



Het ontwerp van een video instructie voor Luchtverkeersleiding Nederland

Een vernieuwend ontwerpproces voor de ontwikkeling van visuele instructies

Master thesis: Anneloes Post (s0111430), 17 juni 2013, Utrecht

UNIVERSITEIT TWENTE - PSYCHOLOGIE - INSTRUCTIE, LEREN EN ONTWIKKELING

Onder begeleiding van:

Dr. H. Van der Meij (1^e begeleider)

Dr. J. Van der Meij (2^e begeleider)

MSc. E. Albers (externe begeleider Bright Alley)

W. Weggen (externe begeleider Luchtverkeersleiding Nederland)

INHOUDSOPGAVE

DANKWOORD.....	4
SAMENVATTING.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INLEIDING.....	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Ontwerpproces	9
1.3 Overzicht verslag.....	9
2. PROBLEEMANALYSE	11
2.1 Taakomschrijving	11
2.1.1 Voorwaardelijke kennis.....	11
2.1.2 Integratie van de voorwaardelijke typen kennis	15
2.1.3 Juiste uitvoering van de taak	16
2.2 Contextomschrijving	16
2.3 Doelgroepomschrijving	16
2.4 Probleemomschrijving	16
2.5 Behoeftanalyse	17
2.6 Samenvatting	18
3. INSTRUCTIE ANALYSE	19
3.1 Instructie medium.....	19
3.1.1 Congruentie medium en de te instrueren informatie	20
3.1.2 Gemakkelijk waar te nemen en accurate representatie.....	20
3.1.3 Ondersteunen van prestatie en affect	21
3.2 Instructie opzet: Het IVA-model	21
3.2.1 Instructie	25
3.2.2 Vormgeving	27
3.2.3 Activatie	29
3.3 Conclusie	31
4. PRE-PROTOTYPE FASE	32
4.1 Denkproces	34
4.2 Aanpak	35
4.3 Ervaren affect.....	35
4.4 Voorkeur vormgeving	36
4.5 Conclusie	36
5. PROTOTYPE FASE	39
5.1 Ontwerp van prototype	39
5.1.1 Storyboard	40
5.1.2 Ontwerp	41
5.2 Toetsen van prototype.....	42
5.2.1 Domein expert	42
5.2.2 Onderwijskundig consultant	42
5.2.3 Onderwijskundig ontwerper	43
5.3 Conclusie	43

6. REALISATIE FASE.....	45
6.1 Ontwerp van volledige video instructie	45
6.1.1 Storyboard	45
6.1.2 Ontwerp	45
7. EVALUATIE FASE.....	46
7.1 Opzet.....	46
7.2 Uitvoering en beoordeling	47
7.3 Conclusie	48
8. DISCUSSIE	51
8.1 Probleemanalyse.....	51
8.2 Instructie analyse	52
8.3 Pre-prototype fase	52
8.4 Prototype fase.....	52
8.5 Realisatie fase	53
8.6 Evaluatie fase	53
8.7 Overige discussiepunten	54
9. CONCLUSIE	56
REFERENTIES	58
BRONNEN	61
BIJLAGE.....	62
A. Voorbeeldstudie	62
B. Gebruikersonderzoek	65
C. Papieren instructie gebruikersonderzoek.....	71
D. Overzicht ontwerprichtlijnen.....	72
E. Storyboard.....	75
F. Evaluatie.....	88
G. Verloop opzet en toepassing van ontwerprichtlijnen	92

DANKWOORD

Graag wil ik iedereen bedanken die mij hebben ondersteund bij deze afstudeeropdracht. In het bijzonder:

Mijn eerste begeleider Hans van der Meij voor zijn inhoudelijke feedback, maar vooral voor een bijzonder leerzame, leuke en uitdagende afstudeerperiode.

Mijn tweede begeleider Jan van der Meij voor zijn inhoudelijke feedback aan het einde van mijn afstudeeropdracht.

Mijn externe begeleiding bij Bright Alley. Eefje Albers en Peter Faulhaber voor jullie tijd, ondersteuning en feedback. Marijn Jenné, voor je altijd motiverende woorden.

Mijn externe begeleiding bij Luchtverkeersleiding Nederland. Wendy Weggen voor een ontzettend productieve en leuke samenwerking.

En ten slotte ook mijn familie en vrienden voor jullie steun en motivatie.

Mede dankzij jullie ben ik ontzettend trots op wat ik voor elkaar heb gekregen!

SAMENVATTING

Zoals bij veel ontwerpcases voor visuele instructies bleven er ook bij deze ontwerpcase van Luchtverkeersleiding Nederland te veel ontwerp vragen onbeantwoord. Ook al zijn er veel effectieve leerstrategieën voor multimediale instructies bekend (Mayer, 2001; Morrison & Tversky, 2001; Smith & Ragan, 2005), het is nog onduidelijk hoe dit vormgegeven moeten worden om effectief te zijn (Palmiter & Elkerton, 1991; Payne, Chesworth & Hill, 1992; Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002; Gerjets & Kirschner, 2009). Gerichte ontwerpvoorwaarden, om de theorie in praktijk te kunnen brengen, ontbreken (Large, 1996). Hierdoor kan er nauwelijks worden voldaan aan de grote behoefte naar visuele instructies (Agrawala, Li & Bethouzo, 2011).

In deze studie zijn er aanpassingen op het standaard ontwerpproces ontwikkeld (*Generieke Model*, Verhagen, 2000; *Instructieve Ontwerp Proces Model*, Smith & Ragan, 2005). Met deze aanpassingen kan er relatief snel een effectief ontwerp kader opgesteld worden. Er zijn twee aanvullingen gemaakt:

1. Het opstellen en integreren van het IVA-model, een methode om gericht naar ontwerp richtlijnen te kunnen zoeken.
2. De eindgebruiker als actieve ontwerper meenemen in het ontwerp proces.

Beide aanvullingen zijn gericht op het kunnen opstellen van domein-specifieke ontwerp richtlijnen (Agrawala, Phan, Heiser, Haymaker, Klingner, Hanrahan & Tversky, 2003). Dit zijn voorwaarden gevonden in de literatuur, praktijkvoorbeelden of een gebruikersonderzoek waarmee effectieve ontwerpbesluiten genomen kunnen worden.

Het IVA-model ondersteunt deze zoektocht naar ontwerp richtlijnen door bij drie dimensies (*Instructie, Vormgeving en Activatie*) gerichte ontwerp vragen te stellen. Op deze manier kan er een omvangrijk en omvattend ontwerp kader in kaart worden gebracht met ontwerp richtlijnen.

In een toegevoegde *pre-prototype* fase krijgt de eindgebruiker een actieve rol binnen het ontwerp proces in de vorm van een gebruikersonderzoek. Hierdoor ontstaat er een formatieve vorm van evalueren gedurende het ontwerp proces. Het visuele instructieve ontwerp sluit hierdoor gedurende de ontwikkeling direct aan op de prestatie, ervaring en voorkeur van de eindgebruikers. Dit versnelt het ontwerp proces.

In deze studie is dit aangevulde ontwerp proces systematisch ingezet voor een ontwerp case van Luchtverkeersleiding Nederland. Het IVA-model bleek een effectieve ondersteuning voor het opzetten van een gericht ontwerp kader met behulp van ontwerp richtlijnen. Samen met de actieve ontwerp rol van de eindgebruiker werd er relatief snel een professionele en succesvolle video instructie voor een complexe taak ontwikkeld.

Deze methode belooft een snelle en effectieve oplossing te zijn voor de grote vraag naar visuele instructies. Daarnaast creëert deze manier van ontwerpen ook de mogelijkheid om onderzoek uit te voeren naar de mate waarin ontwerp richtlijnen leerstrategieën voor multimediale instructies succesvol ondersteunen.

ABSTRACT

As with a lot of design cases for visual instructions, many design questions remained unanswered during the instructional design process for the Dutch Air Traffic Control. Even though there are many effective learning strategies known for multimedia instructions (Mayer, 2001; Morrison & Tversky, 2001; Smith & Ragan, 2005), it is still unclear how these instructions must be designed to be effective (Palmiter & Elkerton, 1991; Payne, Chesworth & Hill, 1992; Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002; Gerjets & Kirschner, 2009). Case-specific design conditions, that can bring theory into practice, are absent (Large, 1996). Because of this insufficient support in the design process, we can hardly meet the great need for visual instructions (Agrawala, Li & Bethouzoz, 2011).

In this study, standard design processes (*Generieke Model*, Verhagen, 2000); *Model for Instructional Design*, Smith & Ragan, 2005) have been adjusted. These adjustments enable the making of a quick and effective design framework. First, by the creation and integration of the *IVA-model*. Second, by giving the end-user an active design function within the design process.

Both additions are focused on creating domain-specific design rules (Agrawala, Phan, Heiser, Haymaker, Klingner, Hanrahan & Tversky, 2003). These rules are conditions, found in literature, case studies or human-subject experiments, with which effective design decisions can be made.

The IVA-model guides this search for design rules by asking specific design questions within three dimensions: *Instruction*, *Design* and *Activation*. By these dimensions an extensive and comprehensive design framework with design rules can be outlined.

Within an additional *pre-prototype* phase, the end-user gets an active design function within a human-subject experiment. This enables a formative form of evaluation. During the design process the visual instruction is immediately matched with the performance, experiences and preferences of the end-users. This accelerates the design process.

This adjusted design process has been used for the design case of the Dutch Air Traffic Control. The IVA-model proved to be an effective support for creating a domain-specific design framework. Along with the active design function of the end-user, a professional and successful video instruction has been developed for a complex learning task within a short amount of time.

This method is a promise for quickly and effectively solving the great need for visual instructions. Besides that, this approach also conducts research in the extent to which design rules support learning strategies for successful multimedia instructions.

1. INLEIDING

In dit verslag is het proces en het product van een ontwerp-casus voor Luchtverkeersleiding Nederland beschreven. In paragraaf 1.1 is de aanleiding van de ontwerp-casus en de uitvoering van het ontwerpproces beschreven, in paragraaf 1.2 een korte omschrijving van het gevolgde ontwerpproces en ten slotte in paragraaf 1.3 een overzicht van de verslaglegging.

1.1 Aanleiding

Ondanks klassikale instructies en oefeningen lukte het veel trainees van Luchtverkeersleiding Nederland niet om de complexe taak van de afhandeling van in- en uitvliegend luchtverkeer succesvol uit te voeren. Om de afhandeling van binnenkomende en vertrekkende vliegtuigen te kunnen coördineren maken zij onder andere gebruik van een bord waarop de verschillende vliegtuigen met streppen gerepresenteerd worden: het streppenbord (zie afbeelding 1). Deze taak wordt de streppenbordprocedure genoemd. Met behulp van deze procedure kan een luchtverkeerssituatie overzichtelijk worden weergegeven. Ook kan een luchtverkeersleider zo inzichtelijk krijgen hoe het luchtverkeer veilig en effectief afgehandeld kan worden.



Afb. 1. Luchtverkeersleider met streppenbordprocedure (uit bron 1)

In de selectietraining tot luchtverkeersleider komt deze streppenbordprocedure aan bod. Deze wordt klassikaal geïnstrueerd met behulp van een PowerPointpresentatie en een werkelijke demonstratie door een trainer.

In de PowerPointpresentatie wordt de nodige situationele -, conceptuele - en procedurele kennis (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996) uitgelegd om de procedure uit te kunnen voeren. Denk aan vaste vliegroutes, een standaard protocol voor het radiocontact en regelgeving over de afstandsminima tussen vliegtuigen.

Bij de demonstratie wordt de taak, wat betreft strategische kennis, vanuit verschillende soorten casussen voorgedaan door een trainer. Ze starten met eenvoudige luchtverkeerssituaties (bijvoorbeeld alleen vertrekkende of binnenkomende vliegtuigen). Vanuit daar werken ze naar steeds meer complexe luchtverkeerssituaties toe waarbij het aantal en soorten conflicten tussen

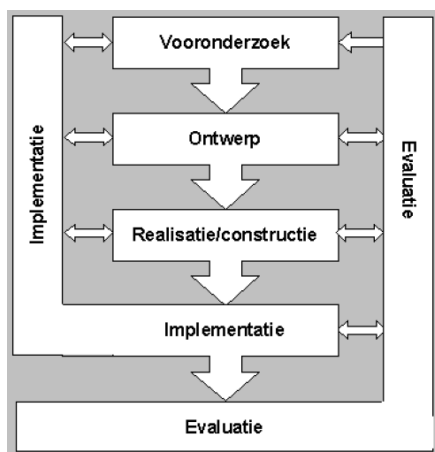
binnenkomend en vertrekkend luchtverkeer toeneemt. Een conflict ontstaat wanneer twee vliegtuigen het risico lopen om onvoldoende afstand van elkaar te houden.

Na deze klassikale instructies en oefeningen worden de trainees getoetst op hun beheersing van de strippenbordprocedure. Ze moeten in staat zijn om de oefeningen zelfstandig, veilig en effectief af te handelen. Dit zijn de selectiecriteria voor de strippenbordprocedure.

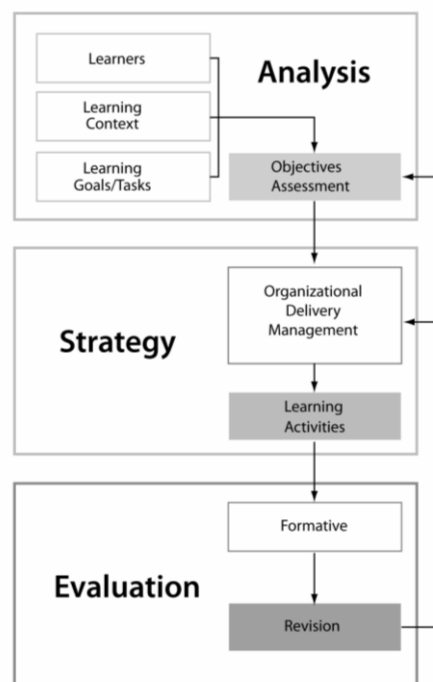
Ondanks de instructies voldeed een aanzienlijk deel van de trainees steeds niet aan de nodige selectiecriteria. Dit is zorgwekkend, omdat het een belangrijke taak van een luchtverkeersleider is. Werd deze uitval veroorzaakt door de ongeschiktheid van de trainees? Of is het probleem van instructieve aard? In deze studie is onderzocht of het probleem kon worden opgelost met een instructieve video.

Gedurende het ontwerpproces bleek de ontwerpaanpak van het *Generieke Model* (Verhagen, 2000, afbeelding 2) en het *Instructieve Ontwerp Proces Model* (Smith & Ragan, 2005, afbeelding 3) onvoldoende ondersteuning te bieden voor de ontwikkeling van de video instructie. Ondanks positieve resultaten in studies over de ondersteuning van leerprocessen door visuele instructies (Mayer, 2001; Morrison & Tversky, 2001; Smith & Ragan, 2005), is het nog onduidelijk hoe het ontwerp van een effectieve visuele instructie ontwikkeld moet worden (Palmiter & Elkerton, 1991; Payne, Chesworth & Hill, 1992; Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002; Gerjets & Kirschner, 2009). Hierdoor blijven er tijdens de ontwerpaanpak voor de video instructie veel ontwerp vragen onbeantwoord.

Er zijn twee soorten aanvullingen op het *Generieke Model* (Verhagen, 2000) en het *Instructieve Ontwerp Proces Model* (Smith & Ragan, 2005) opgezet, waarmee de ontwerp vragen alsnog beantwoordt konden worden. Deze aanvullingen zijn in de volgende paragraaf (1.2) kort beschreven.



Afb. 2. Het Generieke Model (Verhagen, 2000)



Afb. 3. Het Instructieve Ontwerp Proces Model (Smith & Ragan, 2005)

Onderstaande probleemstellingen zijn voor deze studie geformuleerd en zijn in de discussie (hoofdstuk 8) beantwoord:

1. Is de ontworpen video instructie een geschikte oplossing voor het ervaren probleem?
2. Zijn de aanvullingen op het standaard ontwerpproces voldoende ondersteunend?

1.2 Ontwerpproces

De ontwerpcasus is volgens een systematisch ontwerpproces uitgevoerd en bestaat uit de volgende zes fases:

1. <i>Probleemanalyse</i>	Huidige en gewenste situatie omschrijven.
2. <i>Instructie analyse</i>	Een algemeen instructief ontwerp kader opzetten.
3. <i>Pre-prototype fase</i>	Een pre-prototypische visuele instructie ontwikkelen met gebruikers.
4. <i>Prototype fase</i>	De prototypische visuele instructie vormgeven en verfijnen met experts.
5. <i>Realisatie fase</i>	Een volledige visuele instructie ontwerpen.
6. <i>Evaluatie fase</i>	De visuele instructie testen bij de doelgroep.

Afb. 4. Het ontwerpproces

De twee meest opvallende onderdelen uit dit ontwerpproces, in vergelijking met het *Generieke Model* (Verhagen, 2000) en het *Instructieve Ontwerp Proces Model* (Smith & Ragan, 2005), zijn:

1. Een structurering in de instructie analyse (stap 2) waarmee domein-specifieke ontwerprichtlijnen opgezet kunnen worden. Deze aanvulling is beschreven in paragraaf 3.2.
2. Een aanvullende fase, namelijk: de pre-prototype fase (stap 3) waarbinnen de gebruiker een actieve rol krijgt binnen het ontwerpproces. Deze aanvulling is beschreven in hoofdstuk 4.

Door de algemene opzet kan dit ontwerpproces worden ingezet voor meerdere soorten visuele instructies (zoals video of animaties). Met dit ontwerpproces kunnen relatief snel effectieve en professionele visuele instructie ontwikkeld worden.

1.3 Overzicht verslag

In de volgende hoofdstukken zijn de zes gevolgde fases van het ontwerpproces voor de ontwerpcasus van Luchtverkeersleiding Nederland beschreven. Elke fase start met een korte toelichting en een aantal kernvragen. Met behulp van deze kernvragen kan het ontwerpproces gestuurd worden (zie afbeelding 5 voor een overzicht van deze kernvragen per fase van het ontwerpproces). Vervolgens komt de uitvoering van die fase bij de ontwerpcasus aan bod. Ten slotte is er kort samengevat wat elke fase heeft opgeleverd.

Nadat het gehele ontwerpproces is beschreven, wordt er in de discussie (hoofdstuk 8) en conclusie (hoofdstuk 9) gereflecteerd op het ontwerp en het ontwerpproces.

1. Probleemanalyse

1. Welke taak moet geïnstrueerd worden?
2. Binnen welke context moet de instructie plaatsvinden?
3. Wie is de doelgroep?
4. Welk probleem wordt ervaren?
5. Naar welke situatie wordt gestreefd?

