte retninger, f.eks. finne utgangsdøren, trappen, korridoråpningen, resepsjonen, osv.,2) beskrive avstanden til en flate eller 3), osv. Responsvariabelen kan være; tid, telling av feilretninger, testpersonens bedømning av vanskelighetsgrad, osv. Statistisk vurdering vil være avhengig av kvaliteten på responsvariabelen. Viktigheten av dette forsøket handler om at mulige forskriftskrav ikke kommer i konflikt med synshemmedes behov. En slik studie bør kombineres med kvalitativ metode.

Visuelle og taktile ledelinjer har vært gjenstand for store diskusjoner. Kontrastkravene som benyttes i Norge er teoretiske verdier avledet av eldre amerikansk forskning (Nersveen 2012) og ikke utprøvd i forskningssammenheng. Dette bør gjøres. Visuelle forhold påvirkes av; objektstørrelse, luminans-kontrast, farger, lysets fargekomposisjon, lyshet i omgivelsene, lysmengde, synsavstand, type svaksynthet og grad av svaksynthet (Nersveen 2012). Bare på teknisk side er det 7 variabler som påvirker synlighet. Det er utenkelig at et forskriftskrav kan inneholde så mange valgbare parametere. I 2013 ble det gjort en studie i Norsk forskningslaboratorium for universell utforming på oppfattelse av kontraster i forhold til svaksynthet (Nersveen 2013b). Studien omhandlet andre forhold enn ledelinjer men forklaringsvariablene var luminanskontraster, farger og synsavstand. Resultatene fra disse forsøkene viste at tidligere holdninger til rangering av parametere ikke stemte. Det er derfor god grunn til å gjøre nærmere studier av luminanskontrastkrav til ledelinjer. Det samme gjelder luminanskontrastkrav til farevarsling og oppmerksomhetsmerking.

Kontrast er en parameter som brukes på ulik måte i ulike fagbransjer. Innen forskning på syn har kontraststudier vært basert på luminansdifferansen mellom objekt og bakgrunn dividert med gjennomsnittsluminansen, basert på Weber – Fechners lov (Teigen 2004). Denne er ofte så kompleks at en god del forenklinger har kommet. I lysteknisk bransje brukes Webers kontrast, i

arkitektbransjen brukes lyshetskontrasten definert i NCS- og RAL-koden (NCS 2015). Innen synsergonomi brukes oftest Michelsons kontrast (Michelson 1927). I dypere studier er det vanlig å bruke RMS kontrast (root mean square contrast) (Peli 1990). Årsaken til at det ikke foreligger noen enighet om bruk av type kontrast skyldes at ingen av formlene er generelle. De er typisk utviklet for studier av små synsobjekter og er spesialisert i forhold til sin bruk i sin bransje. Ingen er testet ut på store forhold og som dekker større deler av vårt synsfelt. Farevarsling, oppmerksomhetsvarsling og ledelinjer er alle store og ofte dominerende i synsfeltet. Hva dette betyr for svaksynte er per i dag ikke testet ut. I studien omhandlende kontraster fra 2013 (Nersveen 2013b) viste det seg at den mest kritiske parameteren var synsavstanden og ikke luminanskontrasten eller fargevalg. I en del litteratur henvises det til Tinker i valg av farger som danner kontraster som skal være spesielt egnet for svaksynte (Tinker og Paterson 1931; Nersveen 2013a). Tinker gjorde aldri studier på svaksynte. Han brukte sine egne studenter for å finne egnede fargekontraster generelt. Hans resultater har senere blitt fortolket til å gjelde spesielt for svaksynte, noe som faktisk ikke stemmer.

Det er to typer studier av kontraster som er viktig; 1) parameterstudier som rangerer betydningen av influerende faktorer og 2) finne grenseverdier for kontrastvarianten som fungerer best.

Det er kjent hvilke parametere som har innflytelse på synlighet av kontraster. Synlighetstester må utføres og analyseres for å se hvilke parametere som har størst betydning. Det kan gjøres på flere måter, men responsvariabelen bør være deteksjonstid inklusiv en variant som måler forståelse. Deteksjon av kontrast betyr ikke nødvendigvis at kontrastens informasjon forstås. Målet er forståelse og hvor langt man klarer å se. Regresjonsanalyse i kombinasjon med korrelasjonsanalyse er gode metoder for å finne betydningen av slike parametere. Det er lite sannsynlig at sammenhengen er lineær, så man må høyst sannsynlig søke å benytte ikke-lineære regresjonsmodeller.

Både regresjon og korrelasjon krever forholdstall som responsvariabler (Løvås 2013). Deteksjonstid er et forholdstall. Utfordringen ligger i responsvariabelen som skal måle forståelse. Dette kan gjøres på mange måter men en måte kan være å vise et bilde inneholdende ulike typer kontraster en viss tilmålt tid. Deretter skal testpersonen velge en beskrivelse av hva som ble vist ut fra et utvalg beskrivelser. Det gir mulighet for å gi poeng for riktig og galt, og svarene kan omformes til prosentvis skår som vil være et forholdstall. Galt svar må gi null poeng mens riktig svar gir poeng. Antall bilder må være stort.

Testing av synlighetsavstand er nødvendig. For at man skal forstå og ha nytte av ledelinjer, må et visst lengdestrekk kunne oppfattes. Man følger ikke en ledelinje ved å se rett ned. Man ser forover og da må ledelinjen være visuelt synlig et stykke forover. Hvor langt man trenger å se er avhengig av behovet for å danne seg inntrykk av riktig retning. Studier av slike forhold er ikke utført og bør bli utført. Synlighet og forståelse av retning er en kombinasjon av kontrasten, mengde lys som eksponerer kontrasten og stripebreddene. Den enkleste måten å teste dette på er å teste funksjonaliteten direkte ved å måle hvor langt svaksynte klarer å se ledelinjen ved ulike kontraster og stripebredder. Avstand er et forholdstall og vil være den enkleste responsvariabelen å teste statistisk. Forklaringsvariablene vil også være fysiske målbare størrelser i form av forholdstall. Det er ikke gitt at svarresponsen er normalfordelt. Det må i så fall testes ut. Er svarene normalfordelt kan uparet student-T og Anova anvendes. Er ikke svarene normalfordelt kan Mann-Whitney-Wilcoxon-test, Kruskal-Wallis test av flere grupper og Friedmans test benyttes (Løvås 2013). I denne type tester er man ikke interessert i endringen hos den enkelte testperson slik at den kun skal sammenliknes med

seg selv. Man er interessert i å følge hele populasjonsgruppen. Derfor skal ikke parede tester benyttes.

