



**AALBORG
UNIVERSITY**

Klinisk Videnskab og Teknologi

4. Semester forår 2025

Udarbejdet af: KVT4 gr. 10519

Julie Høj

Lina Guldbjerg Jacobsen

Tanja Olesen Ciarrocchi

Nudging for bedre håndhygiejne

Effekten af Soap Alert

Quasi-eksperimentelt within-subjects crossover-design



**DET
SUNDHEDSVIDENSKABELIGE
FAKULTET**

Selma Lagerløfs Vej 249

9260 Gistrup

Titel: Nudging for bedre håndhygiejne: Effekten af Soap Alert - Quasi-eksperimentelt within-subjects crossover-design Tema: Nudging af håndhygiejne med Soap Alert til forebyggelse af hospitalsinfektioner. Studie: 4. semester, Klinisk Videnskab og Teknologi, Aalborg Universitet Projektperiode: Forår 2025 Projektgruppe: KVT 4, 10519 Forfattere: Julie Høj, 20230756 Lina Guldbjerg Jacobsen, 20230727 Tanja Olesen Ciarrocchi, 20230748 Vejleder: Maciej Plocharski Ekstern Vejleder: Lars Forsberg Antal sider: 54 Antal anslag inkl. mellemrum: 113.156 Antal bilag: 11 Referencesystem: Vancouver Afleveringsdato: 02/06-2025	Baggrund og formål: Hospitalserhvervede infektioner øger morbiditet, mortalitet og omkostninger, og utilstrækkelig håndhygiejne er en central smittevej. Teknologier, der kombinerer nudging og real-time feedback, har potentiale, men effekten på vaskens grundighed og brugeroplevelse er sparsomt belyst. Dette projekt undersøger, om Soap Alert – med og uden mundtlig instruktion – kan øge håndvaskens grundighed (målt som reduktion af UV-reaktiv creme) og forbedre brugernes oplevelse af signalernes anvendelighed og adfærdspåvirkning. Metode: Kvantitativt, quasi-eksperimentelt within-subjects crossover studie med 21 voksne fra CrossFit-centret Butcher's Lab, København. Deltagerne gennemførte tre faser: A) kontrol med traditionel dispenser, B) Soap Alert uden instruktion og C) Soap Alert med kort instruktion. Før og efter hver vask blev hænderne fotograferet under UV-lampe efter påføring af UV-reaktiv creme; forskellen i hvide pixels kvantificerede grundigheden. Data blev analyseret med repeated-measures ANOVA. Efter hver fase udfyldte deltagerne et spørgeskema, som blev behandlet deskriptivt for at belyse brugeroplevelsen og nytten af teknologien. Resultater: Grundigheden af håndvask steg fra 60.5 % (SD 23.9 %) med traditionel dispenser til 70.4 % (SD 18.7 %) med Soap Alert og til 74.9 % (SD 18.9 %) når instruktion blev tilføjet. ANOVA viste en signifikant forskel mellem faserne ($F(1.57; 31.39)=4.84$, $p = 0.021$, $\eta^2 = 0.20$), mens Bonferroni-korrigerede post-hoc-tests ikke demonstrerede markante parvise forskelle. 86 % fandt signalerne lette eller meget lette at forstå efter instruktion mod 33 % uden, og 71 % foretrak Soap Alert frem for traditionel dispenser. Konklusion: Soap Alert øgede håndvaskens grundighed sammenlignet med en traditionel dispenser, og kort instruktion forstærkede både reduktion af UV-reaktiv creme og forståelsen af signalerne. Flertallet foretrak den intelligente dispenser og mente, den støttede en grundigere håndvask. Teknologien fremstår som et lovende, lavpraktisk supplement til eksisterende hygiejnetiltag, som fremtidige studier bør undersøge yderligere i større og længerevarende studier for at sikre generaliserbarhed og langtidsholdbarhed.
---	---

Title: Nudging for Improved Hand Hygiene: The Effect of Soap Alert - A Quasi-Experimental Within-Subjects Crossover Design Theme: Nudging hand hygiene with Soap Alert to prevent hospital-acquired infections. Study: 4. term. Clinical Science and Technology, Aalborg University Project period: Spring 2025 Project group: KVT 4, 10519 Authors: Julie Høj, 20230756 Lina Guldbjerg Jacobsen, 20230727 Tanja Olesen Ciarrocchi, 20230748 Intern Supervisor: Maciej Plocharski Ekstern Supervisor: Lars Forsberg Pages: 54 Characters incl. spaces: 113.156 Number of appendixes: 11 System of reference: Vancouver Date of submission: 02/06-2025	Background and Aim: Hospital-acquired infections increase morbidity, mortality, and healthcare costs, and insufficient hand hygiene is a key transmission route. Technologies that combine nudging with real-time feedback show potential, but their effect on handwashing thoroughness and user experience remains underexplored. This project investigates whether Soap Alert—used with and without verbal instruction—can enhance handwashing thoroughness (measured as reduction in UV-reactive cream) and improve users' perception of signal usability and behavioral impact. Methods: Quantitative, quasi-experimental within-subjects crossover study involving 21 adults recruited from the CrossFit center Butcher's Lab, Copenhagen. Participants completed three phases: A) control with a traditional dispenser, B) Soap Alert without instruction, and C) Soap Alert with brief instruction. Hands were photographed under a UV lamp before and after washing, following the application of UV-reactive cream; the difference in white pixels quantified washing thoroughness. Data were analyzed using repeated-measures ANOVA. After each phase, participants completed a questionnaire, which was analyzed descriptively to assess user experience and perceived utility of the technology. Results: Handwashing thoroughness increased from 60.5% (SD 23.9%) with the traditional dispenser to 70.4% (SD 18.7%) with Soap Alert, and to 74.9% (SD 18.9%) when brief instruction was added. ANOVA showed a significant difference between phases ($F(1.57, 31.39) = 4.84, p = 0.021, \eta^2 = 0.20$), though Bonferroni-corrected post-hoc tests revealed no statistically significant pairwise differences. After receiving instruction, 86% found the signals easy or very easy to understand compared to 33% without instruction, and 71% preferred Soap Alert over the traditional dispenser. Conclusion: Soap Alert improved handwashing thoroughness compared to a traditional dispenser, and brief instruction further enhanced both UV-reactive cream reduction and signal comprehension. The majority preferred the intelligent dispenser and perceived it as supporting more thorough handwashing. The technology appears to be a promising, low-barrier supplement to existing hygiene initiatives, though its effects should be further researched in larger and long-term studies to ensure generalizability and long-term effectiveness.
---	--

Forord

Specialet er udarbejdet af gruppe 10519 på 4. semester som afsluttende projekt på kandidatuddannelsen Klinisk Videnskab og Teknologi ved School of Medicine and Health, Aalborg Universitet.

Projektgruppen består af tre medlemmer: Julie Høj, uddannet sygeplejerske, samt Lina Guldbjerg Jacobsen og Tanja Olesen Ciarrocchi, begge uddannede fysioterapeuter.

Projektet er gennemført i perioden fra den 4. februar til den 2. juni 2025. Formålet er at undersøge, om visuelle signaler kan forbedre håndhygiejne og påvirke adfærd, samt hvordan teknologien opleves af brugerne.

En særlig tak til direktør og grundlægger Lars Forsberg fra Nobak Technology og IWI Technology for muligheden til at bidrage til udviklingen af fremtidens bæredygtige hygiejneløsninger gennem arbejdet med Soap Alert-projektet.

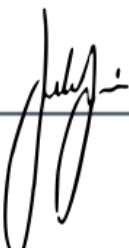
Sidst og ikke mindst rettes en stor tak til PhD lektor Maciej Plocharski for kyndig vejledning i projektperioden.

Aalborg Universitet, d. 2. juni 2025

Julie Høj

Lina Guldbjerg Jacobsen

Tanja Olesen Ciarrocchi



Lina Jacobsen

Tanja O. Ciarrocchi

Læsevejledning

Projektrapporten er struktureret i flere hovedafsnit, som inkluderer en analyse af problemstillingen, afgrænsning, metode, resultater, diskussion, konklusion og perspektivering. Referencerne håndteres efter Vancouver-systemet, hvor kildehenvisninger angives i parentes med en nummerering, der henviser til med den tilsvarende reference i litteraturlisten. Ved referencer med tre eller flere forfattere angives kun den første forfatters efternavn efterfulgt af "et al.". Rapportens figurer og tabeller er suppleret med nummerering og forklarende billedtekster. Desuden anvendes en række forkortelser, som er samlet i en begrebsafklaring for overskuelighed. Bilag er vedlagt som et separat dokument.

Begrebsforklaring

I tabel 1 præsenteres en begrebsafklaring af fagudtryk og forkortelser anvendt i specialet.

Begreb	Forklaring
HAI	Hospitalserhvervede infektioner, eng., healthcare-associated infections
WHO	Verdenssundhedsorganisationen
AMR	Antibiotikaresistens, eng., antimicrobial resistance
UV	Ultraviolet
UVC-lys	Ultraviolet-C stråler/lys
IoT	Internet of Things
EU	Den europæiske union
EØS	Det Europæiske Økonomiske Samarbejdsområde
PIO	Population, Intervention, Outcome
PIR	Passiv infrarødt
CASP	Critical Appraisal Skills Programme
JB	Joanna Briggs Institute
SD	Standardafvigelsen, eng., Standard Deviationen
n	Stikprøve, eng., samples
CI	Konfidensinterval, eng., confidence interval
p	P-værdi

Tabel 1: Begrebsafklaring af fagudtryk og forkortelser anvendt i specialet.

Indholdsfortegnelse

Begrebsforklaring	5
1.0 Introduktion	8
1.1 Initierende problem	9
2.0 Problemanalyse	9
2.1 Hospitalserhvervede infektioner	9
2.2 Antimikrobiel resistens: udfordringer ved behandling og kontrol af infektioner	10
2.3 Behandling af infektioner	11
2.4 Forebyggelse af infektioner	12
2.5 Håndhygiejne	13
2.6 Nudging i sundhedssektoren	15
2.7 Soap Alert	17
3.0 Problemafgrensning	19
3.1 Formål	20
3.2 Problemformulering	20
4.0 Metode	20
4.1 Litteratursøgning	21
4.1.1 Initierende litteratursøgning	21
4.1.2 Systematisk litteratursøgning	21
4.1.2.1 Opbygning af den systematiske søgning med PIO-strukturen	21
4.1.2.2 Kriterier for in- og eksklusion af litteratur	22
4.1.2.3 Kvalitetsvurdering ved hjælp af Critical Appraisal Skills Programme	23
4.2 Forsøgsdesign	24
4.2.1 Rekruttering af deltagere	25
4.3 Struktur og gennemførelse af eksperimentel forsøg	28
4.3.1 Dataindsamling	29
4.3.1.1 Indsamling af billeder under UV-lampe	30
4.3.1.2 Spørgeskema	31
4.3.2 Pilottest	32
4.4 Dataanalyse	33
4.4.1 Billedanalyse	33

4.4.1.1 Step 1: Forbedring af billedemateriale	33
4.4.1.2 Step 2: Konvertering til gråtonebilleder	34
4.4.1.3 Step 3: Binarisering	35
4.4.1.4 Step 4: Vurdering	37
4.4.1.5 Metodevalidering: Robusthed af tærskelværdi	37
4.4.2 Statistisk analyse	38
4.5 Ethiske overvejelser	40
5.0 Resultater	41
5.1 Reduktionen af UV-reaktiv creme på tværs af faser	41
5.2 Resultater fra spørgeskema	43
5.2.1 Tydelighed og forståelse af Soap Alerts signaler	46
5.3 Sammenhæng i selvrapporteret håndvaskvarighed og reduktion af UV-reaktiv creme	47
5.4 Sammenhæng mellem oplevede forståelse og reduktion af UV-reaktiv creme	48
6.0 Diskussion	50
6.1 Sammenfatning af resultater	50
6.2 Resultatdiskussion	51
6.3 Metodediskussion	54
6.3.1 Studiedesignet	54
6.3.2 Metodisk tilgang til vurdering af håndhygiejne	54
6.3.3 Metodiske overvejelser ved indsamling af billeder	55
6.3.4 Målemetodens begrænsninger og mulige alternativer	55
6.3.5 Manglende standardisering i forsøgsbetingelser	56
6.3.6 Statistisk styrke, antagelser og generaliserbarhed	57
6.3.7 Adfærdspåvirkning og læring	58
6.4 Perspektivering	59
7.0 Konklusion	61
8.0 Referenceliste	62

1.0 Introduktion

Hospitalserhvervede infektioner (HAI, eng., healthcare-associated infections) udgør en af de mest alvorlige sundhedsmæssige udfordringer globalt og bidrager væsentligt til både sygdomsbyrde og dødelighed i sundhedsvæsenet (1,2). Ifølge Verdenssundhedsorganisationen (WHO) kan infektioner i hospitalsmiljøer sprede sig gennem flere veje, herunder direkte kontakt mellem patienter og sundhedspersonale, utilstrækkelig håndhygiejne samt kontakt med kontaminerede overflader og medicinsk udstyr (2). HAI er defineret som infektioner der opstår under hospitalsindlæggelse eller kort tid efter sundhedsrelateret behandling, og udgør en væsentlig komplikation for indlagte patienter og repræsenterer samtidig en betydelig økonomisk og organisatorisk belastning for sundhedsvæsenet (3,4). Gentagne prævalensundersøgelser foretaget af Statens Serum Institut har vist, at mellem 8 og 10 % af alle indlagte patienter i Danmark udvikler en HAI under deres hospitalsophold (3). På europæisk plan bekræfter data fra European Centre for Disease Prevention and Control, at omkring 8 ud af 100 patienter på akutafdelinger erhverver mindst én HAI under indlæggelse, hvilket årligt svarer til 4,8 millioner tilfælde (5). På verdensplan rammes i gennemsnit 7 ud af 100 patienter i højindkomstlande, og 15 ud af 100 patienter i lav- og mellemindkomstlande af mindst én HAI under deres hospitalsindlæggelse (2,6).

Særligt problematisk er koblingen mellem HAI og antibiotikaresistens (AMR, eng., antimicrobial resistance), hvor bakterier og andre mikroorganismer udvikler resistens over for tidligere effektive antimikrobielle lægemidler (7). AMR komplicerer behandling af infektioner, medfører øget sygdomsbyrde og forlænger hospitalsophold, hvilket samlet set resulterer i højere mortalitet (7). Ifølge estimater fra 2021 var 4.71 millioner dødsfald globalt forbundet med bakteriel AMR, hvoraf 1.14 millioner dødsfald kunne tilskrives AMR direkte (7). Prognoser peger på, at dette tal kan stige til 1.91 millioner dødsfald årligt i 2050, med særligt store konsekvenser for ældre og patienter med svækket immunforsvar (7).

De økonomiske konsekvenser af både HAI og AMR er omfattende og stigende (8). Ifølge en rapport fra WHO og Global AMR R&D Hub (2024) forventes de årlige globale sundhedsudgifter som følge af AMR at kunne nå 412 billioner USD, ledsaget af et produktivitetstab på 443 billioner USD, hvis ikke der iværksættes målrettede interventioner (8). I EU anslås det, at medlemslandene samlet pålægges en årlig økonomisk byrde på 11.7 milliarder euro relateret til AMR, hvoraf cirka 6.6 milliarder euro vedrører øgede sundhedsudgifter, mens 5,1 milliarder euro skyldes tabt produktivitet som følge af længere sygdomsforløb og øget dødelighed (9).

Håndhygiejne er anerkendt som en af de mest effektive og veldokumenterede interventioner til at reducere forekomsten af HAI og AMR (10–12). Alligevel viser undersøgelser, at efterlevelsen af håndhygiejne blandt både sundhedsfagligt personale og patienter fortsat er utilstrækkelig (2,3,5). For at reducere smittespredning i hospitalsmiljøer er det derfor relevant at undersøge, hvordan interventioner kan understøtte og forbedre håndhygiejneadfærd.

1.1 Initierende problem

HAI udgør en betydelig udfordring i sundhedsvæsenet og utilstrækkelig håndhygiejne blandt patienter og sundhedsfagligt personale kan føre til øget smittespredning. I de følgende afsnit vil der gennem eksisterende litteratur og forskning i dette felt undersøges, hvordan interventioner kan understøtte øget håndhygiejne samt vurdering af interventionernes anvendelighed og potentiale for at reducere smittespredning i hospitalsmiljøer.

2.0 Problemanalyse

Dette afsnit indeholder en problemanalyse, hvor der redegøres for centrale aspekter såsom hospitalserhvervede infektioner, antimikrobiel resistens, behandling og forebyggelse af infektioner. Analysen uddyber desuden betydningen af håndhygiejne og inddrager nudging som adfærdsregulerende strategi, herunder teknologibaseret nudging.

2.1 Hospitalserhvervede infektioner

I Danmark har HAI været genstand for opmærksomhed (13,14). En rapport fra Rigsrevisionen fremhævede vigtigheden af systematisk overvågning, forbedret hygiejne og anvendelse af antibiotika (13,14). De mest udbredte HAI er lungebetændelse, blodforgiftning, tarminfektioner og alvorlige infektioner i immunsvækkede patienter (15). Sårbare befolkningsgrupper som ældre, spædbørn, kronisk syge og socialt udsatte har øget risiko for infektioner (16,17). Infektioner har betydelige fysiske, psykiske og sociale konsekvenser; fysisk kan infektioner medføre forlænget sygdomsforløb, organsvigt, nedsat mobilitet og øget mortalitet, hvilket svækker både rehabilitering og livskvalitet (18,19). Psykisk rammes patienter ofte af stress, angst, skam og stigmatisering (19–21). Socialt kan infektioner føre til isolation, tab af autonomi og relationer samt økonomiske problemer som jobtab og ustabil indkomst (19–21). HAI påvirker ikke kun patienternes helbred, men også patienternes oplevelser og livskvalitet, og hospitalernes kapacitet, da indlæggelsestiden forlænges betydeligt og øger presset på sundhedssystemet (18–20). Et prospektivt studie af Stewart et al. (2021) viste, at patienter med HAI i gennemsnit havde 7,8 ekstra indlæggelsesdage sammenlignet med patienter uden

infektioner, og på årsbasis blev det estimeret, at 58.000 sengedage alene blev besat på grund af HAI, hvilket kunne have været anvendt til planlagte behandlinger (18). Effektive strategier til infektionsforebyggelse, overvågning og behandling er afgørende for at reducere forekomsten af HAI og de tilknyttede sundhedsrisici og kombinationen af bedre hygiejneforanstaltninger, korrekt antibiotikastyring og mere omfattende overvågning kan hjælpe med at begrænse spredningen af disse infektioner og forbedre patientsikkerheden på hospitaler (15,18,22,23).

HAI spredtes gennem flere forskellige veje i hospitalsmiljøet, hvor bakterier og vira overføres fra patienter, sundhedspersonale eller forurenede overflader (15,22–26). En af de primære smitteveje er kontaminerede hænder hos sundhedspersonale, hvor bakterier ofte overføres fra sundhedspersonale til patienter, særligt hvis håndhygiejne ikke overholdes korrekt (15,24). Sundhedspersonale bærer ofte patogene mikroorganismer på hænderne, hvilket kan føre til krydskontaminering mellem patienter, hvis hånddesinfektion ikke gennemføres systematisk (27). Forurenede hospitalsmiljøer spiller en afgørende rolle i transmissionen af HAI, da bakterier og vira kan overleve på overflader i længere tid, hvoraf toiletter, dørhåndtag, sengeborde, håndvaske og medicinsk udstyr fungerer som reservoirer for patogener, da disse overflader ofte berøres af både personale og patienter (22,23,25,26). Invasive medicinske procedurer som katetre, respiratorer og intravenøse adgangsveje øger risikoen for infektioner markant samt luftbåren smitte er en anden væsentlig faktor i spredningen af HAI (15,22–24).

Samlet set udgør hospitalserhvervede infektioner et omfattende sundhedsproblem med alvorlige konsekvenser for både patienters fysiske, psykiske og sociale velbefindende samt for sundhedsvæsenets kapacitet og effektivitet (18–21). For at imødegå den komplekse smittespredning, der involverer både direkte og indirekte transmissionsveje, er det afgørende med evidensbaserede, multifacetterede indsatser, der kombinerer forbedret håndhygiejne, miljøsanering, overvågning og rationel anvendelse af antibiotika (15,18,22–27).

2.2 Antimikrobiel resistens: udfordringer ved behandling og kontrol af infektioner

En væsentlig udfordring i håndteringen af HAI er den stigende forekomst af AMR, som yderligere komplicerer behandlingen af disse infektioner (28). Et studie af Cassini et al. (2019) viser, at 64 % af alle infektioner med antibiotikaresistente bakterier i Europa er relateret til HAI (28). Ifølge en systematisk analyse med prognoser til 2050 vil mere end 39 millioner mennesker på verdensplan miste livet som følge af AMR over de næste 25 år (29).

AMR truer evnen til effektivt at behandle infektioner, og når bakterier bliver modstandsdygtige over for antibiotika, bliver infektioner vanskelige at behandle, hvilket fører til længere sygdomsforløb, højere dødelighed og øgede sundhedsudgifter (30,31). Når kroppen udsættes for en infektion, aktiveres en stærk inflammatorisk respons, som har til formål at begrænse skader og hindre spredning af resistente mikroorganismer (29,32,33). Resistens kan udvikles gennem genetiske mutationer eller via horisontal genoverførsel, hvor resistensgener overføres mellem bakterier gennem mobile genetiske elementer såsom plasmider, transposoner eller integroner (34). Overforbrug og forkert anvendelse af antibiotika har skabt et stærkt selektivt pres på bakterier, hvilket har ført til en eksponentiel stigning i resistente stammer (34). Et særligt bekymrende aspekt af resistensudvikling er dannelsen af biofilm, som er komplekse grupper af mikrober, der adhærer til overflader og beskytter bakterier mod både immunsystemet og antibiotikabehandling (34). Biofilm kan dannes på hospitalsudstyr, katetre og sår, hvilket gør infektioner vanskeligere at behandle og øger risikoen for kroniske infektioner (35).

Det tætte samspil mellem AMR og HAI har alvorlige konsekvenser og infektioner forårsaget af multiresistente bakterier har ofte et mere alvorligt sygdomsforløb, kræver længere hospitalsindlæggelser og har en højere dødelighed sammenlignet med infektioner forårsaget af antibiotikafølsomme bakterier (30,36). Gruppen af bakterier, der skaber de største problemer i forbindelse med AMR og HAI er spredningen af de såkaldte ESKAPE-patogener: *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* og *Enterobacter* spp. (30). Disse bakterier har udviklet resistens over for flere antibiotikaklasser, inklusive sidsteudvejsmidler som carbapenemer og polymyxiner, hvilket gør behandling af infektioner forårsaget af disse patogener særligt vanskelig (30,36). Resistensudviklingen blandt disse patogener skyldes en kombination af faktorer, herunder overdreven brug af antibiotika i sundhedssektoren, dyrehold og landbrug samt utilstrækkelig infektionskontrol på hospitaler, hvilket understreger behovet for fortsat fokus på infektionsforebyggelse og alternativer til antibiotika for at nedkæmpe både HAI og AMR (29,31,36).

2.3 Behandling af infektioner

Antibiotika er det mest værdifulde lægemiddel, der findes på markedet, og midlet bruges verden over i medicinsk praksis til at håndtere infektiøse komplikationer samt som et effektivt præparat til adskillige kirurgiske operationer og immunsuppressive terapier, som er afhængige af antibiotikaproylakse (35). Immunterapi har været en behandlingsmetode, som er blevet

undersøgt som en alternativ behandlingsform til infektionssygdomme samt til nedbringelse af resistensudvikling (37). Immunterapi kan være en målrettet behandlingsform, der påvirker relevante komponenter i patientens immunsystem og bidrager til at ødelægge celler, som har en beskyttende effekt på sygdom og symptomer (38). Forskning peger på, at immunterapi kan styrke kroppens immunrespons og dermed have en gavnlig effekt på bekæmpelsen af infektioner (39). Samtidig fremhæves det, at behandlingsformen også kan have ulemper, såsom risiko for vævsskade, inflammation og udfordringer med at målrette behandlingen præcist nok til at undgå bivirkninger (38,39).

Studier har undersøgt alternative behandlingsmuligheder, og de peger på nanoteknologi som en mulig behandlingsform (40,41). Nanopartikler ser ud til at kunne dræbe bakterier effektivt og fremhæves i studierne, som et værdifuldt værktøj både i diagnosticering og behandling af infektionssygdomme, men samtidig påpeges det, at der er behov for yderligere forskning for at forstå eventuelle bivirkninger og sikre en præcis og sikker anvendelse af teknologien (40,41).

Sammenfattende viser udviklingen inden for infektionsbehandling, at der ud over antibiotika arbejdes aktivt med nye behandlingsstrategier som immunterapi og nanoteknologi (38–41). Disse tilgange rummer potentiale for mere målrettede og resistente behandlinger, men medfører samtidig behov for yderligere forskning i effekt, sikkerhed og anvendelsesmuligheder (38–41).

2.4 Forebyggelse af infektioner

Forebyggelse af infektioner er en vigtig del af patientsikkerheden og en central indsats i arbejdet med at reducere HAI og spredningen af AMR (42,43). Det kræver en kombination af velafprøvede metoder og nye tiltag, som tilsammen kan bidrage til at mindske risikoen for smitte i sundhedsvæsenet (42). Herunder spiller både vaccination, hygiejnetiltag og teknologiske løsninger en væsentlig rolle i den samlede strategi (42–44). Vaccination anvendes bredt til at reducere forekomsten af virusinfektioner samt mindske risikoen for indlæggelse og død ved infektiøse sygdomme, hvilket har særlig betydning for ældre og andre sårbare grupper (45).

Et andet tiltag i forebyggelsen af infektioner omfatter brug af klorhexidinsæbe til patientbadning på intensivafdelinger, hvor der er høj risiko for infektionsoverførsel (46–48).

Resultater viser blandt andet en reduktion i HAI på 52 % blandt patienter på medicinsk-kirurgiske intensivafdelinger og en reduktion på 45 % blandt patienter på postoperative telemetriafdelinger, hvilket indikerer, at denne intervention kan have en betydelig forebyggende effekt (49). Dog fremhæver andre studier, at resultaterne omkring brugen af klorhexidinsæbe er blandede, og det kan derfor ikke entydigt konkluderes, at metoden reducerer HAI, indlæggelsestid eller dødelighed (48,50).