2. Instructie analyse

1. Welk instructie-medium moet ingezet worden?
2. Hoe moet de instructie opgezet worden wat betreft inhoud, presentatie en volgorde?

3. Pre-prototype fase

1. Wat is het denkproces van de gebruiker gedurende het uitvoeren van de taak?
2. Wat is de aanpak van de gebruiker gedurende het uitvoeren van de taak?
3. Welk affect ervaart de gebruiker gedurende het uitvoeren van de taak?
4. Welke vormgeving past de gebruiker toe voor de visuele instructie?

4. Prototype fase

1. Hoe kunnen de domein-specifieke ontwerprichtlijnen worden vormgegeven in de *prototypische* visuele instructie?

5. Realisatie fase

1. Hoe kunnen de domein-specifieke ontwerprichtlijnen worden vormgegeven in de *volledige* visuele instructie?

6. Evaluatie fase

1. Worden de leerdoelen bereikt met de visuele instructie?
2. Voldoet de visuele instructie aan de succescriteria?

Afb. 5. Overzicht van kernvragen per fase van ontwerpproces.

2. PROBLEEMANALYSE

Binnen de probleemanalyse wordt de huidige en gewenste situatie omschreven. Vanuit het *Instructieve Ontwerp Proces Model* van Smith & Ragan (2005) zijn vijf kernvragen opgesteld:

1. Welke taak moet geïnstrueerd worden? (Smith & Ragan, 2005)
2. Binnen welke context moet de instructie plaatsvinden? (Smith & Ragan, 2005)
3. Wie is de doelgroep? (Smith & Ragan, 2005)
4. Welk probleem wordt ervaren? (Smith & Ragan, 2005)
5. Naar welke situatie wordt gestreefd? (Smith & Ragan, 2005)

In de volgende paragrafen wordt de probleemanalyse voor de ontwerpcasus van Luchtverkeersleiding Nederland beschreven. In paragraaf 2.1 staat de taakomschrijving (kernvraag 1), waarvoor het instructieve materiaal en de juiste uitvoering van de taak is geanalyseerd. In paragraaf 2.2 staat de context analyse (kernvraag 2) en in paragraaf 2.3 de doelgroep analyse (kernvraag 3). Beide zijn aan de hand van een interview met een domeinexpert uitgevoerd. Het ervaren probleem (kernvraag 4) is aan de hand van een interview met een domein-expert en een vragenlijst voor oud-trainees in kaart gebracht (paragraaf 2.4). Vervolgens staan in paragraaf 2.5 de resultaten van de behoefteanalyse (kernvraag 5), waaronder de opgestelde leerdoelen en succescriteria. Afsluitend is in paragraaf 2.6 kort samengevat wat deze probleemanalyse heeft opgeleverd.

2.1 Taakomschrijving

Voor de taakomschrijving is het instructieve materiaal en de juiste manier van uitvoeren geanalyseerd. De instructieve informatie betreft een handleiding, een klassikale PowerPointpresentatie en de demonstratie van de strippenbordprocedure door een expert. In de handleiding staat de voorwaardelijke kennis voor de strippenbordprocedure (paragraaf 2.1.1). In de klassikale PowerPointpresentatie worden verschillende aspecten van de strippenbordprocedure geïntegreerd (paragraaf 2.1.2). Ten slotte is met behulp van een demonstratie de juiste uitvoering van de strippenbordprocedure geanalyseerd (paragraaf 2.1.3). Hiervoor is een domeinexpert geobserveerd tijdens het uitvoeren van een aantal casuïstieke oefeningen uit de selectietraining.

2.1.1 Voorwaardelijke kennis

Voor een overzichtelijke omschrijving van de complexe voorwaardelijke kennis van de strippenbordprocedure zijn de vier soorten kennis van De Jong en Ferguson-Hessler (1996) als uitgangspunt genomen. Zij hebben verschillende typen kennis, voornamelijk vanuit probleemoplossende taken, gedefinieerd. Deze vier soorten kennis zijn: situationele -, conceptuele -, procedurele - en strategische kennis. Aan de hand van deze soorten kennis is de strippenbordprocedure beschreven.

Situationele kennis omschrijft kennis over typische situaties binnen een bepaald domein (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996).

Het doel van de strippenbordprocedure is het veilig en effectief afhandelen van binnenkomend en vertrekkend verkeer op een luchtverkeerhaven. Binnenkomend verkeer wordt de *inbound* genoemd, vertrekkend verkeer wordt de *outbound* genoemd. Gedurende het begeleiden van deze

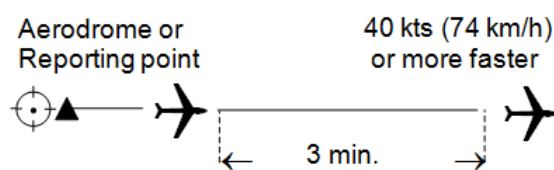
vliegtuigen kunnen er conflicten ontstaan. Bij een conflict lopen twee vliegtuigen het risico om onvoldoende afstand van elkaar te kunnen houden. Het strippenbord ondersteunt de luchtverkeersleider in het continu herkennen van mogelijke conflicten. De strippenbordprocedure ondersteunt deze probleemoplossende taak, namelijk in het voorkomen en oplossen van conflicten.

Conceptuele kennis omschrijft kennis over feiten, concepten en principes binnen een bepaald domein die nodig zijn voor het oplossen van een taak (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996).

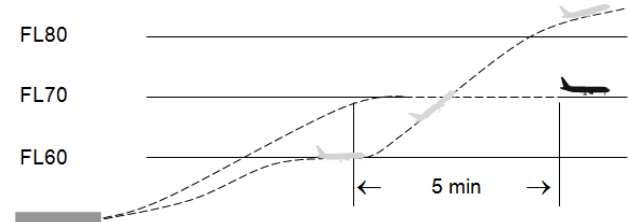
Onder feitelijke kennis valt de kennis over de soorten vliegtuigen die gecoördineerd worden. Verschillende typen vliegtuigen vliegen op verschillende soorten snelheden. Een luchtverkeersleider moet rekening houden met conflicten tussen bijvoorbeeld snelle en relatief langzame vliegtuigen.

Dit kan onder andere door de opgezette luchtruimstructuur (zie afbeelding 8). Deze valt onder de conceptuele kennis. De luchtruimstructuur toont de standaard routes die gevolgd moeten worden. Op deze manier kan het luchtverkeer overzichtelijk gecoördineerd worden.

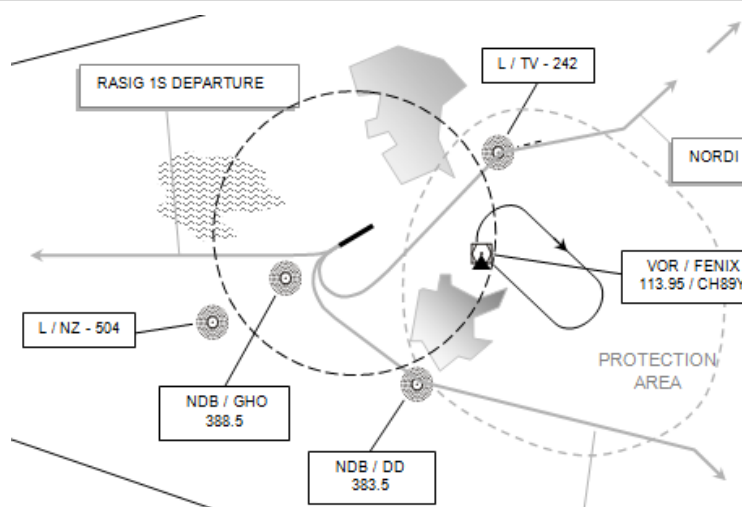
Om de vliegtuigen op een veilige afstand van elkaar te houden zijn er separatieminima opgesteld (principes). Dit zijn regels waar een luchtverkeersleider rekening mee moet houden bij het bepalen van een vluchtplan. Zo moeten de vliegtuigen horizontaal gezien een bepaalde afstand in tijd houden (zie afbeelding 6), maar moeten ze ook in hoogte aan een minimum verschil voldoen (zie afbeelding 7). Wanneer vliegtuigen het risico lopen om dit minimum te overschrijden is er sprake van een conflict.



Afb. 6. Afstandsminima: horizontaal (uit handleiding)



Afb. 7. Afstandsminima: verticaal (uit handleiding)



Afb. 8. Luchtruimstructuur (uit handleiding)

Procedurele kennis bevat acties en manipulaties binnen een bepaald domein die nodig zijn voor het oplossen van een taak (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996).

Om de gecoördineerde vluchtplannen tussen luchtverkeersleiders en piloten overzichtelijk te houden, maken zij gebruik van strippen (zie afbeelding 10). Op deze strippen moet een luchtverkeersleider per vliegtuig continu bijhouden welke strategie hij plant, coördineert en welke acties de piloot op welk moment uitvoert. Gegevens die op deze strip staan zijn onder andere: het type vliegtuig, de bestemming, de gecoördineerde vliegroutes en de actuele tijden en hoogtes op bepaalde punten op een vliegroute.

Een belangrijke actie die de coördinatie tussen luchtverkeersleider en piloten mogelijk maakt is het radiocontact. Om dit zo efficiënt mogelijk te laten verlopen, hebben zij hier een standaard protocol voor opgezet. Door standaard zinnen te gebruiken kunnen piloten, luchtverkeersleiders en de radarverkeersleiding tijdens het radiocontact gericht letten op de relevante informatie. Afbeelding 9 toont een voorbeeld van het radiocontact tussen een piloot en luchtverkeersleider. Ook staat aangegeven welke acties de luchtverkeersleider, aan de hand van de informatie uit dit radiocontact, moet uitvoeren. Zo wordt bijvoorbeeld '100' doorgestreept op de strip wanneer de piloot aangeeft deze hoogte (level 100) te zijn gepasseerd. Door het protocol weten zij wanneer en hoe deze informatie gegeven gaat worden.

Strategische kennis ondersteunt de probleemoplossende taak door de uitvoering naar een oplossing te sturen (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996).

Dit is de functie van het strippenbord. Het strippenbord is een bord waarop de vaste stappen voor vertrekkende vliegtuigen (afbeelding 11) en binnenkomende vliegtuigen (afbeelding 12) gerepresenteerd worden. Elk vliegtuig wordt gerepresenteerd met een strip (afbeelding 10). De vertrekkende vliegtuigen (*outbound*) hebben de kleurcode blauw. De binnenkomende vliegtuigen (*inbound*) hebben de kleurcode geel. Op deze manier kan een luchtverkeersleider in één oogopzicht zien welk soort luchtverkeer hij coördineert en waar zij zich op welk moment bevinden binnen het stappenplan.

De luchtverkeersleider schuift de strippen naar een volgende stap aan de hand van specifieke kenmerken in het radiocontact. Voor het vertrekkende verkeer schuift de luchtverkeersleider bijvoorbeeld de strip van stap 2 naar 3, wanneer de piloot toestemming geeft om de landingsbaan op te lijnen. Of wordt de strip pas van het bord af gehaald wanneer de piloot aangeeft dat hij de nieuwe radiofrequentie goed heeft doorgekregen (zoals de piloot aangeeft in afbeelding 9).

Wanneer zowel vertrekkend als binnenkomend verkeer op het strippenbord wordt gerepresenteerd, noem je dit een complexe procedure (zie afbeelding 13). Op het strippenbord kunnen zo conflicten worden herkend en zelfs voorspeld.

Een duidelijk voorbeeld van het voorkomen van een conflict is bij het oplijnen en landen op de startbaan. Voor vertrekkende vliegtuigen is dit stap 4 en voor de binnenkomende vliegtuigen is dit stap 5. Een landingsbaan kan maar door één vliegtuig bezet worden. Op het strippenbord mag er ook slechts één strip op de 'runway-stap' staan. Op deze manier wordt de luchtverkeersleider er ook fysiek op het strippenbord van weerhouden om twee vliegtuigen tegelijkertijd naar de landingsbaan te coördineren. Andere conflicten, die bijvoorbeeld in het luchtruim plaatsvinden, zijn stukken complexer van aard en zullen nu ook niet uitgelegd worden.

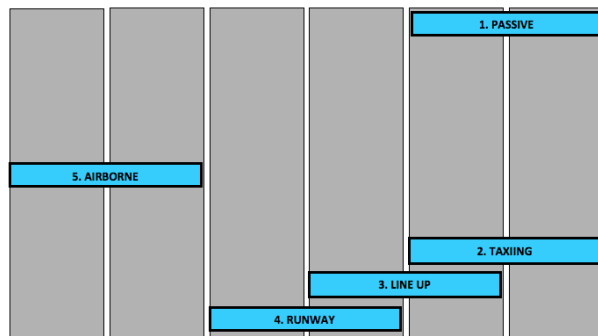
Radiocontact van piloot: "KLM1338 passing SUDSY, passing FL100"
 Actie luchtverkeersleider: Write down ATO SUDSY, level and cross level passing.

Radiocontact van luchtverkeersleider: "KLM1338 roger, contact FENIX radar frequency 123.850"
 Radiocontact van piloot: "123.850, KLM1338"
 Actie luchtverkeersleider: Cross call sign and discard strip.

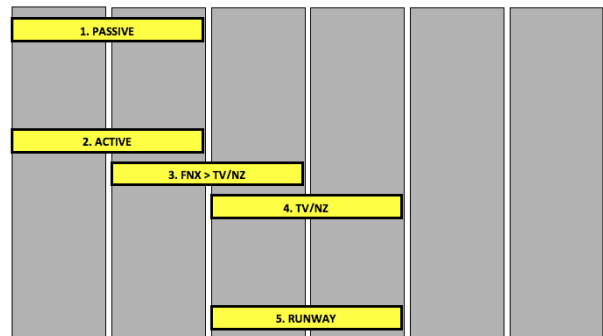
Afb. 9. Radiocontact en acties (uit handleiding)

A04A	FN	B735	KLM1338	N0480			SUDSY	240
0140✓				C37			1620	120
							37	100
1620 / 27	EHFN	G1	LOWW	24		37		7R
								6-

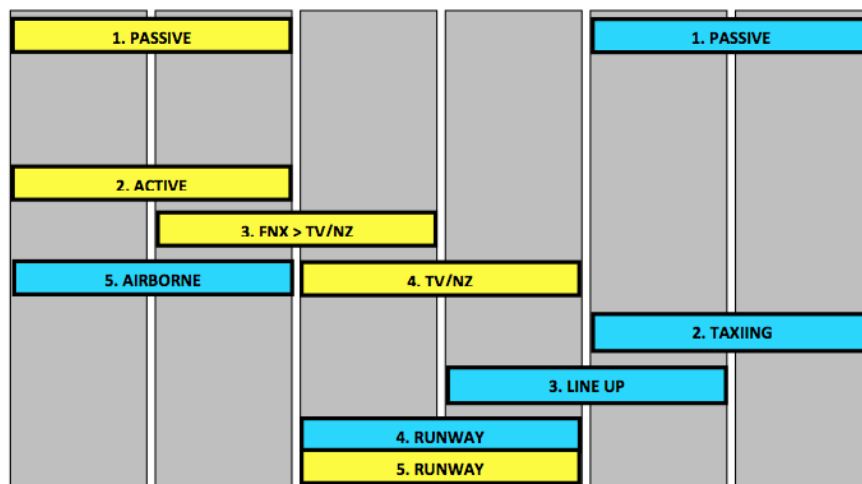
Afb. 10. Strip (uit handleiding)



Afb. 11. Strippenbord: outbound procedure (vertrekkend)



Afb. 12. Strippenbord: inbound procedure (binnenkomend)



Afb. 13. Strippenbord: complexe procedure (vertrek en aankomst)

Het strippenbord en de strippen moeten te allen tijde de actuele luchtverkeerssituatie representeren. De acties van een luchtverkeersleider volgen elkaar namelijk erg snel op. En daarbij is het onmogelijk om alle gecoördineerde vluchtplannen per vliegtuig te onthouden (op een drukke dag ligt het strippenbord vol). Het is daarom noodzakelijk dat alle nodige informatie direct overzichtelijk en accuraat gerepresenteerd wordt. Zo kunnen zij continu alert blijven op het voorkomen van conflicten in het luchtruim.

Een actueel, overzichtelijk en accuraat strippenbord biedt daarnaast de mogelijkheid om luchtverkeersleiders af te wisselen. Zo kan een nieuwe luchtverkeersleider het werk van een vorige direct overnemen. Alle nodige informatie bevindt zich op het strippenbord.

Al met al omschrijft de handleiding een theoretisch kader die voorwaardelijk is voor het kunnen coördineren van vertrekkend en binnenkomend luchtverkeer op het strippenbord. Voor de uitvoering van deze complexe taak moeten deze verschillende soorten typen kennis geïntegreerd worden. Dit komt aan bod in de volgende paragraaf.

2.1.2 Integratie van de voorwaardelijke typen kennis

In de klassikale PowerPointpresentatie wordt de nodige situationele -, conceptuele -, procedurele en strategische kennis geïntegreerd om de strippenbordprocedure uit te kunnen voeren.

Voor het veilig en effectief afhandelen van binnenkomende en vertrekkende vliegtuigen op een luchtverkeershaven (situationele kennis), moeten de luchtverkeersleiders in opleiding bekend zijn met de standaard feiten en regels (conceptuele kennis) en de methodes om dit luchtverkeer te coördineren aan de hand van radiocontact en strippen (procedurele kennis).

De verschillende typen kennis zijn los van elkaar en voorafgaand aan de instructie van de strippenbordprocedure geïnstrueerd en getoetst. Ook zijn er al wat 'kleinere integraties' geïnstrueerd. Zo zijn de trainees al bekend met het integreren van de concepten, het radiocontact en de stripnotaties. Ook hebben zij al met een vereenvoudigde versie van het strippenbord gewerkt. Deze kennis behoort daarmee tot de voorkennis van de trainees voor de te ontwikkelen video instructie. Ondanks deze voorkennis blijft het een uitdaging voor de trainees om het radiocontact en het schrijven en schuiven van de strippen tegelijkertijd uit te voeren met het strategisch oplossen van de luchtverkeerssituatie.

Enkel het integreren van deze voorkennis van de vereenvoudigde versie met de nieuwe strategische kennis van het uitgebreide strippenbord komt voor het eerst aan bod in de PowerPointpresentatie. In deze presentatie worden de acties voor de strippenbordprocedure stap voor stap doorgenomen. Zie afbeelding 14 voor een kort voorbeeld van het schuiven, schrijven en communiceren van stap 1 naar 2 bij de vertrekkende vliegtuigen.