Taktilt språk er ikke et velutviklet språk slik tegnspråk er. Man forsøker å plassere det taktile språket inn i en arkitektur som ikke har hatt dette som utgangspunkt. Det er det taktile språkets tilpasning til arkitektur som er hovedproblemet. I dette ligger også at arkitektur i seg selv har som intensjon å være lesbar, noe den for det meste er visuelt men i liten grad taktilt. Arkitektur er for seende. Det er denne tapte informasjonen taktile ledelinjer skal erstatte.

Forskning på taktile ledelinjer er komplisert fordi den inneholder perseptuelle subjektive forhold, taktilt språk er et ungt og til dels udefinert språk og inneholder en rekke forklaringsvariabler som ikke er uavhengige og er avhengig av arkitektur som i seg selv ikke kan defineres konkret. Man kan gjerne forske på det taktile språket i seg selv og kontrollere at alt blir forstått riktig, men det er ikke hovedutfordringen med taktile ledelinjer. Det er implementeringen som er problemet og det kan variere fra situasjon til situasjon.

En måte å forske på er casestudier. Det er montert taktile ledelinjer både innendørs og utendørs en rekke steder i Norge. Man kan gjøre kvalitative studier med dybdeintervju og lese ut erfaringer fra de objektene som finnes. En slik studie kan ha som mål å identifisere positive og negative elementer som går igjen i de ulike casene. Testpersonene må være blinde mennesker. Det begrenser derfor antallet testpersoner kraftig.

Kvalitative studier av taktile ledelinjer er vanskelig å behandle statistisk. Noe av hensikten er å sammenlikne kvaliteten på de ulike byggede taktile ledelinjene, men de vil neppe være vurdert av de samme menneskene. Hvis man klarer å systematisere spørsmålene og antall testpersoner har et noenlunde volum, kan det analyseres med uparet Mann-Whitney-Wilcoxon-test (Løvås 2013). Metoden forutsetter at hver testperson avgir en skår i form av en tallskala for hver karakteristikk. Metodens ulempe er at svarfordelingene som sammenliknes må ha samme form på fordelingen. Dette må i så fall kontrolleres. En annen måte å teste forskjellighetene er ved å framstille resultatene i en kategorisk krysstabell og bruke Kji-kvadrat-test (Løvås 2013). Hypotesen kan være at alle ledelinjene som er testet er like, der hver enkelt karakteristikk har lik skår. Forutsetningen for at slike tester skal være vellykket er at man har tydelige forklaringsvariabler. Ellers vil man kun få vite at testpersonenes oppfattelse av ledelinjene er forskjellig men ikke hvorfor.

5.9 Case-studier som forskningsmetode

Case-studier er en egen metode som kan være nyttig. Ved case-studier analyseres bygde prosjekter. Dette er en fin metode for verifisering av effekten av byggeforskrifter og bør virkelig gjøres. I slike tilfeller bør man ha en omforent analysemetode slik at kvalitative egenskaper kan vurderes på tvers av ulike case. Det er gjort flere case-studier i Norge men disse er ikke analysert etter noen bestemt mal. Da er de også vanskelig å sammenlikne.

Norges blindeforbund opprettet i sin tid en testgruppe som ble benyttet i case-studier (Nersveen 2013b). Bruk av små testgrupper gir liten informasjon om resultatet i forhold til hele populasjonen i samfunnet, men det har den fordelen at det er lettere å sammenlikne case. Hver enkelt representant i testgruppen gjør sin egen vurdering i forhold til de ulike casene. Det er en subjektiv mening, men

hvis de fleste i populasjonsgruppen ender opp med omtrentlig samme mening så er sjansen stor for at dette vil gjelde storsamfunnet også. Statistisk analyseres dette med parede metoder med student-T hvis fordelingen er normalfordelt eller Wilcoxon-test som ikke-parametrisk metode. Hvis det er forskjellige grupper som analyserer hver enkelt case, må hver gruppe være svært stor for at resultatet skal bli gyldig og statistisk må uparede metoder benyttes. Er fordelingene normalfordelte kan uparet Student-T eller Anova benyttes. For ikke-parametriske fordelinger kan Mann-Whitney-Wilcoxon-test benyttes. (Løvås 2013).

Case-studier kan også være rent tekniske undersøkelser som ikke involverer testpersoner. Kravet er at målingene vurderes enten i forhold til en slags fasit i form av en fast kvalitetsbeskrivelse, f.eks. forskriftskrav, standarder, osv., eller i form av en kvalitetsskala. Kvalitetsskalaer er åpenbart den beste metoden fordi den rangerer i forhold til kvalitet. Valget avhenger av om fokuset er best mulig eller godt nok.

5.10 Forskning på kommunikasjon

Norge er i dag et flerkulturelt land. Vårt erfaringsgrunnlag med hvordan vi forstår våre omgivelser, språk, design, bruksvaner, osv., kommer i oppveksten. Den er altså kulturavhengig (Nersveen, 1991). Det er mulig å diskriminere grupper ved designutforming og hvordan vi opplyser/varsler om bruk. Det finnes europeiske standardiserte symboler i bruk både i tilknytning til brannberedskap og farevarsling, men disse er visuelle og ikke taktile. Arkitekter er opptatt av det bygde miljøs lesbarhet men det forutsetter at lesbarheten er i et internasjonalt språk hvis ingen skal diskrimineres. Den viktigste informasjonen en blind person får er ikke via ledelinjer men i sin forståelse av hvordan byggets arkitektur er.

Noen steder er opplagt internasjonale, som knutepunkter i kollektivtransport, turiststeder, høgskoler og universiteter. Her finnes mye erfaring allerede, men det har ikke vært stilt krav til universell utforming i sin fulle bredde før etter 2010 (KMD 2010).

Synet er ikke ferdig utviklet før vi er i 12-14 års alderen på grunn av at man trenger å lære sammenhenger (Nersveen 1999b). Barn har ikke samme ressurs og erfaring som voksne. Barn har samme krav til tilgangen til samfunnet og har et ekstra behov for beskyttelse i hht. FNs konvensjon om universell utforming (FN, 2008). Innvandrere er i en enda verre situasjon, der den perseptuelle ryggsekken befinner seg i en helt annen kultur.

Det er fullt mulig å forske på kommunikasjon. Visuelle bilder kan bli forevist i en gitt tid der test-personene skal forklare hva de ser og forstår i etterkant. Skår kan telles og registreres som prosentvis korrekte svar. Svarene er forholdstall som kan analyseres som uparet student T og Anova, forutsatt normalfordelte svar (Løvås 2013). Antallet testpersoner vil her være så høy at normalfordelingen kan forventes. Endringer i oppfattelse per person må testes med parede metoder som paret student T eller Wilcoxon hvis svarfordelingen ikke er normalfordelt (Løvås 2013). En slik test bør også inneholde kvalitative studier, som kan gi årsaksforklaring på hvorfor noe er lett å huske og forstå og motsatt.