Nyere teknologier undersøges ligeledes som supplerende forebyggende tiltag, herunder ultraviolet-C (UVC) lys, som er kendt for sin stærke bakteriedræbende effekt (43). Undersøgelser af 222-nm UVC-lys har vurderet både den bakteriedræbende effekt og sikkerheden ved brug på hud i forbindelse med sundhedsrelaterede og kirurgiske infektioner (43). Teknologien ser ud til at have bakteriedræbende egenskaber og en lavere risiko for DNA-fotokader, men der er samtidig behov for yderligere forskning med større metodisk standardisering, før der kan drages sikre konklusioner om anvendelsen i klinisk praksis (43). Pathspot er en nyere teknologi, som ønsker at fremme bedre håndhygiejne, og de har udviklet en scanner til arbejdspladser, som scanner brugernes hænder for skadelige bakterier, der spreder infektionssygdomme (51). Scanneren indsamler derigennem data, så arbejdspladsen kan se, hvor ofte medarbejderne vasker hænder, dog findes der ikke videnskabelige artikler eller undersøgelser, som kan understøtte effekten af brugen af Pathspot.

Set i helhed peger afsnittet på, at effektiv forebyggelse af infektioner kræver en flerstrengt indsats, hvor både traditionelle metoder som vaccination og antiseptisk patientpleje samt nye teknologiske løsninger indgår (42–51). Selvom flere tiltag viser lovende resultater, understreger den nuværende evidens behovet for yderligere forskning og kritisk vurdering af implementerede strategier i klinisk praksis (43,48,50,51).

2.5 Håndhygiejne

Håndhygiejne er en af de vigtigste interventioner for at nedsætte HAI og AMR spredning, og er en af de mest anerkendte faktorer, som kan forbedres mellem sundhedspersonalet, og blandt patienter for at nedbringe smitten (11,12,52). Implementering af både enkelte interventioner og multimodale strategier, som indebærer uddannelse, træning, personalets opfattelse af håndhygiejne, arbejdsbyrde og overvågning, kan bidrage til et forbedret hygiejnepraksis og reduceret smittespredning (53,54). WHO definerer håndhygiejne som vask med vand og sæbe, og/eller et andet bakteriedræbende middel (55). For at opnå en tilstrækkelig reduktion af bakteriel forurening på hænderne bør håndvask med sæbe eller brug af håndsprit foregå 15 sekunder, hvilket betyder tilstrækkelig tid og grundighed er en

forudsætning for at kunne opretholde en sund håndhygiejne til at bryde smittekæderne og forhindre spredning af infektioner (56).

WHO har siden 2005 haft fokus på at fremme god håndhygiejne i sundhedssektoren gennem kampagnen "Clean Care is Safer Care", hvor der publiceres guidelines til implementering af strategier, der kan forbedre håndhygiejne (57). I 2009 blev der udgivet specifikke retningslinjer, som fremhæver fem centrale tidspunkter for håndhygiejne: før patientkontakt, før aseptiske procedurer, efter risiko for eksponering for kropsvæsker, efter patientkontakt og efter kontakt med patientens omgivelser (54). Retningslinjerne anbefaler desuden alkoholbaseret hånddesinfektion som førstevalg, håndvask med sæbe og vand ved synligt snavsede hænder, samt vægter uddannelse og træning af sundhedspersonale, overvågning og feedback for at øge compliance, og institutionelle tiltag som adgang til håndhygiejneprodukter og ledelsesopbakning (56). Det er vist, at observationer og feedback har en positiv effekt på sundhedspersonalets håndhygiejne og samtidig kan være forbundet med et fald i forekomsten af HAI på hospitaler (57).

Et studie af Al-Ghraiyyah (2024) dokumenterede, at for hver 10 % stigning i sygeplejerskers håndhygiejnecompliance faldt forekomsten af hospitalserhvervede infektioner med 19 %, hvilket underbygger den direkte sammenhæng mellem adfærdssændring og reduktion af HAI (58). Tilsvarende peger nyere studier på et fortsat behov for forbedret håndhygiejnepraksis (59). Et studie af Sandbekken et al. (2022) i 20 plejehjemsafdelinger fandt, at håndhygiejne blev korrekt udført i gennemsnitligt 58.3 % af de relevante situationer, med store variationer mellem afdelingerne (26.4 % til 83.1 %) (59). Brugen af handsker reducerede sandsynligheden for korrekt håndhygiejne med 30.8 %, og sundhedspersonale udførte oftere håndhygiejne efter end før patientkontakt (59). Disse fund understreger behovet for kontinuerlig uddannelse og påmindelser om håndhygiejne som forebyggelse af HAI (59). En ny undersøgelse fra European Centre for Disease Prevention and Control, offentliggjort i 2025 og baseret på data fra 2023–2024, i 1.097 plejehjem i 18 EU- og EØS-lande viste, at 3.1 % af beboerne havde mindst én HAI på undersøgelsestidspunktet (60). Trods udbredt forekomst af håndhygiejne protokoller manglede en femtedel af faciliteterne personale med træning i infektionsforebyggelse, og næsten en tredjedel havde ikke systemer til overvågning og feedback, hvilket kan kompromittere effekten af protokollerne i praksis (60).

Litteraturen peger på, at sundhedsinstitutioner, hvor rutinemæssig håndvask praktiseres, formår at opretholde en forbedret infektionskontrol, mens manglende efterlevelse ofte begrundes med tidspres eller en opfattelse af, at korrekt håndvask er unødvendig i visse situationer (58–61). Alligevel fremhæves det, at en fælles indsats mellem sundhedspersonale og infektionskontrol enheder er nødvendig for at styrke compliance (58–61). Disse fund er i

overensstemmelse med WHO's dokumentation, som viser, at implementering af infektionsforebyggende tiltag, herunder håndhygiejne, kan reducere forekomsten af HAI med op til 70 % (62). Interventioner bestående af uddannelse, træning, påmindelser, observationer og teammøder med feedback har vist sig at forbedre overholdelsen af håndhygiejne, og at særligt støtte fra ledelsen har en vedvarende og opretholdende effekt (59,60,62,63). Samlet set understreger litteraturen, at håndhygiejne ikke alene er en individuel opgave, men et fælles ansvar, som kræver strukturel forankring og vedvarende prioritering i sundhedsvæsenet (58–63).

2.6 Nudging i sundhedssektoren

Nudging er en adfærdsændringsteknik, der udspringer af adfærdsøkonomi og kognitiv psykologi, og som har til formål at påvirke menneskers valg og handlinger uden at begrænse deres handlefrihed eller indføre økonomiske incitamenter (64). Nudging bygger på den grundlæggende forståelse af, at mennesker ofte træffer beslutninger hurtigt og ubevidst, stærkt påvirket af deres omgivelser frem for en rationel og analytisk vurdering af deres valg (65). Ved at ændre konteksten, hvori beslutninger træffes, kan nudging dermed anvendes til at skabe positive adfærdsændringer, der er i overensstemmelse med både individets og samfundets bedste interesser (66). I modsætning til traditionelle adfærdsænderende tiltag såsom lovgivning eller økonomiske sanktioner fokuserer nudging på at gøre den ønskede adfærd lettere eller mere tiltalende for individet (67). En nudge er en subtil ændring i den måde, valgmuligheder præsenteres på, hvilket påvirker adfærden i en forudsigelig retning uden at forbyde nogen alternativer eller ændre økonomiske incitamenter væsentligt (68). Eksempelvis har nudging vist sig effektivt i sundhedssystemet, hvor anvendelsen af visuelle påmindelser og strategisk placerede interventioner har øget efterlevelsen af hygiejneregler markant (64).

En af de mest udbredte former for nudging er visuelle cues, der skaber øget opmærksomhed på ønsket adfærd (65). Visuelle nudges kan tage mange former, såsom klistermærker, plakater eller lysmarkeringer, som fungerer som en påmindelse om en handling, der ellers kunne blive glemt (69). I en hospitalskontekst har et kvasi-eksperimentelt interventionsstudie af Blair et al. (2024) vist, at placering af visuelle nudges i form af klistermærker ved håndhygiejneområder medførte en 11 % stigning i overholdelse af håndhygiejneprotokoller (70). En anden visuel nudge blev testet i et interventionsstudie af Iversen et al. (2024) på et plejehjem, hvor en grøn "smiley" lyste op på en hånddesinfektionsdispenser, når personalet anvendte den. Dette lysbaserede feedback-system resulterede i en markant stigning i håndhygiejne-compliance under interventionsperioden, hvilket understreger effekten af små,

visuelle ændringer i omgivelserne (69). Visuelle nudges er særligt effektive, når de placeres strategisk ved de steder, hvor den ønskede adfærd skal udføres, eksempelvis ved håndvaske eller indgangen til en kantine (64). Priming er en anden form for nudging, hvor individer ubevidst påvirkes af stimuli, der skaber en bestemt adfærdsreaktion (66). Et eksempel er brugen af notifikationer og beskeder, der forbereder folk på at udføre en handling uden direkte instruktion (68). I et omfattende observationsstudie af Nazaret og Sapiro (2023) af Apple Watch's "stand reminder" blev det observeret, at personer der fik en påmindelse om at stå op efter at have siddet for længe, var op til 44% mere tilbøjelige til at rejse sig sammenlignet med dem, der ikke modtog en sådan nudge (68). Dette viser, hvordan priming kan ændre folks adfærd over tid uden brug af direkte belønning eller straf (68).

Nudging anvendes også i trafikrelaterede kontekster for at øge sikkerheden, og i et kvasi-eksperimentelt feltstudie af Kovaceva et al. (2022) undersøges effekten af visuelle nudges på cyklisteres hastighed ved vejkryds (71). Her blev der anvendt flade sribemønstre på cykelstier for at skabe en illusion af øget hastighed, hvilket førte til, at cyklister sænkede farten ved krydsninger, hvor der tidligere havde været mange ulykker og resultaterne viste, at fritidscyklister var særligt modtagelige over for denne type nudging, mens pendlercyklister var mindre påvirkelige (71). Inden for sundhedsområdet har nudging vist sig effektivt til at forbedre håndhygiejne blandt sundhedspersonale (64). Elia et al. (2022) testede en indsats med lokale dispensere, visuelle påmindelser og positivt formulerede plakater. Det førte til en tydelig forbedring i håndhygiejne, hvor andelen af korrekt udført håndhygiejne steg fra 11,45 % til 18,71 %. Effekten blev målt både ved direkte observationer og ved øget forbrug af hånddesinfektion. Den største forbedring sås efter patientkontakt, og især i den subintensive afdeling, hvor andelen steg fra 23,62 % til 32,98 % (64). Dette kan være med til at vise, hvordan kombinationen af flere nudging-teknikker kan forstærke adfærdsændringer.

Yderligere studier underbygger effekten af nudging på håndhygiejne i forskellige kliniske sammenhænge. Hansen et al. (2021) gennemførte et storskala feltstudie med over 46 000 hospitalsbesøgende og viste, at tydeligere placering og øget synlighed af spritdispensere løftede compliance fra 0,4 % til 19,7 % (72). Van Roekel et al. (2021) sammenlignede en omsorgs-nudge (reframing som patientbeskyttelse) med en risikoforståelsesboost; begge interventioner forbedrede overholdelsen, men boosteffekten varede længst (73). I en klynge RCT på ni amerikanske hospitaler fandt Vander Weg et al. (2019), at hyppigt udskiftede reminderskilte ved dørhåndtag havde begrænset effekt, og i enkelte afsnit reducerede compliance, hvilket er et eksempel på plakatmætning (eng. *sign fatigue*) – det fænomen, hvor gentagen eksponering for visuelle budskaber fører til habituering og faldende opmærksomhed (74). Endelig viste et studie af Van Gils et al. (2024) på en neonatal intensivafdeling, at et

trafiklys-feedback-system først skiftede til grønt efter korrekt tørretid og dermed øgede andelen af fuldt gennemførte hånddesinfektioner fra 36 % til 75 % (75). Disse resultater fremhæver, at kontekstuelle ændringer, sociale normer og realtidsfeedback hver især, og særligt i kombination, kan styrke håndhygiejneadfærd, men også at designet skal skræddersys til både målgruppe og miljø for at undgå mætning eller modreaktioner (72,74,75,75).

Nudging fremstår dermed som et stærkt supplement til mere traditionelle reguleringsværktøjer, fordi teknikken kan ændre adfærd uden at indskrænke individets valgfrihed (67). Forskningen bekræfter, at velplacerede nudges kan løfte compliance med sundheds- og sikkerhedstiltag og påvirke dagligdagsvaner som fysisk aktivitet og miljøbevidst forbrug (64,65,71). Samtidig viser nyere studier, at effekten afhænger af kontekst, målgruppe og interventionsdesign, herunder risikoen for "sign fatigue", hvis brugerne udsættes for gentagne, ensartede påmindelser (72,74). Derfor bør fremtidige indsatser kombinere kvantitative effektmålinger med kvalitative indsigter i brugernes oplevelse og etiske overvejelser, så nudging kan skræddersys, opretholde sin virkning over tid og implementeres på en transparent og acceptabel måde (66).

2.7 Soap Alert

Et konkret eksempel på en teknologibaseret nudge er Soap Alert, som er en intelligent og innovativ sæbedispenser og fungerer som en IoT-enhed (Internet of Things), der er udviklet til at fremme korrekt håndhygiejne ved at understøtte både hyppighed og kvalitet af håndvask med sæbe (76). Gennem nudging i form af diskrete audiovisuelle signaler minder dispenseren brugeren om håndhygiejne og guider samtidig brugerne igennem sæbepåførelsen, som varer i 15 sekunder, da undersøgelser viser at håndhygiejne bør vare 15 sekunder for at opnå en betydelig reduktion i mikrobiologiske forureninger på hænderne (76,77); et billede af Soap Alert kan ses på figur 1.

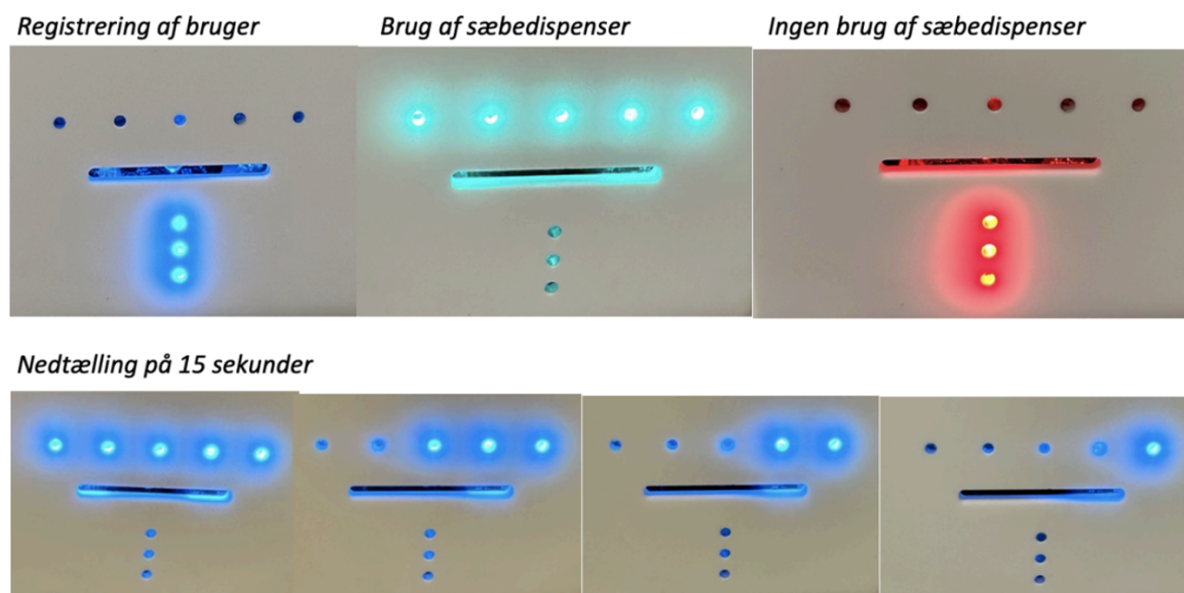
Sæbedispenseren består af en kasse, som indeholder en sæbedunk, et sæbeapplikationshåndtag og et sensorsystem, som er programmeret til at registrere bevægelse i rummet. Uden på kassen ses fem



Figur 1: Soap Alert

horisontale prikker og tre vertikale prikker, hvor lyssignalerne vises. Sensor-teknologien i Soap Alert er bygget op omkring et PIR (passiv infrarødt) sensor system, som fungerer ved at opfange varme, som bliver genereret af mennesker ved bevægelse i rummet. PIR-sensoren reagerer hurtigt på bevægelser, er billig, har et lavt strømforbrug og har høj reliabilitet og validitet (78). Sensoren fungerer ved at registrere bølgefrekvenser, som kommer fra bevægelser, hvor der opstår forskel i varmetemperatur, hvilket får sensoren til at begynde at detektere.

Sensorsystemet inde i sæbedispenseren aktiveres i det, at en toiletbesøgende kommer ind på toilettet og registrerer tilstedeværelsen af en potentiel bruger, hvilket aktiverer de tre vertikale prikker, som lyser blå. Hvis den besøgende går hen til toilettet, vil systemet i sæbedispenseren omstille til aktiv tilstand, som er den tilstand, der vil påbegynde de videre signaler. Systemet er indstillet af operatørerne til at den besøgende skal opholde sig >10 sekunder ved toilettet, før den aktive tilstand vedholdes. Hvis den besøgende kun opholder sig ved håndvasken, vil den aktive tilstand ikke påbegyndes, og de videre signaler vil ikke vises. Når den besøgende går til håndvasken efter at have opholdt sig ved toilettet >10 sekunder, vil de fem horisontale prikker lyse blå, for at gøre opmærksom på at sæbe skal benyttes. Ved dispensering af sæbe vil de fem horisontale prikker skiftevis slukke for at illustrere nedtælling af antal sekunder, brugeren skal vaske hænder med sæbe. Denne nedtælling foregår i 15 sekunder, hvorefter et grønt lys vil vises, som en bekræftelse på brug af sæbe. Hvis den besøgende ikke bruger sæbe, vil lyset skifte til rødt lys, og hvis brugeren fortsat ikke benytter sæben, vil en lyd komme fra sæbedispenseren, som en sidste påmindelse om brug af sæbe. Soap Alert har en indbygget lagringsenhed, som gør det muligt at hente data fra aktiviteterne, som er fundet sted ved brugernes anvendelse af sæbedispenseren. I figur 2 er Soap Alerts lyssignalerne illustreret.



Figur 2: Lyssignalerne fra Soap Alert

Effekten af sådanne teknologiske løsninger er undersøgt i flere studier (79–81). Møller-Sørensen et al. (2016) viste, at brugen af en intelligent sæbedispenser med nudging forbedrede håndhygiejne efter toiletbesøg (79). Blandt sundhedspersonale steg overholdelsen med 40 procent, og blandt patienter og pårørende med 146 procent (79). Zhang et al. (2023) fandt at teknologier til overvågning af håndhygiejne; herunder elektronisk registrering, påmindelser og feedback, øgede overholdelse af håndhygiejne med 56 procent og reducerede infektioner erhvervet i sundhedssektoren med 75 procent (80). Leis et al. (2020) undersøgte effekten af elektronisk overvågning i 26 hospitalsafdelinger (81). Gennem trådløse sensorer, daglig rapportering og lokale forbedringstiltag steg overholdelse af håndhygiejne fra 29 procent til 53 procent over ti måneder (81). Samlet peger studierne på, at teknologiske løsninger med nudging og elektronisk overvågning kan fremme håndhygiejne og reducere smittespredning (79–81).

Med løsninger som Soap Alert bliver det tydeligt, at teknologisk nudging kan understøtte adfærsændringer i håndhygiejne, men også at der er behov for yderligere forskning for at vurdere effekt, anvendelighed og holdbarhed over tid (76,79–81).

3.0 Problemafgrensning

På trods af omfattende dokumentation for håndhygiejnens betydning som infektionsforebyggende tiltag, viser undersøgelser, at både sundhedspersonale og patienter i hospitalsmiljøer ikke i tilstrækkelig grad efterlever anbefalede håndhygiejneprotokoller (2,3,15,24). Manglende håndvask eller utilstrækkelig grundighed ved håndvask udgør en

central smittevej for HAI, og forværrer samtidig udbredelsen af AMR, hvilket har både kliniske og samfundsøkonomiske konsekvenser (2,7,8,28).

Visuelle nudging-interventioner som Soap Alert har i tidligere studier vist potentiale til at forbedre håndhygiejneadfærd (79–81), men der mangler viden om teknologiens effekt på håndvaskens grundighed og brugernes opfattelse af dens anvendelighed og tydelighed. Især er det uklart, om en kombination af teknologistøtte og kort mundtlig instruktion kan optimere forståelsen og effekten af systemet. Dette projekt afgrænses derfor til at undersøge, om Soap Alert – med og uden tilhørende instruktion til teknologien – kan forbedre deltagernes håndvaskgrundighed samt deres vurdering af signalernes tydelighed, anvendelighed og adfærdspåvirkning.

3.1 Formål

Formålet med projektet er at undersøge, om visuelle signaler fra en sæbedispenser (*soap alert*), med eller uden mundtlig instruktion til teknologien, kan forbedre grundigheden af brugernes håndvask. Dette måles ved hjælp af UV-reaktiv creme, som fungerer som indikator for mangelfuld håndhygiejne efter udførelse af håndvask. Derudover har projektet til hensigt at belyse brugernes oplevelse af teknologiens tydelighed, anvendelighed og indflydelse på adfærd via et spørgeskema.

3.2 Problemformulering

Hvordan påvirker Soap Alerts visuelle signaler – med og uden mundtlig instruktion til teknologien – brugernes håndvaskgrundighed samt deres oplevelse af teknologiens tydelighed, anvendelighed og effekt på adfærd?

4.0 Metode

Afsnittet beskriver projektets metodiske grundlag. Først gennemgås litteratursøgningen, herunder den initierende og systematiske søgning med PIO-struktur, inklusions- og eksklusionskriterier samt kvalitetsvurdering. Dernæst præsenteres forsøgsdesignet, herunder rekruttering og deltagerkriterier. Endvidere beskrives struktur og gennemførelse af det eksperimentelle forsøg, herunder dataindsamling af billeder taget under UV-lampe og spørgeskema samt pilottest. Til sidst redegøres for dataanalyse og etiske overvejelser.

4.1 Litteratursøgning

I dette projekt blev der anvendt både en usystematisk og en systematisk litteratursøgning. Den usystematiske søgning var den indledende fase, og den systematiske søgning blev brugt til at identificere artikler, der kunne understøtte besvarelsen af problemstillingen.

4.1.1 Initierende litteratursøgning

Den initierende litteratursøgning var rettet mod at identificere, hvilke søgetermer, der blev brugt i videnskabelige artikler inden for projektemnet. Der blev foretaget frie søgninger på databaserne Cinahl, Embase, PubMed, Scopus, Medline samt Google Scholar for at udforske diversiteten i brugte søgetermer. Embase og PubMed blev specifikt brugt til at opnå en omfattende forståelse af emnet, herunder baggrunden og behandlingsmetoder. Søgeordene anvendt i disse databaser inkluderede 'Infection', 'Healthcare-associated infection', 'Infectious disease in hospitals', 'Pathogen transmission', og 'Nosocomial infection'. Disse søgninger bidrog både til problemanalysen og til den systematiske litteratursøgning.

4.1.2 Systematisk litteratursøgning

Efter den initierende litteratursøgning blev der for at besvare problemstillingen udført flere systematiske litteratursøgninger. Databaser blev valgt baseret på den information, de usystematiske søgninger leverede. PubMed og Embase blev brugt til at finde en bred vifte af artikler om teknologi og infektionsrater samt sundhedspersonalets involvering. Cinahl blev anvendt for at dække både patienters og sundhedspersonalets aspekter.

4.1.2.1 Opbygning af den systematiske søgning med PIO-strukturen

Til den systematiske søgning blev der anvendt en PIO-struktur (Population, Intervention, Outcome) for litteratursøgningen omkring 'forebyggelse af infektioner' (83,84). Hver blok af søgeord blev kombineret med operatoren OR, mens forskellige blokke blev sammenkoblet med operatoren AND (82). For at inkludere alle varianter af søgeordene blev trunkeringsteknikker anvendt. Søgningen blev opdelt i tre tematiske blokke, hvor den første blok havde fokus på den relevante population og relaterede sig til infektioner opstået i sundhedsvæsenet. Den anden blok omhandlede mulige interventioner til forebyggelse af infektioner, herunder tiltag relateret til håndhygiejne og infektionskontrol. Den tredje blok fokuserede på udfaldsmål, særligt relateret til antibiotikaresistens og forekomsten af resistente bakterier. De specifikke søgeord fra PubMed fremgår af tabel 2.

Infektion		Forebyggelse		Outcome
HAI OR 'nosocomial infection' OR 'healthcare-associated infections'	A N D	infection control [Mesh] OR 'hand hygiene' OR 'antimicrobial stewardship' OR disinfection	A N D	'antimicrobial resistance' OR AMR OR 'drug-resistant bacteria' OR 'multi-drug resistant'

Tabel 2: Systematisk søgning i PubMed til 'infektion'

Ligeledes blev der udført en systematisk PIO-søgning for at undersøge brugen af nudging til adfærdsændring (82,83). Søgningen blev struktureret i tre tematiske blokke, hvor den første blok omhandlede teoretiske tilgange til adfærdsregulering via påvirkning og valgarkitektur. Den anden blok fokuserede på forskellige typer stimuli, herunder sansebaserede elementer som lyd og visuelle signaler. Den tredje blok havde fokus på adfærdsændringer og relaterede begreber såsom efterlevelse, adfærdsmodifikation og livsstilsændringer. De specifikke søgeord fra PubMed fremgår af tabel 3.

Adfærdspåvirkning		Intervention		Outcome
nudg* OR 'nudge theory'	A N D	signal* OR sound* OR 'visual signal*' OR visual* OR audiovisual* OR audio*	A N D	'behavior change' OR 'behavior modification' OR 'lifestyle change' OR compliance OR adherence OR behavior*

Tabel 3: Systematisk søgning i PubMed til 'nudging'

4.1.2.2 Kriterier for in- og eksklusion af litteratur

Efter gennemførelsen af to systematiske litteratursøgninger blev relevante artikler udvalgt ved hjælp af inklusions- og eksklusionskriterier. PRISMA-diagram over processen kan findes i hhv. Bilag A og B. I begge søgninger blev der anvendt afgrænsninger for at sikre relevans og aktualitet, herunder en tidsbegrænsning fra 2018 til 2025 for at inkludere den nyeste forskning.