-
1. Een piloot meldt zich bij vertrek aan bij de luchtverkeersleiding (radiocontact);
 2. Samen controleren zij de vooraf opgestelde gegevens (radiocontact en stripnotatie);
 3. Er wordt toestemming tot taxiën gegeven (radiocontact, stripnotatie, strip verschuiven op het strippenbord).
-

2.1.3 Juiste uitvoering van de taak

Nadat het theoretisch kader via de klassikale PowerPointpresentatie is geïnstrueerd, wordt de strippenbordprocedure klassikaal geoefend. Een trainer demonstreert eerst de strippenbordprocedure aan de hand van een aantal casussen. De trainees, die allen een strippenbord voor hen hebben liggen, schrijven en schuiven mee met de demonstratie.

Ze starten met eenvoudige casussen waarbij het aantal conflicten klein is en niet zo complex (bijvoorbeeld alleen een aantal vertrekkende of binnenkomende vliegtuigen). Vanuit daar werken ze naar steeds meer gecompliceerde casussen waarbij het aantal en soorten conflicten toeneemt (bijvoorbeeld veel vertrekkende en binnenkomende vliegtuigen).

Voornamelijk het tegelijk communiceren, schrijven, schuiven en probleemoplossend denken is een uitdaging voor de trainees. Hier wordt op getraind, maar aangezien het een selectietraining betreft, ondersteunen ze de trainee hier niet te veel in. Ze toetsen vooral hoe snel de trainee de stof integreert en de procedure in de vingers krijgt. Daarbij letten ze op: zelfstandig, veilig en effectief afhandelen van de luchtverkeerssituaties. Voor het effectief afhandelen van de casussen is het noodzakelijk dat de trainee zijn acties goed timet aan de hand van signaalwoorden in het radiocontact (als *'roger'*, *'flight level'* of *'passing'*). Op deze manier kan een luchtverkeersleider snel handelen. Daarnaast worden de trainees ook getoetst op de mate van creativiteit van de ingezette oplossing voor een luchtverkeerssituatie. Er zijn naast de standaardoplossingen namelijk snellere en meer effectieve methodes te bedenken. Hiervoor moet de trainee 'boven de stof' kunnen staan.

2.2 Contextomschrijving

De te instrueren taak is een onderdeel van de selectietraining voor luchtverkeersleiders. De selectietraining bestaat uit een aantal fases. In elke fase worden de trainees op een bepaald aspect getest. Zoals een persoonlijkheidsvragenlijst, interview, assessment en beoordeling.

De strippenbordprocedure is een onderdeel van de *AAPRO (Approach – Area PROcedural control)* en valt binnen een latere selectiefase van de selectietraining. De trainee wordt hier getoetst op het zelfstandig, veilig en effectief (en creatief) coördineren van luchtverkeerssituaties met behulp van het strippenbord. Dit zijn de selectiecriteria.

Gedurende de selectietraining worden de trainees getest op hun capaciteiten. Het is daarvoor belangrijk dat zij gedurende de training uitgedaagd worden en niet te veel ondersteuning krijgen. Op een aantal momenten in de training moet de trainee een bepaald niveau aantonen om naar de volgende selectiefase door te kunnen gaan.

2.3 Doelgroepomschrijving

De selectie eisen voor de opleiding voor luchtverkeersleider zijn: maximaal 26 jaar, een goed gezichtsvermogen, minimaal VWO of een HBO propedeuse afgerond (met een voldoende voor wiskunde of statistiek), het beheersen van de Nederlandse en Engelse taal, een multitasker, een goed ruimtelijk inzicht en creatief en planmatig zijn. Wat betreft affectieve vaardigheden gelden de eisen: flexibel, stressbestendig, besluitvaardig (tempo), gemotiveerd en een teamspeler zijn.

2.4 Probleemomschrijving

Het ervaren probleem is aan de hand van een interview met een domein-expert (ook een trainer) en een vragenlijst voor oud-trainees in kaart gebracht.

Ondanks klassikale instructies en oefeningen lukte het veel trainees van Luchtverkeersleiding Nederland niet om de complexe taak van de afhandeling van in- en uitvliegend luchtverkeer succesvol uit te voeren op het strippenbord. Volgens de trainer ligt de oorzaak van het probleem bij een onvolledige integratie van de voorkennis. Tijdens de oefeningen op het strippenbord zijn de trainees nog actief bezig met het integreren van de verschillende typen kennis. Pas wanneer het communiceren, schrijven en schuiven (de voorkennis) als automatisch uitgevoerd kan worden, kan er voldoende aandacht worden besteden aan het veilig, effectief en creatief oplossen van de luchtverkeerssituaties op het strippenbord. Zeker wanneer de acties van de luchtverkeersleider zich snel opvolgen in complexe luchtverkeerssituaties is dit noodzakelijk. Net zoals bij het spelen van een spel is het belangrijk dat je de regels van het spel beheerst voordat je een effectieve strategie kunt bedenken.

Oud-trainees geven aan dat zij moeite ervaren bij deze integratie doordat zij het gevoel hebben de regels nog niet volledig te kennen, terwijl zij al direct effectieve strategieën moeten bedenken voor de voorgelegde oefeningen. Het tegelijkertijd moeten beheersen van de nieuwe procedurele en strategische kennis zorgt voor een cognitieve overbelasting.

Deze probleemomschrijvingen doen veronderstellen dat het probleem en daarmee de oplossing van instructionele aard is. Meer overzicht van de verschillende typen kennis zouden de trainees kunnen ondersteunen in het integreren van deze aspecten. De trainees geven daarbij aan dat zij meer zelfstandig zouden willen oefenen om het overzicht en de toepassing van de verschillende typen voorkennis (en specifiek de timing van de acties) beter onder de knie te kunnen krijgen.

Al moet er bij een selectietraining ook rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat de oorzaak van deze ervaren moeite op onvoldoende cognitieve en/of affectieve vaardigheden van de trainees duidt!

2.5 Behoeftanalyse

Het is belangrijk dat de trainees ondersteund worden in het integreren van de verschillende typen kennis middels een overzichtelijke demonstratie. Ook is het van belang dat de juiste uitvoering wordt ondersteund middels zelfstandige uit te voeren oefeningen en gestuurd wordt door feedback. Daarbij moet er, gezien de uitvoering binnen de selectietraining, ook sprake blijven van een uitdaging waarmee de selectiecriteria bij de trainees getoetst kunnen worden.

Ten slotte is het belangrijk dat een gebruiker positief geactiveerd wordt door de instructie (Van der Meij & Van der Meij, in progress). Een positief geactiveerde gebruiker zal zich uitgedaagd voelen om een taak volledig uit te voeren (Van der Meij, 2008). In paragraaf 3.1.3. wordt dit affectieve aspect verder toegelicht.

Onderstaande **leerdoelen** zijn opgesteld:

- De standaard outbound en inbound procedure op het strippenbord kennen;
- De voorwaardelijke kennis van de outbound en inbound procedure integreren in een prototypische casus;
- De complexe procedure met juiste weergave van conflicten op het strippenbord kennen;
- De voorwaardelijke kennis over de complexe procedure toepassen in een prototypische casus.

De **succescriteria** voor de ontwerpcasus:

- A. Een zelfstandig uit te voeren instructie;
- B. Een overzichtelijke integratie van radiocontact, stripnotatie en stripverschuivingen;
- C. Mogelijkheid tot oefening met de procedures;
- D. Een positief geactiveerde gebruiker.

2.6 Samenvatting

Kortom, de strippenbordprocedure is onderdeel van een complex probleemoplossende taak waarbij verschillende typen kennis geïntegreerd moeten worden. De trainees ervaren moeite bij deze integratie, die noodzakelijk is wanneer verschillende soorten acties in gecompliceerde luchtverkeerssituaties elkaar snel opvolgen. Hierdoor voldoen veel trainees niet aan de voorwaardelijke selectie eisen. De trainers en trainees hebben behoefte aan een zelfstandig uit te voeren instructie met aandacht voor overzicht en oefening.

3. INSTRUCTIE ANALYSE

In de instructie analyse wordt de basis opgezet voor een instructief ontwerpkader. Binnen deze fase worden de instructieve aspecten van een ontwerp bepaald. Kernvragen die bij de instructie analyse beantwoordt moeten worden, zijn:

1. Welk instructie-medium moet ingezet worden? (*Delivery Strategy*: Smith & Ragan, 2005)
2. Hoe moet de instructie opgezet worden wat betreft inhoud, presentatie en volgorde? (*Organizational Strategy*: Smith & Ragan, 2005)

In de volgende paragrafen staan de resultaten van de instructie analyse voor de ontwerpcasus van Luchtverkeersleiding Nederland. In paragraaf 3.1 komt de onderbouwing voor het gekozen medium aan bod (kernvraag 1). Het medium is voorafgaand aan het opstellen van het instructief ontwerpkader bepaald. Op deze manier kon gericht gezocht worden naar effectieve karakteristieken voor de instructie-opzet binnen dat medium.

In paragraaf 3.2 is de analyse naar de instructie-opzet beschreven vanuit het IVA-model (kernvraag 2). Dit model is opgesteld ter aanvulling op het standaard ontwerpproces. De opzet van het model, de aanvulling op het ontwerpproces en de resultaten voor de ontwerpcasus komen in deze paragraaf aan bod.

Ten slotte is in paragraaf 3.3 kort samengevat wat deze instructie analyse heeft opgeleverd.

3.1 Instructie medium

Vanuit de opgestelde succescriteria uit de probleemanalyse kan in kaart worden gebracht welk format de gewenste situatie het beste ondersteund (*Delivery Strategy*: Smith & Ragan, 2005). Vragen die daarvoor beantwoordt moeten worden, zijn:

- i. Welk format zorgt voor congruentie tussen het medium en de te instrueren informatie? (Tverksy, Morrison & Betrancourt, 2002)
- ii. Welk format zorgt voor een gemakkelijk en accuraat waar te nemen representatie? (Tverksy, Morrison & Betrancourt, 2002)
- iii. Welk format ondersteunt de gewenste prestatie en affect bij de gebruiker? (Van der Meij & Van der Meij, in progress)

Er is een onderscheid tussen een medium en het format. Het medium is de informatiedrager, het middel. Een aantal soorten media zijn: radio, papier of video. Het format is de manier waarop het medium wordt vormgegeven. Voor het medium video zijn verschillende soorten formats te bedenken. Zowel wat betreft vorm als presentatie. Voorbeelden wat betreft vorm: een werkelijke demonstratie met acteurs of een animatie. Voorbeelden wat betreft presentatie: televisie, computer, tablet of telefoon.

Luchtverkeersleiding Nederland gaf aan een voorkeur te hebben voor het medium video via een computer (presentatie format). Een instructieve video zou volgens hen goed aansluiten op de overige instructies binnen de selectietraining, omdat er meerdere instructies via een leerplatform op een computer worden gegeven. De vorm van het format stond open. Een geschikte vorm is in de instructie analyse onderzocht.

Het medium is voor deze ontwerpcaus dus voorafgaand aan de instructie analyse bepaald. Met behulp van bovenstaande vragen is geanalyseerd in hoeverre dit medium en format geschikt bleek voor de te instrueren taak, ook gezien de opgestelde succescriteria.

De resultaten van deze analyse staan in de volgende paragrafen. In paragraaf 3.1.1 is aangegeven in hoeverre het gekozen medium congrueert met de te instrueren informatie (vraag 1). In paragraaf 3.1.2 staat middels welk format de te instrueren informatie gemakkelijk is waar te nemen en accuraat gerepresenteerd kan worden (vraag 2). In paragraaf 3.1.3 staan de mogelijkheden om de prestatie en het affect te ondersteunen (vraag 3).

3.1.1 Congruentie medium en de te instrueren informatie

De *conceptual congruence hypothesis* veronderstelt dat de mate van congruentie tussen het medium en de gegeven informatie de mate van effectiviteit bepaalt (Tverksy, Morrison, Betrancourt, 2002). Het is dus van belang dat de over te dragen informatie aansluit op het medium en het format.

De strippenbordprocedure betreft een complexe en dynamische taak. Zo moeten luchtverkeersleiders vele soorten kennis toepassen en integreren en volgen verschillende soorten handelingen elkaar snel op. Het medium video lijkt geschikt voor het instrueren van complexe en dynamische taken. Video biedt namelijk de mogelijkheid om gedetailleerde informatie overzichtelijk weer te kunnen geven (Ainsworth & VanLabeke, 2004). Video biedt de kans om de integratie van complexe kennis van de strippenbordprocedure overzichtelijk uit te kunnen leggen. Daarbij kan de gebruiker, wanneer mogelijk, zelf het tempo van de instructie bepalen. Ten slotte biedt een video ook de mogelijkheid om casuïstieke oefeningen aan te bieden (succescriteria C, zie paragraaf 2.5) die de gebruiker zelfstandig kan doorlopen (succescriteria A).

Aangezien de verschillende handelingen binnen de strippenbordprocedure elkaar snel opvolgen, is er gekozen om de instructieve video middels een animatie (vorm format) weer te geven. De strippenbordprocedure bestaat uit een schematisch stappenplan. Om dit schema helder weer te kunnen geven en te kunnen demonstreren, zou een werkelijke opname met acteurs voor te veel ruis kunnen zorgen. Denk aan een arm over het strippenbord wanneer er een strip wordt verschoven of de kleine onleesbare gedetailleerde informatie op de strippen. Een animatie biedt de kans om het strippenbord zonder onnodige afleiding uit te leggen en gedetailleerde informatie duidelijk weer te geven (succescriteria B).

Een video animatie is gezien deze punten een geschikt medium en format voor het instrueren van de strippenbordprocedure.

3.1.2. Gemakkelijk waar te nemen en accurate representatie

Het *Apprehension principle* veronderstelt dat representaties gemakkelijk en accuraat waargenomen moeten kunnen worden (Tverksy, Morrison, Betrancourt, 2002). De grote valkuil bij de inzet van multimedia voor instructies is de overdaad aan mogelijke interacties en soorten informatie. Om de overdracht van complexe en dynamische informatie gemakkelijk en accuraat te representeren is het van belang dat de informatie op een rustige en overzichtelijke manier aangeboden wordt.

De complexiteit van de strippenbordprocedure zit vooral in de integratie van de verschillende typen kennis en acties die elkaar snel opvolgen. Juist om die reden is het belangrijk dat de taak accuraat gerepresenteerd wordt en makkelijk is waar te nemen.

Er zijn drie verschillende aspecten die de video instructie moet representeren: het radiocontact, een strippenbord en de strippen met gegevens. Daarbij zijn er drie verschillende acties van een luchtverkeersleider die de video instructie moet representeren: communiceren (radiocontact), schuiven van de strippen (stripverschuivingen) en het schrijven op de strippen (stripnotaties).

Tijdens het ontwerp van de animatie kan er constant getoetst worden op juistheid wat betreft vorm, timing en transformaties van de verschillende soorten aspecten en handelingen (Ainsworth & Labeke, 2004). Denk hierbij aan de juiste gegevens op de strippen, het juiste moment van schuiven en schrijven gezien het radiocontact en de juiste notatie en verschuiving van de strippen. Daarnaast kunnen video's te allen tijde gepauzeerd en herhaald worden door de gebruiker, zodat de representatie gemakkelijk en op eigen tempo waargenomen kan worden (succescriteria B).

Een video animatie is gezien deze punten een geschikt medium en format voor het instrueren van de strippenbordprocedure.

3.1.3 Ondersteunen van prestatie en affect

Prestatie. Het is voor de selectietraining van belang dat de trainees op een juiste manier geïnstrueerd worden. Zij moeten voldoende ondersteund worden, maar er moet ook voldoende ruimte blijven om de capaciteiten van de trainees te kunnen toetsen. Een bepaalde mate van uitdaging in de instructie is hiervoor noodzakelijk. De luchtverkeerssituaties moeten zij uiteindelijk zelfstandig (succescriteria A), veilig en effectief kunnen oplossen (de selectie eisen).

Naast deze selectie eisen moet de instructieve video de leerdoelen ondersteunen (zie paragraaf 2.5). Om aan deze leerdoelen te kunnen voldoen is het belangrijk dat de gebruiker de kans krijgt om met de strippenbordprocedure te oefenen (succescriteria C). Zowel voor de vertrekkende en binnenkomende vliegtuigen apart als de complexe luchtverkeerssituaties (vertrekkende en binnenkomende vliegtuigen).

Van der Meij (in progress) omschrijft een aantal redenen waarom video instructies wat betreft affect en prestatie effectief kunnen zijn. Wat betreft prestatie omschrijft hij drie argumenten: video's kunnen de taak accuraat representeren, overzichtelijk representeren en ten slotte kan de video een *advance organizer* vormen. De opzet van de instructie, als *advance organizer*, komt dan duidelijk naar voren in de vormgeving, door bijvoorbeeld de inzet van een menu. Hierdoor kan de gebruiker zowel de instructie als het instructieproces overzien.

Zowel de selectie eisen als de leerdoelen kunnen voldoende ondersteund worden met behulp van een video animatie.

Affect. Wat betreft affect (succescriteria D) omschrijft Van der Meij (in progress) de volgende drie argumenten voor het gebruik van video instructies: video is een aantrekkelijk medium, kan een authentieke situatie representeren en heeft een *underwhelming* effect. Dit effect veronderstelt dat video instructies eenvoudig een 'illusie van begrip' kunnen oproepen bij de gebruiker. Deze drie punten kunnen de gebruiker positief activeren waardoor zij zich uitgedaagd voelen om de strippenbordprocedure volledig te beheersen (Van der Meij, 2008).

Een video animatie is gezien deze punten ook een geschikt medium voor het instrueren van de strippenbordprocedure.

3.2 Instructie opzet: Het IVA-model

Om de inhoud, presentatie en volgorde van de video animatie te bepalen moeten effectieve leerstrategieën worden vormgegeven die het leerproces ondersteunen (*Organizational Strategy*:

Smith & Ragan, 2005). Er zijn veel studies te vinden over de leerprocessen die ondersteund kunnen worden door visuele instructies (Mayer, 2001; Morrison & Tversky, 2001; Smith & Ragan, 2005). Maar over de specifieke vormgeving van de leerstrategieën voor visuele instructies is minder bekend. Het is daarmee nog onduidelijk aan welke ontwerpvoorwaarden visuele instructies moeten voldoen om effectief te zijn (Palmiter & Elkerton, 1991; Payne, Chesworth & Hill, 1992; Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002; Gerjets & Kirschner, 2009). Hierdoor blijven er veel onbeantwoorde ontwerp vragen voor visuele instructies liggen (Large, 1996). Met name omdat er nog te veel onderzoeksvragen over het effect van multimedia onbeantwoord blijven (Ploetzner & Lowe, 2012; Moore, Burton, Myers, 1996).