Betjening kan testes på samme måte ved at man får i oppgave å betjene. Tidsbruk måles, opplevd vanskelighetsgrad og risiko registreres. Tidsbruk er forholdstall, mens opplevd vanskelighetsgrad og

risiko kan enten være semantisk beskrevne variabler på ordinalnivå eller som tallskala på intervallnivå.

Metodene kan benyttes på ulike etniske grupper, på barn og også på befolkning generelt.

5.11 Studier på hele befolkningsgrupper

Universell utforming gjelder alle. Reelle studier på store og sammensatte grupper kan ikke utføres i et laboratorium, men kan studeres med spørreskjemaer i stor skala. Norsk forskningslaboratorium for universell utforming arbeider nå med verdens største lesbarhetsundersøkelse av trykt tekst for svaksynte. Svaksynthet er svært mangeartet og det krever veldig stor testpopulasjon. Gjennom Norges blindeforbunds medlemsregister ble 5000 testpersoner tilskrevet. 830 personer har avgitt komplette svar. Dette var en reell test der testpersonene testet seg selv i sitt eget hjem og sendte svarene til laboratoriet. Metoden viste seg å være svært god og har gitt mange verdifulle resultater. Dette viser at det er mulig å ha store undersøkelser basert på egentester der man unngår laboratoriene og dermed kan ha store testpopulasjoner. Forutsetningen for slike hjemmetester er at de er enkle, alt fra ja/nei svar eller enkle skalaer det er lett å forholde seg til.

Vanlige spørreundersøkelser kan også benyttes og som analyseres på vanlig måte. Spørreundersøkelser kan være regionale og knyttet opp mot konkrete bygg. Har man analyser av konkrete bygg rundt om i landet, kan spørreundersøkelser brukes regionalt for å kontrollere opplevelsen av disse byggene. Eksempelvis har Statsbygg foretatt en systematisk kartlegging av sine egne bygg. Disse kan brukes som case. På den måten er det mulig å få store testpopulasjoner testet opp mot konkrete bygg der både byggene og testpopulasjonene sammenliknes hvor man kan analysere hvordan forskjellen i byggene slår ut på forskjeller i svarene. Disse gruppene skal normalt analyseres med uparede tester som student T og Anova (Løvås 2013).

Barn er vanskeligere å teste, men kan gjøres via deres foreldre. Foreldrene kan spørre barna eller foreldrene kan beskrive sin opplevelse av barnas reaksjon.

Spørreskjemaer og hjemmetester har større usikkerhet per svar, men dette kompenseres med størrelsen på testpopulasjonen. Ønsker man å kontrollere hjemmetestene kan dette gjøres ved å teste ekstra noen personer i et laboratorium under kontrollerte betingelser. Korrelasjon kan benyttes for å se samsvarskvaliteten. Det vil gi indikasjon på unøyaktigheten i hjemmetestene.

Store testpopulasjoner inneholder viktig informasjon om rangering fordi den gir informasjon om hvilken gruppe som befinner seg rundt de aktuelle persentilgrensene. Derfor bør man gjennomføre rangering og persentilberegninger. Forutsetningen er at man klarer å kople fysisk utforming til rangeringen.

6 Forskningsdokumentasjon

All forskning bør publiseres internasjonalt. Det er når forskningsresultater harmoniserer med andre forskningsresultater at tilliten til resultatet oppnås. Da må forskningsresultater være tilgjengelig.

All forskning er beheftet med usikkerhet. Det er når samme resultat gjentas, helst med flere uavhengige metoder, at man kan være sikker. Det har sin fordel at studier gjøres likt fordi det er lettere å sammenlikne resultatene. Ulempen er at det kan gi systematiske feil.

Betingelsen for å gjennomføre metastudier er at resultater kan sammenliknes. I studier hvor testpopulasjonen er liten, er det en fordel at statistikk fra ulike prosjekter kan slås sammen. Dette kan i enkelte tilfeller være mulig selv om responsvariablene er ulike, forutsatt at resultatet er fulldokumentert med sine enkelte svar. Da kan svarene omformes til å passe inn i større statistikk. Dette gjelder særdeles i univariat analyse der man søker persentilgrenser. I rapportene fra Norsk forskningslaboratorium for universell utforming dokumenteres forskningsdesignet ned til minste detalj og alle svarene fra responsvariablene blir dokumentert ned til det enkelte testsvar. Det gir andre mulighet til selv å gjennomføre statistiske beregninger med egne metoder eller å slå dataene sammen med andre sine egne resultater for å få økt populasjonsstørrelse.

Det er ikke alltid responsvariabelen direkte måler svaret man søker, men kan være en indikator mot svaret. I slike tilfeller kan det være nyttig ha flere responsvariable som søker mot samme svar. Responsvariablene må ha en viss avstand til hverandre. De må ha en korrelasjon, men gjerne ikke større enn ca. 0,5 (Nersveen 1999a). Fra 1997 til 1999 ble det i Norge gjennomført en større studie på arbeidsmiljøet for å se på stresseffekten av ulik type takbelysning i kontormiljøer. Det ble benyttet to forskjellige målemetoder for konsentrasjonsevne, ok-tekstkryss utviklet ved Psykologisk institutt, Blindern, og hukommelsesdelen i WAIS-testen. Den ene tester øyeblikkskraften i konsentrasjonen (90 sekunder) mens den andre tester utholdenheten i konsentrasjon (10 minutter). Begge respons-variablene kan hevdes å ha relevans i forhold til arbeidsmiljø. Bruken av to målemetoder ga en meget treffsikker konklusjon (Nersveen 1999a). Dette kan ha samme verdi som sammenlikningen av flere studier. Det er imidlertid viktig at alt dokumenteres slik at også eventuelle korrigeringer for tilpasning til andre studier lar seg gjøre.

Norsk forskningslaboratorium for universell utforming har hatt stor nytte av filming av forsøk. Ikke alle resultater lar seg forklare via målinger eller etter subjektive spørsmål. Filmene viser adferd som ikke en gang testpersonen selv er klar over. Mange kameraer filmer synkront fra flere vinkler og i noen tilfeller brukes kameraer festet på testpersonens hode fordi man ønsker å ha samme synsvinkel på kameraet som testpersonen selv har med sine øyne. Slik ser man testpersonens eget synsfelt. Det kan også anbefales at testpersonen i tillegg bærer en trådløs mikrofon der vedkommende kan forklare sin utfordring når det skje i stedet for å gjenfortelle i etterkant. Filmene dokumenterer i mange sammenhenger bedre enn en observatør eller noen få observatørers nedtegnelser eller hukommelse kan gi. Dokumentasjonsformen er en glimrende metode for å dokumentere kvalitativ andel av forsøket og også en måte å dokumentere mulige korrigeringer som at testresultatet må tas ut av statistikken eller om det kan korrigeres på en etterrettelig måte.