Derudover blev søgningen afgrænset til artikler på dansk og engelsk for at sikre direkte forståelse og undgå behov for oversættelse. Et yderligere krav var, at artiklerne skulle indeholde et tilgængeligt abstract, hvilket dannede grundlag for den indledende screening. Til udvælgelsesprocessen af litteraturen til de to systematiske søgninger er redskabet Rayyan blevet anvendt (84). Rayyan er et webbaseret værktøj, der assisterer med at screene og vælge studier effektivt til systematiske reviews, ved at tilbyde faciliteter for blind gennemgang samt mulighed for at organisere studier baseret på inklusions- og eksklusionskriterier (84). Alle fundne artikler blev af projektets medlemmer screenet uafhængigt af medlemmernes blindet tilstand. Dette betød, at ingen af projektets medlemmer kunne se hinandens vurderinger undervejs. Efter gennemgangen blev vurderingerne synliggjort, og eventuelle uenigheder blev drøftet i fællesskab. Uoverensstemmelser blev diskuteret, hvilket sikrede, at alle projektets medlemmer havde indflydelse på den endelige beslutning om inklusion eller eksklusion. Denne tilgang bidrog til at styrke den interne validitet i udvælgelsesprocessen.

I den systematiske søgning om 'infektion' blev dubletter fjernet i udvælgelsesprocessen. Dernæst blev artiklerne inkluderet eller ekskluderet baseret på deres titler, hvorefter abstracts blev screenet for relevans. Yderligere filtrering af artiklerne skete baseret på studietyper med høj placering i evidenshierarkiet, som f.eks. randomiserede kontrollerede forsøg, samt på adgang til fuldttekst og geografisk oprindelse. Kun studier fra lande med sundhedssystemer og kontekster sammenlignelige med den danske blev inkluderet for at sikre overførbare. Endelig blev artiklerne inkluderet eller ekskluderet efter en fuldttekst gennemgang og en CASP-vurdering. En visualisering af udvælgelsesprocessen fremgår af Bilag A.

I den systematiske søgning om 'nudging' blev dubletter ligeledes fjernet først. Derefter blev artiklerne inkluderet eller ekskluderet baseret på titler og abstracts, og til sidst blev de inkluderet eller ekskluderet efter gennemgang af fuldttekst og CASP-vurdering. En visualisering af udvælgelsesprocessen fremgår af Bilag B.

4.1.2.3 Kvalitetsvurdering ved hjælp af Critical Appraisal Skills Programme

Under den kritiske gennemgang af fuldtteksterne blev Critical Appraisal Skills Programme (CASP)-tjeklister benyttet (85). Disse tjeklister understøtter en grundig vurdering af forskningsartiklers styrker og svagheder, da tjeklisterne er nyttige til at afdække bias, vurdere metodens tilstrækkelighed samt sikre, at resultaterne er troværdige (85). Anvendelsen af CASP-tjeklisterne er central for at sikre, at kun de mest valide og relevante studier inkluderes. Et eksempel på dette kan ses i bilag C og D.

Udvælgelsesprocessen for de inkluderede studier er visualiseret i PRISMA-diagrammer, opdelt på henholdsvis søgningen vedrørende 'infektion' (bilag A) og 'nudging' (bilag B).

4.2 Forsøgsdesign

Projektet blev designet som et kvantitativt, quasi-eksperimentelt studie med et within-subjects crossover design, hvor alle deltagere gennemførte tre faser med korte tidsintervaller i en fastlagt, kronologisk rækkefølge: først håndvask uden teknologi (fase A), derefter med Soap Alert (fase B), og til sidst med Soap Alert suppleret af en kort mundtlig instruktion (fase C). Den faste rækkefølge gjorde det ikke muligt at kontrollere for rækkefølgeeffekter gennem randomisering, da alle deltagere gennemgik faserne i samme rækkefølge ($A \rightarrow B \rightarrow C$). Denne kronologiske tilgang blev dog valgt bevidst for at afspejle en realistisk og gradvis progression i teknologistøtte – fra ingen støtte til fuld støtte – samt for at sikre, at adfærden i kontrolfasen ikke blev påvirket af tidligere erfaringer med Soap Alert-teknologien. Faserne fremgår af tabel 4.

Fase	Beskrivelse
A	Kontrol: Deltageren vasker hænder uden nogen form for teknologi eller instruktion. Resultatet måles efterfølgende via UV-billedanalyse.
B	Soap Alert uden instruktion: Deltageren vasker hænder med visuelle signaler fra Soap Alert, men uden yderligere instruktion.
C	Soap alert med mundtlig instruktion: Deltageren vasker hænder med både Soap Alert og kort mundtlig instruktion inden håndvasken.

Tabel 4: Beskrivelse af fase A, B og C

Formålet med forsøget var at undersøge, hvordan visuelle signaler og mundtlig instruktion påvirker grundigheden af håndvask. Dette blev målt ved indsamling af billeder af forsøgets deltagers hænder, som havde UV-reaktiv creme på hænderne. Billederne blev analyseret for reduktion af UV-reaktiv creme gennem billedanalyse, hvor områder med høj lysintensitet indikerer rester af creme – og dermed kontaminering.

Her havde vi en forventning om, at billedanalysen ville afsløre forskellige grader af kontaminering som konsekvens af de visuelle signaler og instruktioner. På den måde kunne graden af lysintensitet fungere som et objektive mål for effekten af interventionerne.

I billedanalysen blev den UV-reaktive creme fremstillet som hvide pixels, da den UV-reaktive creme ville fremstå med højest lysintensitet, hvilket indikerer kontaminering. Forsøget undersøgte derudover deltagernes egne vurderinger af teknologiens tydelighed, anvendelighed og effekt på adfærd via spørgeskema. Både den objektive effekt (fra

billedanalyse) og de subjektive vurderinger (fra spørgeskemaet) analyseres afhængigt og sammenholdes i diskussionen for at give en mere nuanceret forståelse af teknologiens funktion og kliniske anvendelighed.

Det Quasi-eksperimentelle design er valgt, da forsøget undersøger effekten af en intervention uden fuld randomisering (86). For at sikre projektets metodiske stringens og validitet blev Joanna Briggs Institute (JBI) tjekliste til vurdering af quasi-eksperimentelle studier anvendt (87). Tjeklisten blev brugt som et redskab til systematisk at vurdere og kvalitetssikre det valgte studiedesign. Tjeklisten blev anvendt under planlægningen af interventionen for at sikre, at de centrale elementer i et quasi-eksperimentelt studie var gennemtænkt og opfyldt. Derudover blev tjeklisten anvendt som intern reference under udarbejdelsen af metodeafsnittet for at sikre dokumenteret tydelighed i projektets fremgangsmåde samt overensstemmelse med kvalitetskriterierne for denne type studie. Tjeklisten bidrog således til at øge projektets reliabilitet, gennemsigtighed og metodologiske reproducerbarhed.

En styrke ved det anvendte design er dets systematiske tilgang og høje grad af intern validitet, men en væsentlig begrænsning er den lave økologiske validitet, idet undersøgelsens opsætning adskiller sig fra en realistisk hospitalskontekst. Det ideelle design ville have involveret implementering af Soap Alert på en eller flere hospitalsafdelinger, hvor effekten eksempelvis kunne være afprøvet blandt hospitalspatienter, hvilket kunne have øget den økologiske validitet og muliggjort en større og mere repræsentativ stikprøve. Ulempen ved en sådan tilgang ville imidlertid være lav ekstern validitet (repræsentativitet), da hospitalspatienter ikke nødvendigvis repræsenterer den generelle danske befolkning, der anvender offentlige toiletter. Derudover ville det være praktisk vanskeligt og ressourcekrævende at gennemføre i denne undersøgelse.

4.2.1 Rekruttering af deltagere

Deltagerne ($n = 21$) havde en gennemsnitsalder på 31,4 år ($SD = 6.9$, range: 19–49). Gruppen bestod af 12 kvinder (57.1 %) og 9 mænd (42.9 %). Den hyppigst rapporterede højeste gennemførte uddannelse var lang videregående uddannelse ($n = 15$; 71.4 %), efterfulgt af mellemlang videregående uddannelse ($n = 5$; 23.8 %) og erhvervsuddannelse ($n = 1$; 4.8 %). Deltagergruppen var overvejende sammensat af yngre voksne og personer med længerevarende uddannelser, hvilket kan have haft betydning for deres tilgang til hygiejne og teknologi. Det afspejler muligvis en særlig brugerprofil, som kan være relevant for visse typer interventioner. Samtidig betyder fraværet af deltagere over 49 år, at undersøgelsen i mindre grad repræsenterer ældre brugeres adfærd. En alternativ præsentation af aldersdata,

eksempelvis ved brug af median, kunne i fremtidige studier give et mere nuanceret billede af fordelingen. Deskriptiv data for forsøgspersonerne fremgår i tabel 5.

Variabel	Kategori	n (%)
Alder	Gennemsnit (SD)	31.4 (6.9)
	Minimum - Maksimum	19-49
Køn	Kvinde	12 (57.1%)
	Mand	9 (42.9%)
Uddannelse	Erhvervsuddannelse	1 (4.8%)
	Mellemlang videregående	5 (23.8%)
	Lang videregående	15 (71.4%)

Tabel 5: Deltagerkarakteristik. Gennemsnitsalder og fordeling på køn og højest gennemførte uddannelse (n =

Deltagerne blev rekrutteret fra CrossFit-centret Butcher's Lab, beliggende i København (88). Forud for dataindsamlingen blev der opslået information om projektet på centrets interne Facebook-side, som henvender sig til centrets medlemmer. Dette gav potentielle deltagere mulighed for at blive informeret om projektet i god tid og planlægge deres eventuelle deltagelse.

Valget af et CrossFit-center som rekrutteringssted blev truffet med henblik på at opnå en bred og varieret deltagergruppe; i centret færdes dagligt mange personer på tværs af køn og aldersgrupper, hvilket skabte gode forudsætninger for at opnå et mangfoldigt datasæt. Samtidig gjorde det høje flow af personer det muligt at rekruttere effektivt og opnå et tilstrækkeligt deltagerantal inden for projektets tidsramme. Inklusions- og eksklusionskriterierne er angivet i tabel 6.

Inklusionskriterier	Eksklusionskriterier
---------------------	----------------------

Kan læse og forstå dansk eller engelsk	Personer med kendt allergi eller hudreaktion over for den anvendte håndsæbe eller UV-reaktiv creme
≥ 18 år	Hudlidelser på hænderne
Har givet skriftligt informeret samtykke	Nedsat syn eller kognitiv funktion, som vanskeliggør opfattelse af teknologiske signaler eller forståelse af instruktioner, samt personer tilhørende sårbare grupper i henhold til forskningsetiske retningslinjer
Skal kunne udføre en almindelig håndvask	

Tabel 6: Projektets inklusions og eksklusionskriterier

Et inklusionskriterium for deltagerne var, at de skulle kunne læse og forstå dansk eller engelsk. Dette kriterium blev valgt for at sikre, at deltagerne kunne afgive informeret samtykke, læse deltagerinformationen, forstå den mundtlige information om forsøget samt besvare spørgeskemaet. Et yderligere inklusionskriterium var, at deltagerne skulle være over 18 år, da informeret samtykke skulle kunne afgives af myndige personer. Derudover skulle deltagerne kunne udføre en almindelig håndvask, da deltagelse i forsøget skulle gnide UV-reaktiv creme på hænderne og efterfølgende fordele håndsæbe på håndflader, hånddrygge og fingre.

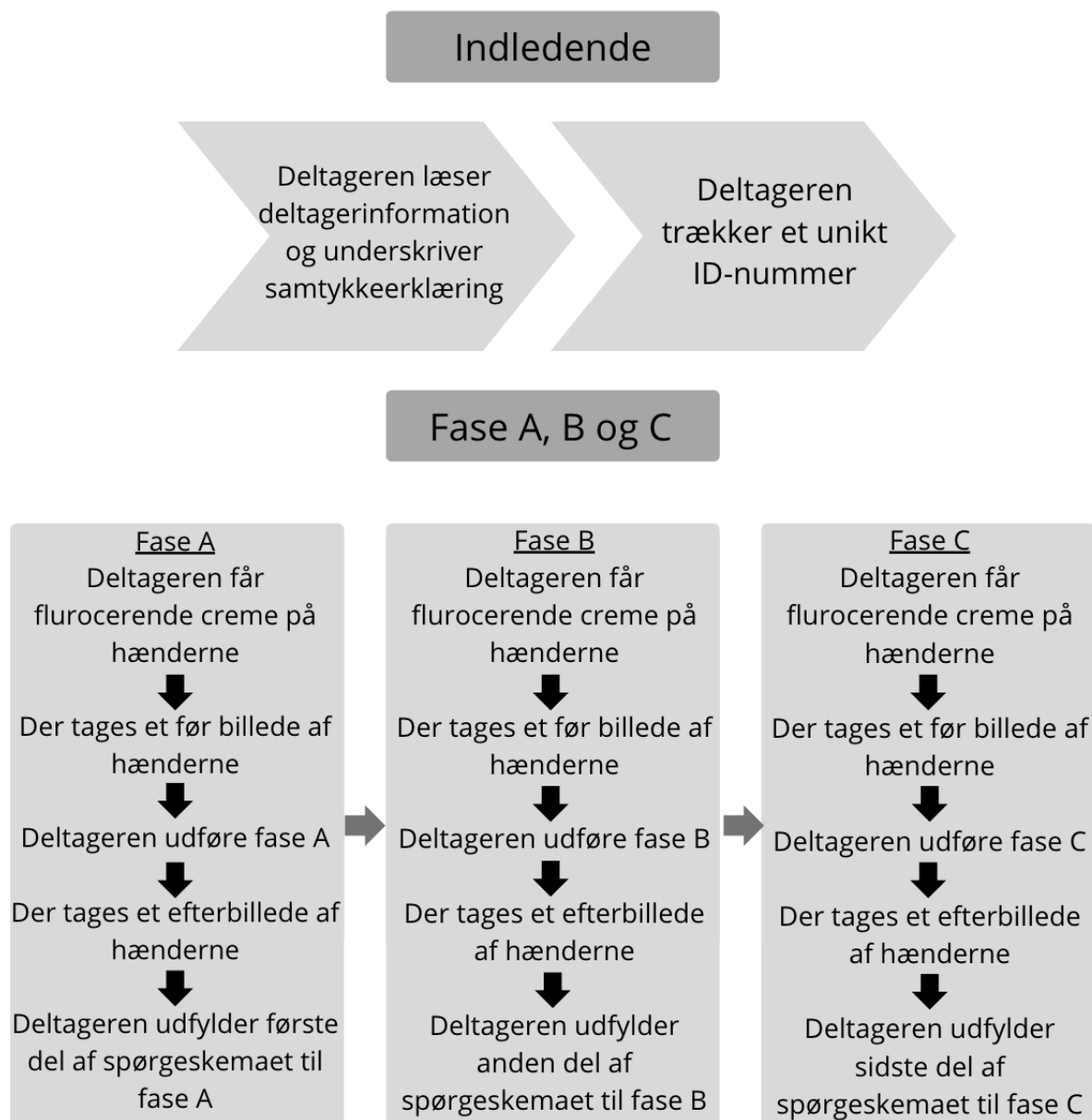
Deltagere med kendt allergi over for indholdsstofferne i GlitterBug Potion (UV-reaktiv creme) blev ligeledes ekskluderet, da midlet ikke bør anvendes ved kendt allergi (76,77). Deltagere med aktuelle eller kroniske hudlidelser på hænderne, herunder eksem, psoriasis, sår, rifter eller andre dermatologiske tilstande, der kan påvirke hudens integritet eller reaktion på anvendte produkter, ekskluderes fra deltagelse. Derudover blev deltagere med nedsat syn eller kognitiv funktion, som kan vanskeliggøre opfattelsen af signaler fra teknologien eller forståelsen af forsøgsinstruktionerne, ekskluderet fra deltagelse. Dette blev vurderet nødvendigt for at sikre validitet i forsøgsproceduren samt for at beskytte deltagerne mod misforståelser eller fejlagtig anvendelse af det anvendte udstyr. Af hensyn til forskningsetikken blev personer tilhørende særligt sårbare grupper ligeledes ekskluderet. Dette inkluderer f.eks. inhabile personer, personer med begrænset evne til at give informeret samtykke, samt personer i afhængighedsforhold, jf. principperne i Helsinki-deklarationen (91,92). Eksklusionen blev foretaget for at beskytte disse gruppers integritet og autonomi i overensstemmelse med principperne for god forskningspraksis.

4.3 Struktur og gennemførelse af eksperimentel forsøg

Før forsøget modtog deltagerne skriftlig deltagerinformation (bilag E) samt en samtykkeerklæring (bilag F), som skulle underskrives. Alle deltagere blev herefter tildelt et unikt ID-nummer med henblik på pseudonymisering, så billedmateriale og spørgeskemaer kunne sammenkædes korrekt uden brug af personhenførbare oplysninger. Hver deltager gennemførte alle tre faser (A, B og C). I fase A gennemførte deltageren en håndvask uden nogen former for teknologistøtte og med brug af en almindelig sæbedispenser. I fase B gennemførte deltagerne en håndvask med soap-alert, som udsendte en visuel påmindelse om brug af håndsæbe og havde nedtælling fra 15 sekunder med blå visuelle blink. Hvis deltagerne ikke benyttede Soap Alert, ville sæbedispenseren i stedet lyse rødt. I fase C gennemførte deltagerne igen en håndvask med soap-alert, men fik forinden håndvask en kort mundtlig instruktion af teknologien. Instruktionen til fase C lød:

"Formålet med Soap Alert, er at den guider dig under din håndvask og på den måde hjælper dig med at vaske hænderne grundigere. Når du stiller dig foran den, vil den lyse blå, hvilket betyder at den har registreret at du står foran håndvasken. Kort herefter vil det blå lys en efter en slukke, hvilket indikerer at den tæller ned fra 15 sekunder, som er den tid du skal bruge på at vaske dine hænder. Efter den sidste lampe er slukket, kan du skylle sæben af dine hænder. Når lyset lyser grønt, er du færdig."

Før hver håndvask fik deltagerne UV-reaktiv creme på hænderne af mærket GlitterBug Potion (89,90). En af de forsøgsansvarlige blev ansvarlig for at sikre, at stoffet var jævnt fordelt på begge hænder ved hjælp af UV-lampen, hvorefter deltageren blev ført hen til en vaskestation med den relevante sæbedispenser. Der blev taget billeder af hænderne under UV-lampe før og efter hver håndvask i en kontrolleret og ens opsætning. Billederne blev anvendt til billedanalyse af håndvaskens effektivitet målt som reduktion af UV-reaktiv creme. Efter hver fase, besvarede deltageren et spørgeskema (bilag G), omhandlende den sidste udførte fase, så spørgsmålene var rettet, den fase deltageren lige havde gennemført. En visualisering af det eksperimentelle forsøgsdesign kan ses på figur 3.



Figur 3: Visualisering af forsøgsdesign.

4.3.1 Dataindsamling

Til forsøget blev projektets tre medlemmer opdelt, så hver havde deres eget ansvarsområde for at sikre en systematisk og effektiv gennemførelse. Ét medlem havde ansvar for formidling af deltagerinformation, indsamling af samtykke, tildeling af deltager-ID samt introduktion til spørgeskemaet. Et andet medlem stod for opsætning af UV-lampen og for at tage billeder af deltagernes hænder. Det tredje medlem var ansvarlig for at gennemgå forsøgets tre faser med deltagerne. Opsætningen af sæbedispenseren ved håndvasken er fremvist i figur 4.



Figur 4: Håndvaskestation anvendt i forsøget. Skiltet med teksten *“DO NOT USE”* blev flyttet mellem den traditionelle sæbedispenser (venstre) og Soap Alert-dispenseren (højre) for at angive, hvilken dispenser deltagerne ikke måtte anvende.

4.3.1.1 Indsamling af billeder under UV-lampe

Kassen med UV-lampen var placeret på et bord og dækket til med tape og tæppe for at skabe mørke omgivelser og dermed forbedre synligheden af UV-effekten. En mere optimal forsøgsopsætning var ikke mulig i Butchers Lab. I figur 5 og 6 ses UV-kassen uden og med mørklægning. Deltagerne blev instrueret i at placere hænderne så fladt som muligt med fingrene jævnt samlet på underlaget inde i UV-kassen.

Billederne blev taget med en iPhone 14 Pro gennem kassens "mund" – en åbning udformet som en bjørns mund – hvilket sikrede en ensartet afstand og vinkel ved alle billeder. Før hvert billede, der blev taget af deltagernes hænder, blev der taget et billede af deltagernes ID-nummer for at opretholde struktur og orden i billedmaterialet. For at kvantificere effekten af håndvask blev der for hver deltager ($n = 21$) taget separate billeder før og efter håndvask af deres håndflader og håndrygge i alle tre forsøgsfaser, hvilket muliggjorde en detaljeret og sammenlignelig vurdering af håndvaskens effektivitet over tid og intervention.



Figur 5. Kassen med UV-lampe uden tæppe – "munden", hvor billederne blev taget.



Figur 6: Kassen med UV-lampe dækket med tæppe under forsøget med henblik på at opnå tilstrækkelig mørklægning, idet forsøget fandt sted i et lokale med høj lysindfald.

4.3.1.2 Spørgeskema

Til gennemførelse af spørgeskemaundersøgelsen blev SurveyXact anvendt (93). SurveyXact er et brugervenligt og GDPR-kompatibelt værktøj, som sikrer systematisk og sikker håndtering af kvantitative data (93). Efter gennemførelse af de tre faser udfyldte deltagerne løbende spørgeskemaet digitalt via SurveyXact. Alle besvarelser blev automatisk registreret og opbevaret sikkert i overensstemmelse med gældende databeskyttelseslovgivning (93,94).

Spørgeskemaets formål var at indsamle strukturerede data om deltagerne oplevelse af håndvask og deres vurdering af de forskellige interventionstyper. Undersøgelsen havde til hensigt at belyse, hvordan nudging-teknologien påvirker adfærd i forbindelse med håndvask samt deltagerne samlede vurdering af forsøgets gennemførelse. Spørgeskemaet blev planlagt som en integreret del af forsøgsdesignet og blev udfyldt, undervejs som deltagerne

havde gennemgået de tre faser. Spørgsmålene blev udvalgt med udgangspunkt i forsøgets overordnede formål. Udarbejdelsen af spørgeskemaet tog udgangspunkt i ønsket om klarhed, relevans og systematik, her var det afgørende, at deltagerne let kunne forstå spørgsmålene, og at svarene kunne anvendes til kvantitativ analyse (95,96). Spørgsmålene var derfor udelukkende lukkede og relaterede sig både til deltagernes oplevelse af de enkelte faser af interventionen og til de konkrete forsøgsdele, såsom brugen af sæbedispenseren, teknologiske signaler, instruktion og varighed af håndvask. Svarmulighederne bestod hovedsageligt af ja/nej-spørgsmål, spørgsmål med faste svarmuligheder samt Likert-skalaer, der gav deltagerne mulighed for at angive grader af enighed eller tilfredshed (96,97). Der blev ikke inkluderet fritekstfelter i interventionsdelen af spørgeskemaet, da ønsket var at sikre standardiserede og sammenlignelige data. Dog blev enkelte baggrundsplysninger såsom alder og deltagernummer indsamlet via åbne tekstfelter. Spørgeskemaet var opbygget i en logisk rækkefølge, som afspejlede forsøgsforløbet. Først blev der stillet baggrundsspørgsmål, hvorefter deltagerne svarede på spørgsmål relateret til hver af de tre faser af interventioner. Strukturen var med til at skabe en overskuelig besvarelsesproces og understøttede deltagernes mulighed for at reflektere systematisk over deres oplevelse. De specifikke spørgsmål, som indgik i spørgeskemaet, fremgår af bilag G.

4.3.2 Pilottest

Forud for dataindsamlingen blev spørgeskemaet pilottestet på et mindre antal personer, der gennemgik forsøget i sin fulde form. Formålet med pilottesten var dels at sikre, at spørgsmålene blev forstået som tiltænkt, og dels at bekræfte, at den tekniske opsætning i SurveyXact fungerede korrekt. Derudover omfattede pilottesten en vurdering af hele forsøgsproceduren – herunder deltagernes evne til at læse, forstå og udfylde deltagerinformationen og samtykkeerklæringen samt den praktiske gennemførelse af forsøget. Særligt billedtagningen blev testet med henblik på at sikre standardisering og reproducerbarhed. Billederne af hænderne blev taget i en specialdesignet kasse med en UV-lampe, hvor forholdene var ens for alle deltagere: en sort baggrund, afskærmning med tæppe og tape for at skabe mørke omgivelser, og en fast placeret åbning til kameraet, som sikrede en konstant afstand og vinkel. Deltagerne blev instrueret i at placere hænderne fladt og med samlede fingre på bunden af kassen, så billedet kunne dokumentere begge håndflader tydeligt under UV-lampen. Disse forhold blev justeret og optimeret gennem pilottesten for at sikre ensartethed og høj kvalitet i billedmaterialet. Feedback fra pilottesten førte til mindre sproglige justeringer i spørgeskemaet samt praktiske tilpasninger af forsøgets gennemførelse – herunder tydeligere instruktioner, forbedrede lysforhold og præcisering af håndplacering under billedtagning.