Door het ontbreken van een duidelijk ontwerp kader kunnen ontwikkelaars de grote behoefte naar professionele visuele instructies niet bijhouden (Agrawala, Li & Bethouzoz, 2011). Hierdoor worden visuele instructies ontworpen zonder dat de aanpak of inhoud wetenschappelijk is onderbouwd (De Freitas & Oliver, 2006). Om toch aan deze behoefte te kunnen voldoen voelen gebruikers zich geroepen om zelf instructieve video's te ontwikkelen en te delen op bijvoorbeeld YouTube (Jones & Cuthrell, 2011). Een andere reactie op dit tekort is de ontwikkeling van systemen waarmee visuele instructies automatisch gegenereerd kunnen worden, zodat aan deze grote behoefte snel kan worden voldaan (Grabler, Agrawala, Li, Dontcheva & Igarashi, 2009).

Een effectieve methode om deze ontwerpbesluiten alsnog te kunnen maken is middels het gebruik van ontwerprichtlijnen (Agrawala, Phan, Heiser, Haymaker, Klingner, Hanrahan & Tversky, 2003). Ontwerprichtlijnen zijn een vorm van impliciete kennis die ontwerpers ontdekken vanuit hun praktijkervaring (Agrawala et al., 2011). Bijvoorbeeld: *“Richt de aandacht van de gebruiker door gebruik te maken van contrast in kleur en scherpte”*. Door ontwerprichtlijnen op te stellen vanuit deze praktijkervaring ontstaat er een directe, effectieve vertaalmethode vanuit theorie naar de praktijk (vormgeving) van de casus (Agrawala et al., 2011).

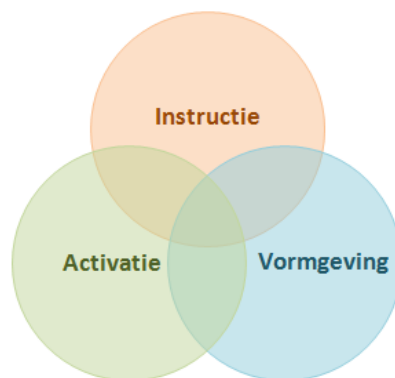
Ontwerprichtlijnen moeten aan drie voorwaarden voldoen:

- Ze moeten stijlonafhankelijk worden geformuleerd voor een algemene toepasbaarheid;
- Ze moeten expliciet worden geformuleerd zodat de toepassingsvorm helder is;
- Ten slotte moet het onderliggend psychologische en cognitieve argument naar voren komen (Agrawala et al, 2011). Waarom is een bepaalde ontwerprichtlijn effectief of noodzakelijk? Dit kan zowel een theorie-gerelateerde of intuïtieve onderbouwing zijn. Op deze manier is het nut en daarmee de toepassingsvorm nog duidelijker.

Om het ontwerpproces te ondersteunen in het maken van ontwerpbesluiten is er ter aanvulling het IVA-model opgezet. Het IVA-model omschrijft een gerichte en gestructureerde aanpak voor het opstellen van ontwerprichtlijnen voor visuele instructies. Op deze manier kan er relatief snel een domein-specifiek ontwerp kader opgezet worden, omdat het vinden en opstellen van ontwerprichtlijnen anders erg onoverzichtelijk is en veel tijd kan kosten. Hierdoor kunnen er snel gerichte ontwerpbesluiten genomen worden.

Het IVA-model bestaat uit drie dimensies: *Instructie, Vormgeving en Activatie* (zie afbeelding 15). Binnen de dimensie *Instructie* worden ontwerprichtlijnen geformuleerd over de inhoud en volgorde van de instructie-opzet (Smith & Ragan, 2005). Binnen de dimensie *Vormgeving* worden ontwerprichtlijnen geformuleerd voor de presentatie van de instructie opzet (Smith & Ragan, 2005). Binnen de dimensie *Activatie* worden ontwerprichtlijnen geformuleerd waarmee de gebruiker

positief geactiveerd kan worden. Een instructie komt het best tot zijn recht wanneer de gebruiker een actieve rol krijgt toegewezen binnen een instructie (Van der Meij & Carroll, 1995).



Afb. 15. Het IVA-model

Binnen deze drie brede dimensies bleken binnen dit onderzoek de geformuleerde ontwerprichtlijnen het beste te passen. De dimensie *Activatie* is daarbij losgekoppeld van de dimensies *Instructie* en *Vormgeving* (activerende ontwerprichtlijnen komen namelijk tot uiting binnen de inhoud en de vormgeving van de constructie), om het belang van dit aspect te benadrukken. Het positief activeren van de gebruiker is net zo van belang als een complete, accurate en heldere inhoud en vormgeving.

Het is mogelijk dat een ontwerprichtlijn binnen meerdere dimensies past (vandaar ook de overlap in het model in afbeelding 15). Zo past de volgende ontwerprichtlijn zowel bij de dimensie *Instructie* als *Activatie*: *“Geef bij elk(e) onderdeel/stap aan wat de (re)acties van de gebruiker/systeem/materiaal is”*. De richtlijn bepaalt de instructie, maar is met name belangrijk voor het activeren van de gebruiker. Het maakt niet zozeer uit onder welke dimensie de ontwerprichtlijn wordt geplaatst, maar of er voor alle nodige ontwerp aspecten en - vragen een ontwerprichtlijn is gevonden.

Voor een omvangrijk maar gericht ontwerp kader is het belangrijk om de exploratie naar ontwerprichtlijnen op de volgende niveaus plaats te laten vinden: instructie-breed, domein-generiek en domein-specifiek (zie afbeelding 16). Door deze ‘verdiepingslagen’ ontstaat er een gericht ontwerp kader met domein-specifieke ontwerprichtlijnen. Met instructie-breed worden de ontwerprichtlijnen bedoeld die voor elk soort instructie-medium en leerstof geldt. Domein-generieke ontwerprichtlijnen betreffen richtlijnen vanuit een gelijksoortige taak en gelijksoortig medium als de ontwerpcasus. Domein-specifieke ontwerprichtlijnen kunnen vanuit elk soort medium worden geanalyseerd, maar daarbij moet de soort kennis overeenkomen met de leerstof. Het is mogelijk dat een instructie-brede theorie, over de vormgeving van visuele instructies, niet toepasbaar is voor een bepaalde domein-specifieke taak.

	Instructie	Vormgeving	Activatie	Gevonden bij:
Instructie-breed	Algemene instructieve voorwaarden	Algemene voorwaarden visuele instructies	Algemene activerende instructieve voorwaarden	→ Voorbeeldstudie Literatuurstudie
Domein-generiek	Instructieve voorwaarden voor gelijksoortige leerstof	Visuele instructieve voorwaarden voor gelijksoortige leerstof	Activerende instructieve voorwaarden voor gelijksoortige leerstof	→ Voorbeeldstudie Literatuurstudie Eindgebruiker Domein-expert
Domein-specifiek	Instructieve voorwaarden voor de leerstof	Visuele instructieve voorwaarden voor de leerstof	Activerende instructieve voorwaarden voor de leerstof	→ Taakanalyse Eindgebruiker Domein-expert

Afb. 16. Ontwerpkader vanuit de verdieplingslagen per dimensie van het IVA-model

Er kunnen vele theorieën, modellen en voorbeelden geraadpleegd worden om de ontwerprichtlijnen van een visuele instructie op te zetten. Het is daarom binnen elke dimensie van belang om een duidelijke grens te stellen aan de mate van verdieping. Hier biedt de *satisficing besluitvormingsstrategie* (van *satisfy* en *suffice*) van Simon (1956) een uitkomst. Bij deze strategie wordt er gestreefd naar een voldoende hoeveelheid informatie (of threshold) om een besluit mee te kunnen maken. In tegenstelling tot het zoeken naar het meest optimale besluit waarvoor eerst alle informatie bekend moet zijn.

De focus van de verkenning ligt dus niet op het vinden van de meest optimale richtlijnen, maar op een optimale hoeveelheid informatie waarmee alle ontwerpbeslissingen gemaakt kunnen worden. De opgestelde vragen per dimensie helpen bij het herkennen van deze threshold (zie alinea 3.2.1, 3.2.2 en 3.2.3), maar ook het begrenzen van de duur van de exploratie kan hierbij helpen. Zo kan bijvoorbeeld besloten worden om maximaal twee dagen naar relevante voorbeelden in de praktijk te zoeken (denk aan televisie, YouTube, films, documentaires, games, etc.).

In de volgende alinea's zijn de drie dimensies van het IVA-model eerst toegelicht en is vervolgens de exploratie naar de ontwerprichtlijnen voor de ontwerpcasus van Luchtverkeersleiding Nederland beschreven. Hiervoor is een uitgebreide literatuur- en voorbeeldstudie uitgevoerd, waarbij met name instructie-brede en domein-generieke ontwerprichtlijnen gevonden zijn. In de volgende pre-prototype fase (hoofdstuk 4) worden deze resultaten aangevuld met de resultaten uit een gebruikersonderzoek, waardoor er meer gerichte domein-specifieke ontwerprichtlijnen opgesteld konden worden.

In de voorbeeldstudie zijn algemeen overeenkomende positieve patronen en technieken uit de beste visualisaties in de praktijk geïdentificeerd. Deze voorbeeldstudie is noodzakelijk, omdat er vanuit de literatuur nog onvoldoende beantwoord kan worden over de domein-generieke en -specifieke ontwerp vragen. Succesvolle richtlijnen uit praktijkvoorbeelden helpen hierbij. Deze aspecten zijn in bijlage A als ontwerprichtlijnen geformuleerd per verdieplingslaag en dimensie van het IVA-model.

In bijlage D staat een overzicht van alle opgestelde ontwerprichtlijnen per studie (literatuurstudie, voorbeeldstudie en gebruikersonderzoek). Per studie is ook onderscheid gemaakt tussen de verdieplingslagen en de dimensies van het IVA-model.

3.2.1 Instructie

Ontwerprichtlijnen binnen deze dimensie omschrijven de beste opzet van de te instrueren informatie. Vragen die daarbij beantwoordt moeten worden, zijn:

- i. Uit welke onderdelen bestaat de leerstof? (Smith & Ragan, 2005)
- ii. In welke volgorde moeten deze onderdelen geïnstrueerd worden? (Smith & Ragan, 2005)
- iii. Welke leerstrategieën moeten worden toegepast? (Smith & Ragan, 2005)
- iv. Wanneer wordt de instructie begrijpelijk en adequaat gerepresenteerd? (Bethke, Dean, Kaiser, Ort & Pessin, 1981)

De soort kennis die geïnstrueerd moet worden bepaalt de opzet en vorm van de visuele instructie (Williams, McCarthy, Gärdenfors, Stanton & Karol, 2009). Het is zeker voor de tweede dimensie *Vormgeving* van belang dat de taak en daarmee de vorm van representeren duidelijk is omschreven, zodat er een vormgeving gekozen kan worden die zo goed mogelijk aansluit op het leermateriaal (Tverksy, Morrison & Betrancourt, 2002).

i. Uit welke onderdelen bestaat de leerstof?

De algemene opzet van instructies bestaat uit: een introductie, de *body*, een conclusie en een beoordeling (Smith & Ragan, 2005). De *body* bevat bij procedurele instructies informatie over statussen en acties (Van der Meij & Gellevij, 2004), namelijk: de gewenste -, voorwaardelijke -, tussen - en ongewenste statussen en de acties van de gebruiker, het systeem en externe bronnen.

Aanvullend op deze onderdelen geven Plaisaint & Shneiderman (2005) aan dat voor *recorded demonstrations* (demonstraties vanuit en over een interface) procedurele of instructionele informatie in plaats van conceptuele informatie gegeven moet worden.

De resultaten uit de voorbeeldstudie sluiten hier op aan en bleken voor demonstraties vooral gebruik te maken van casuïstieke voorbeelden.

Voor de ontwerpcasus van Luchtverkeersleiding Nederland zullen de volgende onderdelen geïnstrueerde moeten worden:

- | | |
|----------------------------------|---|
| ▪ Gewenste status: | Een juiste en zelfstandige uitvoering van de inbound -, outbound - en complexe procedure; |
| ▪ Voorwaardelijke status: | De nodige voorkennis aangeven over het radiocontactprotocol, de strippen, de luchtruimstructuur en de separatie-minima; |
| ▪ Tussen statussen: | De acties per vliegtuig; |
| ▪ Ongewenste statussen: | Een onjuiste uitvoering van de strippenbordprocedure, Verkeerde plaatsing of timing op het strippenbord;
<i>De gebruiker wordt alleen getoetst op het juiste gebruik van het strippenbord, zoals het plaatsen van strippen en de timing van het schuiven. De gebruiker wordt (nog) niet getoetst op een veilige en effectieve afhandeling.</i> |
| ▪ Acties van de gebruiker: | Het getimed plaatsen en schuiven van de strippen op het strippenbord, schrijven op de strippen en het radiocontact; |
| ▪ Acties van het systeem: | Geen, behalve de werking van de video instructie zelf; |
| ▪ Acties van externe bronnen: | Radiocontact vanuit piloten of radarverkeersleiding; |
| ▪ Casuïstiek voor demonstraties: | Verkeerssituaties met vertrekkend en binnenkomend vliegverkeer. |

ii. In welke volgorde moeten deze onderdelen geïnstrueerd worden?

Uit een studie (Agrawala et al, 2003) bleek dat procedurele onderdelen en uitvoeringen hiërarchisch geordend moeten worden op overeenkomstigheid en dat deze stap voor stap weergegeven moeten worden, waarbij gelijke stappen simultaan gerepresenteerd kunnen worden.

De resultaten van de voorbeeldstudie sluiten hier op aan: stap voor stap en chronologisch demonstreren.

Voor de ontwerpcastus van Luchtverkeersleiding Nederland ziet de volgorde volgens deze resultaten er als volgt uit:

1. Outbound procedure;
2. Inbound procedure;
3. Complexe procedure.

Per onderdeel worden eerst de stappen worden doorgenomen, vervolgens gedemonstreerd aan de hand van een casus en ten slotte een oefening.

iii. Welke leerstrategieën moeten worden toegepast?

Een aantal studies geven aan dat de gebruiker geactiveerd moet worden. Van der Meij & Carroll (1995) omschrijven drie principes voor een actiegerichte instructie: biedt een directe mogelijkheid voor actie, ondersteun en moedig exploratie en innovatie aan en respecteer de integriteit van de handelingen van de gebruiker. Van der Meij & Gellevij (2004) geven aan dat er een balans moet zijn tussen ontdekken en geïnstrueerde worden. Smith & Ragan (2005) geven aan dat niet alleen het geven van informatie, maar ook het oefenen met die informatie noodzakelijk is om een procedure te beheersen.

Smith & Ragan (2005) omschrijven ook een opzet die de leerstrategie ondersteund, zie afbeelding 17.

Introductie	1.	Aandacht richten
	2.	Doel omschrijven
	3.	Motiveren
	4.	Overzicht bieden
Body	5.	Terughalen van voorkennis
	6.	Informatie en voorbeelden geven
	7.	Juiste en foute voorbeelden demonstreren
	8.	Sturen van aandacht
	9.	Ondersteunen van leerstrategie
	10.	Biedt en ondersteun oefening
	11.	Geef feedback op oefeningen
Afsluiting	12.	Vat samen
	13.	Ondersteun transfer
	14.	Remotiveer

Afb. 17. Opzet voor instructies (Smith & Ragan, 2005).

Voor de ontwerpcastus van Luchtverkeersleiding Nederland betekent dit dat de gebruiker de kans moet krijgen om de strippenbordprocedure actief onder de vingers te krijgen. Deze actieve werkhouding kan ondersteund worden door met name gebruik te maken van oefeningen en

feedback. Een gebruiker kan dan 'met vallen en opstaan' ontdekken wat de juiste manier van uitvoering is.

iv. Wanneer wordt de instructie begrijpelijk en adequaat gerepresenteerd?

In de literatuur zijn meerdere richtlijnen gevonden die de representatie ondersteunen. Zoals: wees kort en bondig (Van der Meij & Carroll, 1995) en geef duidelijke en concrete voorbeelden (Bethke, Dean, Kaiser, Ort & Pessin, 1981). Wat betreft multimediale representaties zijn er meer gerichte ontwerprichtlijnen zoals de multimedia principes van Mayer (Mayer & Moreno, 2003. Zie bijlage D).

Uit de voorbeeldstudie bleek vooral de timing en vorm voor het richten van aandacht van belang. De vorm komt aan bod in paragraaf 3.2.2.. De timing van de acties heeft vooral te maken met het demonstreren van een accurate uitvoering. Een andere methodiek die uit deze voorbeeldstudie kwam, was instrueren vanuit bekende vergelijkbare procedures. Zo werd bijvoorbeeld de tomtom als metafoor gebruikt voor de taak van de luchtverkeersleider.

De strippenbordprocedure van Luchtverkeersleiding Nederland moet vanuit korte, concrete, duidelijke en overzichtelijke casussen gedemonstreerd worden. Dit betekent een representatie zonder onnodige informatie (*coherence effect*, Mayer & Moreno, 2003).

3.2.2 Vormgeving

Ontwerprichtlijnen binnen deze dimensie omschrijven een duidelijke vertaalslag van informatie naar vormgeving. Vragen die daarbij beantwoord moeten worden, zijn:

- i. Op welke manier kan de eerder opgestelde basis-opzet vormgegeven worden? (Ainsworth, 2006)
- ii. Op welke manier wordt de aandacht van de gebruiker gericht op de relevante informatie? (Lowe, 1999)

Elk medium en format biedt, afhankelijk van haar variabelen en tools, eigen mogelijkheden en beperkingen. Dit geldt voor demonstraties met acteurs, animaties (Large, 1996), simulaties (Lee, 1999), games (Gee, 2005) en video instructies, bijvoorbeeld in de vorm van een *recorded demonstration* (Plaisaint & Schneiderman, 2005). Daarnaast kunnen met de ontwerpprogramma's voor visuele instructies ook vele soorten variabelen en opties ingezet worden. Zo biedt elk ontwerpprogramma andere interactie mogelijkheden aan voor animaties.

Door de vele mogelijkheden zijn visuele instructies een interessant middel voor vele soorten leerbehoeftes (Mayer, 2001), een aantrekkelijk middel om gebruikers te motiveren (Berk, 2009; Jones & Cuthrell, 2011), maar bovenal een middel met veel ontwerp vragen en valkuilen.