Vårt laboratorium benytter også eyetracker-systemer som filmer testpersonens øyebevegelser (sakkadiske øyebevegelser) der forflytningen av fokuspunktene vises i filmen. Det kan forklare hvor raskt en testperson oppfatter en situasjon. Filmene er med på å dokumentere resultatet, men en annen viktig faktor er at filmene kan analyseres på nytt etter flere år. Etter hvert som forskningen

kommer stadig lenger og lenger kan effekter man ikke forstår i dag bli forstått senere. Er filmopptakene gode og presise, kan også responsvariabler i ettertid måles på filmen. Dette kan gjelde tidsforbruk, arealbruk, spesielt adferdsmønster, osv. Dette gir også muligheten for å etablere responsvariabler som ikke var med fra starten av. I Norsk forskningslaboratorium for universell utforming filmes alt, og det er lagret ca. 2 terabyte med filmer for ettertiden. Forutsetningen for bruk av film er at testpersonene skriftlig samtykker i lagringen og at bruken av filmene kun gjøres i hht. avtalen med den respektive testperson.

7 Laboratoriemetoder i bruk i Norsk forskningslaboratorium for universell utforming

Fra perioden høst 2010 og fram til i dag har det vært drevet eksperimentell laboratorieforskning på sansetap og mobilitet ved Norsk forskningslaboratorium for universell utforming.

Alle testfunksjonaliteter er laget med det formål å gjennomføre repeterbare intervensjonsstudier. Alle intervensjoner har en innstillingstid fra 30 sekunder til 3 minutter avhengig av typen intervensjon. Det er lagt særlig vekt på endringshastighet i intervensjoner. Årsaken er at det letter testpersonens sammenlikningsgrunnlag. For dem som bruker briller og har vært hos optikeren for synsundersøkelse er godt kjent med spørsmålet «ser du best nå eller nå». Ikke helt sjeldent er svaret «en gang til». Sekundet i mellom hver test var nok til at sammenlikningen ble vanskelig når forskjellen ikke er så stor. Sammenlikninger testpersoner gjør må skje i nåtid.

Norsk forskningslaboratoriums ulike forskningsmetoder er utviklet av laboratoriet og er svært omfattende. Noe er standard utstyr som brukes gjentatte ganger i studier. Noe bygges spesifikt for konkrete prosjekter. Fullskalalaboratoriet har en stor grunnflate med 7 meters takhøyde. Det gir mulighet til å bygge en toetasjes villa innendørs. Dette gir unike testmuligheter. Laboratoriet har eget velutstyrt verksted og har tilgang til additive printermaskiner for utvikling av prototyper som kan testes. Sintringsmaskin for plast er i bruk, sintringsmaskin for metall er under oppmontering og et komposittlaboratorium er under planlegging.

Alt forskningsutstyr i fullskalalaboratoriet er mobilt, med vegger, ramper, kjølerom (også mobilt), osv. Alt filmutstyr er mobilt og filmvinkler velges per prosjekt. Filmutstyret er slik at alle kameraer som er i virksomhet samtidig er synkronisert, slik at all film fra alle kameraene kan hentes ut på tid og vises parallelt på samme skjerm. Kameraene er IP-basert slik at det er mulig for oppdragsgivere med brukernavn og passord å følge forsøkene «live» fra sitt eget kontor, forutsatt testpersonenes samtykke. Hele 10 kameraer er i bruk samtidig under krevende filmopptak. Laboratoriet har både lift og trucker for håndtering av tunge elementer.

Måleutstyret som laboratoriet råder over er svært omfattende og gjelder det meste av målinger innenfor syn, hørsel, mobilitet, kraft, helning, friksjon, og laboratoriet har et godt utvalg av ulike typer rullestoler og rullatorer samt utstyr til å frakte rullestoler på bil.

Et mobilt laboratorium er under planlegging der det er mulig å gjennomføre tester i testpersonenes nærmiljø.

Det bygges nå også en utendørs rampe med ismaskin og snøkanon for å simulere vinterlige forhold. Rampen kan heves, senkes og vinkles i frie retninger.

Eksempler på forskning og forskningsmetoder

<u>Lesbarhet på storskjerm</u>

32 bilder er laget i powerpoint med ulike fonter, ulike fontstørrelser, ulike kontraster, ulik synsavstand, simulerer opplysningstavlene på Oslo S (figur 7.1. viser ett eksempel). Testen består i å kunne lese den minste teksten feilfritt på en storskjerm. Responsvariabelen er lesbar fontstørrelse på

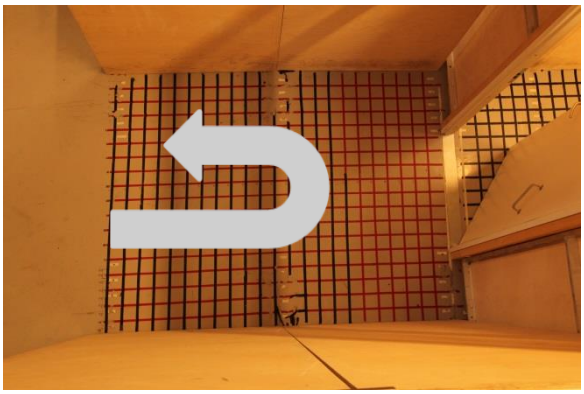
gitt avstand. Storskjermen er en høyoppløselig 56'' LCD-skjerm. Studiene foregikk i et sanselaboratorium med mulighet for å variere bakgrunnsfarger, belysning, fargetemperatur på lyset og om man ønsker direkte eller diffust lys. (Nersveen 2013b).

Fra	Spor	Ankomst	Ny tid
Jostedalsbreen 32	23	09:45	14:25
Hardangerjökulen 30	1	23:50	20:00
Sinsenkrysset 28	43	02:01	02.03
Kaffistova 26	99	03.29	05.02
Sporveisgata 24	29	04.41	04:15
Solsiden 22	33	08:43	09:15
Eidsvoldsgate 20	88	02:05	03:03
Løten samvirkelag 18	7	08:15	09:00
Fastland 16	9	06:59	08:00
Island 14	0	13:21	14:29
Istanbul 12	15	23:01	23:02
Jönköping 10	55	03:59	04:01
London 8	44	09:00	10:21

Figur 7.1: Simulering av storskjermer på Oslo S.