4.4 Dataanalyse

4.4.1 Billedanalyse

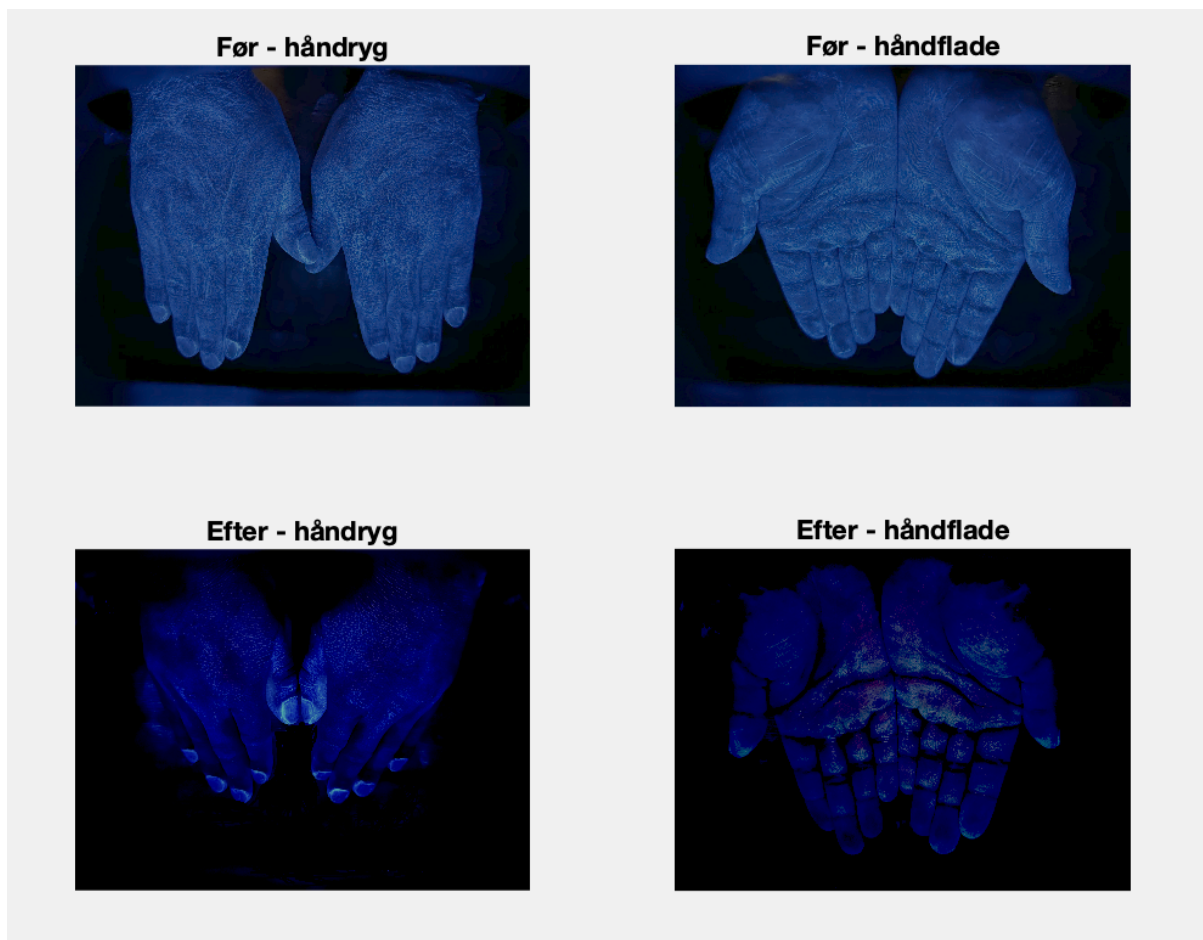
Formålet med billedanalysen i MATLAB (R2023b) var at kvantificere mængden af tilbageværende UV-reaktiv creme på deltagernes hænder som en indikator for håndvaskens effektivitet. Den UV-reaktive creme simulerede tilstedeværelsen af bakterier og kunne tydeligt ses som lyse områder på huden under UV-belysning.

4.4.1.1 Step 1: Forbedring af billedmateriale

Step ét i analyseprocessen bestod i at forberede billedmaterialet til videre behandling. Dette indebar både upload af billederne til MATLAB og sikring af ensartethed i billeddimensionerne.

Figur 7 viser step ét i analysen og er originale farvebilleder af en forsøgsdeltagers hænder før og efter håndvask i én fase. Øverste række viser håndryg og håndflade før håndvask, hvor store dele af huden er dækket af UV-reaktiv creme, som ses som tydelige lyse områder under UV-belysning. Nederste række viser de samme hænder efter håndvask, hvor mængden af lysende UV-reaktiv creme som er markant reduceret. Disse billeder illustrerer den visuelle effekt af håndvask og danner det indledende grundlag for den videre billedanalyse.

Ved upload til MATLAB blev det observeret, at nogle billeder var roterede eller havde forskellige opløsninger, hvilket kunne forstyrre den systematiske analyse. For at sikre konsistens og skabe sammenlignelige analysebetingelser, blev alle billeder derfor skaleret til en ensartet størrelse ved hjælp af funktionen `imresize()` med målet `targetSize = [768, 1024]`. Denne størrelse blev valgt, fordi den bevarede tilstrækkelig billeddetalje uden at forvrænge proportionerne. Standardiseringen reducerede risikoen for analysefejl og muliggjorde en præcis pixel-for-pixel-sammenligning mellem billeder på tværs af både deltagere og forsøgsfaser.



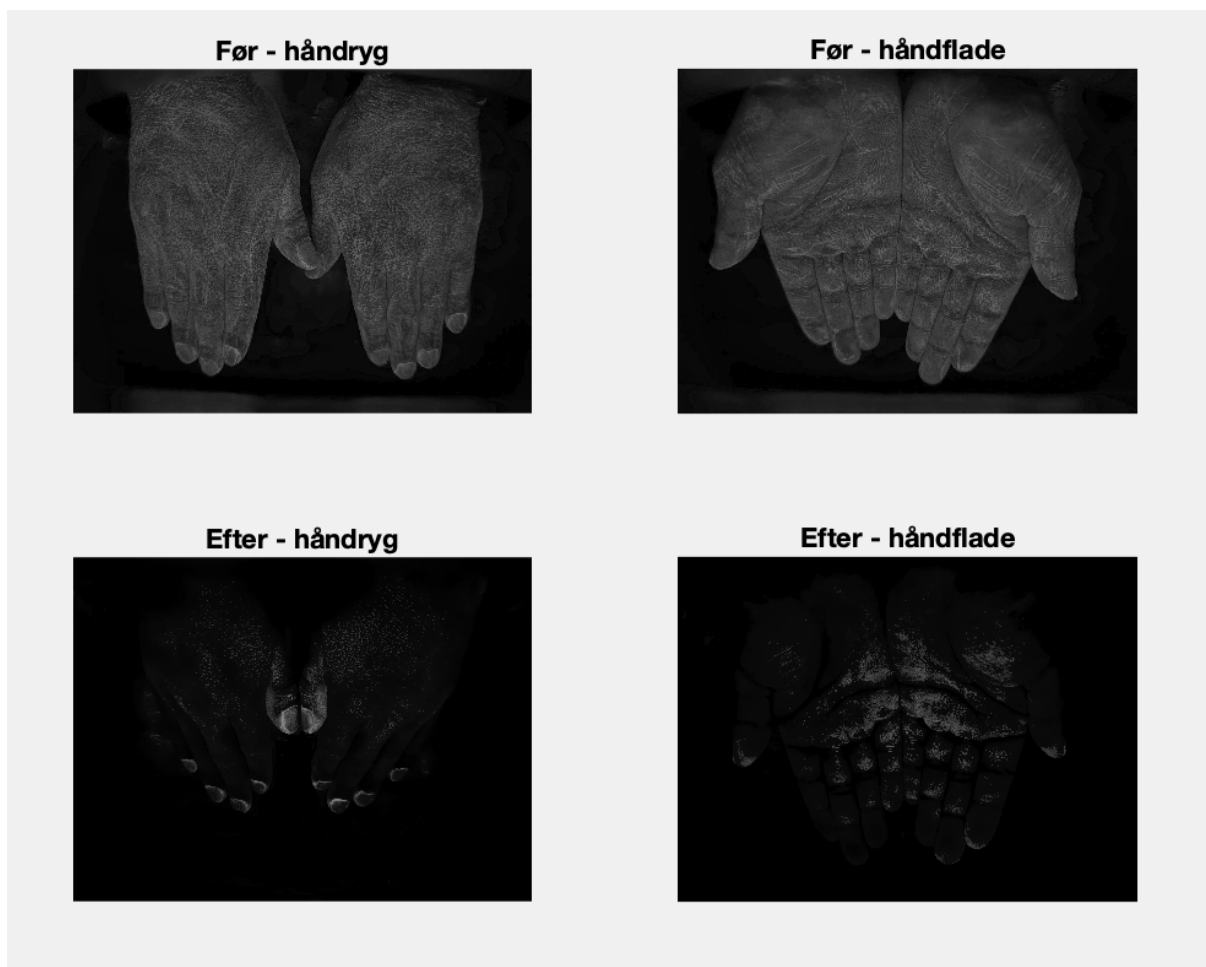
Figur 7: Originale billeder før og efter håndvask.

4.4.1.2 Step 2: Konvertering til gråtonebilleder

Step to i analysen var konvertering af farvebilleder til gråtonebilleder ved hjælp af funktionen `rgb2gray`. Dette blev gjort for at reducere billedets visuelle kompleksitet og eliminere farvevariationer, som kunne påvirke analysens nøjagtighed. Farvebilleder består af tre farvekanaler (rød, grøn og blå), hvilket kan medføre variation i lysintensitet afhængigt af belysning, hudtone og baggrund. Ved at konvertere billederne til gråtoner fjernes disse farveoplysninger, og hver pixel repræsenterer nu én samlet lysintensitet. Det sikrer en ensartet og pålidelig måling af den UV-reaktive cremes lysstyrke og muliggør direkte sammenligning af billeder på tværs af deltagere og faser.

Figur 8 viser step to i analysen og er gråtonekonverterede billeder af en forsøgsparticipants hænder før og efter håndvask i én fase. Øverste række viser hånddryg og håndflade før håndvask, hvor store dele af huden er dækket af UV-reaktiv creme, synlig som lyse, grålige områder. Dette indikerer, at den UV-reaktive creme, som simulerer bakterier, er jævnt fordelt over hænderne. Nederste række viser samme hænder efter håndvask, hvor antallet af lyse områder er markant reduceret. Den tydelige forskel mellem før- og efterbilleder illustrerer den

fysiske fjernelse af UV-reaktive creme og dermed håndvaskens effektivitet.



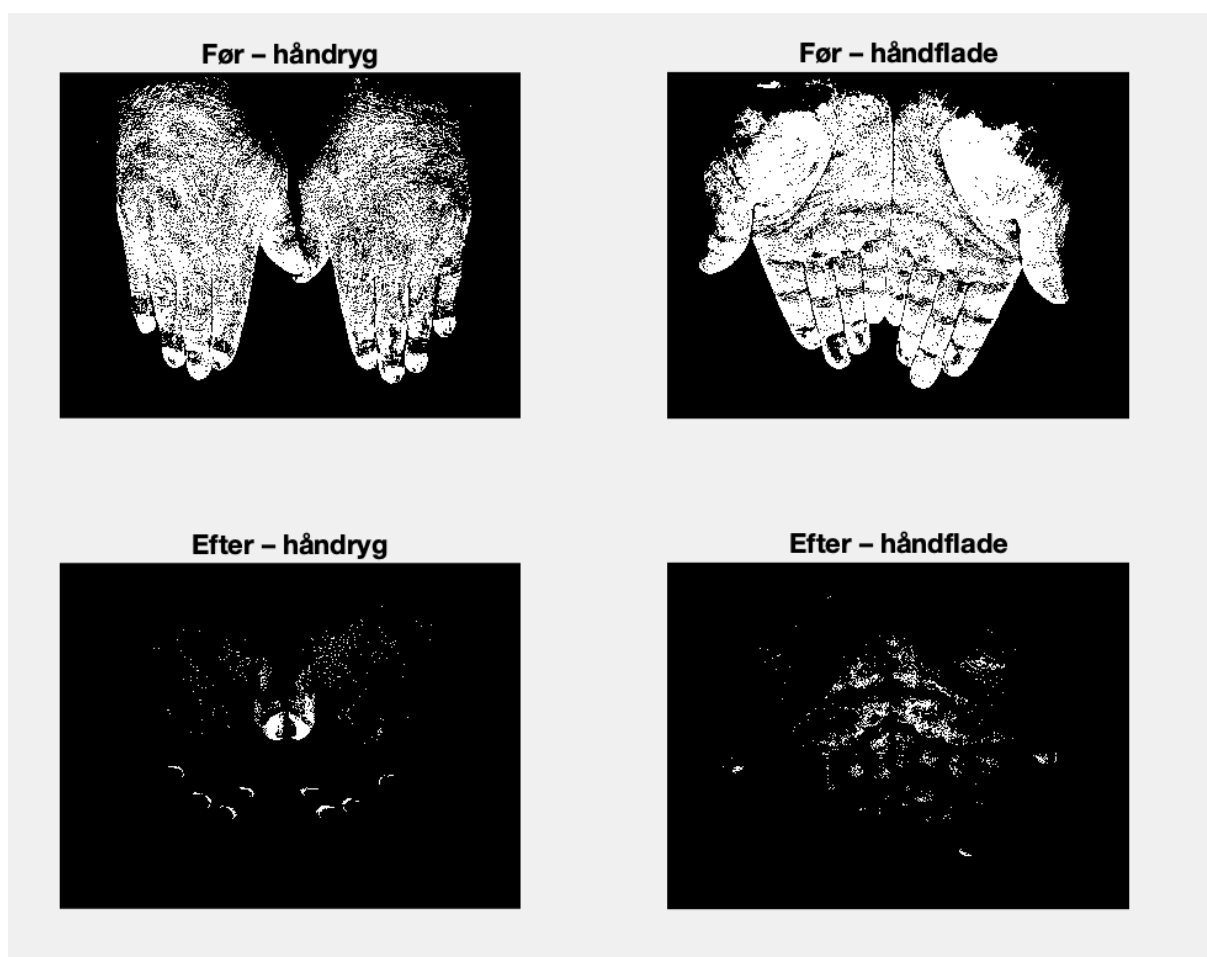
Figur 8: Gråtonebilleder før og efter håndvask fra én fase fra én forsøgsparticipant.

4.4.1.3 Step 3: Binarisering

I step tre blev billederne binariseret for at isolere de områder, hvor den UV-reaktive creme var til stede. Dette blev opnået ved at anvende en tærskelværdi (threshold), som definerede hvilke gråtoner, der skulle registreres som "hvide pixels" (dvs. UV-reaktive creme) og hvilke, der skulle registreres som "sorte pixels" (baggrund eller ren hud). For at finde en objektiv og automatisk tærskelværdi blev Otsu-metoden anvendt via funktionen `graythresh`. Denne metode estimerer en optimal grænseværdi baseret på billedets intensitetsfordeling og maksimerer forskellen mellem forgrund og baggrund. De automatisk beregnede tærskelværdier via Otsu-metoden lå i intervallet 7-45 på gråtoneskalaen. `imbinarize` blev brugt til at lave billedet binært ved at inddеле billedet i sort og hvid (baggrund og forgrund). Det blev undervejs konstateret, at Otsu-metoden ikke fungerede optimalt på alle billeder, blandt andet grundet variation i belysning, kontrast og skyggeforhold. For at sikre, at binariseringsresultatet afspejlede den reelle mængde UV-reaktiv creme, blev tærskelværdien derfor manuelt justeret på de billeder, som Otsu-metoden ikke fungerede på. Justeringen blev

baseret på en vurdering af billedets histogram (genereret med `histogram()`) samt en visuel inspektion af, om de binariserede områder korrekt matchede de synlige UV-områder på huden. De manuelt valgte tærskelværdier lå i et interval fra 50-80 og blev vurderet individuelt med henblik på at udskille UV-reaktive creme fra baggrund og skygger mest præcist.

Figur 9 viser step 3 i analysen og er binariserede billeder af en forsøgsdeltagers hænder før og efter håndvask i én fase. Hvide områder repræsenterer UV-reaktiv creme på huden, mens sorte områder indikerer fravær af creme. Øverste række viser håndryg og håndflade før håndvask, hvor en stor andel af billedet fremstår hvid, som er et udtryk for, at den UV-reaktive creme er bredt fordelt over huden. Nederste række viser de samme hænder efter håndvask, hvor markant færre hvide pixels er synlige. Denne forskel visualiserer graden af fjernelse af UV-reaktiv creme og dermed effekten af håndvasken.



Figur 9: Binariserede før og efter billeder fra én fase fra én forsøgsdeltager.

4.4.1.4 Step 4: Vurdering

I step fire blev alle binariserede masker vurderet ved brug af subplot-visning, hvor før- og efterbilleder blev vist side om side. Denne fremgangsmåde sikrede, at kun UV-reaktiv creme

på selve huden blev medregnet i analysen, mens baggrund, skygger og støj blev udelukket. Det samlede mål for håndvaskens effektivitet blev dermed kvantificeret som andelen af fjernede hvide pixels fra før til efter håndvask.

Antallet af hvide pixels blev optalt (nnz), og den procentvise reduktion af hvide pixels blev udregnet som:

$$\text{Reduktion i hvide pixels} = \frac{\text{før} - \text{efter}}{\text{før}} \cdot 100$$

Denne metode tillod en systematisk og semikvantitativ vurdering af håndvaskeffektivitet på individniveau.

4.4.1.5 Metodevalidering: Robusthed af tærskelværdi

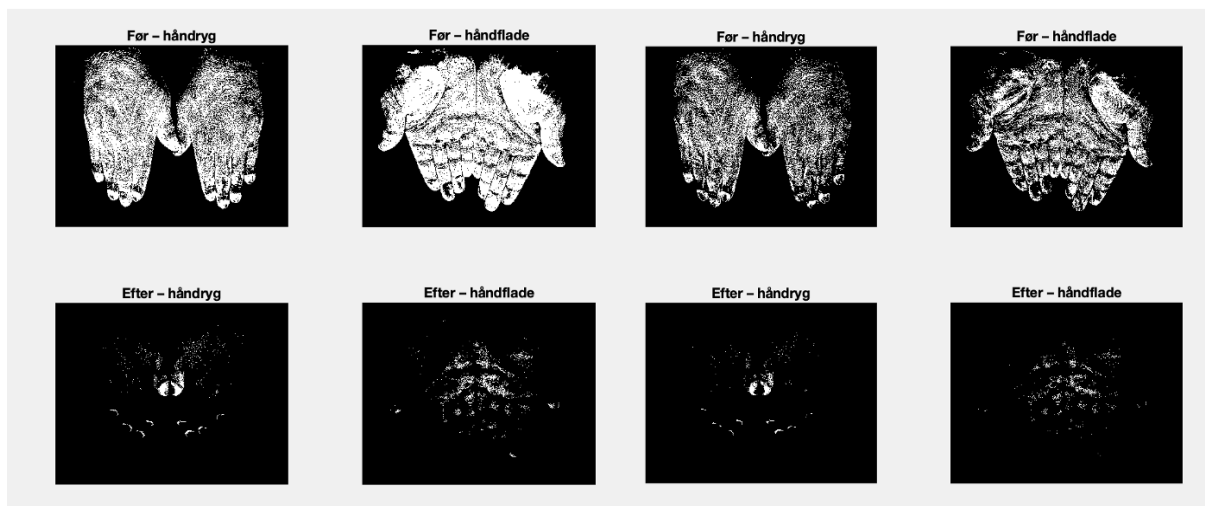
For at sikre validiteten af den anvendte billedanalyse blev der foretaget en validering med henblik på at undersøge, om variationer i tærskelværdien (threshold) i binariseringsprocessen havde væsentlig indflydelse på resultatet. Formålet var at dokumentere, hvorvidt de manuelle justeringer, der i enkelte tilfælde blev foretaget for at opnå bedre separation mellem UV-reaktiv creme og baggrund, havde betydning for den procentvise reduktion af hvide pixels og dermed analysens pålidelighed.

Analysen blev udført på billeder fra én forsøgsparticipant i én fase. Billederne blev binariseret med fire forskellige tærskelværdier: 50, 60, 70 og 80. For hver værdi blev andelen af hvide pixels før og efter håndvask opgjort, og den procentvise reduktion i UV-reaktiv creme blev beregnet. Resultaterne viste, at reduktionen varierede fra 94.13 % (ved threshold 80) til 96.10 % (ved threshold 60). De to øvrige thresholds gav henholdsvis 95.89 % (threshold 50) og 95.12 % (threshold 70). Den samlede forskel mellem højeste og laveste reduktion udgjorde således kun 1.97 %.

Figur 10 viser de binariserede billeder før og efter håndvask for hver af de fire tærskelværdier. Øverste række for hver threshold viser håndryg og håndflade før håndvask, mens nederste række viser de tilsvarende billeder efter håndvask. Figuren illustrerer, hvordan ændringer i threshold-værdien kun medfører begrænsede visuelle forskelle, og hvordan den beregnede reduktion fremstår konsistent på tværs af tærskelniveauer.

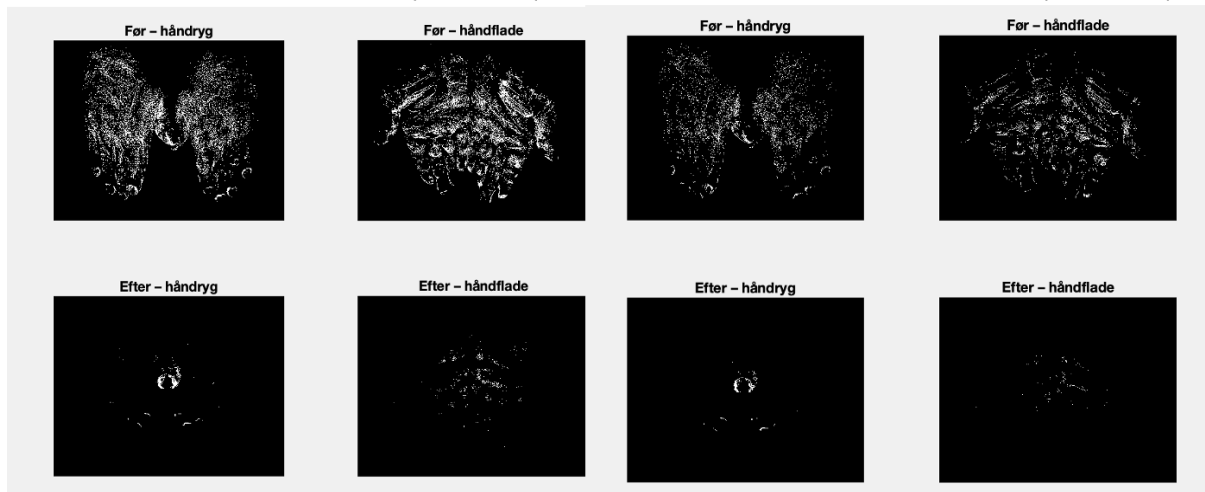
95.89% reduktion af UV-reaktiv creme (threshold 50)

96.10% reduktion af UV-reaktiv creme (threshold 60)



95.12% reduktion af UV-reaktiv creme (threshold 70)

94.13% reduktion af UV-reaktiv creme (threshold 80)



Figur 10: Binariserede billeder før og efter håndvask fra én forsøgsparticipant vist med fire forskellige tærskelværdier (threshold 50, 60, 70 og 80).

Sammenligningen indikerer, at binariseringsmetoden er robust over for mindre variationer i threshold-niveau, og at små justeringer ikke har haft væsentlig indflydelse på slutresultatet. Det styrker vurderingen af, at de manuelle tilpasninger, der blev foretaget som led i analysen, ikke har kompromitteret dataenes pålidelighed eller sammenlignelighed.

4.4.2 Statistisk analyse

For at undersøge, om brugen af Soap Alert førte til en større reduktion i UV-creme på hænderne sammenlignet med en traditionel sæbedispenser, blev der anvendt en repeated measures ANOVA med tre målepunkter (Fase 1, Fase 2 og Fase 3). Analysen blev valgt, da der var tale om gentagne målinger på samme deltagere ($n = 21$) under tre forskellige forsøgsbetingelser. Inden analysen blev Mauchly's test for sphericitet udført for at teste antagelsen om, at variansen mellem forskellene på de gentagne målinger er ens, en

forudsætning for valid anvendelse af repeated measures ANOVA. Inden analysen blev Mauchly's test for *sphericitet* udført for at teste antagelsen om, at variansen mellem forskellene på de gentagne målinger er ens – en forudsætning for valid anvendelse af repeated measures ANOVA.

Der blev anvendt et signifikansniveau på $p < 0.05$ for vurdering af sphericitet. Hvis antagelsen om sphericitet ikke er opfyldt, anvendes Greenhouse-Geisser-korrektionen, og de korrigerede resultater rapporteres. Der blev inkluderet beskrivende statistikker og 95 % konfidensintervaller for hver fase baseret på estimerede marginale gennemsnit. Endelig blev der udført Bonferroni-korrigerede post-hoc sammenligninger for at undersøge parvise forskelle mellem faserne, hvor signifikansniveauet blev justeret til $p < 0.017$ for at korrigere for multiple sammenligninger. Effektstørrelser blev vurderet ud fra partial eta squared (η^2), som angiver, hvor stor en andel af variationen der kan tilskrives forsøgsbetingelsen.

For at undersøge forskelle i deltagernes vurdering af sæbedispenserens funktion på tværs af forsøgsfaserne blev der foretaget ikke-parametriske analyser i SPSS. Alle analyser blev udført med et signifikansniveau på 0.05, og datagrundlaget bestod af ordinalt skalerede svar fra spørgeskemaundersøgelsen. Til analysen af oplevet tydelighed og forståelighed af sæbedispenserens signaler blev svarene fra fase 2 og fase 3 sammenlignet ved hjælp af en Mann-Whitney U-test. Dette valg blev truffet, da de to grupper var uafhængige, og svarene var målt på en ordinalskala.

For at undersøge, om der var en sammenhæng mellem deltagernes selvrapporterede håndvaskvarighed og den målte reduktion af UV-reaktiv creme, blev der foretaget en opdeling af deltagerne i to grupper: dem, der angav en håndvaskvarighed på under 15 sekunder, og dem, der angav 15 sekunder eller derover. Den procentvise reduktion af UV-reaktiv creme blev anvendt som den afhængige variabel i den videre analyse. Inden den statistiske analyse blev gennemført, blev data testet for normalfordeling med en Shapiro-Wilk test. Da normalfordeling kunne antages, blev en uafhængig t-test anvendt for hver fase (fase 1, 2 og 3) til at sammenligne den gennemsnitlige UV-reduktion mellem de to grupper. Effektstørrelser blev beregnet med Cohen's d for at vurdere styrken af forskellene mellem grupperne. Denne analyse blev udført separat for hver forsøgsfase for at vurdere, om interventionerne havde forskellig effekt afhængigt af den rapporterede håndvaskvarighed.

For at undersøge om der er en positiv sammenhæng mellem deltagernes oplevede forståelse af brugen af Soap Alert og reduktion af hvide pixels på deres hænder, blev Spearman's rho anvendt, da denne test er velegnet til at undersøge sammenhæng mellem to variabler. Der blev anvendt one-tailed, da hypotesen ønsker at undersøge en bestemt retning (positiv sammenhæng). Testen er derudover velegnet til data, som ikke er normalfordelt samt en lille

sample size. Begge korrelationsanalyser blev udført med et signifikansniveau på 0.05, og datagrundlaget bestod af ordinale skalerede svar fra både procentvis reduktion og spørgeskemaundersøgelsen.