Het inzetten van multimedia en het gebruik van meerdere representaties in leeromgevingen betekent vele manieren om de interesse van de gebruiker te raken, maar betekent ook meer voorwaarden waaraan voldoen moeten worden om effectief ingezet te kunnen worden (Ainsworth, 1999). Deze *Multiple External Representation's* (of *MER's*) zullen overzichtelijk en accuraat vertaald moeten worden vanuit de leerstof, moeten aansluiten op de leeromgeving en moeten het cognitieve proces ondersteunen (Ainsworth, 1999). Nog specifiekier zullen er bij dynamische representaties, waarin de representatie verandert in tijd, besluiten genomen moeten worden over de vertaling naar

animatie, transformatie van en overgangen tussen verschillende soorten visuele en auditieve informatie (Ainsworth & Labeke, 2004). En niet alleen over de vertaling naar een representatie moet gedacht worden, maar ook over de esthetiek, het richten van aandacht en de mogelijkheden om te motiveren en verklaren moeten ontwerpbesluiten genomen worden (Weiss, Knowlton, Morrison, 2002).

In een visuele instructie kunnen visuele en verbale stimuli worden gerepresenteerd (Mayer & Anderson, 1991). Visuele instructies krijgen daarom te maken met de *dual-channel assumption* (Mayer & Moreno, 2003). Deze veronderstelt dat informatie via een auditief of visueel kanaal verwerkt wordt en dat deze kanalen gelijktijdig met gelijksoortige of verschillende informatie aangesproken kan worden. Het medium en format bepalen de visuele en auditieve opties en functies voor de instructie, maar wanneer spreek je welk kanaal aan (Ainsworth, 2006)? De aansluiting tussen vormgeving en instructie bepaalt de succesfactor van een visuele instructie (Tverksy, Morrison & Betrancourt, 2002). Een effectieve en snelle methode om al dit soort ontwerpbeslissingen te kunnen nemen, is het formuleren van ontwerprichtlijnen vanuit effectieve praktijkvoorbeelden (een voorbeeldstudie).

i. Op welke manier kan de eerder opgestelde basis-opzet vormgegeven worden?

Mayer's ontwerpprincipes voor multimedia bieden een basis voor de opzet van een visuele instructie (Mayer & Moreno, 2003). Zo kan een multimediale representatie het beste met auditieve in plaats van tekstuele instructies ondersteund worden. Dit *modality effect* principe veronderstelt dat wanneer instructies zowel het auditieve als het visuele kanaal aanspreken het werkgeheugen minder wordt belast en er meer ruimte ontstaat voor het leerproces.

Agrawala et al (2003) omschrijven een aantal ontwerprichtlijnen voor de presentatie van procedurele instructies. Zoals het gebruik van actiediagrammen en het zichtbaar maken van toe te voegen en relevante onderdelen. Meer specifiek zouden procedurele illustraties vanuit een *object-centered* of *body-centered* perspectief geïllustreerd moeten worden (Krull, D'Souza, Roy & Sharp, 2004) en moeten er woorden en zinnen direct aan visuele objecten gerelateerd worden (*Indexical hypothesis*, Glenberg & Robertson, 1999).

Gerichte domein-specifieke ontwerprichtlijnen ontbreken waardoor de vertaalslag van theorie naar praktijk lastig te overbruggen is en veel ontwerp vragen blijven liggen. Bij een tekort aan ondersteunde theorie, biedt het bestuderen van succesvolle praktijkvoorbeelden een oplossing. Voor de dimensie *Vormgeving* zijn veel ontwerprichtlijnen gevonden bij praktijkvoorbeelden (zie ook bijlage D). Een aantal belangrijke bevindingen zijn:

- Een nauwe aansluiting tussen beeld en audio;
- Gebruik van symbolen;
- Gebruik van schematische en grafische boven- en zij aanzichten.

Voor de vormgeving van de ontwerpcasus voor Luchtverkeersleiding Nederland betekent dit:

- Geen instructieve teksten in beeld, alleen voice-over;
- Het strippenbord en de procedure van een bovenaanzicht representeren;
- De procedure schematisch en met actiediagrammen demonstreren;

- Gebruiker maken van symbolen (voor makkelijk onderscheid tussen radiocontact van luchtverkeersleider, piloot en radarverkeersleiding);
- Audio nauw laten aansluiting op animatie (stripplaatsing, stripverschuiving, stripnotatie met radiocontact en instructies).

ii. Op welke manier wordt de aandacht van de gebruiker gericht op de relevante informatie?

De valkuil van een visueel ontwerp is de aandacht voor oppervlakkige in plaats van thematisch relevante informatie (Lowe, 1999; Rieber, 1991). Het sturen van aandacht naar de relevante informatie kan worden ondersteund door de instructie aan te laten sluiten op de voorkennis van de doelgroep (Lowe, 1999). Een aantal andere methodes kunnen uit de multimedia principes van Mayer worden gehaald (Mayer & Moreno, 2003): *spatial contiguity effect*, *temporal contiguity effect*, *redundancy effect* en het *signaling effect* (zie bijlage D voor toelichting).

Uit het onderzoek van Agrawala et al. (2003) blijkt dat gelijke stappen het beste simultaan geïnstrueerd kunnen worden en geordend kunnen worden op overeenkomstigheid. Samengenomen en gerelateerde aspecten worden *betekenisvolle eenheden* genoemd (Zacks, Tversky, Iyer, 2001). Door de instructie op te zetten vanuit betekenisvolle eenheden kunnen ontwerprichtlijnen worden opgesteld die aansluiten op de manier van denken bij de gebruiker in plaats van de ideale manier van denken voor de gebruiker (Chi, 1997).

In de voorbeeldstudie zijn veel methodes gevonden waarmee de aandacht van een gebruiker gericht kan worden:

- Maak gebruik van contrast:
 - Scherp vs. onscherp;
 - Licht vs. donker;
 - Kleurverschillen.
- Pas grafische aanduidingen toe als laag over de representatie:
 - Stippellijnen;
 - Pijlen;
 - Arceringen.
- Toon gedetailleerde informatie wanneer iets specifiek of gedetailleerd wordt verteld:
 - Aparte vergrote weergave;
 - Inzoomen.

Voor de vormgeving van de ontwerpcasus voor Luchtverkeersleiding Nederland worden deze technieken toegepast om de aandacht van de gebruiker te richten. Aan de betekenisvolle eenheden wordt in het gebruikersonderzoek in de pre-prototype fase meer aandacht besteedt (hoofdstuk 4).

3.2.3 Activatie

Ontwerprichtlijnen binnen deze dimensie omschrijven methodes om middels instructie en vormgeving de gebruiker te activeren. Vragen die daarbij beantwoord moeten worden, zijn:

- i. Welke mogelijkheid tot actie kan je de gebruiker bieden? (Van der Meij & Carroll, 1995)
- ii. Hoe kan je deze actieve houding ondersteunen? (Van der Meij & Carroll, 1995)
- iii. Hoe kan je een positieve werkhouding ondersteunen? (Van der Meij, 2008)

i. Welke mogelijkheid tot actie kan je de gebruiker bieden?

Dit kan door een interactieve leeromgeving op te zetten tussen de gebruiker, het systeem (de visuele instructie) en mogelijke externe bronnen (zoals het strippenbord met strippen). Het systeem kan de gebruiker activeren door te instrueren vanuit een actieve werkvorm (Smith & Ragan, 2005) en door het aanbieden van interactieve onderdelen (als *worked-out examples*: VanLehn, 1995) en interactieve aspecten (zoals naar eigen behoefte zelfstandig kunnen navigeren door het systeem). De instructieteksten moeten in een actieve vorm geschreven worden (Smith & Ragan, 2005), er moet een directe mogelijkheid voor actie zijn (Van der Meij & Carroll, 1995) en een omschrijving van acties en reacties moet gegeven worden (Van der Meij & Gellevij, 2004).

Maar een activatie is pas betekenisvol wanneer het cognitief leren en niet het gedragsmatige leren bij de gebruiker wordt geactiveerd (Mayer, 2001). Net zoals bij games moeten gebruikers uitgedaagd worden om hun *learning muscles* te oefenen (Gee, 2005). Voor een complexe cognitieve vaardigheid is het bijvoorbeeld noodzakelijk dat gebruikers actief hun problemen en oplossingen analyseren om een *cognitief schema* te kunnen ontwikkelen van die vaardigheid (Paas & Van Merriënboer, 1994). Deze vorm van zelfreflectie zou dan middels *scaffolding* of externe begeleiding (trainers) ondersteund moeten worden (Renkl, 1997).

Uit de voorbeeldstudie zijn meer specifieke richtlijnen opgezet voor mogelijkheden tot acties:

- Behandel elke stap rustig;
- Demonstreer elke interactie;
- Sta stil bij mogelijke conflicten;
- Demonstreer alleen de acties en het doel (strategie);
- Biedt voorbeeldprocedures waarmee geoefend kan worden.

Voor de ontwerp-casus van Luchtverkeersleiding Nederland betekent dit: activerende instructieteksten, kansen tot acties tijdens de uitleg, demonstratie en oefeningen.

ii. Hoe kan je deze actieve houding ondersteunen?

Een andere ontwerpvoorwaarde voor deze activatie is dat het ontwerp gebruiksvriendelijk is. De gebruiker moet het gevoel hebben in controle te zijn van het systeem (*segmentation effect*: Mayer & Moreno, 2003) door bijvoorbeeld een goed besturings- en navigatiesysteem (Plaisaint & Schneiderman, 2005), een duidelijk overzicht van de instructieve opzet (Bethke, Dean, Kaiser, Ort & Pessin, 1981) en een aansluiting op de manier van denken van de gebruiker (Chi, 1997). Gebruikers voelen zich *empowered* wanneer zij een tool naar eigen inzicht effectief kunnen inzetten (Gee, 2005). Daarvoor is het belangrijk dat er een balans is tussen ontdekken en geïnstrueerd worden (Van der Meij & Gellevij, 2004).

Uit de voorbeeldstudie zijn meer specifieke richtlijnen opgesteld voor mogelijkheden tot acties:

- Ondersteun herkenning van probleem en oplossing;
- Ondersteun complexe taken door bij een makkelijk niveau te beginnen;
- Zorg er voor dat de instructie gepauzeerd, herhaald en vervolgd kan worden;
- Toon onduidelijke details in een aparte vergrote weergave.

Voor de ontwerpcasus van Luchtverkeersleiding Nederland betekent dit dat de video instructie overzichtelijk is opgezet, aansluit op de strategische aanpak bij de strippenbordprocedure en gemakkelijk bestuurt en door genavigeerd kan worden.

iii. Hoe kan je een positieve werkhouding ondersteunen?

Een *positief* geactiveerde gebruiker voelt zich uitgedaagd om een taak volledig uit te voeren (Van der Meij, 2008). Dus niet alleen de gebruiksvriendelijkheid, maar ook de gebruikersvriendelijkheid verdient aandacht. Instructies zouden gericht moeten zijn op de originele motivatie van een gebruiker door hen hierin te ondersteunen (Van der Meij, 2008).

Zo zou de taak en de opgezette interactie als nuttig moeten worden ervaren en zou de gebruiker gemotiveerd moeten zijn en in een *workflow* terecht moeten komen (Van der Meij & Van der Meij, in progress). Deze *workflow* wordt als een game karakteristiek omschreven die voor meer motivatie, aandacht en retentie van de leerstof zorgt (Garris, Ahlers & Driskell, 2002). Voor het behoud van deze *workflow* kan bijvoorbeeld *just-in-time* (wanneer nuttig: Van der Meij, 2007) en *on demand* (wanneer nodig: Gee, 2005) feedback gegeven worden. Gebruikers moeten zo min mogelijk onderbroken worden in hun *workflow* om positief geactiveerd te blijven. Gebruikers zullen zich positief geactiveerd voelen wanneer ze het gevoel hebben dat ze de instructie 'eigen' kunnen maken (Gee, 2005).

Wanneer een gebruiker zich positief geactiveerd voelt, hangt sterk af van de doelgroep. Uit een analyse van een gebruikersonderzoek kunnen gerichte ontwerprichtlijnen voor de doelgroep opgezet worden. Zie hoofdstuk 4 voor deze aanpak.

Een enigszins losstaand, maar een niet onbelangrijk, aandachtspunt is het *digital natives debate*: de vraag of er generatieverschillen en daarmee verschillen in leerstijlen en voorkeuren zijn voor instructies (Bennett, Maton & Kervin, 2008; Morrell, Park & Poon, 1990; Oblinger, 2004). Het is ook in het kader van deze discussie relevant om met behulp van een gebruikersonderzoek na te gaan op welke manier de doelgroep positief geactiveerd kan worden.

3.3 Conclusie

Met behulp van een literatuurstudie en voorbeeldstudie ontstaat er met name een bron van instructie-brede en domein-generieke ontwerprichtlijnen (zie bijlage D). Om deze richtlijnen nog meer af te stemmen op de leerstof en de eindgebruiker (domein-specifiek), wordt er ter aanvulling een gebruikersonderzoek uitgevoerd in de pre-prototype fase (hoofdstuk 4).

4. PRE-PROTOTYPE FASE

Binnen de pre-prototype fase wordt een eerste versie van de visuele instructie opgezet. Dit is een eerste opzet, ontwikkelt vanuit een gebruikersonderzoek, een pre-prototype. Kernvragen die hiervoor beantwoordt moeten worden, zijn:

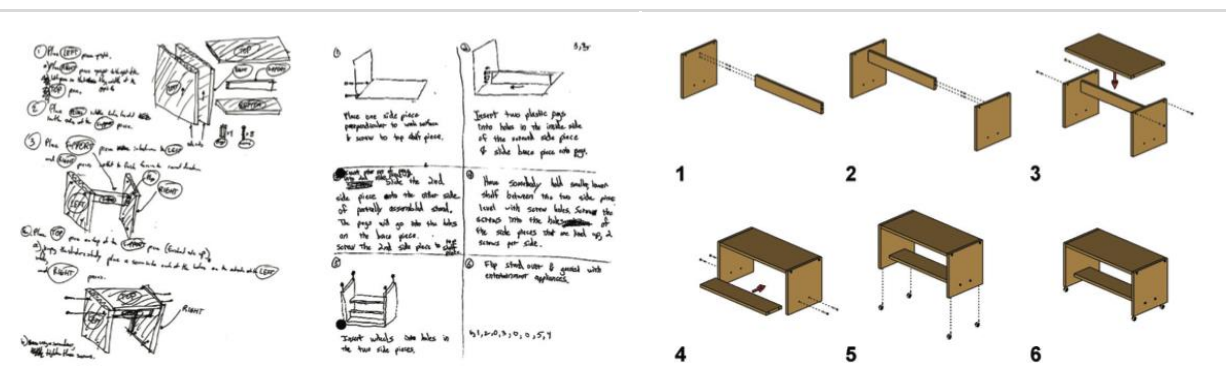
1. Wat is het denkproces van de gebruiker gedurende het uitvoeren van de taak? (Agrawala et al., 2011)
2. Wat is de aanpak van de gebruiker gedurende het uitvoeren van de taak? (Agrawala et al., 2011)
3. Welk affect ervaart de gebruiker gedurende het uitvoeren van de taak? (Van der Meij, 2007)
4. Welke vormgeving past de gebruiker toe voor de visuele instructie? (Agrawala et al., 2011)

Kernvraag 1 en 2 vullen de ontwerprichtlijnen binnen de dimensie *Instructie* aan, kernvraag 3 die van de dimensie *Activatie* en kernvraag 4 die van de dimensie *Vormgeving*. Deze vier vragen helpen met het in kaart brengen van de probleemoplossende aanpak van gebruikers. Hoe doorlopen zij de drie probleemoplossende stadia: ervaren van het probleem, uiten van het probleem en het verwerken van de probleem-oplossende informatie (Van der Meij, 1996)? Hoe kunnen zij ondersteund worden in deze aanpak?

Deze ontwerprichtlijnen zullen voornamelijk domein-generiek en domein-specifiek gericht zijn.

Agrawala, Li en Berthouzoz (2011) omschrijven een *human-subject experiment* waarmee deze kernvragen beantwoordt kunnen worden. Dit kan door gebruikers de opdracht te geven om, naast het uitvoeren van de taak, zelf een visuele instructie op te zetten en te beoordelen voor die taak (Tversky, Agrawala, Heiser, Lee, Hanrahan, Phan, Stolte & Daniel, 2007). In het voorbeeld van afbeelding 18 staan links de instructies voor een montageproces die gebruikers zelf hebben ontworpen en beoordeeld. Aan de rechterkant staat de uiteindelijke instructie opgezet vanuit die ontwerpen en beoordelingen.

Vanuit de prestatie, ervaring en opmerkingen van de gebruikers kan snel een doelgroepgerichte basis opzet van de instructie opgesteld worden. Deze resultaten kunnen als ontwerprichtlijnen binnen de dimensies van het IVA-model geformuleerd worden. Het gebruikersonderzoek is daarbij een belangrijke methode om inzichtelijk te maken in welke segmenten de taak van nature opgedeeld wordt door de gebruikers. Dit worden *betekenissvolle eenheden* genoemd (Zacks, Tversky & Iyer, 2001).



Afb. 18. Opzet voor instructies (Heiser, J., Phan, D., Agrawala, M., Tversky, B. & Hanrahan, P., 2004).

De pre-prototype fase sluit aan op dit *human-subject experiment*. Zowel de ontwerper als de gebruiker nemen een actieve ontwerprol aan in de ontwikkeling van dit pre-prototype. Door een nauwe samenwerking tussen onderwijskundige, domein-expert en gebruiker is er een directe vorm van formatieve evaluatie. Ondanks een tekort aan theorieën over de gebruiksvriendelijkheid van visuele instructies kan er zo toch vanuit de behoefte van de gebruiker ontworpen.

Het betreft een pre-prototype, omdat in deze fase (naast de instructie-brede en domein-generieke ontwerprichtlijnen uit de instructie analyse) niet alleen aanvullende domein-specifieke ontwerprichtlijnen gevonden worden, maar er al een eerste prototypisch ontwerp opgezet wordt. In de volgende prototype fase wordt een prototypische instructie ontworpen vanuit alle ontwerprichtlijnen uit de instructie analyse en pre-prototype fase.

Gedurende de ontwikkeling van het pre-prototype zijn er twee manieren waardoor het ontwerp op de doelgroep wordt afgestemd. Enerzijds door de meer cognitieve informatie over het denkproces en de aanpak van de gebruiker gedurende de uitvoering van de taak (kernvraag 1 en 2). Anderzijds vindt er een directe afstemming plaats doordat de gebruiker een actieve ontwerprol krijgt toegewezen waar de affectieve en intuïtieve voorkeur naar voren komt (kernvraag 3 en 4).