Snuareal for rullestolbrukere i korridor

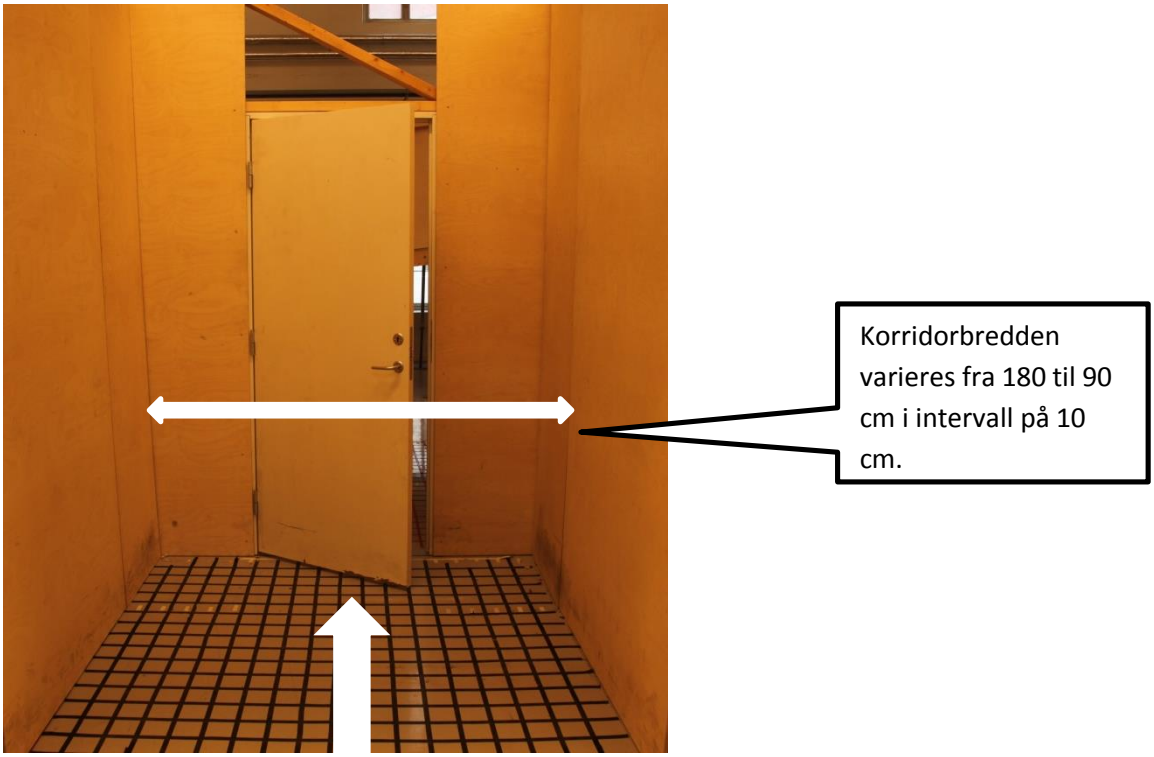
Både snulengde og snubredde testes samtidig. Se figur 7.2. Korridorveggen varieres fra 180 cm til 90 cm bredde der man starter på 180 cm og går suksessivt nedover i sprang på 10 cm. Rullestolbrukeren starter på et gitt sted sentrert midt i korridoren og kan starte snuprosessen så raskt bakhjulene har passert startstreken. Testpersonen får beskjed om å bruke så kort lengdestrekning som mulig. Forsøket er tidsmessig avsluttet når rullestolen har passert startstreken med hele sin lengde. Forsøkene stanses når det er så smalt at det ikke er mulig å snu lenger. Rullestolbrukerne er kategorisert på type rullestol. Responsvariablene er tidsforbruk, opplevd vanskelighetsgrad etter skalaen «lett», lett med litt besvær, «vanskelig, men mulig» og «ikke mulig» og opplevd risiko etter skalaen «ingen», «noe», «vesentlig» og «stor». Alle forsøk filmes i fugleperspektiv. I tilfellene med utfordringer gir testpersonen en egenbeskrevet forklaring på opplevelsen av hvorfor utfordringen oppsto. (Nersveen og Olsen 2014).



Figur 7.2: Oppsett for testing av snuareal. Foto Jonny Nersveen.

Forsering av dør

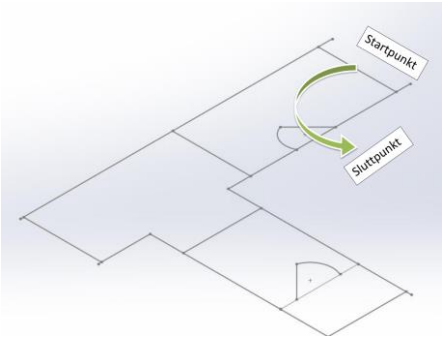
Forsøkene gjennomføres med ulike korridorbredder, varierende fra 180 til 90 cm, der man starter på 180 cm og går suksessivt nedover i sprang på 10 cm. Dørbredde og hengsleside kan velges. Bruk av hjelpehåndtak kan velges. Døren forseres begge veier. Dørtypene kan varieres og man kan velge dør med eller uten vektarm. Ved forsering mot dørens slagåpning måles tiden fra et gitt startpunkt til bakhjulet har passert dørterskelen. Ved forsering med slagåpningen måles tiden fra et gitt startpunkt til et gitt sluttpunkt der døren fritt kan lukkes. Døren er sentrert i korridoren. Rullestolbrukerne er kategorisert på type rullestol. Responsvariablene er tidsforbruk, opplevd vanskelighetsgrad etter skalaen «lett», lett med litt besvær, «vanskelig, men mulig» og «ikke mulig» og opplevd risiko etter skalaen «ingen», «noe», «vesentlig» og «stor». Alle forsøk filmes i fugleperspektiv. Figur 7.3 viser oppsettet. I tilfellene med utfordringer gir testpersonen en egenbeskrevet forklaring på opplevelsen av hvorfor utfordringen oppsto. (Nersveen og Olsen 2014).



Figur 7.3: Testoppsett for forsering av dør i endekorridor. Foto: Jonny Nersveen.