I dette projekt testes fem hypoteser: Den første (H1) undersøger, om Soap Alert-teknologi medfører en større reduktion af UV-reaktiv creme end kontrol. Den anden (H2) vurderer, om kombinationen af Soap Alert og instruktion yderligere forbedrer denne effekt. De tre sekundære hypoteser (H3–H5) fokuserer på deltagernes oplevelse af tydelighed og forståelse af signaler, sammenhængen mellem håndvaskvarighed og reduktion af UV-reaktiv creme samt en mulig sammenhæng mellem subjektiv vurdering og objektivt målt UV-effekt. Hypoteserne er som følge:

Primære hypoteser:

H₁: Brugen af Soap Alert vil føre til en større reduktion af UV-reaktiv creme sammenlignet med en traditionel sæbedispenser.

H₂: Soap Alert kombineret med instruktion vil føre til større reduktion af UV-reaktiv creme sammenlignet med Soap Alert uden instruktion.

Sekundære hypoteser:

H₃: Soap Alerts signaler opleves som mere tydelige og forståelige i fase C sammenlignet med i fase B.

H₄: Der er en positiv sammenhæng mellem selvrapporteret håndvaskvarighed på ≥ 15 sekunder og reduktion af UV-reaktiv creme på deltagernes hænder.

H₅: Der er en positiv sammenhæng mellem oplevet forståelse af soap alerts signaler og reduktion af UV-reaktiv creme på deltagernes hænder.

4.5 Etiske overvejelser

Dette projekt er planlagt og gennemført i overensstemmelse med principperne i Helsinki-deklarationen samt retningslinjerne for 'Good Clinical Practice' (91,98). Da projektet ikke indebærer biologisk materiale eller sundhedsmæssig risiko for deltagerne, har det ikke været nødvendigt at anmelde det til den regionale Videnskabsetiske Komité (92). Projektet er dog tilrettelagt i overensstemmelse med centrale etiske principper, herunder sikring af informeret samtykke, pseudonymisering og beskyttelse af deltagernes privatliv (92,94,99).

Alle deltagere modtager skriftlig information om forsøgets formål, procedurer og deres rettigheder og skal afgive skriftlig informeret samtykke før deltagelse. Hver deltager tildeles et

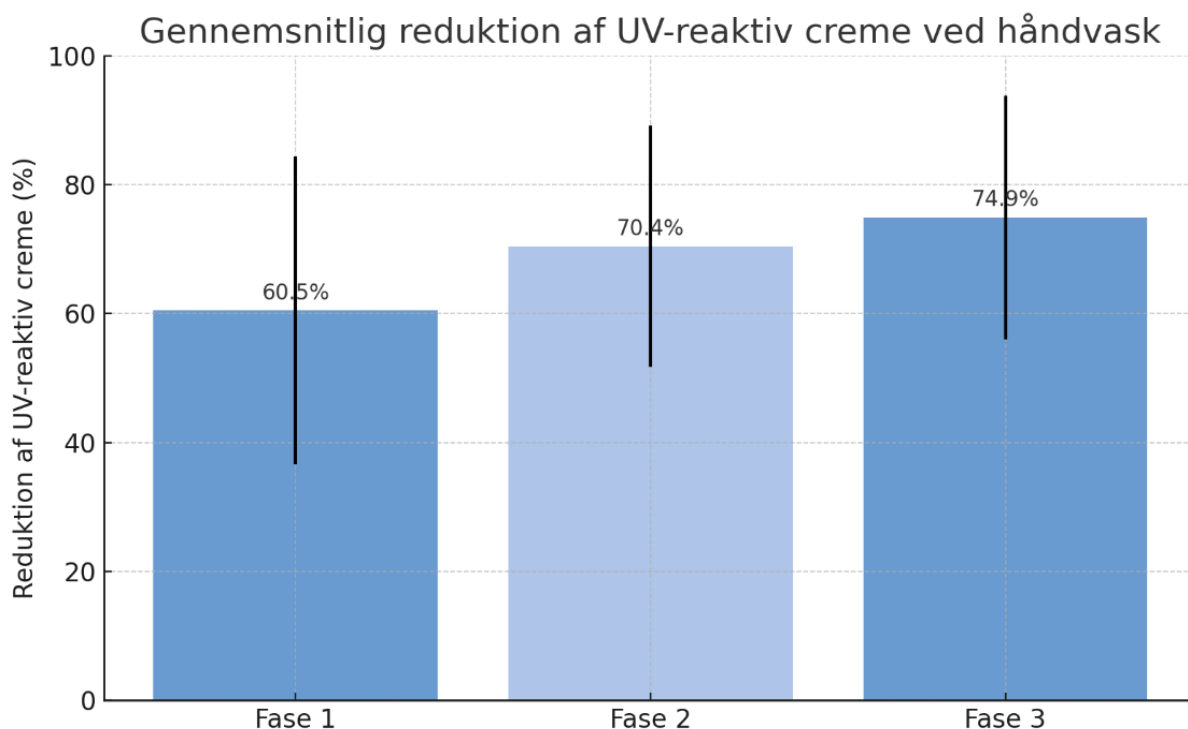
unikt ID-nummer som led i pseudonymisering, hvilket muliggør sammenkobling af billedmateriale samt data fra spørgeskema uden brug af personhenførbare oplysninger (92,94,99). Under forsøget tages UV-billeder af deltagernes hænder før og efter håndvask i en kontrolleret opsætning. Billederne anvendes udelukkende til vurdering af håndvaskens effekt og lagres sikkert på et krypteret USB-stik med adgangsbegrænsning, hvilket sikrer databeskyttelse og forhindrer utilsigtet identifikation. Af hensyn til databeskyttelse og etiske principper blev spørgeskemaet udformet i SurveyXact og bestod udelukkende af ja/nej-spørgsmål og Likert-skalaer (93,94). Der blev ikke inkluderet mulighed for fritekstbesvarelser, hvilket reducerede risikoen for, at deltagerne utilsigtet indtastede følsomme eller personhenførbare oplysninger (92,94).

5.0 Resultater

I dette afsnit præsenteres resultaterne fra dataanalysen. Først vises ændringer i håndvaskens kvalitet, målt som reduktion af UV-reaktiv creme, på tværs af forsøgets tre faser. Derudover analyseres deltagernes oplevelse af Soap Alert, herunder vurderinger af varighed, tydelighed og anvendelighed. Til sidst undersøges mulige sammenhænge mellem subjektive vurderinger og den målte håndvaskeffektivitet.

5.1 Reduktionen af UV-reaktiv creme på tværs af faser

Den procentvise reduktion i UV-reaktiv creme (målt som fjernelse af hvide pixels før og efter håndvask) blev beregnet for hver af de tre faser for alle 21 deltagere. Gennemsnitsreduktionen steg på tværs af faserne, hvilket indikerer en forbedret håndvaskadfærd. I fase 1 (kontrol uden signal) var gennemsnitsreduktionen 60.5 % (SD = 23.9, 95 % CI: 49.7–71.5). I fase 2 (Soap Alert uden instruktion) steg reduktionen til 70.4 % (SD = 18.7, 95 % CI: 61.9–79.0), og i fase 3 (Soap Alert med instruktion) var gennemsnitsreduktionen højest med 74.9 % (SD = 18.9, 95 % CI: 66.3–83.6). Denne stigning i reduktion af UV-reaktiv creme tyder på, at Soap Alert, især i kombination med instruktion, har en positiv effekt på håndvaskens kvalitet og dermed reducerer mængden af UV-reaktiv creme på hænderne. Resultaterne er illustreret i figur 11 og viser den gennemsnitlige procentvis reduktion af UV-reaktiv creme ved håndvask i de tre forsøgsfaser. Søjlerne viser gennemsnitsværdier, og fejlstængerne repræsenterer standardafvigelsen. Figuren viser en stigende tendens, hvilket indikerer en forbedret håndvaskadfærd.



Figur 11: Gennemsnitlig procentvis reduktion af UV-reaktiv creme ved håndvask i de tre forsøgsfaser.

En repeated measures ANOVA blev lavet for at undersøge, om der var en statistisk signifikant forskel i den procentvise reduktion af UV-reaktiv creme mellem de tre forsøgsfaser: Fase 1 (kontrol), Fase 2 (Soap Alert uden instruktion) og Fase 3 (Soap Alert med instruktion). Som det fremgår af tabel 7 viser en Mauchly's test, at antagelsen om sphericitet var signifikant ($p = .047$), hvilket betyder at sphericitet ikke kan antages. ANOVA'en viste en signifikant forskel mellem faserne ($p = .021$) hvilket indikerer en moderat effektstørrelse. Bonferroni-korrigerede post-hoc analyser viste dog ingen signifikante parvise forskelle mellem faserne: Fase 1 vs. Fase 2: $p = .046$. Fase 1 vs. Fase 3: $p = .066$. Fase 2 vs. Fase 3: $p = .963$. Selvom den samlede forskel var signifikant, blev der ikke fundet sikre forskelle mellem de enkelte faser i de parvise sammenligninger. Dette indikerer, at Soap Alert har en generel positiv effekt på håndvaskadfærden, men at forskellene mellem de enkelte interventioner ikke var stærke nok til at give statistisk sikre forskelle i de parvise sammenligninger.

Test	df	f	p-værdi	η^2
ANOVA (Within-Subjects Effect)	1.569, 31.387	4.84*	.021	.195
Mauchly's Test of Sphericity	-	-	.047	-

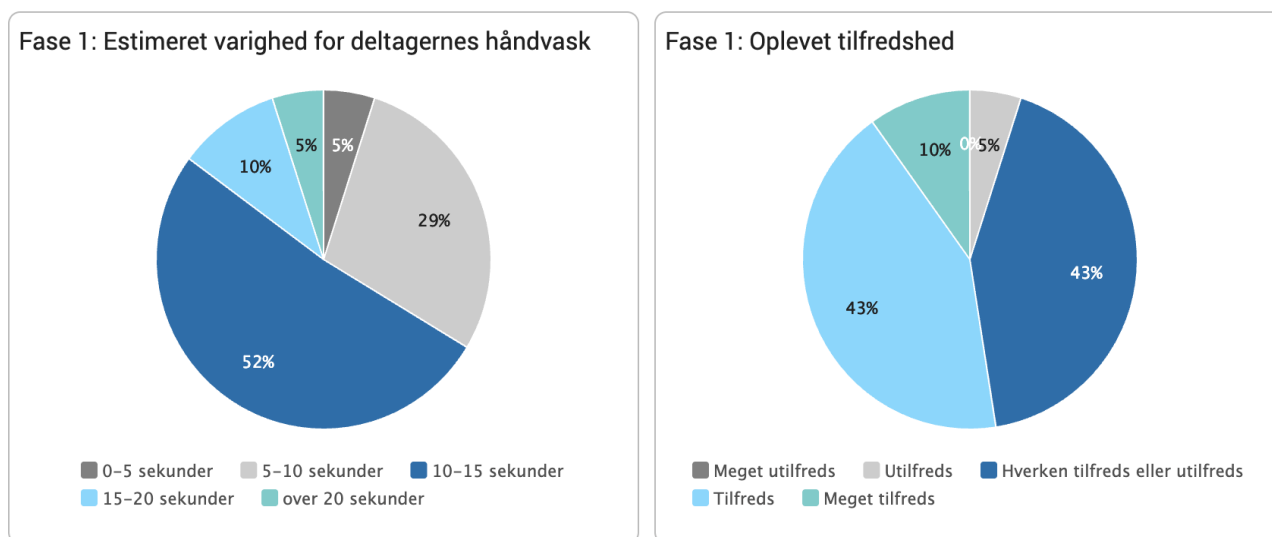
Parvise sammenligninger (Bonferroni)			
	Fase 1 vs. Fase 2	Fase 1 vs. Fase 3	Fase 2 vs. Fase 3
p-værdi	.046	.066	.963

Tabel 7: Resultater fra repeated measures ANOVA, som undersøger forskelle i reduktionen af UV-creme (%) mellem tre faser. Tabellen viser test for samlet effekt, kontrol for sphericitet samt Bonferroni-korrigerede parvise sammenligninger. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

5.2 Resultater fra spørgeskema

Spørgeskemaundersøgelsen blev anvendt til at belyse brugernes oplevelse af sæbedispenseren på tværs af forsøgets tre faser.

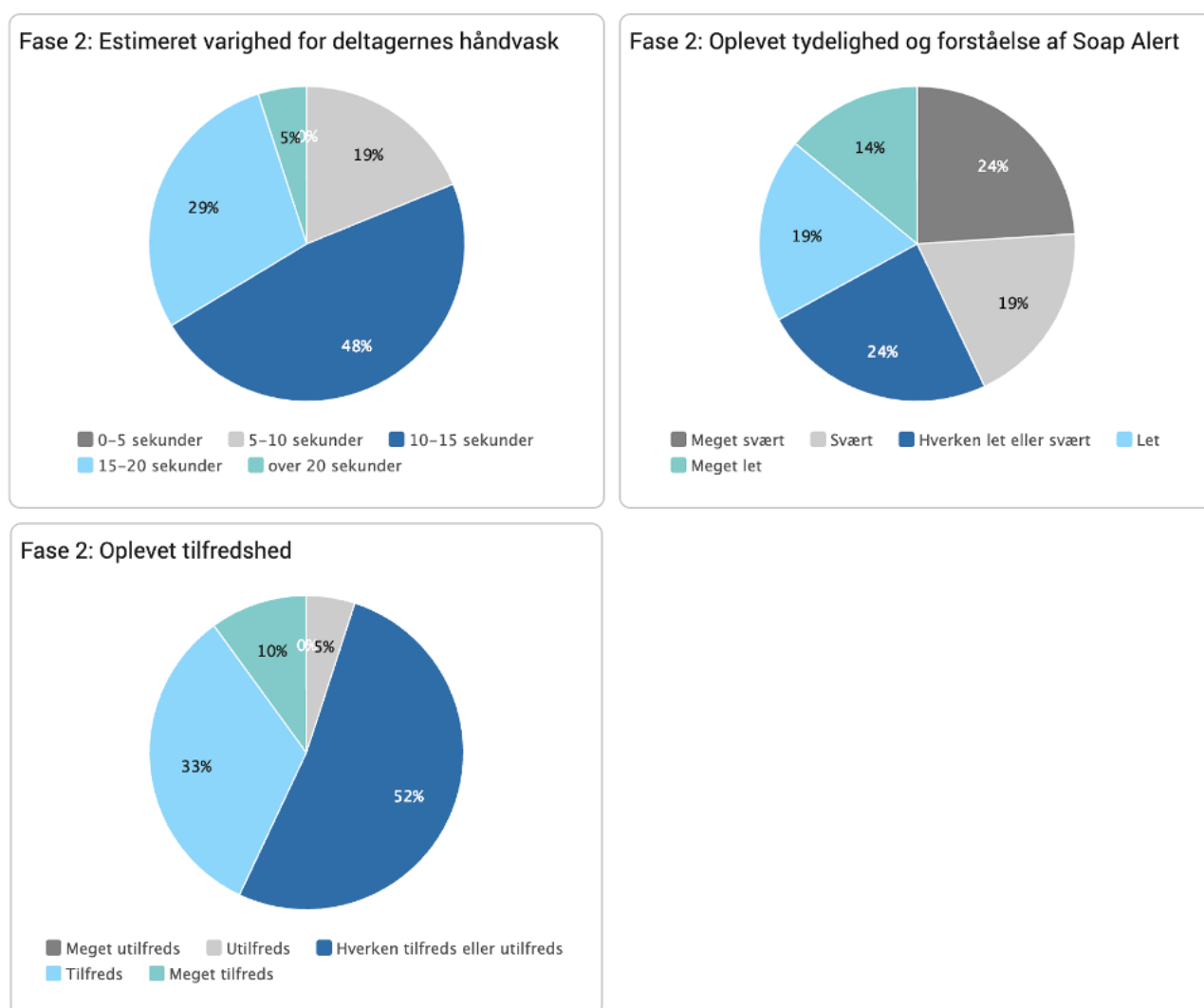
I fase 1 (kontrol uden signal) vurderede størstedelen af deltagerne, at deres håndvask varede mellem 10 og 15 sekunder (57 %), mens 24 % vurderede varigheden til 5–10 sekunder, og kun 15 % vurderede, at de vaskede hænder i 15 sekunder eller mere (figur 12). I forhold til tilfredsheden med sæbedispenseren i denne fase svarede næsten halvdelen af deltagerne (48 %) “hverken tilfreds eller utilfreds”, mens 38 % var “tilfredse” og 10 % “meget tilfredse”. Kun 5 % angav at være utilfredse, og ingen var meget utilfredse (figur 12). Disse resultater indikerer, at selvom håndvasketiden generelt lå under det anbefalede niveau, var tilfredsheden med dispenseren overvejende neutral til positiv.



Figur 12: Deltagernes svar fra spørgeskema i fase 1.

I fase 2 (Soap Alert uden instruktion) blev Soap Alert anvendt, hvilket ændrede deltagerne oplevelse på flere områder. Sammenlignet med fase 1 rapporterede en større andel længere håndvasketid; 52% vurderede deres håndvask til at vare 10–15 sekunder og 34% vurderede den til at være 15 sekunder eller længere (figur 13). Dette tyder på, at tilføjjelsen af visuelle

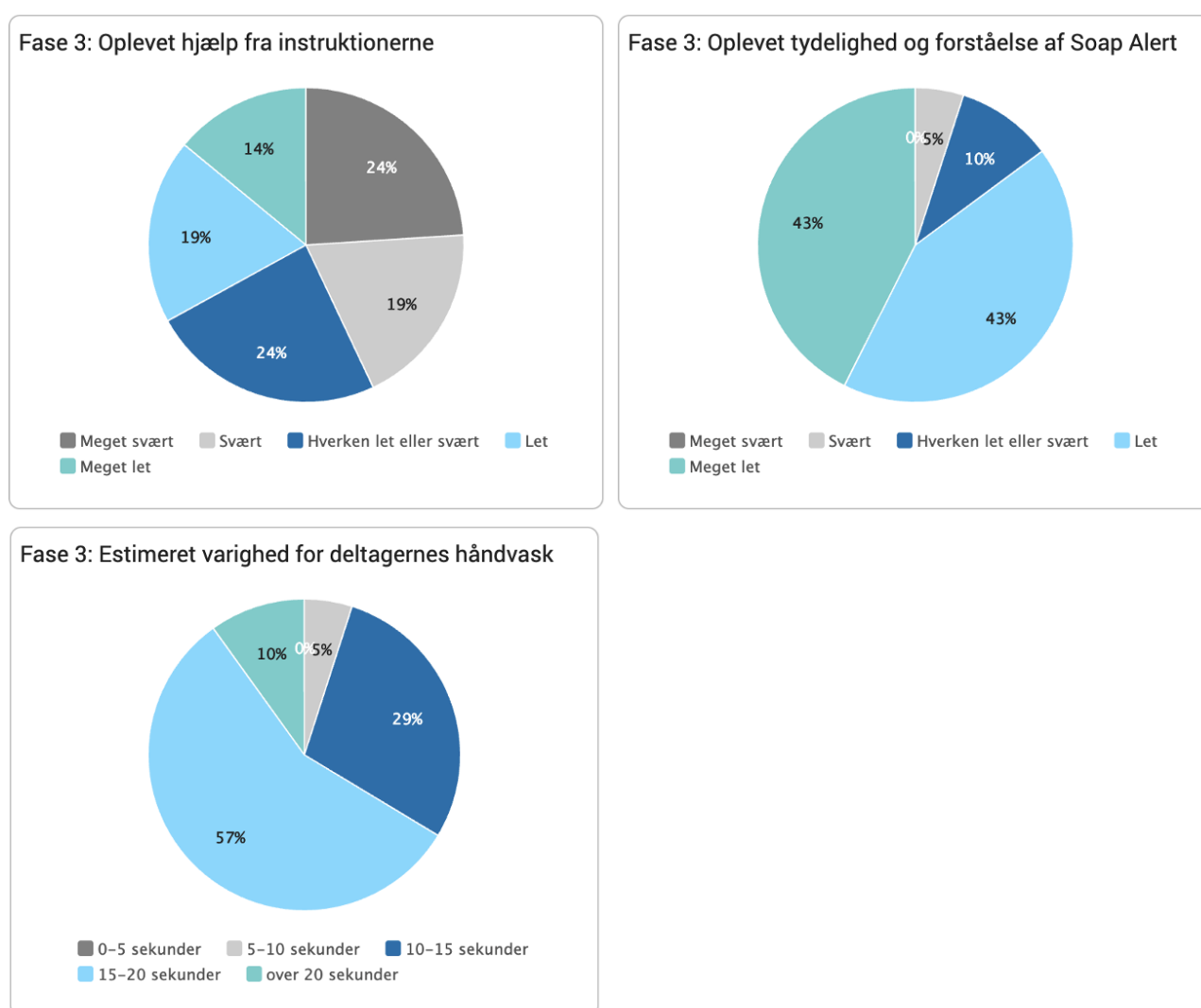
signaler kan have haft en positiv indflydelse på håndvaskens varighed. Når deltagerne blev spurgt om, hvor lette signalerne var at forstå, fordelte besvarelsene sig mere jævnt: 24 % oplevede signalerne som “meget svært” forståelige, 19 % som “svært”, og kun 33 % vurderede dem som “let” eller “meget let” forståelige (figur 13). Denne spredning peger på, at visuelle signaler alene ikke nødvendigvis er tilstrækkelige til at sikre en entydig brugeroplevelse. Tilfredsheden med sæbedispenserens funktion i denne fase var overvejende neutral eller positiv; 48% svarede “hverken tilfreds eller utilfreds”, 33% “tilfreds” og 10% “meget tilfreds”. Der var dog også 10%, der var utilfredse (figur 13). Disse resultater indikerer, at mens visuelle signaler kan understøtte længere håndvask, er der behov for yderligere tilpasninger for at øge både forståelighed og brugeraccept.



Figur 13: Deltageres svar fra spørgeskema i fase 2.

I fase 3 (Soap Alert med instruktion) blev der tilføjet en kort instruktion til brugen af Soap Alert. Dette afspejlede sig tydeligt i deltageres vurderinger; 91% oplevede, at instruktionen i nogen grad, en del eller i meget høj grad hjalp dem til bedre at forstå signalerne (figur 14). Dette

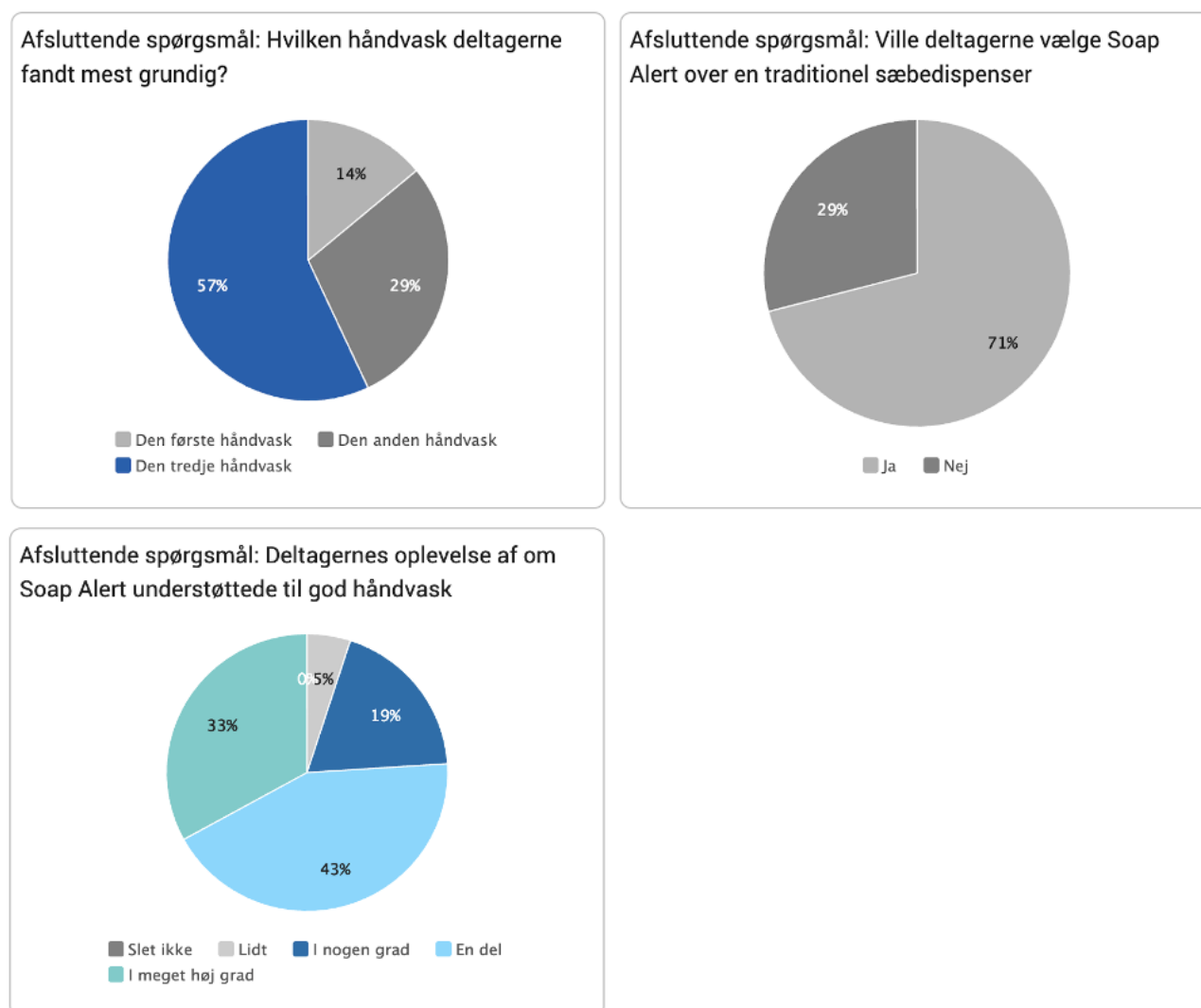
indikerer, at selv en kort introduktion kan understøtte deltagernes evne til at forstå og anvende de visuelle signaler hensigtsmæssigt. Oplevelsen af signalernes tydelighed var markant forbedret sammenlignet med fase 2; 86% vurderede signalerne som enten "let" eller "meget let" at forstå, mens kun 5% fandt dem svære at afkode (figur 14). Det peger på, at kombinationen af instruktion og signaler øger signalernes klarhed og sikrer en mere entydig brugeroplevelse. Derudover rapporterede deltagerne generelt længere håndvasketider i denne fase, hvor 57% vurderede, at deres håndvask varede 15–20 sekunder, og yderligere 10% angav en varighed over 20 sekunder (figur 14). Dette tyder på, at kombinationen af signaler og instruktion ikke blot blev forstået, men også førte til en adfærdsændring mod længere og potentielt mere grundig håndvask.