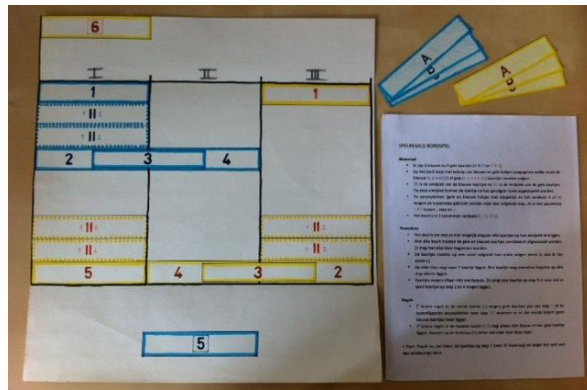
Het gebruikersonderzoek bestaat uit drie fases: *productiefase*, *voorkeurfase* en *begripsfase* (zie afbeelding 19 en bijlage B voor een volledige omschrijving van dit gebruikersonderzoek). Elke fase levert een product op. In fase 1 worden er idee-varianten uitgewerkt als video instructie. Deze worden in fase 2, na uitvoering van de taak met een papieren instructie (zie afbeelding 20.1), beoordeeld en aangevuld. In fase 2 wordt er aan de hand van deze evaluatie een nieuwe video instructie ontwikkeld (zie afbeelding 20.3-6). Deze zal dan het instructiemiddel in fase 3 zijn (zie afbeelding 20.2). In fase 3 wordt deze video instructie beoordeeld en aangevuld. Aan de hand van deze evaluatie en het ontwerp van de video instructie worden een set van ontwerprichtlijnen per dimensie van het IVA-model opgesteld.

Fase	Instructie vorm	Opdracht 1	Opdracht 2	Product
1	Papieren instructie	Uitvoeren van de taak	Bedenken van een visuele instructie voor de taak	Idee varianten uitgewerkt als video instructie
2	Papieren instructie	Uitvoeren van de taak	Beoordelen en aanvullen van uitgewerkte video instructies uit fase 1	Video instructie ontwikkelen a.d.h.v. beoordeling
3	Video instructie	Uitvoeren van de taak	Beoordelen en aanvullen van de video instructie uit fase 2	Ontwerprichtlijnen opstellen aan de hand van ontwerp en beoordelingen

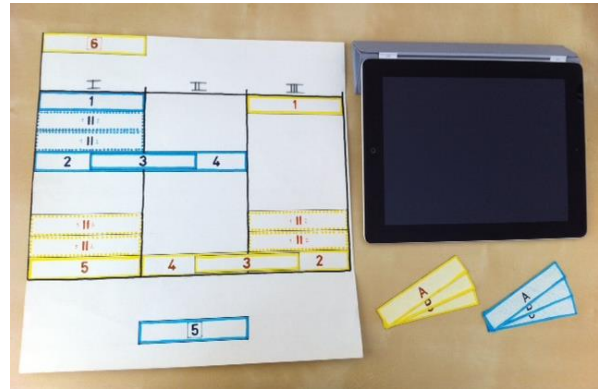
Afb. 19. Opzet gebruikersonderzoek

Aangezien de juiste doelgroep voor dit gebruikersonderzoek (trainees met de juiste voorkennis) op het moment van dit ontwerpproces niet aanwezig was, is er gekozen om een vereenvoudigde versie van de strippenbordprocedure op te zetten (zie afbeelding 20.1-2). Op deze manier beschikten universitair studenten over voldoende voorkennis om aan dit gebruikersonderzoek deel te kunnen nemen. Zie meer informatie hierover in bijlage B.

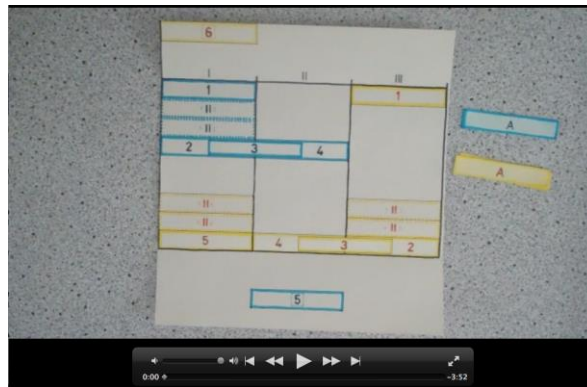
In de volgende paragrafen worden de resultaten voor de pre-prototype fase voor de ontwerpcasus van Luchtverkeersleiding Nederland omschreven per kernvraag. In paragraaf 4.5 zijn deze resultaten kort samengevat en wordt een algemene conclusie gegeven na het opstellen van alle ontwerprijtlijnen.



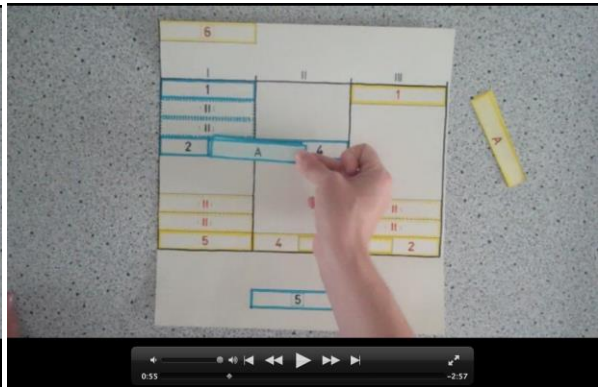
1: Opzet papieren instructie



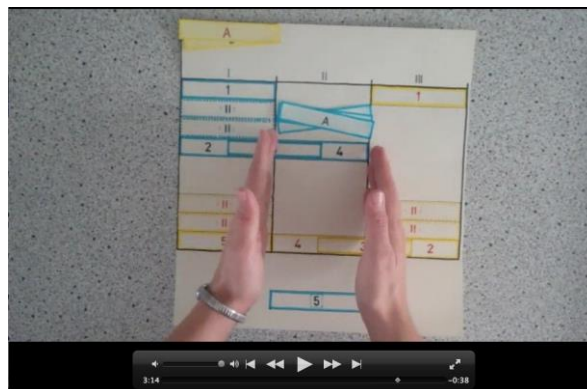
2 Opzet video instructie



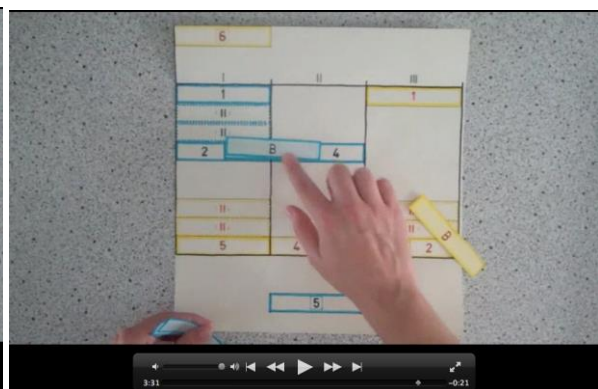
3



4



5



6

Afb. 20. Human-subject experiment pre-prototype fase

4.1 Denkproces

Uit het gebruikersonderzoek bleek dat er bij de uitvoering met een papieren instructie veel fouten worden gemaakt. Het materiaal en de regels blijken onvoldoende overzichtelijk. Hierdoor werd er of te veel aandacht besteedt aan de regels en het materiaal waardoor er onvoldoende strategisch kon worden nagedacht. Of er werd te veel aandacht besteedt aan de nodige strategie

waardoor er onvoldoende aandacht werd besteedt aan de regels en het materiaal waardoor deze foutief werden toegepast.

Wanneer zij de taak vanuit de video instructie uitvoerden, bleek er voldoende overzicht gegeven te worden door de visualisatie van materiaal en regels. Hierdoor waren ze snel bekend met het materiaal en de regels en konden zij op een juiste manier hun strategie testen.

Deze bevinding sluit aan op het *pretraining principle* (Mayer & Moreno, 2003). Dit principe veronderstelt dat studenten beter leren van multimediale presentaties wanneer zij relevante namen en karakteristieken van componenten van tevoren kennen. Door middel van *pretraining* kan de student een eerste mentale model ontwikkelen en deze aanvullen met de complexere informatie uit de multimediale presentatie. Zonder deze *pretraining* raakt het werkgeheugen snel overbelast. Dit is het geval bij de papieren instructie. Zij kunnen een onvoldoende beeld scheppen van de informatie op papier om daar een mentaal model van te maken.

Bij de video instructie ontlast het *just-in-time effect* (Van der Meij, 2007) het werkgeheugen. Informatie wordt namelijk pas aangeboden wanneer dat nodig is, voor de relevante acties. De gebruiker start met het opbouwen van een eenvoudig mentaal model en zal deze gedurende de video beetje bij beetje aanvullen.

4.2 Aanpak

Door onvoldoende overzicht werd er bij de papieren instructie een trial-error aanpak gebruikt. Hierdoor verfijnden zij gedurende de taak constant hun strategie aan de hand van hun gemaakte fouten. Ze gaven aan dat zij de functie van de regels en het materiaal beter konden plaatsen wanneer zij een beeld kregen van de nodige strategie. Wanneer de strategie duidelijk werd, begrepen zij het nut van de regels beter. Dit komt overeen met het ervaren probleem van de trainees (paragraaf 2.4).

Bij de uitvoering met behulp van een video instructie bleek er meer overzicht van materiaal en regels, waardoor zij minder vanuit een trial-error aanpak op zoek gingen naar de juiste strategie. Door het overzicht van regels en materiaal, zagen zij al snel de knelpunten waar zij hun aandacht aan moesten en konden besteden.

Hierbij zouden zij interacterende regels en materiaal graag in betekenisvolle eenheden geïnstrueerd willen krijgen (bijvoorbeeld per conflict-soort). Naast het inzetten van betekenisvolle eenheden, wilden ze ondersteund worden in het herkennen van de meest relevante informatie gedurende de taak. Bijvoorbeeld door het geven van waarschuwingen en het herkennen van problemen in hun aanpak. Zij gaven aan hier graag realistische voorbeelden van te willen zien. Dus niet alleen theoretische uitleg van regels en materiaal, maar de spelvorm in een meer casuïstieke opzet instrueren.

Daarbij gaven zij aan een voorkeur te hebben voor de volgende volgorde:

1. Introductie (incl. doel en functioneren van de video)
2. Materiaal (onderdelen langsgaan)
3. Regels (demonstratie met uitzonderingen)
4. Procedure (juist en fout voorbeeld)
5. Afsluiting (korte tekstuele samenvatting)

4.3 Ervaren affect

Doordat gebruikers, bij gebruik van de papieren instructies, constant actief op zoek waren naar een overzicht van de regels, het materiaal en de juiste strategie, waren zij vaak gefrustreerd. Ze

werden constant onderbroken in hun *workflow* en gaven aan behoefte te hebben aan voorbeelddemonstraties.

Bij gebruik van de video instructie werden materiaal en regels direct juist toegepast, hierdoor ontstond er ruimte voor hun oplossend strategisch vermogen. Het spel werd zo zelfs als (té) makkelijk ervaren en er was behoefte aan meer oefening en uitdaging zonder de balans tussen activeren en informeren te verliezen.

4.4 Voorkeur vormgeving

Wat betreft vormgeving was er met name veel behoefte aan het richten van de aandacht. De video instructie was nu een werkelijke demonstratie. Vanuit een bovenaanzicht werd de taak door een expert gedemonstreerd (zie afbeelding 20.3-6). De voorkeur van de gebruikers ging uit naar meer animatieve aspecten. Door de werkelijke demonstratie komt namelijk veel afleidende informatie in beeld (denk bijvoorbeeld aan armen). Met behulp van een animatie kan de procedure meer helder en schematisch worden weergegeven, zonder onnodige afleiding. Daarbij kan de aandacht dan gemakkelijker worden gericht, zoals met pijlen en arceringen.

Daarnaast hadden de gebruikers behoefte aan titels en een menu. Op deze manier zou je gerichter op zoek kunnen gaan naar bepaalde informatie binnen de instructie, maar is het ook helder wat je krijgt uitgelegd en welke informatie nog moet komen.

4.5 Conclusie

De belangrijkste resultaten van dit gebruikersonderzoek voor de ontwerp-casus van Luchtverkeersleiding Nederland zijn (zie bijlage D voor een overzichtelijk resultaat gezien de drie dimensies van het IVA-model):

- Biedt overzicht door een menu;
- Biedt overzicht door eerst de voorkennis te bieden;
- Biedt overzicht door de taak middels een animatie weer te geven;
- Biedt overzicht door vanuit betekenisvolle eenheden te instrueren;
- Biedt een balans tussen informeren en interactie;
- Biedt oefening middels realistische casuïstiek.

Deze resultaten sluiten aan bij drie opgestelde succescriteria: overzicht, oefening en ook positieve activatie. Dit laatste criterium komt vooral terug, omdat de gebruiker aangeeft dat meer overzicht van regels en materiaal en voorbeeld demonstraties voor meer *workflow* zou zorgen.

Door deze domein-specifieke aanvullingen hoeven hierover tijdens het ontwerpen van het prototype geen aannames gemaakt te worden. Er kan direct vanuit deze ervaring van de gebruiker ontworpen worden. Deze directe aansluiting tussen ontwerp en effect zorgt voor een versnelling van een succesvol en effectief ontwerpproces.

Wanneer er per dimensie een omvattende en omvangrijke bron van ontwerprichtlijnen is opgesteld (zie bijlage D), is het voor een snelle vertaling van ontwerprichtlijnen naar ontwerp noodzakelijk om de meest relevante ontwerprichtlijnen voor de casus te selecteren of combineren. Het is onmogelijk om een directe vertaalslag naar een ontwerp te kunnen maken vanuit meer dan 100 ontwerprichtlijnen. Door het selecteren en combineren van ontwerprichtlijnen worden er ontwerppatronen opgesteld, waardoor ontwerpbesluiten snel gemaakt kunnen worden (Heer & Agrawala, 2006). Zie afbeelding 21 voor de ontwerprichtlijnen van de ontwerp-casus voor

Luchtverkeersleiding Nederland. Deze 'samenvatting' bestaat uit instructie-brede, domein-generieke of domein-specifieke ontwerprichtlijnen, maar zijn allemaal specifiek inzetbaar voor ontwerpcases van Luchtverkeersleiding Nederland.

Om het werken met de ontwerprichtlijnen nog productiever te laten verlopen, is er onderscheid gemaakt tussen de harde (*musts*) en zachte (*mays*) voorwaardelijkheid van de ontwerprichtlijnen (zie afbeelding 21). Door de prioriteit op een kleinere, maar gerichte set van noodzakelijke voorwaardes te leggen, zal de vertaalslag van ontwerprichtlijnen naar ontwerp nog sneller plaatsvinden.

Het combineren van ontwerprichtlijnen biedt ook een kans om de ontwerprichtlijnen van de dimensies *Instructie* en *Vormgeving* zo te formuleren dat zij overeenkomen met de activerende ontwerprichtlijnen uit de derde dimensie. Hierdoor zal de focus van de gebruiker in het ontwerp nog meer worden gericht op dat wat hen (positief) activeert en minder op dat wat hen onnodig afleidt (Van der Meij, 2008; Tverksy, Zacks, Lee & Heiser, 2000). Dit sluit aan op de *cognitive load theory* die veronderstelt dat het instructieve materiaal moet aansluiten op de voorkennis van de gebruiker (*intrinsic load*), niet-essentiële of verwarrende informatie vermeden moet worden (*extraneous load*) en de processen die tot rijkere en diepere kennisverwerking leiden gestimuleerd moeten worden (*germane load*) (De Jong, 2010). Multimedia biedt naast vele mogelijkheden om een gebruiker te motiveren en activeren (Berk, 2009) ook mogelijkheden om onnodige cognitieve belasting te verminderen (Mayer & Moreno, 2003). Zoals een animatieve demonstratie in plaats van een werkelijke demonstratie en het richten van de aandacht op de relevante informatie.

A. INSTRUCTIE		B. VORMGEVING		C. ACTIVATIE	
Musts:					
A1	Orden stappen chronologisch, hiërarchisch en planmatig (als materiaal, opzet, demonstratie, oefening)	B1	Zorg voor een werkelijke en realistische demonstratie of animatie (om afleiding details te voorkomen)	C1	Geef procedurele of instructionele informatie in plaats van conceptuele informatie
A2	Introduceer met het doel van de instructie, de voorwaardelijke kennis/vaardigheden en geef uitleg over het functioneren van de video	B2	Zorg voor een gemakkelijke en accuraat waar te nemen representatie (zo nodig informatie vergroten of schematisch weergeven 2D/3D)	C2	Laat de gebruiker in controle zijn over de segmenten (menu, titels, pauzeren, herhalen, versnellen)
A3	Biedt een complete en accurate instructie zonder irrelevante zaken	B3	Richt de aandacht van een concept door gebruik te maken van contrast (licht/donker, grijstinten/kleur, scherp/onscherp, full-screen/zoom-in), mogelijk als transparant over de werkelijke demonstratie	C3	Biedt een actiegerichte instructie (met een balans tussen informatie en interactie)
A4	Wees kort, bondig en duidelijk	B4	Richt de aandacht van een (interactie)actie door gebruik te maken van lijnen, pijlen, arceringen of vertragingen van de actie, mogelijk als transparant over de werkelijke demonstratie	C4	Geef bij elk(e) onderdeel/stap aan wat de (re)acties van de gebruiker/systeem/materiaal is
		B5	Biedt een duidelijk en rustig gesproken tekst die nauw maar natuurlijk aansluit op de demonstratie of animatie (mits tekst erg complex)	C5	Ondersteun complexe taken door van makkelijk tot een moeilijk niveau te instrueren
May's:					
A5	Sluit de video af met een samenvatting	B6	Demonstreer vanuit een natuurlijk en duidelijk perspectief, afhankelijk van wat relevant is voor de taak en omgeving	C6	Geef bij elk(e) onderdeel/stap aan wat het doel is
		B7	Demonstreer de stappen in korte stap-voor-stap segmenten van 15-60 secondes (gelijke acties/concepten kunnen simultaan worden weergegeven)	C7	Biedt een juiste en onjuiste demonstratie per onderdeel/stap voor het herkennen en oplossen van fouten (feedback)
		B8	Maak gebruik van symbolen en metaforen voor een vereenvoudigde en herkenbare representatie	C8	Biedt waarschuwingen waar de kans op het maken van fouten groot is
				C9	Biedt tips voor een effectieve aanpak

Afb. 21. Ontwerprichtlijnen video instructie Luchtverkeersleiding Nederland

5. PROTOTYPE FASE

Binnen de prototype fase wordt een prototypische visuele instructie voor de ontwerpcasus opgezet en verfijnd. Dit prototype moet de complete taak representeren. Op deze manier kan elk aspect van de taak ontworpen en getoetst worden. De kernvraag die hiervoor beantwoordt moet worden, is:

1. Hoe kunnen de ontwerprichtlijnen worden vormgegeven in de visuele instructie?

Het prototype wordt aan de hand van de opgestelde ontwerprichtlijnen uit de vorige fases ontworpen. Het IVA-model veronderstelt dat wanneer de ontwerprichtlijnen per dimensie vanuit een uitgebreide, maar gerichte analyse vanuit theorie en praktijk zijn opgesteld, dat deze vertaalslag direct gemaakt moet kunnen worden. Elke ontwerpvrage zou ondersteund moeten worden door een ontwerprichtlijn. Zo niet, dan zou die vraag terug bij de pre-prototype fase gelegd moeten worden.