Forsering av sidedør

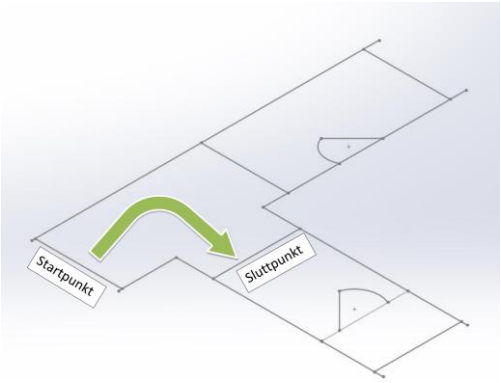
Forsøkene gjøres etter samme mal som for forsering av dør i endekorridor. Korridorbredden varieres fra 180 cm til 90 cm med sprang på 10 cm. Tiden måles fra et gitt startpunkt i korridoren der rullestolen er sentrert i korridoren med retning langs korridorens lengderetning. Responsvariablene er tidsforbruk, opplevd vanskelighetsgrad etter skalaen «lett», lett med litt besvær, «vanskelig, men mulig» og «ikke mulig» og opplevd risiko etter skalaen «ingen», «noe», «vesentlig» og «stor». Alle forsøk filmes i fugleperspektiv. Testoppsettet er vist i figur 7.4. I tilfellene med utfordringer gir testpersonen en egenbeskrevet forklaring på opplevelsen av hvorfor utfordringen oppsto. Rapport er ikke offentliggjort enda.



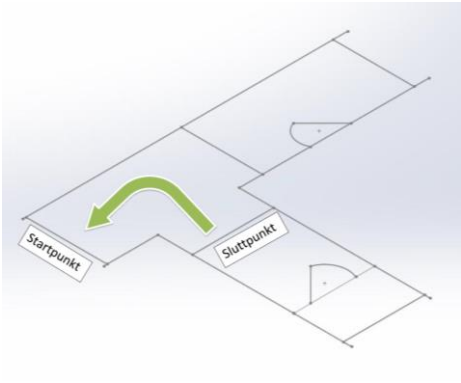
Figur 7.4: Testoppsett for forsering av sidedør

Forsering av korridorhjørne

Forsøket omhandler hvor stor korridorbredde som er nødvendig for å forsere en sving. Både korridor A og korridor B kan endre sine bredder. Det kjøres begge veier. Tiden måles fra et gitt startpunkt til et gitt sluttpunkt. Rullestolbrukerne er kategorisert på type rullestol. Responsvariablene er tidsforbruk, opplevd vanskelighetsgrad etter skalaen «lett», lett med litt besvær, «vanskelig, men mulig» og «ikke mulig» og opplevd risiko etter skalaen «ingen», «noe», «vesentlig» og «stor». Alle forsøk filmes i fugleperspektiv. Testoppsettet er vist i figur 7.5 a og b. I tilfellene med utfordringer gir testpersonen en egenbeskrevet forklaring på opplevelsen av hvorfor utfordringen oppsto. Rapport er ikke offentliggjort enda.



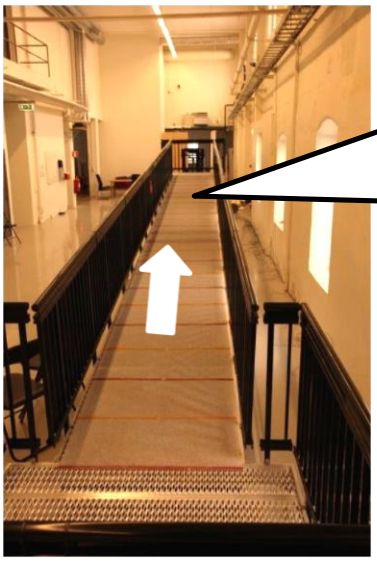
Figur 7.5a: Høyresving



Figur 7.5b: Venstresving

Forsering av rampe med ulik helning

En 12 m lang rampe med variabel helning og variabelt underlag er bygget opp. Testen består i å kjøre rampen et visst antall ganger uten pause. Responsvariablene er; tidsforbruk per 12 meter strekk, totallengde, opplevd vanskelighetsgrad og opplevd risiko, Alle forsøk filmes i fugleperspektiv. Testoppsettet er vist i figur 7.6. I tilfellene med utfordringer gir testpersonen en egenbeskrevet forklaring på opplevelsen av hvorfor utfordringen oppsto. (Nersveen og Olsen 2014).



Rampen er belagt med betongplater av typen Terra F4, for å skape samme rullemotstand tilsvarende asfalt eler betong.

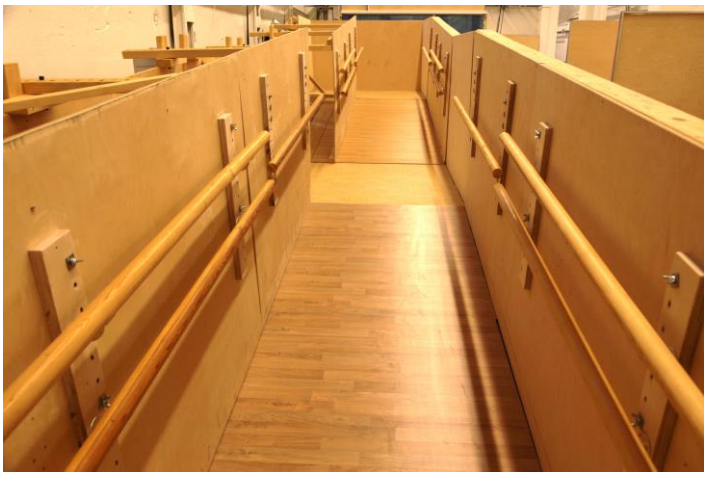
Det er en 1 m avstand mellom hver rød eller gul strek, og 50 cm avstand mellom rød og gul strek. Total strekning er 12 m.

Rampens helning kan fra varieres fra 1:20 til 1:8,57, ved å heve og senke opplagringen på ene enden.

Figur 7.6: Testoppsett for helning i rampe. Foto: Jonny Nersveen.

Sklirisiko i ramper

En rampe bestående av tre ledd med tre valgfritt varierende helning og bredde er bygget opp. Kjørebanens overflate er valgbar der friksjonskoeffisienten kan varieres. Rullestolbrukerne kjører i egen valgt normal hastighet og bråstopper. Sklilengden registreres. Responsvariabel er opplevd risiko etter skalaen «ingen», «noe», «vesentlig» og «stor» per lengdestrekk registreres. Alle forsøk filmes. Testoppsettet er vist i figur 6.7. Forsøkene kjøres både med rullestoler og rullatorer med reelle funksjonshemmede. I tillegg til registrering av sklilengde dybdeintervjues testpersonene for å beskrive sin opplevelse. (Nersveen og Olsen 2014).



Figur 7.7: Testing av sklirisiko. Foto: Jonny Nersveen.