Figur 14: Deltagernes svar fra spørgeskema i fase 3

Afslutningsvis blev deltagerne spurgt, hvilken af de tre faser de oplevede som mest grundig. Her vurderede 57% den tredje håndvask (fase 3) som mest grundig, mens 29% pegede på den anden håndvask (fase 2) og 14% på den første (fase 1) (figur 15). Dette indikerer, at

kombinationen af signaler og instruktion i fase 3 blev oplevet som mest effektiv til at sikre en grundig håndvask. Desuden oplevede 71% af deltagerne, at de ville foretrække Soap Alert frem for en traditionel sæbedispenser (figur 15). Denne præference peger på en positiv brugeroplevelse og potentiel accept af teknologien i praksis. På spørgsmålet om, i hvor høj grad Soap Alert understøttede en god håndvask, svarede 71% enten “en del” eller “i meget høj grad”, og ingen vurderede, at den ikke havde understøttet en god håndvask overhovedet (figur 15). Det understøtter, at Soap Alert opleves som et meningsfuldt og brugbart redskab til at fremme korrekt håndvask.



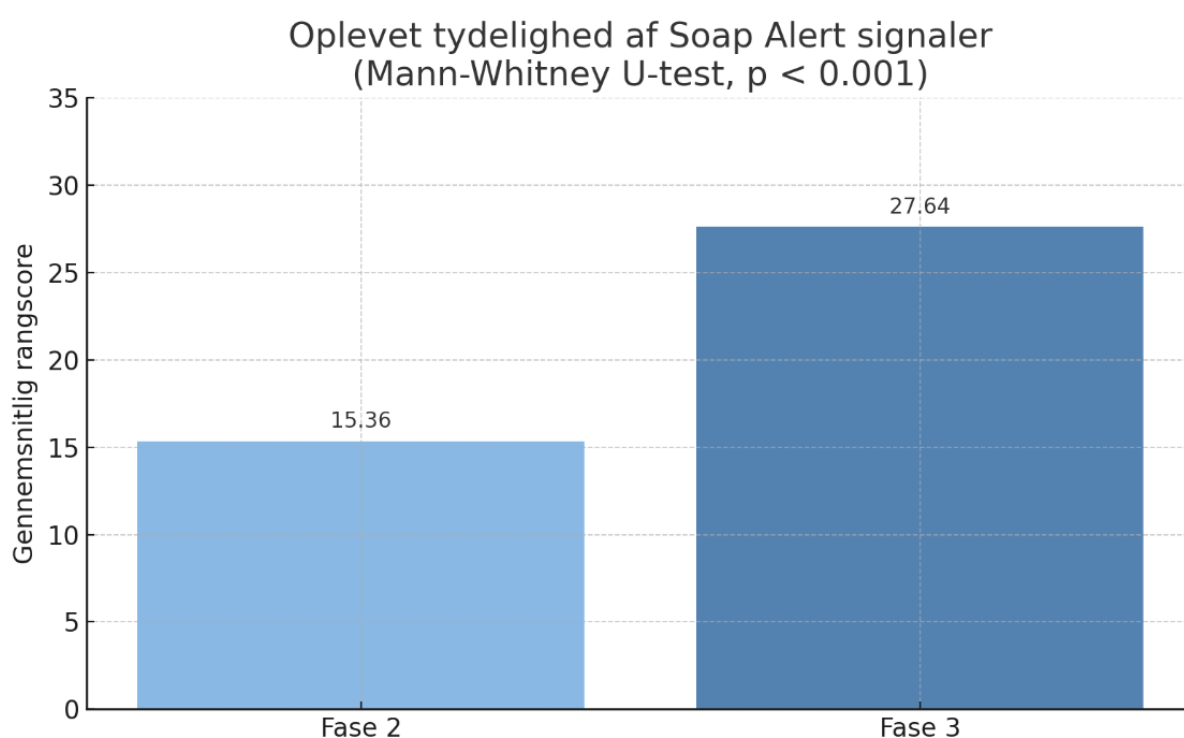
Figur 15: Afsluttende svar fra deltagerne

5.2.1 Tydelighed og forståelse af Soap Alerts signaler

For at undersøge, om der var forskel i deltagernes oplevelse af, hvor tydelige og forståelige sæbedispenserens signaler var, blev der gennemført en Mann-Whitney U-test mellem fase 2 og fase 3. Resultaterne viste en signifikant forskel mellem faserne ($p < 0.001$), hvor deltagerne i fase 3 vurderede signalerne som mere tydelige end i fase 2. Den gennemsnitlige rangscore

15.36 (fase 2) og 27.64 (fase 3) indikerer, at deltagerne i signifikant højere grad oplevede signalerne i fase 3 som tydelige og lettere at forstå sammenlignet med fase 2, hvilket tyder på, at tilføjelsen af instruktion markant forbedrede brugerens oplevelse og forståelse af Soap Alerts visuelle kommunikation.

Som vist i figur 16 nedenfor, repræsenterer søjlerne den gennemsnitlige rangscore for oplevet tydelighed af signaler i fase 2 og fase 3, hvor højere scores indikerer, at deltagerne vurderede signalerne som mere tydelige. Figuren illustrerer den klare forbedring i vurderingen fra fase 2 til fase 3.

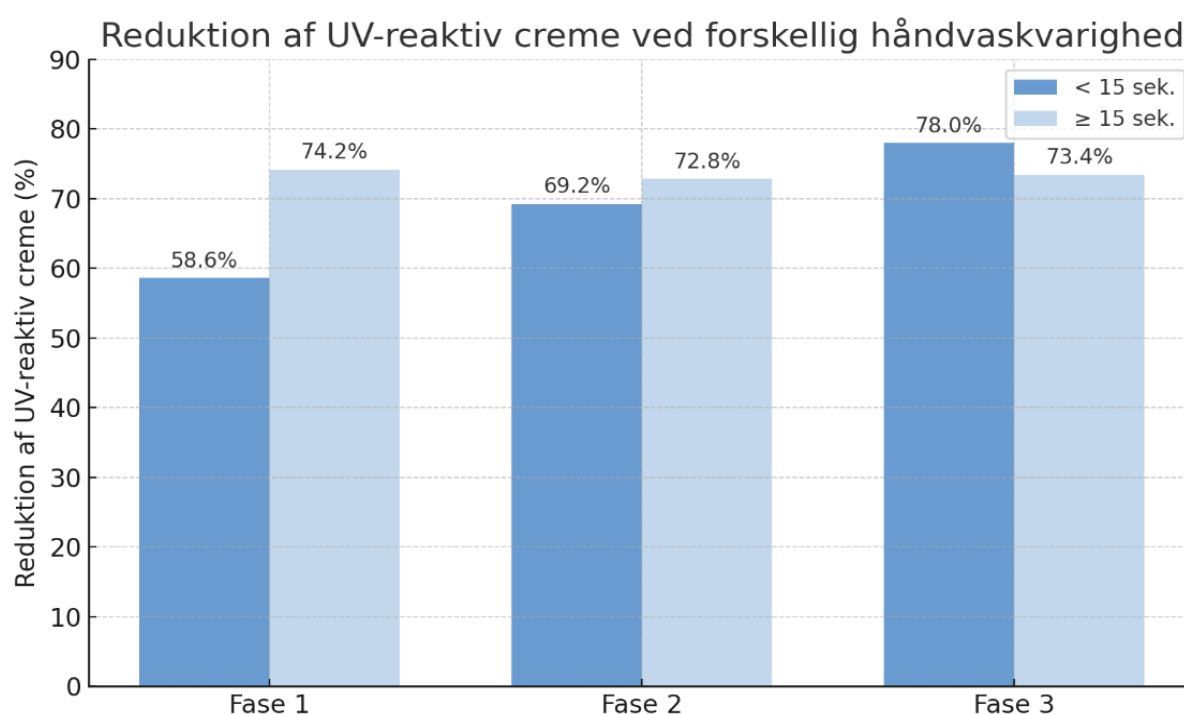


Figur 16: Gennemsnitlig rangscore for oplevet tydelighed af sæbedispenserens signaler i fase 2 og fase 3.

5.3 Sammenhæng i selvrapporteret håndvaskvarighed og reduktion af UV-reaktiv creme

For at undersøge, om der var en sammenhæng mellem deltagerne selvrapporterede håndvaskvarighed (≥ 15 sekunder) og den målte reduktion af UV-reaktiv creme på hænderne, blev der gennemført en uafhængig t-test for alle tre faser, da en Shapiro-Wilk test for normalfordeling viste, at fordelingen kunne antages at være normalfordelte. I fase 1 var den gennemsnitlige reduktion lavere blandt deltagerne, som rapporterede kortere håndvaskvarighed, men forskellen var ikke statistisk signifikant ($p = .297$). Effektstørrelsen (Cohen's $d = -0.668$) indikerede dog en moderat effekt. I fase 2 var forskellen mellem

grupperne endnu mindre ($p = .688$), og effektstørrelsen var lav ($d = -0.188$), hvilket tyder på en minimal effekt. I fase 3 viste analysen ligeledes ingen signifikant forskel mellem grupperne ($p = .620$), og effektstørrelsen var svag og positiv ($d = 0.233$), hvilket indikerer en ikke-signifikant tendens til højere UV-reduktion blandt deltagere med længere håndvask. Figur 17 viser den gennemsnitlige reduktion af UV-reaktiv creme (%) opdelt på håndvaskvarighed under og over 15 sekunder for de tre faser. Figuren illustrerer, at der generelt er en tendens til højere reduktion af UV-reaktiv creme blandt deltagere, der vaskede hænder i ≥ 15 sekunder, hvilket kan anses som en positiv effekt, men uden statistisk signifikante forskelle.



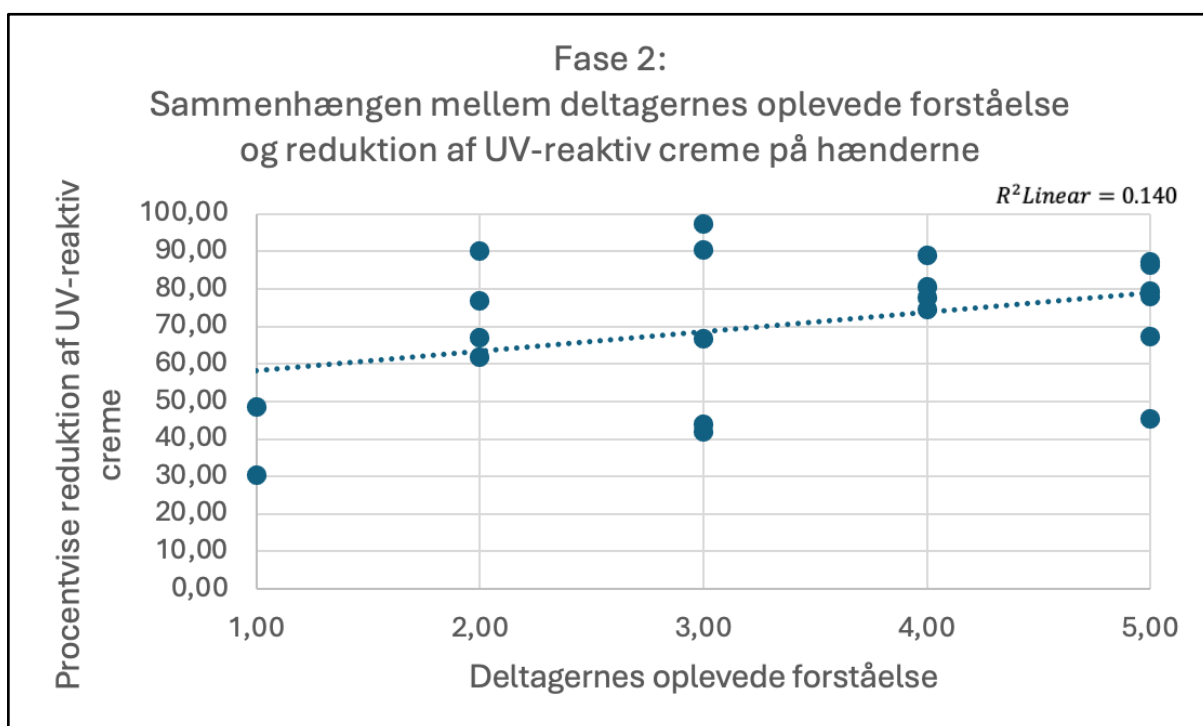
Figur 17: Gennemsnitlig reduktion af UV-reaktiv creme (%) blandt deltagere, der rapporterede håndvaskvarighed under 15 sekunder sammenlignet med 15 sekunder eller derover i de tre forsøgsfaser.

5.4 Sammenhæng mellem oplevede forståelse og reduktion af UV-reaktiv creme

Følgende analyse undersøgte, om der var en sammenhæng mellem deltagernes oplevede forståelse af brugen af Soap Alert (vurderet på en skala fra 1–5) og den målte reduktion af UV-reaktiv creme på hænderne i fase 2. En Spearman's korrelationstest viste en positiv, men ikke signifikant sammenhæng mellem de to variabler ($\rho = .314$, $p = .083$). Dette indikerer, at der muligvis kan være en tendens til, at deltagere, der oplevede bedre forståelse af Soap Alert, samtidigt havde en større reduktion af UV-reaktiv creme på hænderne, men resultaterne er ikke stærke nok til at konkludere en statistisk signifikant sammenhæng. Figur 18 visualiserer denne sammenhæng som en spredningsgraf, hvor hver prik repræsenterer en deltager. X-

aksen angiver deltagernes oplevede forståelse af Soap Alert, mens Y-aksen viser procentvis reduktion af UV-reaktiv creme. Kun 14% kan forklare variationen af de observerede data ($R^2 = 0.140$), hvilket resulterer i en svag sammenhæng mellem variablerne. Regressionslinjen repræsenterer den lineære tendens, som peger svagt opad, hvilket stemmer overens med en positiv, men ikke signifikant korrelation.

Disse resultater tyder på, at der kan være en vis sammenhæng mellem subjektiv forståelse og objektivt forbedret håndvask, men også at forståelsen alene ikke nødvendigvis er afgørende for en effektiv håndvask.

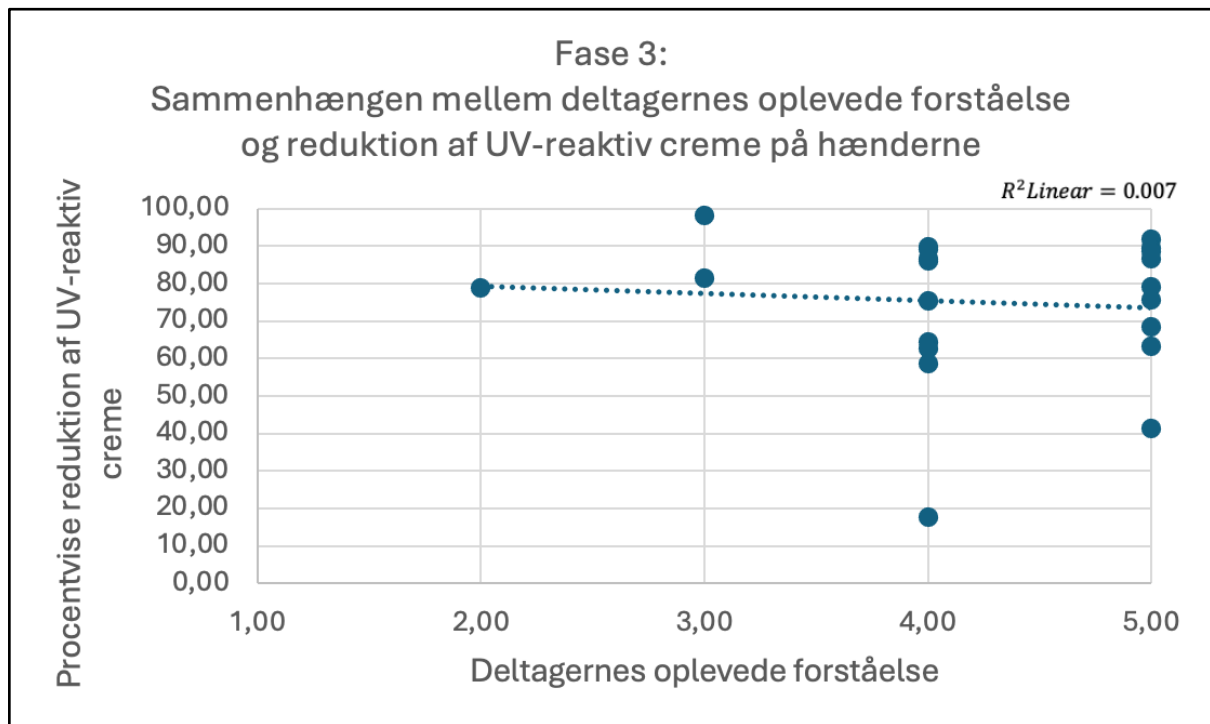


Figur 18: Sammenhæng mellem deltagernes oplevede forståelse af Soap Alert og reduktionen af UV-reaktiv creme på deltagernes hænder.

I fase 3 viste korrelationsanalysen, at der var en negativ sammenhæng mellem deltagernes oplevede forståelse af brugen af Soap Alert og reduktion af UV-reaktiv creme på hænderne ($\rho = -0.037$). Dette betyder, at der i modsætning til det forventede var en tendens til, at deltagere med lavere oplevet forståelse opnåede en lidt højere reduktion af UV-reaktiv creme, og omvendt. Denne sammenhæng var dog meget svag og ikke statistisk signifikant ($p = 0.436$), hvilket fremgår i figur 19.

Figur 19 illustrerer denne sammenhæng grafisk og viser datapunkterne fordelt efter deltagernes vurderede forståelse (x-aksen) og den målte procentvis reduktion af UV-reaktiv creme (y-aksen). Den næsten vandrette regressionslinje ($R^2 = 0.007$) indikerer, at det kun er 7 %, som kan forklare variationen af de observerede data, og at der ikke er en meningsfuld

lineær sammenhæng mellem de to variable i denne fase. Dette resultat peger samlet set på, at deltagernes oplevede forståelse i fase 3 ikke havde nogen målbar indflydelse på den faktiske håndvaskeeffektivitet målt ved reduktion af UV-reaktiv creme.



Figur 19: Sammenhæng mellem deltagernes oplevede forståelse af Soap Alert og reduktionen af UV-reaktiv creme på deltagernes hænder.

6.0 Diskussion

Diskussionen indledes med en sammenfatning af resultaterne og en resultatdiskussion i relation til eksisterende litteratur. Herefter følger en metodediskussion med fokus på studiedesign, vurdering af håndhygiejne, dataindsamling og målemetodens begrænsninger. Derudover behandles forsøgsbetingelser, statistisk styrke, generaliserbarhed samt adfærdspåvirkning og læring. Afslutningsvis perspektiveres fundene i relation til fremtidig forskning og praksis.

6.1 Sammenfatning af resultater

Den procentvise reduktion af UV-reaktiv creme viste en stigende tendens gennem forsøgets tre faser. I gennemsnit blev 60,6 % af cremen fjernet i fase 1 (kontrol), 70,4 % i fase 2 (Soap Alert uden instruktion) og 75,0 % i fase 3 (Soap Alert med instruktion). Den statistiske analyse viste en signifikant forskel på tværs af faserne samt specifikt mellem fase 1 og fase 2.

I fase 2 vurderede deltagerne forståelsen af signalerne mere spredt, og kun en tredjedel oplevede signalerne som lette at forstå. I fase 3, hvor der blev tilføjet instruktion, vurderede hele 86 % signalerne som lette eller meget lette at forstå. Ved statistiske beregninger sås der en signifikant forskel mellem fase 2 og 3, hvilket indikerer, at instruktionen havde en positiv indvirkning på brugeroplevelsen. Flertallet af deltagerne vurderede, at den tredje håndvask var den mest grundige, og 71 % foretrak Soap Alert frem for en traditionel sæbedispenser. Samme andel vurderede, at Soap Alert i en del eller i meget høj grad understøttede en god håndvask. Deltagere, der vaskede hænder i ≥ 15 sekunder, havde generelt en højere reduktion af UV-reaktiv creme sammenlignet med dem, der vaskede kortere tid. Forskellene var dog ikke statistisk signifikante i nogen af de tre faser, men en moderat effektstørrelse i fase 1 indikerer en mulig tendens. Korrelationsanalyser mellem oplevet forståelse og UV-reduktion viste ingen signifikante sammenhænge i hverken fase 2 eller 3. I fase 2 ses en positiv tendens, mens der i fase 3 var en negativ tendens.

6.2 Resultatdiskussion

Resultaterne viser en gradvis stigning i den procentvise reduktion af UV-reaktiv creme gennem de tre forsøgsfaser, hvor kombinationen af Soap Alert og vejledning i brug af den i fase 3 førte til den højeste reduktion. Dette indikerer, at adfærdsregulerende teknologier såsom visuelle signaler og instruktioner kan forbedre håndvaskens effektivitet. Denne tendens stemmer overens med tidligere forskning, som har vist, at nudging-baserede interventioner, herunder audiovisuelle signaler ved håndvaskestationer, kan forbedre håndhygiejne både i form af hyppighed og kvalitet. Et studie af Judah et al. (2009) fandt, at brugen af visuelle prompts i offentlige toiletter signifikant øgede brugen af sæbe blandt både mænd og kvinder, især når signalerne aktiverede sociale normer eller opmærksomhed (100). Ligeledes viste White et al. (2012), at implementering af forbedringsmetoder og systematiske tilgange til at sikre stabil og pålidelig adfærd kunne øge overholdelsen af korrekt håndhygiejne blandt læger til over 95 % (101).

Reduktionen i UV-reaktiv creme blev brugt som en objektiv indikator for håndvaskens effektivitet. Fase 1, som var forsøgets kontrolfase, resulterede i lavest reduktion (60.6 %), mens der i fase 2, hvor deltagerne benyttede Soap Alert første gang, ses en øgede reduktionen til 70.4 %. Når Soap Alert blev suppleret med instruktion i fase 3, steg reduktionen yderligere til 75.0 %. Det er bemærkelsesværdigt, at denne forbedring skete med et simpelt tiltag som en kort verbal eller skriftlig instruktion. Dette underbygges af tidligere forskning, som peger på, at kombinationen af teknologi og menneskelig vejledning er særligt effektiv, fordi den forstærker både den eksterne påmindelse og den interne forståelse (101).

Selvom resultatet viste en samlet signifikant forskel mellem faserne, nåede ikke alle parvise sammenligninger signifikansniveauet efter Bonferroni-korrektion. Dette kan blandt andet skyldes det relativt lille deltagerantal og den deraf begrænsede statistiske styrke. Ikke desto mindre er tendenserne i linje med adfærdsforskning, som fremhæver, at selve tilstedeværelsen af feedback i øjeblikket – som f.eks. lys eller lyd – fungerer som en effektiv nudge til at forlænge og forbedre håndvasken (102). Endvidere peger spørgeskemadata på, at deltagerne selv vurderede deres håndvask som mere grundig og længerevarende i takt med introduktionen af Soap Alert og efterfølgende instruktion. Det indikerer en sammenhæng mellem den objektivt målte effekt og deltagernes subjektive oplevelse, hvilket styrker validiteten af fundene.

Resultaterne viste yderligere, at der er en negativ sammenhæng mellem oplevet forståelse af brugen af Soap Alert og reduktion af UV-reaktiv creme på deltagernes hænder. Dette fund kan tolkes som en diskrepans mellem deltagernes selv vurdering og praksis, hvor deltagerne har oplevet, at det var svært at forstå og anvende Soap Alert rigtigt, men i praksis udføre effektiv håndhygiejne og omvendt. Dette fund kan ses i forlængelse af Bushuven et al. (2019), som fandt, at især overmod havde en stor påvirkning på sundhedspersonales selv vurdering af deres håndhygiejne og feedback-kompetencer, hvor der opstod diskrepans mellem selv vurdering og praksis, og af Lamping et al. (2022), som fandt at læger overvurderede deres håndhygiejne, især ved generelle spørgsmål (103,104). Studiet er eksempler på, hvordan oplevede forståelse ikke nødvendigvis er i overensstemmelse med reel adfærd og fremhæver samtidigt, at dette mønster ikke nødvendigvis er begrænset til sundhedspersonale, men også kan gøre sig gældende i den almene befolkning. Omvendt kan deltagerne have oplevet implicit læring, hvilket betyder at deltagerne kan have udført handlingerne korrekt uden at være bevidst om det, så selvom der i resultaterne ses en øget procentvis reduktion af UV-reaktiv creme, så rapporterer deltagerne at de havde "meget svært" eller "svært" ved at forstå signalerne, hvilket kan være med at underbygge teorien om de har oplevet implicit læring (105).

Overordnet tyder det på, at der er en positiv effekt ved længere varighed (≥ 15 sekunder) af håndvask og større reduktion af UV-reaktiv creme på deltagernes hænder, selvom der ingen signifikant sammenhæng ses, hvilket stemmer overens med tidligere studier, der finder sammenhæng mellem øget varighed og større reduktion af bakterier (106–108). Flere studier påpeger dog yderligere, at selvom der ses reduktion i bakterier ved længerevarende håndvask, så er det ikke ensbetydende med at håndvaskningen er tilstrækkelig og fremhæver derfor håndvasketeknik som en væsentlig faktor for mere optimal renlighed (107–110). WHO's har udarbejdet en 3- og 6-trins guide til håndhygiejne, som er en udførlig

guide til, hvordan hænderne skal vaskes for at få den mest optimale håndhygiejne, hvor Price et al. (2022) og Chen et al. (2024) fandt, at både 3- og 6-trins teknikken reducerede bakterier på håndoverfladen, men at 6-trins teknikken var mest effektiv (109,110).

Resultatet kan pege på, at succesfuld implementering af teknologi i sundhedsadfærd kræver mere end blot adgang og anvendelse. Der kræves støtte til læring og forståelse af, hvordan håndhygiejne skal udføres for at få et effektivt resultat, hvilket sætter krav til opmærksomhed omkring Soap Alerts design og kommunikation omkring sundhedsteknologien samt guide til, hvordan håndhygiejne udføres, hvor en fremgangsmåde af udførelse af håndhygiejne bliver præsenteret som eksempelvis WHO's 6-trins håndvaske teknik.

52% vurderede deres håndvask til at vare 10–15 sekunder og 34% vurderede den til at være 15 sekunder eller længere, peger resultaterne på, at de visuelle signaler kan have haft en effekt på håndvaskadfærd, hvilket stemmer overens med et studie af Iversen et al. (2023) som finder at nudging signaler kan have en effekt på øget opmærksomhed (111). Dog viser resultaterne at deltagerne generelt havde svært ved at forstå signalerne, hvilket udfordrer argumentet om at det er signalerne, som påvirkede deltagerne i at vaske hænder længere tid. En årsagssammenhæng kan være, at deltagerne er blevet distraheret, og dermed har fået dem til at tilbringe længere tid foran håndvasken, uden deltagerne nødvendigvis har udført en mere optimal håndhygiejne praksis.