De prototype fase bestaat uit twee onderdelen: het ontwerpen van een prototypische visuele instructie aan de hand van een storyboard (paragraaf 5.1) en het toetsen van dit ontwerp bij inhoudelijk experts (paragraaf 5.2). In paragraaf 5.3 wordt kort samengevat wat deze prototype fase heeft opgeleverd.

5.1 Ontwerp van prototype

Voor het prototype is gekozen om het eerste onderdeel van de instructie te ontwikkelen. Dit is de *outbound procedure*: het stappenplan voor vertrekken vliegtuigen op het strippenbord.

In dit verslag zijn er codes voor ontwerprichtlijnen opgesteld, bijvoorbeeld ^{A3} of ^{C6} (zie afbeelding 21). Wanneer een ontwerp-aspect op een bepaalde ontwerprichtlijn is gebaseerd, wordt de code van die ontwerprichtlijn aangegeven. In bijlage G staat een overzicht van de verwerking van elke ontwerprichtlijn tot het prototypisch ontwerp.

De basis van het prototype is opgezet vanuit de opzet van Smith & Ragan (2005) (zie afbeelding 17). Vanuit daar is de opzet en vormgeving aangevuld met behulp van de opgestelde ontwerprichtlijnen (afbeelding 21).

De animatie ^{B1} representeert de strippenbordprocedure vanuit een bovenaanzicht ^{B6}. De volgende onderdelen moesten aanwezig zijn: navigatiesysteem ^{C2} (menu, play en pauze knop, tijdsbalk), strippenbord met strippen ^{B1}, vergrote weergave ^{B2} van strip met notaties, een klok (veel acties worden aan een bepaald tijdstip gerelateerd), het radiocontact ^{A3} en een voice-over met korte actiegerichte instructies ^{A4}. De instructieteksten zijn uitgesproken door een andere stem dan het radiocontact, om het verschil ook auditief helder te maken. Voor beide audio fragmenten is een vrouwenstem gebruikt, omdat de expert aangaf dat dit door hen als meest prettig wordt ervaren. Deze voorkeur voor een vrouwenstem bij multimedia bleek ook uit een onderzoek van Linek, Gerjets en Scheiter (2010).

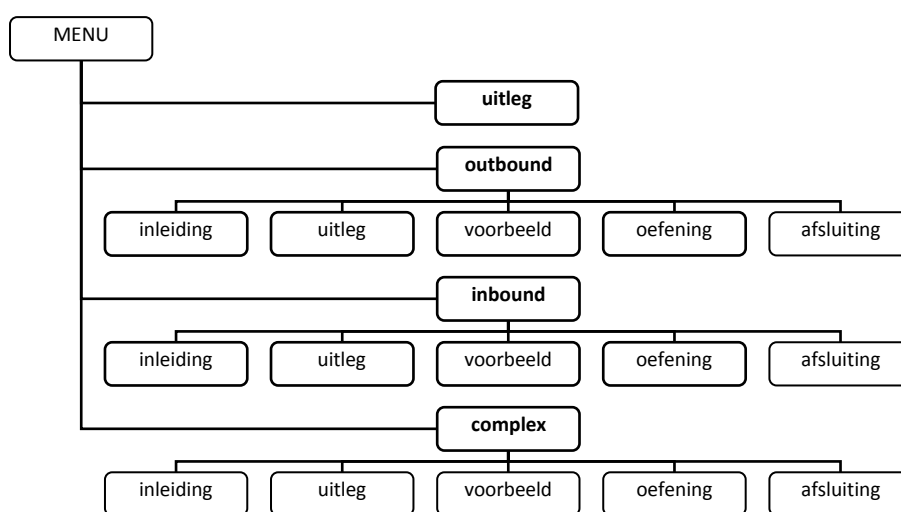
Aanvullend op deze onderdelen zijn de kleurcodes uit de opleiding ^{B3}: blauw voor vertrekkende vliegtuigen en geel voor binnenkomende vliegtuigen. Alle informatie voor vertrekkend luchtverkeer is blauwe gearceerd of gekaderd, en geel voor binnenkomend luchtverkeer. Ook is er gebruik

gemaakt van symbolen ^{B8} voor het radiocontact. Een luchtverkeerstoren wanneer het radiocontact van de luchtverkeersleider te horen is, een vliegtuig voor de piloot en een radar voor wanneer de radarverkeersleiding te horen is.

5.1.1 Storyboard

In het storyboard (zie volledige storyboard in bijlage E) wordt alle informatie van beeld en geluid omschreven (zie afbeelding 23).

Het storyboard is ingedeeld in hoofdstukken: Uitleg ^{C6}, outbound, inbound, complex ^{C5}. En in subhoofdstukken per hoofdstuk ^{A1, A2, A5}: inleiding ^{C6}, uitleg procedure ^{C4, C8, C9}, voorbeeld demonstratie ^{C7}, oefening en afsluiting. (zie afbeelding 22).



Afb. 22 Overzicht hoofdstukindeling video instructie

VISUALISATIE	ACTIE	CODE	AUDIO
Startbeeld: Klok: 12:10 Strip-vlak: blauw randje Radiocontact-vlak: blauw randje Strip op bord: blauw op stap 1	- - Symbool vliegtuig tonen Symbool toren tonen Symbool radarverkeersleiding tonen Strip-vlak: lege KLM1338 strip tonen	Ovb1 Ovb2 Ovb3 Ovb4 Ovb5	Nu laten we een outbound-procedure op het strippenbord zien aan de hand van het radiocontact en de stripegegevens. De symbolen laten zien waar het radiocontact vandaan komt. Het vliegtuig, de toren en de radarverkeersleiding. In het strip-vlak worden de gegevens bijgehouden. Probeer meteen mee te schuiven en bekijk de procedure nogmaals wanneer er iets onduidelijk is. De voorbeeldprocedure zal nu starten.
Klok: 12:18 Info strip-vlak: Lege KLM1338 strip met blauw randje	RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Blauwe strip naar stap 2 Strip: 24 in box M RT-Vliegtuig met tekst:	O1a O1b O1c	FENIX TWR, KLM1338 REQUEST TAXI KLM1338, FENIX TWR, TAXI TO HOLDING POINT RUNWAY 24, INMEDIUMION M, TIME18 TAXI TO HOLDING POINT RUNWAY 24, INMEDIUMION M, TIME CHECKED KLM1338

Afb. 23. Voorbeeld storyboard

Bij de uitleg wordt aangegeven welke voorkennis vereist is voor de video instructie. Bij de oefening wordt de gebruiker gevraagd om de strippenbordprocedure op een strippenbord uit te voeren aan de hand van enkel radiocontact tussen luchtverkeersleider, piloot en radarverkeersleiding (strippen en stripnotaties worden niet gedemonstreerd). Zo kunnen zij gericht aandacht besteden aan het oefenen met het schuiven en schrijven van de strippen op het strippenbord. Elk subhoofdstuk is opgedeeld in korte betekenisvolle onderdelen ^{B7} (scènes). Per scène wordt de inhoud, timing en transformaties omschreven van de verschillende onderdelen ^{C4}.

Voor de ontwerpcastus van Luchtverkeersleiding Nederland heeft de domein expert casuïstieke oefeningen opgesteld per onderdeel. Gedurende de uitwerking van het storyboard voor de uitleg, demonstratie en oefening is er continue op compleet- en accuraatheid ^{A3} getoetst door deze expert.

Alle instructieteksten zijn in een actieve werkvorm ^{C3} en kort en bondig ^{A4} geschreven. Voorkennis wordt niet herhaald, waardoor er geen conceptuele informatie gegeven hoeft worden ^{C1}.

In bijlage E is het (uiteindelijke) storyboard te zien voor de ontwerpcastus van Luchtverkeersleiding Nederland.

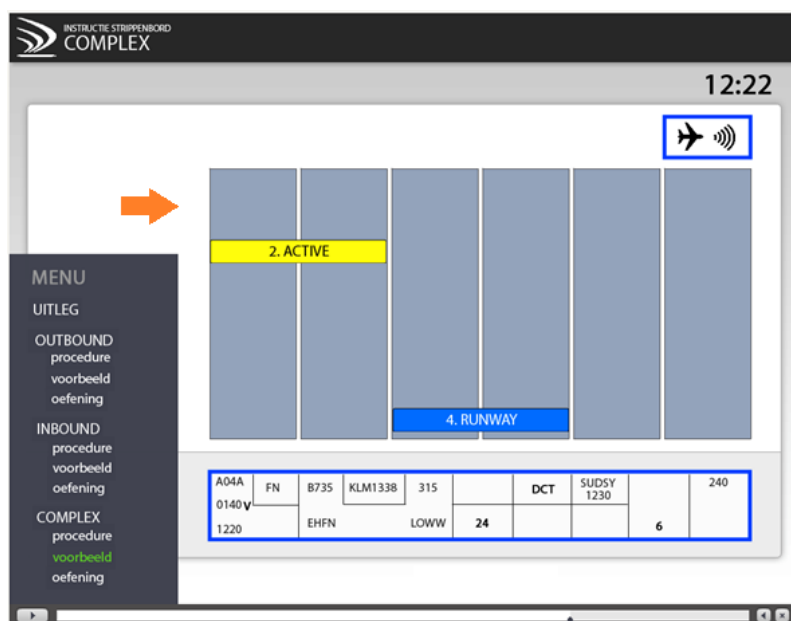
5.1.2 Ontwerp

De animatie is ontwikkeld aan de hand van het e-learning ontwerpprogramma Adobe Captivate. In dit programma kunnen onderdelen (beeld en audio) aan een plaats, tijd en interactievorm toegekend worden.

Bij nieuwe informatie vanuit het radiocontact kan een strip naar een andere plek schuiven en kan aanvullende informatie op de strip worden aangevuld op het moment dat de ontwerper en de expert dat wil. De video biedt daarbij de mogelijkheid om via het menu (buttons) door de video instructie te navigeren. Zie afbeelding 24 voor de eerste opzet van het prototype.

Aanvullend op de informatie uit het storyboard:

- Het huidige hoofdstuk wordt in het menu met een groene kleur aangeduid ^{B3}.
- Met behulp van oranje pijlen ^{B3, B4} is de instructieve voice-over ondersteund bij de uitleg van de video instructie zelf. Op deze manier kan de aandacht gericht worden op de relevante onderdelen.
- Nieuwe stripnotaties verschijnen in het rood dikgedrukt ^{B3}. Oude bijgeschreven stripnotaties zijn zwart en dikgedrukt.
- Alle audio is duidelijk en rustig uitgesproken en sluit aan op de animatie ^{B5}.



Afb. 24. Eerste opzet prototype

5.2 Toetsen van prototype

De eerste opzet van het prototype is getoetst bij een domein expert van Luchtverkeersleiding Nederland, onderwijskundig consultant van het e-learning bedrijf Bright Alley en een onderwijskundig ontwerper van hetzelfde bedrijf dat bekend is met de mogelijkheden van het ontwerpprogramma Adobe Captivate.

Hun opmerkingen zijn binnen de drie dimensies van het IVA-model geplaatst en aan de gerelateerde ontwerprichtlijnen gekoppeld. Deze aanvullingen staan in de volgende drie alinea's.

5.2.1 Domein expert

Instructie	A3	Inhoudelijke aanpassingen voor compleet- en accuraatheid.
Vormgeving	B1	De drie soorten audio (luchtverkeersleider, piloot en radarverkeersleiding) door verschillende stemmen laten uitvoeren. Hierdoor meer realistisch en overzichtelijk.
	B2	Tekstuele weergave van radiocontact (anders te complex voor doelgroep).
Activatie		Geen opmerkingen

5.2.2 Onderwijskundig consultant

Instructie	A3	Verwijder onnodige 'klik'-geluidjes.
Vormgeving	B1	Verschillende stemmen voor luchtverkeersleider, piloot en radarverkeersleiding.
	B4	Stippellijnen gebruiken om het 'pad', volgorde van en verschil tussen stappen overzichtelijk te visualiseren.
Activatie	C2	Biedt meer controle over de video (navigatie)
	C3	Gebruik een meer actieve werkvorm voor de instructieteksten.
	C6	Introduceer het doel van de video meer expliciet.

5.2.3 Onderwijskundig ontwerper

Instructie	Geen opmerkingen	
Vormgeving	B8	Plaats het radio-symbool links van het soort radiocontact symbool (in een “lees volgorde”).
Activatie	C2	Vergroot het gebruik met het menu door de tijdsbalk weg te laten.
	C2	Laat de gebruiker actief een stap maken naar een volgend onderdeel wanneer zij een handeling buiten de video instructie moeten uitvoeren (als materiaal verzamelen voor de oefeningen). Dit zowel visueel als auditief instrueren.
	C3	Toon een handcursor wanneer de gebruiker over een interactieve button gaat.

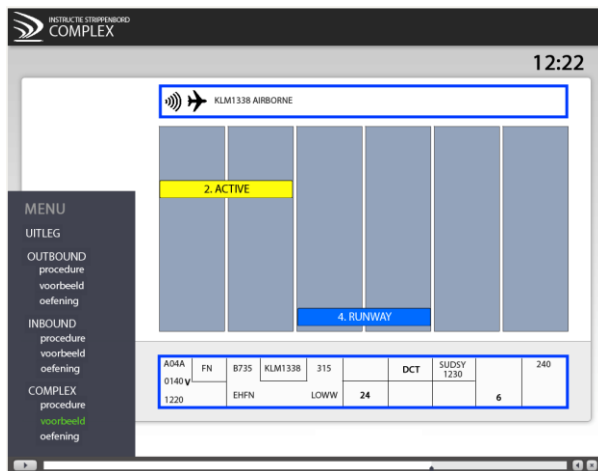
5.3 Conclusie

De ontwerprichtlijnen die vanuit het IVA-model zijn opgesteld blijken erg nuttig. Wat namelijk opvalt bij de opmerkingen van de domein expert, onderwijskundig consultant en onderwijskundig ontwerper is dat de opmerkingen aanscherpingen van de bestaande ontwerprichtlijnen zijn. Dit veronderstelt dat de ontwerprichtlijnen, opgesteld vanuit de instructie analyse en pre-prototype fase, een omvattend en gericht ontwerp kader biedt. Ook de specifieke kenniscomponenten (situationele -, conceptuele -, procedurele – en strategische kennis, zie paragraaf 2.1) komen goed terug in het prototypisch ontwerp.

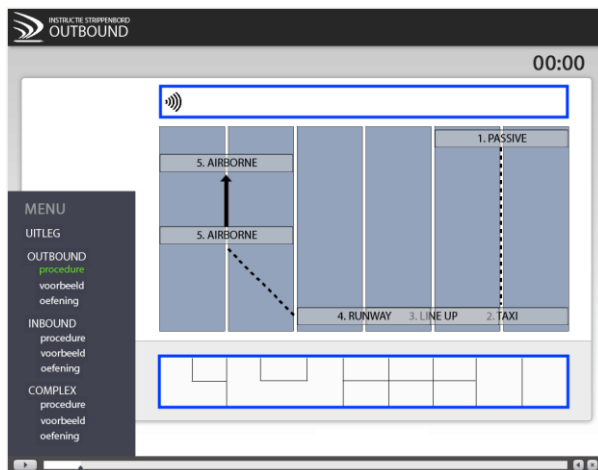
Een opvallende uitzondering is de opmerking van de domein-expert om het radiocontact zowel auditief als tekstueel weer te geven. Dit gaat tegen het *redundancy effect* (Mayer & Moreno, 2003) in: Studenten leren beter van animatie en gesproken tekst, dan van animatie, gesproken tekst en tekst op een pagina of scherm. Dit bewijst dat deze instructie brede principes in de praktijk altijd uitzonderingen kunnen bevatten. Gezien de verdiepingslagen van het verdiepingsmodel zou dit kunnen betekenen dat dit multimedia principe instructie-breed wel van toepassing is, en mogelijk ook domein-generiek, maar dat deze domein-specifiek, voor deze taak, ongeschikt blijkt.

Het eerste prototype moest met name verfijnd worden op de *workflow*. Minder afleiding, meer overzicht en meer kansen tot actie zodat de gebruiker controle krijgt over de video-instructie. Deze aanvullingen zijn (zie afbeelding 25, 26, 27):

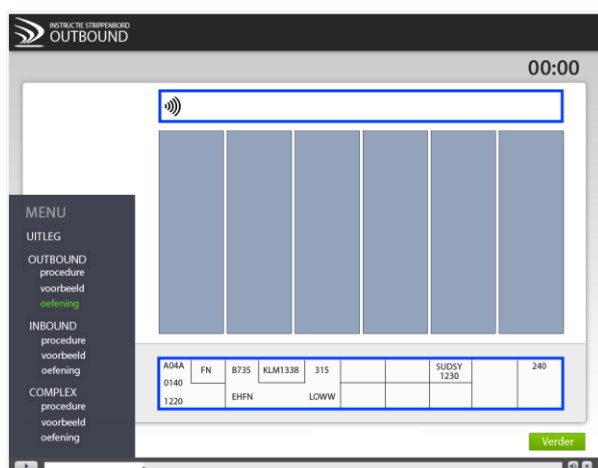
- Radiocontact tekstueel weergeven;
- Radiocontact symbool voor specifiek radiocontact symbool weergeven;
- Stippellijnen tussen de stappen bij uitleg van de procedure (zie afbeelding 26);
- Wanneer de gebruiker wordt geïnstrueerd om het materiaal voor de oefening te pakken, verschijnt er een groene [verder] button. Wanneer de gebruiker op deze button klikt, gaat de instructie verder (zie afbeelding 27).