Håndlisthøyder i ramper

En rampe bestående av tre strekk er bygget opp. Rampen kan for hvert strekk ha varierende helning, rampebredde og høyde på håndlistene. Både enkelthøyde og doble høyder kan testes. Rullestol-brukerne testes både ved å dra seg opp rampen med hendene på håndlistene og ved å bruke hendene på hjulene. Rullatorbrukere forlater sin rullator og støtter seg til håndlistene mens de går. Responsvariablene er opplevd vanskelighetsgrad etter skalaen «lett», «lett med litt besvær», «vanskelig, men mulig» og «ikke mulig» og opplevd risiko etter skalaen «ingen», «noe», «vesentlig» og «stor» per lengdestrekk. Alle forsøk filmes i fugleperspektiv. Testoppsettet er vist i figur 7.8. I tillegg til systematiske spørsmål gis testpersonene anledning til med egne ord å beskrive opplevelse av testen for hver spesifikk håndlisthøyde. (Nersveen 2016).

.

Figur 7.8: Rampe med varierende rekkverkshøyde. Foto: Jonny Nersveen.

Denne rampen blir i år skiftet ute med en ny med enklere motorstyrte betjeningsmuligheter for å øke hastigheten på intervensjonen.

Utendørs rampe for studier av vinterlige forhold

En 12 meter lang utendørs rampe er under oppbygging. Rampen kan heves og senkes og vris i alle retninger. Rampen skal ha fryseelementer som gir mulighet til å generere kontrollert iset overflate. Rampen kan ha varierende dekke, med grus, asfalt, brostein, skifer, betong, treverk, osv. En snøkanon skal koples til anlegget for å kunne generere kontrollert snømengde.

Studier av betjening av utstyr i kalde omgivelser

Det er bygget opp et klimabur som kan kjøles ned til -25 ^{o}C. Denne kan brukes til studier av betjening i kalde omgivelser, spesielt beregnet på personer med reumatiske eller tilsvarende lidelser. Ofte er målet å sammenlikne teknologi. I denne type studier er ofte kvalitative metoder best egnet. Se figur 7.9.

Figur 7.9: Kjølerom med mulighet for å teste funksjonalitet i kalde omgivelser. Foto: Jonny Nersveen.

Studier av balanse og bevegelsesmønster

I gulvet i fullskalalaboratoriet er det støpt ned 8 km med antennetråder i rutemønster. Ved å bruke oscillatorer montert på hver skotupp, kan man registrere hvor skoene befinner seg. Responsen overføres til en dataskjerm som viser bevegelsesmønsteret. Ved å bruke oscillatorer med ulik frekvens kan mange personers bevegelse registreres samtidig. Dette systemet er under oppbygging.

Alle gulvflatene i fullskalalaboratoriet har nedstøpte antennekabler. Det sikrer full frihet i hvor man bygger og gjennomfører tester.

Simulering av synshemninger

Det er utviklet et kamerasystem for videofilming der man kan simulere ulike varianter av synslidelser. To kameraer er synkronisert og filmer parallelt. Det ene filmer normalsituasjon, det andre er simulert en simulert øyelidelse. Etter avsluttet filming settes filmene sammen til en film. Et pågående prosjekt omhandler filming av undervisningssituasjoner med ulike pedagogiske virkemidler. Filmene skal brukes i lærerutdanningen i Norge.

Det er også utviklet et system med trådløse kameraer som filmer fra øyeposisjon. Kameraene er montert på en hjelm. Disse brukes for å studere hva en testperson selv ser og som kan forklare adferd i betjening av utstyr. Figur 7.10 viser eksempler med fotosimulering av grå stær og AMD. Tilsvarende simuleringer kan gjøres med film. Denne type dokumentasjonsmåte er særlig egnet sammen med kvalitative metoder.

Grå stær AMD

Figur 7.10: Simulering av synsnedsettelser. Foto: Jonny Nersveen.

Studier av visuell oppfattelse

Norsk forskningslaboratorium for universell utforming disponerer fem eyetrackersystemer; en hjelmmontert som gir mulighet til fri blikkretning i rommet, en dataskjermmontert som følger blikkretningen i lesing på dataskjerm, to høyhastighetstrackere som kan registrerer mikrobevegelsene til øyet mot dataskjerm og en mobil eyetracker (briller) som kan benyttes fritt både innendørs og utendørs. Eyetrackere registrerer fokuspunktet i et synsfelt og kan brukes til å studere hvordan synet responderer på kontraster, farger, figurer, tekst, osv. i et synsfelt. Det lages film av øyebevegelsene.

Denne type studier kan gjennomføres både med kvalitative og kvantitative metoder. Testpersonen kan selv forklare hva som ble oppfattet men det benyttes også analysesoftware som gir ut data tekniske måledata.

Klangrom til akustiske målinger og til studier av taleoppfattelse

Et klangrom er bygget opp og brukes i tilknytning til produktutvikling og til studier av taleoppfattelse. Klangrommet er utstyrt med egen støysender og måleutstyr som muliggjør akustiske målinger uten at personale befinner seg i rommet.

Rommet er utstyrt slik at etterklangstid raskt kan endres etter behov.

8 Referanser

BLD. (2009) *Norge universelt utformet 2025. Regjeringens handlingsplan for univesell utforming og økt tilgjengelighet 2009-2013*. Barne-, l.-o. i., Norge, Lovdata.

BLD (2013) Lov om forbud mot diskriminering på grunn av nedsatt funksjonsevne (diskriminerings- og tilgjengelighetsloven). I, https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2013-06-21-61?q=lov+om+diskrim#KAPITTEL_5.

FN (1948) FNs erklæring om menneskerettigheter. I, http://www.fn.no/Bibliotek/Avtaler/Menneskerettigheter/FNs-verdenserklaering-om-menneskerettigheter.

FN (2008) *Konvensjon om rettighetene til mennesker med nedsatt funksjonsevne*.

Gehl, I. (1971) Bo-miljø. . I: *SBI-rapport 71, København, Danmark, 1971*.

HOD (1999) *Lov om pasient- og brukerrettigheter*. Helse- og omsorgsdepartementet, N.

HOD (2014) *Lov om helseregistre og behandling av helseopplysninger*. Helse- og omsorgsdepartementet, N.

ICS (2011) *NS INSTA 800. Rengjøringskvalitet - System for å fastsette og bedømme rengjøringskvalitet*.

JD (1967 og 2015) *Lov om behandlingsmåten i forvaltningssaker*. Norge, J.-o. b.

JD (1999) *Lov om styring av menneskerettighetenes stilling i norsk rett*.

JD (2000a) *Forskrift til personopplysningsloven*. Justis- og beredskapsdepartementet, N.

JD (2000b) *Lov om behandling av personopplysninger*. Justis- og beredskapsdepartementet, N.