Deltagerne skulle selv rapportere den tid de brugte på at vaske hænder, hvilket gør at disse resultater skal betragtes med forsigtighed, da recall bias kan have påvirket deltagernes valg af varighed. Et studie af Mieth et al. (2024) fandt, at recall bias kan opstå selv omkring nylige handlinger, særligt når det omhandler sociale forventninger til adfærd, hvilket må antages at dække over håndhygiejne (112). En måde at undgå recall bias på er at deltagerne skulle have været bevidst om, at de skulle have registreret varigheden af deres håndvask, dog ville dette sandsynligvis have givet et mindre autentisk billede af deres adfærd, da denne information kunne have påvirket deltagernes naturlige adfærd. Dette dilemma understreger den metodiske afvejning mellem datanøjagtighed og økologisk validitet i dette projekts forsøg.

6.3 Metodediskussion

I det følgende diskuteres centrale metodiske aspekter af undersøgelsen med fokus på deres betydning for resultaternes validitet og generaliserbarhed. Afsnittet omfatter en vurdering af studiedesignet, den metodiske tilgang til vurdering af håndhygiejne, og overvejelser ved dataindsamlingen. Derudover belyses begrænsninger ved den anvendte målemetode, variationer i forsøgsbetingelser, statistiske forhold samt mulige adfærdspåvirkninger og læringseffekter.

6.3.1 Studiedesignet

Et quasi-eksperimentelt within-subjects crossover design blev valgt, da dette projekt ønskede at måle den direkte effekt af projektets intervention på en mindre gruppe deltagere over en kort tidsperiode. En styrke ved within-subjects crossover designet er, at hver deltager fungerer som sin egen kontrol, da dette reducerer variation mellem grupper og øger den interne validitet, da forskelle i resultater af håndvask kan tilskrives interventionerne snarere end interindividuelle forskelle (113).

Dog har valget af en fast, ikke-randomiseret rækkefølge ($A \rightarrow B \rightarrow C$) metodiske implikationer. Fraværet af randomisering kan have medført rækkefølgeeffekter, hvor læring eller bevidsthed om formålet gradvist forstærkes i løbet af forsøget. Selvom rækkefølgen var valgt strategisk for at efterligne en realistisk introduktion af teknologisk støtte, begrænser det i nogen grad muligheden for at isolere effekten af hver enkelt fase.

I dette projekt var RCT-design dog ikke praktisk anvendeligt, dels fordi forsøget blev gennemført som en kompakt og sekventiel intervention for hver enkelt deltager, og dels fordi den visuelle og praktiske opsætning (inkl. UV-måling og spørgeskemaer) forudsatte, at deltagerne gennemgik alle tre faser i en samlet session. Andre studier, som har undersøgt adfærd og overholdelse af håndhygiejne, var brug af UV-lys og/eller spørgeskema har eksempelvis benyttet tværsnitsstudiedesign (114,115). Da et tværsnitsstudiedesign kun tillader at undersøge en bestemt gruppes adfærd i et øjebliksbillede og ikke undersøger effekt over tid med en kontrolgruppe vurderes quasi-eksperimentelt studie som metodisk velvalgt til formålet og velegnet til en initial undersøgelse af teknologiens effekt og brugeroplevelse.

6.3.2 Metodisk tilgang til vurdering af håndhygiejne

I dette projekt blev effektiviteten af Soap Alert målt ved beregning af reduktion af UV-reaktiv creme gennem billedanalyse. Studier viser, at kombinationen af UV-reaktiv creme og billedanalyse kan være et nyttigt værktøj til objektivt at vurdere renlighed af hænder, og derudover er metoden mindre tidskrævende og kræver færre økonomiske ressourcer

(114,116). I et studie af Bánsághi et al. (2021) fremhæves, at vurdering af tilstrækkelige renlighed ved brug af UV-reaktiv creme under UV-lampe giver et estimeret resultat af områder, hvor hænderne fortsat ikke er rene, men at denne metode ikke kan stå alene, og anbefaler derfor brug af softwarebaseret vurdering, herunder billedanalyse, som en supplerende metode til at teste håndhygiejne på, hvilket understøtte dette projekts metodevalg (117). Studiet fremhæver dog, at UV-reaktiv er en mekanisk dækning og ikke måler direkte mikrobiel kontaminering og reduktion af bakterier, og påpeger derfor at brug af mikrobiologisk dyrkning, f.eks. agarplader, til mere præcise tests, men at metoden er tidskrævende og mere økonomisk ressourcetunge og kræver laboratorietilgængelighed, hvilket dette projekt var begrænset af (117).

6.3.3 Metodiske overvejelser ved indsamling af billeder

Fotograferingen fandt sted i en mørklagt kasse med en UV-lampe i, hvor lyset udelukkende kom fra en standardiseret UV-lampe; fraværet af dagslys og refleksioner løftede målevaliditeten. Da der kun var begrænset plads til at placere hænderne i kassen, blev deltagerne nøje instrueret i, hvordan de skulle placere deres hænder, og alle fotos blev taget gennem "munden" på kassen.

Brugen af en iPhone som kamera er metodisk problematisk, idet dens automatiske lyssensitivitet (ISO) justerer lysfølsomheden mellem hvert billede, hvor en iPhone automatisk skruer op for sin lysfølsomhed, når den skal tage et billede af et mørkere subjekt. Dette medførte enkelte tilfælde, hvor sammenligneligheden af før- og efter-billeder var vanskelig. Denne variabilitet udgør en væsentlig fejlkilde, som forsøges at reduceres i den efterfølgende segmenteringsproces; ideelt set bør eksponeringen dog fastlåses allerede ved selve lyssensitiviteten. Et spejlreflekskamera med mulighed for manuel fastlåsning af lyssensitivitet samt billedtagning i RAW-format ville derfor have sikret mere ensartede betingelser. Dog vurderes usikkerheden begrænset, da fotograferingen blev taget under nogenlunde kontrollerede forhold.

6.3.4 Målemetodens begrænsninger og mulige alternativer

I projektet blev en femtrins Likert-skala anvendt til spørgeskemaet. En styrke ved Likert-skalaen er dens enkelhed og brugervenlighed, som sikrer en høj grad af anvendelighed og forståelse blandt respondenterne, samt muliggør den numeriske struktur lette kvantitative analyser (97).

På trods af disse fordele udgør Likert-skalaens ordinale dataniveau en metodisk begrænsning iform af social desirability-bias, da skalatrinene kan føre til måleusikkerhed ved at respondenterne kan få en tendens til at svare socialt ønskværdigt eller neutralt, hvilket kan påvirke resultaternes reliabilitet negativt (118). Da forsøget omhandlede håndhygiejne, hvor

sundheds- og præstationsadfærd antages at være centralt, kan dette have tilskyndet deltagerne til at rapportere (og udføre) en ekstra omhyggelig håndvask for at fremstå pligtopfyldende. Selvom spørgeskemaet blev udfyldt elektronisk og anonymt efter interventionen, kan ønsket om at "gøre det rigtige" have påvirket både selvrapporterede vurderinger. Item Response Theory (IRT) er en metode, der ofte anbefales i metodiske diskussioner om Likert-skalaer, da denne tilgang bedre tager højde for skalaens ordinale karakter og kan modellere individuelle forskelle i respondenternes svarmønstre mere præcist, hvilket ville kunne reducere denne bias (118).

Andre studier indikerer, at kvantitative surveys og kvalitative interviews kan komplementere hinanden. Mieth et al. (2021) dokumenterede i en online-survey, at den selvrapporterede håndhygiejne faldt fra 94 % til 78 %, når social desirability blev kontrolleret ved hjælp af den indirekte Extended Crosswise Model (112). Tilsvarende identificerede Ahmadipour et al. (2022) gennem semistrukturerede interviews en række individuelle og organisatoriske barrierer for korrekt håndhygiejne, som spørgeskemaet ikke opfangede (119). Kombineres den repræsentative bredde fra surveys med den analytiske dybde fra interviews, opnås således et mere nuanceret og validt billede af adfærden, end hvis der kun anvendes én metode.

6.3.5 Manglende standardisering i forsøgsbetingelser

En væsentlig metodisk begrænsning ved forsøget er, at mængden af sæbe, som deltagerne anvendte under håndvask, hverken blev registreret eller kontrolleret. Den anvendte sæbedispenser var ikke sensorstyret, men krævede manuel aktivering, og registrerede derfor hverken antal tryk eller den dispenserende mængde sæbe. Da hver aktivering frigiver en fast mængde sæbe, kan variation i antallet af tryk direkte have påvirket det samlede sæbeforbrug. Denne variation kan have haft betydning for både graden af reduktion af UV-reaktiv creme på hænderne og deltagernes oplevelse af teknologiens effektivitet. Manglende registrering af sæbeforbrug og tryk kan dermed have introduceret metodisk variation, som reducerer forsøgets interne validitet.

I fremtidige studier kan det overvejes at anvende berøringsfri, sensorstyrede dispensere, som automatisk doserer en fast mængde sæbe. En sådan løsning vil kunne minimere variation i sæbeforbrug og dermed styrke både reliabilitet og intern validitet. Fremtidige studier bør derfor overveje at standardisere eller monitorere dette parameter for at styrke målingernes reliabilitet og sammenlignelighed.

6.3.6 Statistisk styrke, antagelser og generaliserbarhed

En væsentlig metodisk begrænsning ved projektet er, at der ikke blev foretaget en forudgående styrkeberegning (120). Det betyder, at det er usikkert, om antallet af deltagere ($n = 21$) har været tilstrækkeligt til at kunne påvise statistisk signifikante forskelle, særligt i analyser med mindre effekter. Uden en estimeret stikprøvestørrelse er der øget risiko for type II-fejl, hvor reelle effekter ikke bliver identificeret som signifikante (120). Dette kan især have haft betydning i de tilfælde, hvor der blev observeret en tendens, men hvor p-værdien ikke nåede det statistiske signifikansniveau. Resultaterne, særligt de ikke-signifikante, bør derfor tolkes med forsigtighed, og fremtidige studier med større populationer og tilstrækkelig styrkeberegning anbefales for at bekræfte fundene.

Repræsentativiteten i dette projekts forsøg er dog begrænset, da 71.4% af deltagerne har en længerevarende uddannelse, hvilket er forholdsvist højt ift. den gennemsnitlige population, hvilket svækker den eksterne validitet og generaliserbarheden til populationen. Da alle deltagere er rekrutteret fra ét CrossFit-center med potentielt ensartet livsstil og sundhedsadfærd, som ikke nødvendigvis afspejler bredere befolkningsgrupper. Dog bestod deltagergruppen af 12 kvinder (57%) og 9 mænd (43%) i alderen 19-49, hvilket bidrager til en vis diversitet med relativ bred aldersmæssig variation.

Rekruttering i et CrossFit-miljø blev valgt af praktiske årsager: nem adgang til voksne deltagere og mulighed for en standardiseret forsøgsopsætning. En hospitalsrekruttering ville øge den kliniske relevans, men indebærer større logistiske og etiske udfordringer.

Da forsøget ikke foregik i en klinisk kontekst, er det uklart, om deltageradfærden svarer til forholdene i et hospital, hvor håndhygiejne er forbundet med højere risiko og stærke faglige normer. Fremtidige studier bør derfor teste Soap Alert blandt sundhedspersonale, patienter og pårørende i hospitalsmiljøer.

Dertil bygger dele af datagrundlaget på subjektive vurderinger (forståelse, tilfredshed, signalernes tydelighed), som kan påvirkes af motivation, sprogforståelse og teknologisk erfaring. Derfor kan resultaterne ikke uden videre overføres til andre målgrupper eller kliniske settings.

Sammenfattende vurderes rekrutteringsstedet som metodisk forsvarligt til dette projekts formål, men kommende studier bør gennemføres i kliniske omgivelser og med en mere heterogen deltagergruppe for at afprøve Soap Alerts effekt under realistiske arbejdsgange og med højere kontekstuel validitet.

6.3.7 Adfærdspåvirkning og læring

En potentiel bias i nærværende undersøgelse er Hawthorne-effekten, som betegner det fænomen, at mennesker ændrer deres adfærd, når de ved, de bliver observeret. Flere forhold i forsøgs-opstillingen kan have forstærket denne effekt (121).

For det første blev deltagerne informeret om, at fokus var håndvask. Et observations-studie af Hagel et al. (2015) har vist, at blot bevidstheden om at blive monitoreret kan øge håndhygiejne-compliance med 25-40 %. Dette illustrerer Hawthorne-effekten (122).

For det andet skulle deltagerne smøre deres hænder ind i UV-reaktiv creme før hver håndvask, hvilket formentlig øgede deres motivation for at vaske hænderne grundigt, da de vidste, at resultatet ville blive vurderet visuelt; denne antagelse understøttes af et randomiseret kontrolleret studie af Kısacık et al. (2020) blandt 126 sygeplejestuderende, hvor brugen af fluorescerende Glo-Germ-gel før håndvask fordoblede håndvaskens grundighed (123).

Derudover var forsøgs-opstillingen præget af flere tydelige cues: skiltning med "DO NOT USE" på den sæbedispenser, der ikke skulle anvendes, samt tilstedeværelsen af forsøgs-ansvarlige uden for toilettet. Selvom døren var lukket, har deltagerne været bevidste om, at deres adfærd blev monitoreret, og at de umiddelbart efter skulle have hænderne vurderet med UV-lys. Et randomiseret studie af Dray et al. (2020) blandt medicinstuderende viser, at denne forventning næsten fordobler korrekt hånddesinfektion (60 % vs. 30 %), hvilket tyder på, at vores deltagere sandsynligvis vaskede hænder mere grundigt end i et helt naturligt toiletmiljø, en klassisk Hawthorne-effekt (124).

Samlet set kan Hawthorne-effekten begrænses, hvis fremtidige studier vælger skjulte eller fuldautomatisk registrering, så hverken information, visuelle cues eller tilstedeværelse af observatører påvirker deltagernes adfærd (125).

Designet fulgte en fast $A \rightarrow B \rightarrow C$ rækkefølge (kontrollfase, Soap Alert uden instruktion, og Soap Alert med mundtlig instruktion), hvilket kan resultere i forekomsten af læringseffekter mellem faser, da deltagerne gradvist kan have forbedret deres håndvaskadfærd alene ved gentagen øvelse og øget opmærksomhed, uafhængigt af den teknologiske intervention (126). Sådanne "carry over" effekter kan overvurdere Soap Alert systemets reelle bidrag. Fremadrettet kan en randomiseret rækkefølge af forsøgsfaserne (f.eks. ABC, BCA, CAB osv.) eller indlagte washout perioder anvendes for at minimere læring og isolere interventionseffekten.

Hawthorne effekt og læring kan tilsammen have fremkaldt en mere intentionel og grundig håndvask, end det kan forventes i en naturlig kontekst, hvilket kan føre til en overvurdering af

teknologiens effekt i virkelige brugssituationer (121,125,126). Dette bør indgå i fortolkningen af resultaterne, og fremtidige studier bør tilstræbe design, der i højere grad efterligner rutine praksis uden tydelige eksperimentelle signaler.

6.4 Perspektivering

Projektets resultater viser, at Soap Alert har potentiale til at styrke håndvaskadfærd og forbedre brugernes oplevelse af tydelighed og anvendelighed. Dette peger på muligheder for at implementere teknologibaserede nudging-interventioner i sundhedssektoren, hvor HAI og AMR fortsat er en væsentlig udfordring (7,32,33,36). WHO fremhæver vigtigheden af infektionsforebyggelse, f.eks. gennem den årlige World Hand Hygiene Day, som i 2024 blev lanceret i over 180 lande (33,62,127).

Der eksisterer fortsat begrænset forskning i langtidseffekterne af nudging-tiltag i sundhedssektoren. Et scoping-review af Sant'Anna et al. (2021) identificerede 25 studier fra 2010-2019, der undersøgte brugen af nudging til at påvirke sundhedsprofessionelles adfærd i kliniske sammenhænge (128). Reviewet viste, at passive nudges f.eks. visuelle eller auditive påmindelser, typisk kun havde kortvarig effekt, da de ofte blev overset i praksis (128). Flere af de inkluderede studier fandt, at påmindelser om håndhygiejne kun medførte små eller midlertidige forbedringer (128). Derimod havde aktive interventioner, hvor personalet skulle handle aktivt eller modtog direkte feedback, større og mere vedvarende effekt på adfærden. Sant'Anna et al. fremhæver dermed behovet for mere forskning i, hvordan passive nudges kan optimeres eller kombineres med aktive elementer for at skabe langtidsholdbare adfærdsændringer (128).

Disse fund underbygges af Hansen et al. (2021), der gennemførte et stort feltstudie med over 46.000 hospitalsbesøgende (72). Her blev effekten af forskellige nudging-interventioner på håndhygiejne undersøgt ved systematisk at variere placering, synlighed og signalstyrke af hånddesinfektion i hospitalets foyer (72). Resultaterne viste, at interventioner baseret på statiske og ensartede signaler kun havde en begrænset og kortvarig effekt på adfærden, mens kombinationer af synlig placering, tydelig markering og norm-signaler kunne øge håndhygiejnecompliance fra et lavt udgangspunkt (0.4 %) til op mod 19.7 % før COVID-19-pandemien og 47.6 % under pandemien (72). Studiet fandt dog, at effekten ikke var vedvarende, hvis signalerne forblev uændrede, og at nationale kampagner alene ikke havde nogen signifikant effekt (72).

For at imødegå risikoen for, at brugerne med tiden begynder at ignorere signalerne, peger flere overvejelser på behovet for at undersøge, hvordan et adaptivt nudging-system kan bidrage til at modvirke habituation. Et sådant system, ofte omtalt som et "adaptive behavioral

feedback system" der tilpasser sine påmindelser løbende baseret på brugerens faktiske adfærdsmønstre. Hvis brugeren følger anbefalingerne, reduceres eksponeringen for signaler, mens hyppigheden øges, hvis adfærden udebliver. På den måde minimeres risikoen for, at gentagne og uændrede påmindelser mister deres effekt og blot bliver baggrundsstøj. I denne kontekst er det relevant at nævne et quasi-eksperimentelt studie udført af Hassan et al. (2019), som evaluerede effekten af et adaptiv feedback-system i forhold til at forbedre studerendes præstationer (129). Resultaterne viste, at brugen af adaptive feedback-systemer havde en positiv indvirkning på både engagement og resultater, netop fordi systemet tilpasser sig de enkelte brugeres adfærd og dermed fastholdt motivationen over tid (129).

Sammenfattende peger både litteraturgennemgangen og feltstudiet på, at langtidseffekten af passive nudging-interventioner er begrænset, blandt andet på grund af habituation (72,128). Dette understreger behovet for at udvikle og afprøve adaptive nudging-systemer, hvor signaler løbende tilpasses brugernes adfærd, for at opnå mere varige adfærdsændringer. Samtidig bør etiske overvejelser om datadrevet overvågning, risikoen for alarmtræthed og respekten for borgernes autonomi integreres i design og implementering. Sådanne teknologibaserede interventioner kan potentielt styrke håndhygiejnepraksis og dermed understøtte de overordnede mål om infektionsforebyggelse i sundhedsvæsenet.

7.0 Konklusion

Projektet havde til formål at undersøge hvordan Soap Alerts visuelle signaler – med og uden mundtlig instruktion til teknologien – påvirker brugernes håndvaskgrundighed samt deres oplevelse af teknologiens tydelighed, anvendelighed og effekt på adfærd. Undersøgelsen tog udgangspunkt i en række hypoteser, som både fokuserede på den objektive effekt af Soap Alert på håndvaskgrundighed og på deltagerne subjektive oplevelser af teknologiens funktion og tydelighed.

Resultaterne af projektet viser, at Soap Alerts visuelle signaler har en positiv indflydelse på deltagerne håndhygiejne, særligt når signalerne suppleres af en mundtlig instruktion. Den gennemsnitlige reduktion af UV-reaktiv creme steg signifikant fra kontrolfasen (fase 1) til interventionsfaserne (fase 2 og 3), med den højeste effekt observeret i fase 3, hvor både signaler og instruktion var til stede. Dette tyder på, at tydelig kommunikation om teknologiens funktion styrker den ønskede adfærd.

Samtidig viste analyserne, at deltagerne i fase 3 vurderede signalerne som væsentligt mere tydelige og lettere at forstå end i fase 2, hvilket indikerer, at mundtlig instruktion øger den oplevede brugervenlighed. Desuden oplevede en stor andel af deltagerne i fase 3, at Soap Alert understøttede en grundig håndhygiejne, og størstedelen foretrak teknologien frem for en traditionel sæbedispenser. Disse observationer bidrager til litteraturen om hvordan nudgingeffekter kan påvirke forbedret håndhygiejne, hvilket fremtidige studier bør undersøge yderligere i større og længerevarende studier for at sikre generaliserbarhed og langtidsholdbarhed.

Samlet set indikerer resultaterne, at Soap Alert, især når den ledsages af kort mundtlig instruktion, både forbedrer håndhygiejnens kvalitet og styrker brugernes oplevelse af teknologiens tydelighed og anvendelighed, hvilket i sidste ende understøtter en mere hensigtsmæssig hygiejneadfærd.

8.0 Referenceliste

1. World Health Organization. The case for investment and action in infection prevention and control [Internet]. World Health Organization; 2025 [henvist 10. marts 2025]. Tilgængelig hos: <https://iris.who.int/handle/10665/380704>
2. World Health Organization, Infection Prevention and Control (IPC). Global report on infection prevention and control 2024 [Internet]. World Health Organization; 2024 [henvist 28. februar 2025]. 210 s. Tilgængelig hos: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240103986>
3. Statens serum institut, Central Enhed for Infektionshygiejne. NATIONALE INFEKTIONSHYGIEJNISKE RETNINGSLINJER - FOR NYBYGNING OG RENOVERING I SUNDHEDSSEKTOREN. 2013 [henvist 28. februar 2025];1. udgave. Tilgængelig hos: <https://www.regionh.dk/til-fagfolk/Sundhed/hospitaler/hospitalsbyggerier/Dokumentdelingsportal/Documents/Rapporter%20og%20notater/Nationale%20infektionshygiejniske%20retningslinjer/Nationale%20infektionshygiejniske%20retningslinjer%20for%20nybygning%20og%20renovering%20i%20sundhedssektoren.pdf>
4. Haque M, Sartelli M, McKimm J, Abu Bakar MB. Health care-associated infections – an overview. Infect Drug Resist. november 2018;Volume 11:2321–33.
5. Suetens C, Kärki T, Plachouras D, European Centre for Disease Prevention and Control, redaktører. Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals, 2022-2023. Stockholm: ECDC; 2024. 1 s.
6. Allegranzi B, Nejad SB, Combescure C, Graafmans W, Attar H, Donaldson L, m.fl. Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and meta-analysis. The Lancet. januar 2011;377(9761):228–41.
7. Naghavi M, Vollset SE, Ikuta KS, Swetschinski LR, Gray AP, Wool EE, m.fl. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. The Lancet. september 2024;404(10459):1199–226.
8. Global AMR R&D Hub, World Health Organization. Incentivising the development of new antibacterial treatments, 2024 [Internet]. 2024 [henvist 28. februar 2025] s. 21. Tilgængelig hos: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/2021-dha-docs/g7progress_2024_hub_who.pdf?sfvrsn=e7beafa2_3
9. Det Europæiske Center for Forebyggelse af og Kontrol med Sygdomme (ECDC). Mål for bekæmpelse af antimikrobiel resistens: Hvordan når vi målene inden 2030? 2023;9.
10. Martini M, Lippi D. SARS-CoV-2 (COVID-19) and the Teaching of Ignaz Semmelweis and Florence Nightingale: a Lesson of Public Health from History, after the “Introduction of Handwashing” (1847). J Prev Med Hyg. 15. oktober 2021;E621 Pages.
11. Clancy C, Delungahawatta T, Dunne CP. Hand-hygiene-related clinical trials reported between 2014 and 2020: a comprehensive systematic review. J Hosp Infect. maj 2021;111:6–26.
12. Stewardson A, Allegranzi B, Sax H, Kilpatrick C, Pittet D. Back to the Future: Rising to the Semmelweis Challenge in Hand Hygiene. Future Microbiol. august 2011;6(8):855–

13. Rigsrevisionen S. Rigsrevisionens notat om beretning om forebyggelse af hospitalsinfektioner [Internet]. 2021 [henvist 28. februar 2025]. Tilgængelig hos: <https://www.rigsrevisionen.dk/Media/E/F/401-21.pdf>
14. Rigsrevisionen S. Beretning om forebyggelse af hospitalsinfektioner [Internet]. 2017 [henvist 28. februar 2025]. Tilgængelig hos: <https://www.rigsrevisionen.dk/Media/0/A/sr0517.pdf>
15. Szabó S, Feier B, Capatina D, Tertis M, Cristea C, Popa A. An Overview of Healthcare Associated Infections and Their Detection Methods Caused by Pathogen Bacteria in Romania and Europe. *J Clin Med*. 4. juni 2022;11(11):3204.
16. Dai B, Ji W, Zhu P, Han S, Chen Y, Jin Y. Update on Omicron variant and its threat to vulnerable populations. *Public Health Pract*. juni 2024;7:100494.
17. Esme M, Topeli A, Yavuz BB, Akova M. Infections in the Elderly Critically-Ill Patients. *Front Med*. 6. juni 2019;6:118.
18. Stewart S, Robertson C, Pan J, Kennedy S, Haahr L, Manoukian S, m.fl. Impact of healthcare-associated infection on length of stay. *J Hosp Infect*. august 2021;114:23–31.
19. Currie K, Melone L, Stewart S, King C, Holopainen A, Clark AM, m.fl. Understanding the patient experience of health care–associated infection: A qualitative systematic review. *Am J Infect Control*. august 2018;46(8):936–42.
20. Burnett E, Lee K, Rushmer R, Ellis M, Noble M, Davey P. Healthcare-associated infection and the patient experience: a qualitative study using patient interviews. *J Hosp Infect*. januar 2010;74(1):42–7.
21. Ford DM, Budworth L, Lawton R, Teale EA, O'Connor DB. In-hospital stress and patient outcomes: A systematic review and meta-analysis. Abdelbasset WK, redaktør. *PLOS ONE*. 9. marts 2023;18(3):e0282789.
22. Raoofi S, Pashazadeh Kan F, Rafiei S, Hosseinipalangi Z, Noorani Mejareh Z, Khani S, m.fl. Global prevalence of nosocomial infection: A systematic review and meta-analysis. Kuo YH, redaktør. *PLOS ONE*. 27. januar 2023;18(1):e0274248.
23. Blot S, Ruppé E, Harbarth S, Asehnoune K, Poulakou G, Luyt CE, m.fl. Healthcare-associated infections in adult intensive care unit patients: Changes in epidemiology, diagnosis, prevention and contributions of new technologies. *Intensive Crit Care Nurs*. juni 2022;70:103227.
24. Brinkwirth S, Ayobami O, Eckmanns T, Markwart R. Hospital-acquired infections caused by enterococci: a systematic review and meta-analysis, WHO European Region, 1 January 2010 to 4 February 2020. *Eurosurveillance* [Internet]. 11. november 2021 [henvist 2. marts 2025];26(45). Tilgængelig hos: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.45.2001628>
25. Falahi S, Bastani E, Pakzad I, Rashidi A, Abdoli A, Kenarkoohi A. Environmental Surface Contamination with SARS-CoV-2: Toilets as the Most Contaminated Surfaces in COVID-19 Referral Hospital. *Hosp Top*. 3. april 2023;101(2):65–72.
26. Hayward C, Ross KE, Brown MH, Nisar MA, Hinds J, Jamieson T, m.fl. Handwashing

basins and healthcare associated infections: Bacterial diversity in biofilms on faucets and drains. *Sci Total Environ.* november 2024;949:175194.