JD (2005) *Likeverd og tilgjengelighet - Rettslig vern mot diskriminering åp grunnlag av nedsatt funksjonsevne. Bedre tilgjengelighet for alle.* Justis- og beredskapsdepartementet, N.

JD (2006a) *Forskrift til forvaltningsloven*. Justis- og beredskapsdepartementet, N.

JD (2006b) *Lov om rett til innsyn i offentlig virksomhet*. Justis- og beredskapsdepartementet, N.

JD (2008) *Forskrift til offentlighetsloven*. Justis- og beredskapsdepartementet, N.

Johannessen, A., L. Christoffersen og P. A. Tufte (2010) Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode. Absrakt forlag, Oslo.

KD (2006) *Lov om behandling av etikk og redelighet*. Kunnskapsdepartementet, N.

KD (2007) *Forskrift om behandling av etikk og redelighet i forskning*. Kunnskapsdepartementet, N.

KLD (2007) Universell utforming. Begrepsavklaring. Klima- og miljødepartementet, N. http://www.universell-utforming.miljo.no/file_upload/uniutf%20a4%20norsk-eng.pdf.

KMD. (2008a) *Plan- og bygningsloven*. Kommunal- og moderniseringsdepartementet, N.

KMD (2008b) Samfunnsøkonomisk analyse av krav til universell utforming av undervisningsbygg. Kommunal- og mdoerniseringsdepartementet, N.

KMD (2010: 2013-12-05) *Byggteknisk forskrift (TEK 10)*. Kommunal- og moderniseringsdepartementet, N.

Løvås, G. G. (2013) Statistikk for universiteter og høgskoler. Universitetsforlaget, Oslo.

Maslow, A. (1943) *A theory of motivation*. Psycological review, 1943.

Michelson, A. (1927) *Studies of Optics*. U. of Chicago Press.

Mysen, M., J. Nersveen og P. Schild (2012) *Kampen School - Retrofitting of a historic school building with energy efficient ventilation and lighting system.* http://www.tapironline.no/fil/vis/980 http://www.tapironline.no/last-ned/980 http://www.annex36.com.

NCS (2015) *Hva er NCS.* [online]. URL: http://www.ncscolour.no/hva-er-ncs.

Nersveen, J. (1991) *Kvalitetskriterier og helhetlig planlegging av belysningsanlegg*. Dr.ing.avhandling NTH 1991:50. Dr.ing.avhandling NTH 1991:50.

Nersveen, J. (1999a) *Belysning for bedre HMS*. Lyskultur, Norge.

Nersveen, J. (1999b) *Belysning og børns udvikling*. *Lys nr 3, Danmark*.

Nersveen, J. (2012) *LYS = å se eller ikke se.* Norges blindeforbund.

Nersveen, J. (2013a) *Lesbarhet av trykt tekst for svaksynte og dyslektikere*. Deltasenteret, Norge.

Nersveen, J. (2013b) *Undersøkelse av synsforhold ved billettautomater og informasjonstavler ved NSB Oslo S og Jernbaneverket*. Norges blindeforbund.

Nersveen, J. og H. P. Olsen (2014) *Studie av plassbehov for rullestolbrukere og rullatorbruker ved forsering av korridorer og dører i bygg med krav til universell utforming.* Direktoratet for byggkvalitet, Norge.

Nersveen, J. (2016) *Forsering av dør med varierende vektmotstand. Forsering av rampe med varierende håndlisthøyde.* Direktoratet for byggkvalitet, Norge.

NS- 8175 (2012) *Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper*: Standard Norge.

Pallant, J. (2013) SPSS. Survival manual. A strep by step guide to data analysis usning IBM SPSS. Ipen University Press, England.

Peli, E. (1990) Contrasts in complex images. *Journal of Optical Society of America*.

REK (2015) *Om å søke REK.* [online]. https://helseforskning.etikkom.no/ikbViewer/page/forside?_ikbLanguageCode=n: REK. URL: https://helseforskning.etikkom.no/ikbViewer/page/forside?_ikbLanguageCode=n.

Simonsen, H. G. (2012) *Semantikk - språkvitenskap*: Store norske leksikon.

Stadheim, A. og J. Nersveen (2016) *En sammenliknende studie av internasjonale forskningsresultater og kravsnivå i andre land for dimensjonering av tilgjengelighet og universell utforming i bygg og uteområder.* Direktoratet for byggkvalitet, Norge.

Steinfeld, E., J. Maisel og D. Feather. (2005) *Standards and anthropometry for weeled mobility*. *IDEA*online database (http://idea.ap.buffalo.edu//Anthro/FinalAccessReport.htm) Tilgjengelig fra: http://idea.ap.buffalo.edu//Anthro/FinalAccessReport.htm.

Steinfeld E, Paquet V, D'Souza C, Joseph C og J. Maisel (2010) *Anthropometry of Wheeled Mobility Project. Final Report.* [online] The State University of New Yourk. URL: http://www.udeworld.com/documents/anthropometry/pdfs/AnthropometryofWheeledMobilityProject_FinalReport.pdf (2010-01-21).

Teigen, K. H. (2004) *En psykologihistorie*: Bokforlaget, Bergen.

Tinker, M. A. og D. G. Paterson (1931) *Studies of typographical factors influencing speed of reading: VII. Variations in color of print and background*. Journal of Applied Pcychology, 15(5) s. 471-479.

Norsk forskningslaboratorium for universell utforming, NTNU

Norsk forskningslaboratorium for universell utforming ble startet opp i 2010, og eies i sin helhet av NTNU. Forskningslaboratoriet består av et sanselaboratorium for syn og hørsel, et fullskala-laboratorium for bygging og testing i målestokk 1:1, undervisningsrom, snekkerverksted og kontorfasiliteter. Forskningslaboratoriet har sin beliggenhet i Mustad Næringspark, Raufossveien 40, Gjøvik.

Forskningslaboratoriet påtar seg oppdrag innen forskning, utredninger, produkttesting og produktutvikling, i tillegg til å drive utstrakt kursvirksomhet innen universell utforming.

En rekke offentlige institusjoner har bidratt med midler, og en rekke private firmaer har bidratt med gratis utstyr eller utstyr til sterkt reduserte priser, for at vårt laboratorium kunne oppstå. Disse institusjonene og firmaene er:

Oppland fylke

Hedmark fylke

Husbanken

NAV Hjelpemiddelsentral Oppland

AvDesign AS

Glamox Luxo Lighting

Topro AS

Tess AS

Montér AS

Kinnarps AS

YIT AS

Betonmast AS

Hunndalen Mur & Flis AS

Gudbrandsdal steinindustri AS

Vi takker institusjonene og firmaene for sin generøsitet.

Institusjonene og firmaene har ingen innflytelse på vår faglige integritet.