27. Statens Serum Institut CE for I. Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer - Generelle forholdsregler for sundhedssektoren [Internet]. 2017 [henvist 27. marts 2025] s. 64. Tilgængelig hos: <https://hygiejne.ssi.dk/NIRgenerelle>
28. Cassini A, Högberg LD, Plachouras D, Quattrocchi A, Hoxha A, Simonsen GS, m.fl. Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *Lancet Infect Dis.* januar 2019;19(1):56–66.
29. Murray CJL, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Robles Aguilar G, Gray A, m.fl. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet.* februar 2022;399(10325):629–55.
30. Agyeman WY, Bisht A, Gopinath A, Cheema AH, Chaludiya K, Khalid M, m.fl. A Systematic Review of Antibiotic Resistance Trends and Treatment Options for Hospital-Acquired Multidrug-Resistant Infections. *Cureus* [Internet]. 5. oktober 2022 [henvist 5. marts 2025]; Tilgængelig hos: <https://www.cureus.com/articles/111550-a-systematic-review-of-antibiotic-resistance-trends-and-treatment-options-for-hospital-acquired-multidrug-resistant-infections>
31. Avershina E, Shapovalova V, Shipulin G. Fighting Antibiotic Resistance in Hospital-Acquired Infections: Current State and Emerging Technologies in Disease Prevention, Diagnostics and Therapy. *Front Microbiol.* 21. juli 2021;12:707330.
32. Balasubramanian R, Van Boeckel TP, Carmeli Y, Cosgrove S, Laxminarayan R. Global incidence in hospital-associated infections resistant to antibiotics: An analysis of point prevalence surveys from 99 countries. *PLOS Med.* 13. juni 2023;20(6):e1004178.
33. World Health Organization. Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report 2022. 1st ed. Geneva: World Health Organization; 2022. 1 s.
34. Halawa EM, Fadel M, Al-Rabia MW, Behairy A, Nouh NA, Abdo M, m.fl. Antibiotic action and resistance: updated review of mechanisms, spread, influencing factors, and alternative approaches for combating resistance. *Front Pharmacol.* 12. januar 2024;14:1305294.
35. Uddin TM, Chakraborty AJ, Khusro A, Zidan BRM, Mitra S, Emran TB, m.fl. Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *J Infect Public Health.* december 2021;14(12):1750–66.
36. Abban MK, Ayerakwa EA, Mosi L, Isawumi A. The burden of hospital acquired infections and antimicrobial resistance. *Heliyon.* oktober 2023;9(10):e20561.
37. Irvine DJ, Hanson MC, Rakhra K, Tokatlian T. Synthetic Nanoparticles for Vaccines and Immunotherapy. *Chem Rev.* 14. oktober 2015;115(19):11109–46.
38. Ramamurthy D, Nundalall T, Cingo S, Mungra N, Karaan M, Naran K, m.fl. Recent advances in immunotherapies against infectious diseases. *Immunother Adv.* 1. januar 2021;1(1):Itaa007.
39. Wallis RS, O'Garra A, Sher A, Wack A. Host-directed immunotherapy of viral and bacterial infections: past, present and future. *Nat Rev Immunol.* februar 2023;23(2):121–

- 33.
40. Kirtane AR, Verma M, Karandikar P, Furin J, Langer R, Traverso G. Nanotechnology approaches for global infectious diseases. *Nat Nanotechnol.* april 2021;16(4):369–84.
 41. Ioannou P, Baliou S, Samonis G. Nanotechnology in the Diagnosis and Treatment of Antibiotic-Resistant Infections. *Antibiotics.* 25. januar 2024;13(2):121.
 42. Mouajou V, Adams K, DeLisle G, Quach C. Hand hygiene compliance in the prevention of hospital-acquired infections: a systematic review. *J Hosp Infect.* januar 2022;119:33–48.
 43. Panzures A. 222-nm UVC light as a skin-safe solution to antimicrobial resistance in acute hospital settings with a particular focus on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and surgical site infections: a review. *J Appl Microbiol.* 1. marts 2023;134(3):lxad046.
 44. Wei WE, Fook-Chong S, Chen WK, Chlebicki MP, Gan WH. The impact of healthcare worker influenza vaccination on nosocomial influenza in a tertiary hospital: an ecological study. *BMC Health Serv Res.* december 2020;20(1):636.
 45. Statens Serum Institut. Statens Serum Institut. [henvist 13. marts 2025]. Vaccination. Tilgængelig hos: <https://www.ssi.dk/vaccinationer>
 46. Tomazini BM, Veiga TS, Santos RHN, Campos VB, Tokunaga SM, Santos ES, m.fl. Daily Chlorhexidine Bath for Health Care Associated Infection Prevention (CLEAN-IT): protocol for a multicenter cluster randomized crossover open-label trial. *Crit Care Sci.* 2024;36:e20240053en.
 47. Brindle T. Horizontal approaches to infection prevention: daily chlorhexidine gluconate bathing. *Br J Nurs.* 8. juni 2023;32(11):502–7.
 48. Lewis SR, Schofield-Robinson OJ, Rhodes S, Smith AF. Chlorhexidine bathing of the critically ill for the prevention of hospital-acquired infection. Cochrane Wounds Group, redaktør. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 30. august 2019 [henvist 11. marts 2025]; Tilgængelig hos: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD012248.pub2>
 49. Chapman L, Hargett L, Anderson T, Galluzzo J, Zimand P. Chlorhexidine Gluconate Bathing Program to Reduce Health Care–Associated Infections in Both Critically Ill and Non–Critically Ill Patients. *Crit Care Nurse.* 1. oktober 2021;41(5):e1–8.
 50. Frost SA, Hou YC, Lombardo L, Metcalfe L, Lynch JM, Hunt L, m.fl. Evidence for the effectiveness of chlorhexidine bathing and health care-associated infections among adult intensive care patients: a trial sequential meta-analysis. *BMC Infect Dis.* december 2018;18(1):679.
 51. Pathspot. PathSpot. [henvist 13. marts 2025]. Pathspot. Hands scanner - how it works. Tilgængelig hos: <https://pathspot.com/how-it-works/>
 52. Hillier MD. Using effective hand hygiene practice to prevent and control infection. *Nurs Stand.* 29. april 2020;35(5):45–50.
 53. Smiddy MP, O'Connell R, Creedon SA. Systematic qualitative literature review of health care workers' compliance with hand hygiene guidelines. *Am J Infect Control.* marts 2015;43(3):269–74.

54. World Health Organization, WHO Patient Safety. WHO guidelines on hand hygiene in health care. 2009;(WHO/IER/PSP/2009/01):262.
55. Monnet DL, Sprenger M. Hand hygiene practices in healthcare: measure and improve. *Eurosurveillance* [Internet]. 3. maj 2012 [henvist 13. marts 2025];17(18). Tilgjengelig hos: <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/ese.17.18.20166-en>
56. Cheng VCC, Tai JWM, Li WS, Chau PH, So SYC, Wong LMW, m.fl. Implementation of directly observed patient hand hygiene for hospitalized patients by hand hygiene ambassadors in Hong Kong. *Am J Infect Control*. juni 2016;44(6):621–4.
57. Ojanperä H, Kanste OI, Syrjala H. Hand-hygiene compliance by hospital staff and incidence of health-care-associated infections, Finland. *Bull World Health Organ*. 1. juli 2020;98(7):475–83.
58. Al-Ghraiyyah T, Lago L, Fernandez R, Molloy L, Sim J. Effect of Nursing Practice Environment, Nurse Staffing, Overtime and Hand Hygiene on Hospital-Acquired Infections in a Tertiary Teaching Hospital. *J Clin Nurs*. 22. december 2024;jocn.17618.
59. Sandbekken IH, Hermansen Å, Utne I, Grov EK, Løyland B. Students' observations of hand hygiene adherence in 20 nursing home wards, during the COVID-19 pandemic. *BMC Infect Dis*. december 2022;22(1):156.
60. European Centre for Disease Prevention and Control. Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European long-term care facilities: 2023 2024. [Internet]. LU: Publications Office; 2025 [henvist 21. maj 2025]. Tilgjengelig hos: <https://data.europa.eu/doi/10.2900/5735023>
61. Damilare OK. Hand Washing: An Essential Infection Control Practice. I: *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*. 2020. s. 776–80.
62. World Health Organization. World Hand Hygiene Day 2025 [Internet]. 2025 [henvist 13. maj 2025]. Tilgjengelig hos: <https://www.who.int/campaigns/world-hand-hygiene-day/2025>
63. Haenen A, Huis A, Teerenstra S, Liefers J, Bos N, Voss A, m.fl. Effect and Process Evaluation of an Intervention to Improve Hand Hygiene Compliance in Long-Term Care Facilities. *J Am Med Dir Assoc*. april 2024;25(4):591–8.
64. Elia F, Calzavarini F, Bianco P, Vecchietti RG, Macor AF, D'Orazio A, m.fl. A nudge intervention to improve hand hygiene compliance in the hospital. *Intern Emerg Med*. oktober 2022;17(7):1899–905.
65. Kay E, Kemps E, Prichard I. A systematic review and meta-analysis of visual cues and primes for nudging consumption-related behaviours. *Appetite*. februar 2025;206:107813.
66. Van Der Zee S, Verhoog T, Post T, Garcia-Gomez P, Van Raaij EM, Diehl J, m.fl. Nudging intensive care unit personnel towards sustainable behaviour. *Nurs Crit Care*. januar 2025;30(1):37–46.
67. Dreibelbis R, Kroeger A, Hossain K, Venkatesh M, Ram P. Behavior Change without Behavior Change Communication: Nudging Handwashing among Primary School Students in Bangladesh. *Int J Environ Res Public Health*. 14. januar 2016;13(1):129.
68. Nazaret A, Sapiro G. A large-scale observational study of the causal effects of a

- behavioral health nudge. *Sci Adv.* 22. september 2023;9(38):eadi1752.
69. Iversen AM, Hansen MB, Kristensen B, Ellermann-Eriksen S. Hand hygiene compliance in nursing home wards: The effects of feedback with lights on alcohol-based hand rub dispensers. *Am J Infect Control.* september 2024;52(9):1020–4.
 70. Blair CJ, McCrudden C, Brazier A, Huf S, Gregory A, O'Driscoll F, m.fl. A helping hand: Applying behavioural science and co-design methodology to improve hand hygiene compliance in the hospital setting. Ivanyi J, redaktør. *PLOS ONE.* 12. december 2024;19(12):e0310768.
 71. Kovaceva J, Wallgren P, Dozza M. On the evaluation of visual nudges to promote safe cycling: Can we encourage lower speeds at intersections? *Traffic Inj Prev.* 3. oktober 2022;23(7):428–33.
 72. Hansen PG, Larsen EG, Modin A, Gundersen CD, Schilling M. Nudging hand hygiene compliance: a large-scale field experiment on hospital visitors. *J Hosp Infect.* december 2021;118:63–9.
 73. Van Roekel H, Reinhard J, Grimmelikhuijsen S. Improving hand hygiene in hospitals: comparing the effect of a nudge and a boost on protocol compliance. *Behav Public Policy.* januar 2022;6(1):52–74.
 74. Vander Weg MW, Perencevich EN, O'Shea AMJ, Jones MP, Vaughan Sarrazin MS, Franciscus CL, m.fl. Effect of Frequency of Changing Point-of-Use Reminder Signs on Health Care Worker Hand Hygiene Adherence: A Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open.* 2. oktober 2019;2(10):e1913823.
 75. Van Gils RHJ, Kornelisse RF, Dankelman J, Helder OK. Validation of a hand hygiene visual feedback system to improve compliance with drying time of alcohol-based hand rub in a neonatal intensive care unit: the Incubator Traffic Light system. *J Hosp Infect.* marts 2024;145:210–7.
 76. Nobak Technology ApS. Nobak Technology ApS. Introducing the Nobak Soap Alert - the world's first intelligent soap dispenser [Internet]. [henvist 11. marts 2025]. Tilgængelig hos: <https://www.nobak.com/>
 77. Cheng VCC, Wong SC, Wong SCY, Yuen KY. Directly observed hand hygiene – from healthcare workers to patients. *J Hosp Infect.* april 2019;101(4):380–2.
 78. Verma M, Kaler RS, Singh M. Sensitivity enhancement of Passive Infrared (PIR) sensor for motion detection. *Optik.* oktober 2021;244:167503.
 79. Møller-Sørensen H, Korshin A, Mogensen T, Høiby N. New technology markedly improves hand-hygiene performance among healthcare workers after restroom visits. *J Hosp Infect.* april 2016;92(4):337–9.
 80. Zhang Y, Chen X, Lao Y, Qiu X, Liu K, Zhuang Y, m.fl. Effects of the Implementation of Intelligent Technology for Hand Hygiene in Hospitals: Systematic Review and Meta-analysis. *J Med Internet Res.* 29. maj 2023;25:e37249.
 81. Leis JA, Powis JE, McGeer A, Ricciuto DR, Agnihotri T, Coyle N, m.fl. Introduction of Group Electronic Monitoring of Hand Hygiene on Inpatient Units: A Multicenter Cluster Randomized Quality Improvement Study. *Clin Infect Dis.* 17. december 2020;71(10):e680–5.

82. Aalborg Universitetsbibliotek. In-for-ma-tions-søg-ning [Internet]. [henvist 19. marts 2025]. Tilgængelig hos:
<https://www.aub.aau.dk/forskere/informationssogning#2.%09udv%C3%A6lg-databaser>
83. Medicinsk Bibliotek AU. PICO-skema [Internet]. [henvist 19. marts 2025]. Tilgængelig hos: [https://aalborguh.rn.dk/for-sundhedsfaglige/medicinsk-bibliotek/manualer-og-vejledninger/-/media/Hospitaler/AalborgUH/For-sundhedsfaglige/Medicinsk-Bibliotek/Manualer-og-vejledninger/PICO-skema-\(pdf\).ashx](https://aalborguh.rn.dk/for-sundhedsfaglige/medicinsk-bibliotek/manualer-og-vejledninger/-/media/Hospitaler/AalborgUH/For-sundhedsfaglige/Medicinsk-Bibliotek/Manualer-og-vejledninger/PICO-skema-(pdf).ashx)
84. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. Syst Rev. december 2016;5(1):210.
85. Critical Appraisal Skills Programme. CASP Checklists [Internet]. [henvist 19. marts 2025]. Tilgængelig hos: <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>
86. Harris AD, McGregor JC, Perencevich EN, Furuno JP, Zhu J, Peterson DE, m.fl. The Use and Interpretation of Quasi-Experimental Studies in Medical Informatics. J Am Med Inform Assoc. 1. januar 2006;13(1):16–23.
87. JBI. CHECKLIST FOR QUASIEXPERIMENTAL STUDIES (NON-RANDOMIZED EXPERIMENTAL STUDIES) [Internet]. [henvist 22. april 2025]. Tilgængelig hos: https://jbi.global/sites/default/files/2020-07/Checklist_for_Quasi-Experimental_Appraisal_Tool.pdf
88. Butcher's Lab - Danmarks første CrossFit center [Internet]. 2008 [henvist 14. april 2025]. Tilgængelig hos: <https://butcherslab.dk/>
89. Hygiejnesygeplejerske Ian Gottlieb. glitterbug.dk. [henvist 14. april 2025]. GlitterBug: Vestjysk InfektionsHygiejne - Opnå den gode håndhygiejne! Tilgængelig hos: <https://glitterbug.dk/>
90. Sikkerhedsdatablad: GlitterBug – Potion (Creme) [Internet]. 2021 [henvist 14. april 2025]. Tilgængelig hos: <https://glitterbug.dk/wp-content/uploads/2023/01/Sikkerhedsdatablad-Potion-03.21-2023.pdf>
91. World Medical Association. WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants [Internet]. 2024 [henvist 19. marts 2025]. Tilgængelig hos: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>
92. Nationalt Center for Etik, Den Nationale Videnskabsetiske Komité (NVK), De Videnskabsetiske Medicinske Komitéer (VMK). Overblik over Anmeldelsespligten [Internet]. [henvist 19. marts 2025]. Tilgængelig hos: <https://videnskabsetik.dk/ansoegning-til-etisk-komite/overblik-over-anmeldelsespligten>
93. Aalborg Universitet AIS. SurveyXact. [henvist 14. april 2025]. SurveyXact på AAU - brugerhåndbog. Tilgængelig hos: AAU IT Services; <https://www.its.aau.dk/vejledninger/surveyxact#brugerh%C3%A5ndbogen> Xact By Ramboll: <https://rambollxact.dk/velkommen-til-xact-by-ramboll>
94. General Data Protection Regulation. GDPR.dk. [henvist 12. april 2025]. Databeskyttelsesforordningen, GDPR.dk. Tilgængelig hos: <https://gdpr.dk/databeskyttelsesforordningen/>
95. Digitaliseringsstyrelsen D. Metodebanken: Spørgeskema [Internet]. [henvist 21. april 2025]. Tilgængelig hos: <https://digst.dk/digital->

96. Groves RM. Survey Methodology. 2nd ed (Online-Ausg.). Fowler FJ, Couper M, Lepkowski JM, Singer E, Tourangeau R, redaktører. Somerset: Wiley; 2011. 1 s. (Wiley Series in Survey Methodology).
97. Boone H, Boone D. Analyzing Likert Data. J Ext [Internet]. 1. april 2012 [henvist 22. april 2025];50(2). Tilgængelig hos: <https://tigerprints.clemson.edu/joe/vol50/iss2/48/>
98. European Medicines Agency. Guideline for good clinical practice [Internet]. [henvist 19. marts 2025]. Tilgængelig hos: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/ich-guideline-good-clinical-practice-e6r2-step-5-revision-2_en.pdf
99. Datatilsynet. Pseudonymisering og anonymisering [Internet]. [henvist 13. april 2025]. Tilgængelig hos: <https://www.datatilsynet.dk/regler-og-vejledning/behandlingssikkerhed/katalog-over-foranstaltninger/pseudonymisering-og-anonymisering>
100. Judah G, Aunger R, Schmidt WP, Michie S, Granger S, Curtis V. Experimental Pretesting of Hand-Washing Interventions in a Natural Setting. Am J Public Health. oktober 2009;99(S2):S405–11.
101. White CM, Statile AM, Conway PH, Schoettker PJ, Solan LG, Unaka NI, m.fl. Utilizing Improvement Science Methods to Improve Physician Compliance With Proper Hand Hygiene. Pediatrics. 1. april 2012;129(4):e1042–50.
102. Caris MG, Labuschagne HA, Dekker M, Kramer MHH, Van Agtmael MA, Vandenbroucke-Grauls CMJE. Nudging to improve hand hygiene. J Hosp Infect. april 2018;98(4):352–8.
103. Bushuven S, Weidenbusch M, Mohr S, Delis A, Fischer MR, Juenger J, m.fl. Cognitive bias in professional hand hygiene and feedback: A national online-survey on overconfidence in Germany. Infect Control Hosp Epidemiol. august 2019;40(8):943–6.
104. Lamping J, Tomsic I, Stolz M, Krauth C, Chaberny IF, Von Lengerke T. Do task and item difficulty affect overestimation of one's hand hygiene compliance? A cross-sectional survey of physicians and nurses in surgical clinics of six hospitals in Germany. Antimicrob Resist Infect Control. 2. december 2022;11(1):147.
105. French RM, Cleeremans A. Implicit learning and consciousness: an empirical, philosophical and computational consensus in the making. Hove [England] New York: Psychology Press; 2002. 29–39 s. (Frontiers of cognitive science).
106. Pires D, Soule H, Bellissimo-Rodrigues F, De Kraker MEA, Pittet D. Antibacterial efficacy of handrubbing for 15 versus 30 seconds: EN 1500-based randomized experimental study with different loads of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Clin Microbiol Infect. juli 2019;25(7):851–6.
107. Miller T, Patrick D, Ormrod D. Hand decontamination: influence of common variables on hand-washing efficiency. Healthc Infect. marts 2011;16(1):18–23.
108. Rifqi MA, Hamidah U, Sintawardani N, Harada H, Nyambe S, Sai A, m.fl. Effect of handwashing on the reduction of *Escherichia coli* on children's hands in an urban slum Indonesia. J Water Health. 1. november 2023;21(11):1651–62.

109. Price L, Gozdzielewska L, Matuluko A, Pittet D, Allegranzi B, Reilly J. Comparing the effectiveness of hand hygiene techniques in reducing the microbial load and covering hand surfaces in healthcare workers: Updated systematic review. *Am J Infect Control*. oktober 2022;50(10):1079–90.
110. Chen N, Li Y, He W, Chen X, Cheng F, Cheng X, m.fl. Clinical Effectiveness of a 3-Step Versus a 6-Step Hand Hygiene Technique: A Randomized Controlled Cross-over Study. *Open Forum Infect Dis*. 27. september 2024;11(10):ofae534.
111. Iversen AM, Hansen MB, Alsner J, Kristensen B, Ellermann-Eriksen S. Effects of light-guided nudges on health care workers' hand hygiene behavior. *Am J Infect Control*. december 2023;51(12):1370–6.
112. Mieth L, Mayer MM, Hoffmann A, Buchner A, Bell R. Do they really wash their hands? Prevalence estimates for personal hygiene behaviour during the COVID-19 pandemic based on indirect questions. *BMC Public Health*. december 2021;21(1):12.
113. Charness G, Gneezy U, Kuhn MA. Experimental methods: Between-subject and within-subject design. *J Econ Behav Organ*. januar 2012;81(1):1–8.
114. Köksoy Vayisoğlu S, Öncü E, Bağdatoğlu ÖT, Kaya Z. THE EVALUATION OF SURGICAL HAND RUBBING COMPLIANCE WITH THE USE OF FLUORESCENT ALCOHOL BASED HAND ANTISEPTIC ULTRAVIOLET LAMP METHOD. *Turk Med Stud J*. 22. februar 2024;11(1):13–22.
115. Öncü E, Vayisoğlu SK, Lafcı D, Yıldız E. An evaluation of the effectiveness of nursing students' hand hygiene compliance: A cross-sectional study. *Nurse Educ Today*. juni 2018;65:218–24.
116. Deochand N, Deochand ME. Brief Report on Hand-Hygiene Monitoring Systems: A Pilot Study of a Computer-Assisted Image Analysis Technique. *J Environ Health*. juni 2016;78(10):14–20.
117. Bánsághi S, Sári V, Szerémy P, Lehotsky Á, Takács B, K. Tóth B, m.fl. Evidence-based Hand Hygiene - Can You Trust the Fluorescent-based Assessment Methods? *Acta Polytech Hung*. 2021;18(11):269–83.
118. Jebb AT, Ng V, Tay L. A Review of Key Likert Scale Development Advances: 1995–2019. *Front Psychol*. 4. maj 2021;12:637547.
119. Ahmadipour M, Dehghan M, Ahmadinejad M, Jabarpour M, Mangolian Shahrabaki P, Ebrahimi Rigi Z. Barriers to hand hygiene compliance in intensive care units during the COVID-19 pandemic: A qualitative study. *Front Public Health*. 18. august 2022;10:968231.
120. Serdar CC, Cihan M, Yücel D, Serdar MA. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. *Biochem Medica*. 15. februar 2021;31(1):010502.
121. Sedgwick P, Greenwood N. Understanding the Hawthorne effect. *BMJ*. 4. september 2015;h4672.
122. Hagel S, Reischke J, Kesselmeier M, Winning J, Gastmeier P, Brunkhorst FM, m.fl. Quantifying the Hawthorne Effect in Hand Hygiene Compliance Through Comparing Direct Observation With Automated Hand Hygiene Monitoring. *Infect Control Hosp*

Epidemiol. august 2015;36(8):957–62.

123. Kısacık ÖG, Ciğerci Y, Güneş Ü. Impact of the fluorescent concretization intervention on effectiveness of hand hygiene in nursing students: A randomized controlled study. *Nurse Educ Today*. februar 2021;97:104719.
124. Dray S, Lehingue S, Valera S, Nouguié P, Boussen MS, Daviet F, m.fl. Using an ultraviolet cabinet improves compliance with the World Health Organization's hand hygiene recommendations by undergraduate medical students: a randomized controlled trial. *Antimicrob Resist Infect Control*. december 2020;9(1):147.
125. Grimm P. Social Desirability Bias. I: Sheth J, Malhotra N, redaktører. *Wiley International Encyclopedia of Marketing* [Internet]. 1. udg. Wiley; 2010 [henvist 22. maj 2025]. Tilgængelig hos: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781444316568.wiem02057>
126. Bartels C, Wegrzyn M, Wiedl A, Ackermann V, Ehrenreich H. Practice effects in healthy adults: A longitudinal study on frequent repetitive cognitive testing. *BMC Neurosci*. december 2010;11(1):118.
127. World Health Organization UNCF (UNICEF). Universal water, sanitation, hygiene, waste and electricity services in all health care facilities to achieve quality care: global framework for action 2024-2030 [Internet]. 2024 [henvist 13. maj 2025]. 34 s. Tilgængelig hos: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/377776/9789240095366-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
128. Sant'Anna A, Vilhelmsson A, Wolf A. Nudging healthcare professionals in clinical settings: a scoping review of the literature. *BMC Health Serv Res*. december 2021;21(1):543.
129. Awais Hassan M, Habiba U, Khalid H, Shoaib M, Arshad S. An Adaptive Feedback System to Improve Student Performance Based on Collaborative Behavior. *IEEE Access*. 2019;7:107171–8.