Afb. 25. Prototype (algemene opzet)



Afb. 26. Prototype (stippellijnen)



Afb. 27. Prototype ([verder] button)

6. REALISATIE FASE

Binnen de realisatie fase wordt de volledige visuele instructie ontworpen vanuit het prototype. In paragraaf 6.1 wordt omschreven hoe vanuit het prototypische storyboard een storyboard is opgesteld voor de volledige instructie van Luchtverkeersleiding Nederland.

6.1 Ontwerp van volledige video instructie

6.1.1 Storyboard

De opzet van het prototype komt overeen met de opzet voor de overige onderdelen van de instructie. Hierdoor kon het prototypische storyboard als template worden ingezet voor de overige onderdelen, waarbij alleen de inhoudelijke informatie aangepast hoefde te worden.

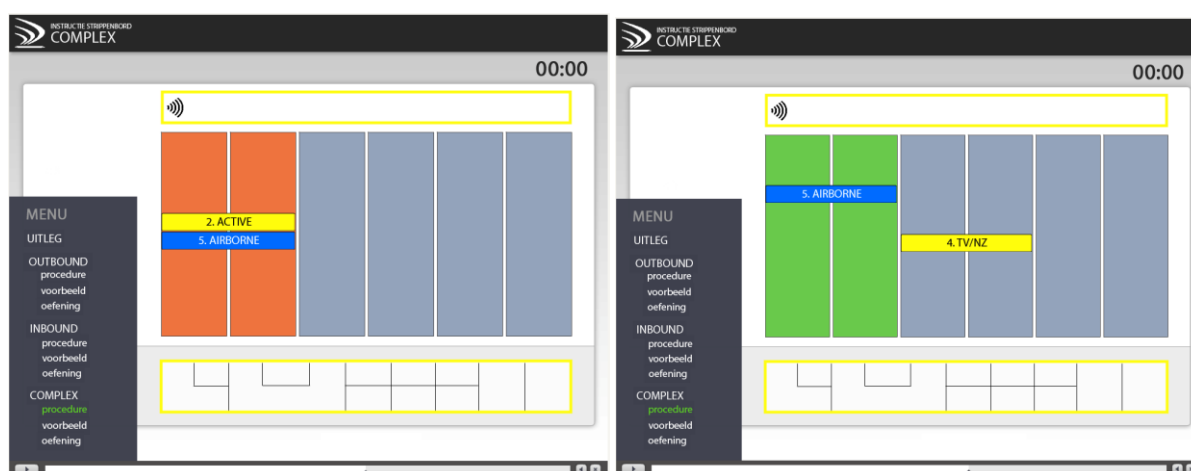
Aanvullend op het prototypische storyboard is de uitleg over stripverschuivingen in geval van conflicten bij de complexe procedure. Tijdens de uitleg wordt een conflictgevoelige verkeerssituatie benadrukt door de ruimte waarin de conflicterende strippen zich bevinden rood ^{B3} te kleuren. Wanneer de conflictsituatie is opgelost wordt deze ruimte groen ^{B3} (zie afbeelding 28).

In bijlage E staat het storyboard voor de volledige instructie. In bijlage G staat een overzicht van de aanpassingen op het ontwerp gezien de ontwerprichtlijnen per fase.

6.1.2 Ontwerp

Het volledige ontwerp is gelijk aan het prototypisch ontwerp, met als aanvulling de rode en groene vlakken bij de uitleg over conflicten (zie afbeelding 28).

Op deze manier kon vanuit het prototype binnen een erg korte tijd een volledige video instructie opgezet worden.



Afb. 28. Rode en groene arcering bij uitleg over conflict

7. EVALUATIE FASE

Binnen de evaluatie fase wordt het volledige visuele instructieve ontwerp getest. Kernvragen die hiervoor beantwoordt moeten worden, zijn:

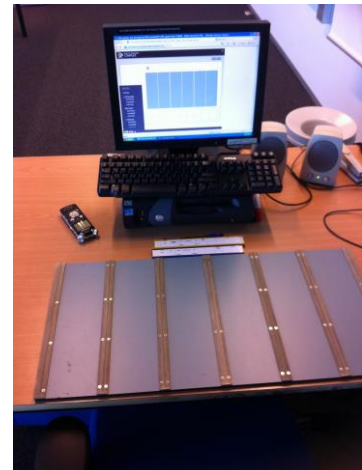
1. Worden de leerdoelen bereikt met de visuele instructie? (zie paragraaf 2.5)
2. Voldoet de visuele instructie aan de succescriteria? (ze paragraaf 2.5)

De volledige video instructie voor Luchtverkeersleiding Nederland is getest bij oud-trainees, omdat de juiste doelgroep op het moment van deze fase in het ontwerpproces niet beschikbaar was. Deze oud-trainees beheersten de leerstof al, waardoor het niet nodig was om te testen op een juiste uitvoering. Wel bleef het relevant om te analyseren wat zij als de juiste manier van uitvoeren en oplossen veronderstellen en of de instructieve video dit voldoende ondersteund.

In paragraaf 7.1 wordt de opzet van de evaluatie door de oud-trainees omschreven. In paragraaf 7.2 staat hoe zij de taak hebben uitgevoerd en hoe zij de video instructie hebben beoordeeld. Ten slotte wordt in paragraaf 7.3 kort samengevat wat deze realisatie fase heeft opgeleverd.

7.1 Opzet

De trainees zijn gevraagd om de video instructie uit te voeren en te beoordelen. Omdat zij de leerstof al beheersen, is er voor gekozen om de oud-trainees alleen de uitleg (over de video instructie) en het hoofdstuk over de complexe procedure te laten doorlopen. De casuïstieke voorbeelden en oefeningen zullen zij foutloos kunnen uitvoeren, maar de omschreven luchtverkeerssituatie is nieuw. Zij zullen daardoor alsnog actief moeten opletten (radiocontact) en meedoen (schrijven en schuiven) om de luchtverkeerssituatie met conflicten juist op te lossen. Op deze manier kon er getest worden in hoeverre zij zich ondersteund voelden door het systeem om de oefening op een juiste manier op te kunnen lossen.



Afb. 29. Opzet van evaluatiefase

De testpersonen doorliepen de geselecteerde onderdelen van de video instructie zelfstandig (inclusief de uitvoering van de oefening op het strippenbord, zie afbeelding 29). Ze zijn gevraagd om gedurende de video instructie hardop te denken. Zo konden hun overwegingen en keuzes gedurende de uitvoering geobserveerd worden.

Er zijn vier aandachtspunten waar tijdens de uitvoering van de taak op geanalyseerd is. De eerste drie punten komen overeen met de eerste drie aandachtspunten (en kernvragen) van het *human-subject experiment* uit de pre-prototypische fase. Doordat de testpersonen oud-trainees zijn, en dus ook ervaringsdeskundigen, is hen ook gevraagd om de video instructie te beoordelen op compleet- en accuraatheid (aandachtspunt 4).

De vier aandachtspunten zijn:

- A. Denkproces: Prestatie, overwegingen en besluitvorming van de stripverschuivingen.
Geen focus op een juiste uitvoering van de stripnotaties
- B. Aanpak: Gebruik en begrip van de video instructie, aansluiting op oplossingsstrategie.
Over: Interactie video, instructie, uitvoering op bord, radiocontact, strippenbord en stripgegevens
- C. Ervaren affect door de video instructie;
Over: Interactie video, instructie en procedure
- D. Compleet- en accuraatheid van de demonstratie (soorten acties, timing acties, toegepaste begripvolle eenheden).
Over: Interactie video, instructie, procedure, radiocontact, strippenbord en stripnotatie

Deze vier aandachtspunten zijn gebaseerd op de leerdoelen: de procedures kunnen benoemen en het zelfstandig, veilig en effectief uitvoeren van de procedure (A, B, D). En de succescriteria: het zelfstandig (A) kunnen uitvoeren van een overzichtelijke (B) instructie, waarbij de gebruiker positief geactiveerd wordt (D).

Achteraf werd in een kort interview gevraagd hoe ze de video instructie hebben ervaren, of ze verwachten dat de instructie video de leerdoelen en succescriteria voldoende ondersteunen en of zij eventuele opmerkingen en tips hebben. In bijlage F staan de vragen die zijn gesteld tijdens dit interview.

7.2 Uitvoering en beoordeling

Hier wordt een samenvatting gegeven van de resultaten. In bijlage F staat een volledig overzicht van deze resultaten. Per aandachtspunt worden de bevindingen uit de observatie en het interview beschreven.

A. Prestatie, overwegingen en besluitvorming van de stripverschuivingen

De strippenbordprocedure werd zoals verwacht juist uitgevoerd door de oud-trainees. Wat opvalt, is dat zij de taak wel stapsgewijs doorlopen, maar dat hun acties elkaar snel opvolgen en zij constant vooruit denken om conflicten te vermijden. Hierdoor zijn zij al met volgende stappen bezig, nog voordat zij een huidige stap hebben afgerond. Ze geven aan dat het aanleren van het direct schrijven, schuiven en communiceren van belang is voor deze proactieve aanpak. Ze moeten constant alert blijven op de nodige informatie voor de huidige én volgende stappen. Daar moeten ze direct op kunnen reageren. Daarbij volgen hun acties elkaar snel op. Het is daarom van groot belang dat de demonstratie deze directe reacties op het juiste moment demonstreert.

Enkele quotes uit het interview over deze manier van handelen:

Rick: *“Je probeert altijd voor te blijven op het verkeer, dus wat zal de volgende call zijn”*

Tina: *“Op het moment dat ik het callsign hoor (..) dan pak ik hem al, omdat ik weet dat deze kist gaat vragen om te taxiën (..). Als hij dan al kan taxiën, verschuif ik hem direct”*

B. Gebruik en begrip van de video instructie

Ze navigeren direct goed door de video instructie. De verschillende functies van de onderdelen (indeling en het menu) en de kleurcodes (blauwe/geel (strippen), groen (menu en [verder] button), rood (nieuwe stripnotaties)) zijn direct helder. Ook de instructies komen helder over en zij

doorlopen de video zoals geïnstreerd.

Wel hebben ze behoefte aan meer controle over de video, zodat er makkelijke subhoofdstukken en scènes overgeslagen worden. Vooral wanneer zij tijdens de oefening even terug willen naar de voorbeeldprocedure. Daarvoor moeten zij de hele voorbeeldprocedure en daarna de oefenprocedure afwachten tot zij op het juiste moment komen.

Ook zouden zij graag de audio fragmenten van de piloot in een mannenstem willen horen. Dit is gebruikelijk in de opleiding. Daarbij kan er zo makkelijk onderscheid worden gemaakt tussen het radiocontact van de luchtverkeersleider en radarverkeersleider (beiden vrouwenstem).

C. Ervaren affect door de video instructie

De video animatie zien zij als erg geschikt voor de instructie van de strippenbordprocedure. Het is minder droog, meer overzichtelijk en je kunt nu zelfstandig oefenen. Wel geven zij aan dat één oefening per hoofdstuk onvoldoende is voor het daadwerkelijk aanleren van de procedure (automatisme). Hiervoor zijn meer soorten oefeningen nodig. Ook geven zij aan dat het relevant blijft om een trainer te laten controleren of zij de oefening ook daadwerkelijk juist uitvoeren, dat wordt nu niet gecontroleerd.

Er ontstaan frustraties over het navigeren binnen de video instructie wanneer er tijdens de oefening wordt teruggekeken naar de voorbeeldprocedure. Daarbij ligt het tempo van de acties lager dan zij zijn gewend (voor de doelgroep die minder ervaring heeft met deze procedure zou dit tempo volgens hen wel goed zijn).

De uitleg van de complexe procedure moet meer helder worden uitgelegd.

D. Compleet- en accuraatheid van de demonstratie

Zij geven aan dat het belang van timing en direct schrijven, schuiven en communiceren benadrukt moet worden. De trainees moeten geconditioneerd worden op het handelen vanuit de signaalwoorden, standaardopzet en -volgorde van het radiocontact.

Meer soorten voorbeelden casussen en oefeningen zijn nodig om de overkoepelende toepassing (nut) van de strippenbordprocedure te kunnen zien.

7.3 Conclusie

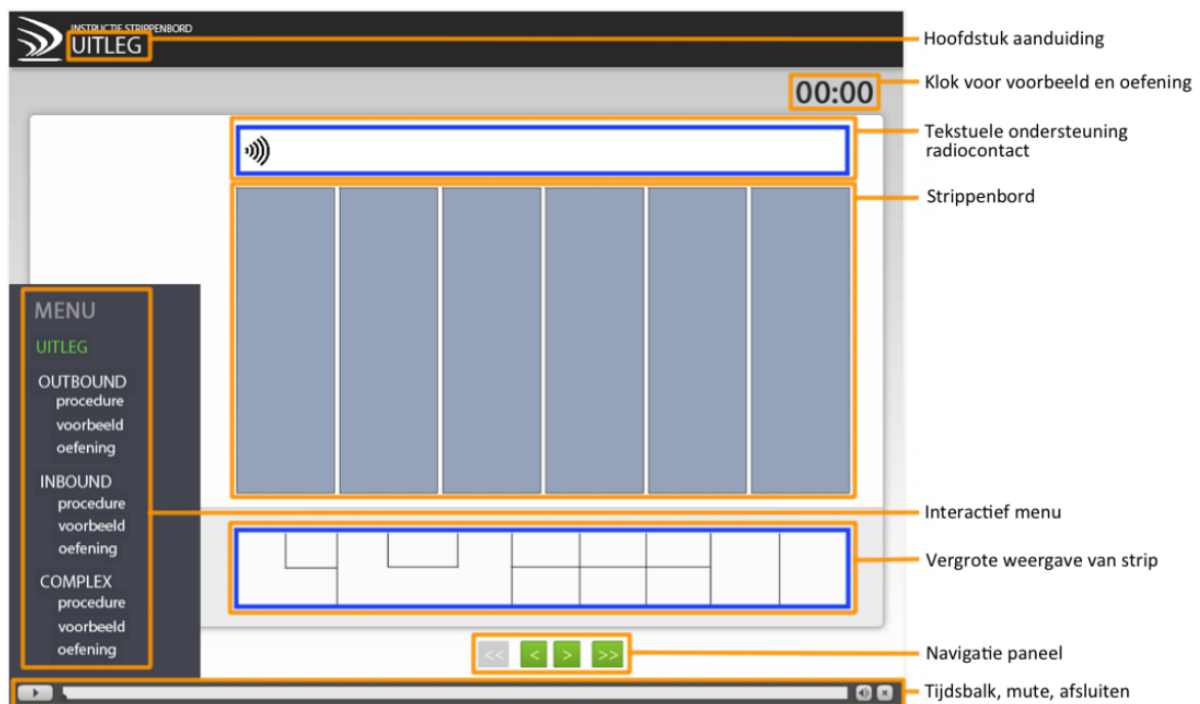
In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven per dimensie van het IVA-model.

Instructie	A3	Aanscherping timing van actie – reactie schrijven, schuiven en communiceren.
	A4	Uitleg over de complexe procedure aanscherpen en aanvullen.
Vormgeving	B2	Radiocontact van piloot met mannenstem (realistischer en makkelijker te onderscheiden).
Activatie	C2	Navigatie toevoegen waarin de gebruiker per subhoofdstuk en scene door de voorbeelden en oefeningen kan lopen.
	C3,	Benadrukken dat de gebruiker direct moet mee schrijven, schuiven (en mogelijk ook communiceren
	C4	als dat al lukt).

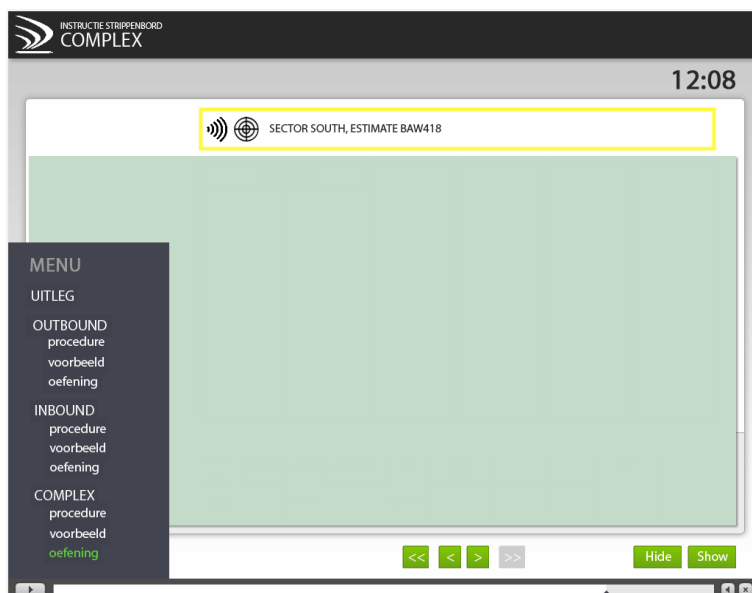
Met behulp van deze resultaten is de video instructie, naast de inhoudelijke aanpassingen in het script (aanscherpingen en aanvullingen) een laatste keer aangepast wat betreft ontwerp (zie afbeelding 30). Op de bijgeleverde CD-ROM staat de definitieve versie van deze instructieve video.

De laatste aanpassingen waren (zie bijlage G voor een volledig overzicht):

- Een navigatie systeem voor het zelfstandig kunnen doorlopen van subhoofdstukken en scene (zie afbeelding 30). Deze buttons [<<], [<], [>], [>>] zijn weer in de groene 'navigatie-kleur' weergegeven.
- Het radiocontact van de piloot is ingesproken door een man.
- Een [SHOW] en [HIDE] button bij de oefeningen: Een vlak waarmee de voorbeeldprocedure wordt verborgen of weergegeven. Op deze manier worden stripnotaties en stripverschuivingen verborgen ([HIDE]) wanneer de gebruiker zonder hulp zelfstandig wil oefenen (de gebruiker hoort alleen het radiocontact). Of worden deze gegevens weergegeven ([SHOW]) ter feedback (zie afbeelding 31).



Afb. 30. Definitieve versie



Afb. 31. Definitieve versie (show/hide vlak)

Gezien de succescriteria kan er gesproken worden over een succesvol ontwerp:

- A. Ze kunnen de video instructie **zelfstandig uitvoeren** door de beschikbaarheid op een computer, heldere instructies, een overzichtelijke opzet en een uitgebreid navigatiesysteem.
- B. De acties tussen radiocontact, stripnotaties en stripverschuivingen worden **overzichtelijk** weergegeven en volgens een juiste timing helder gedemonstreerd. De radiocontact-symbolen, de uitgeschreven tekst van het radiocontact, het onderscheid in stemmen en de kleurcodes ondersteunen het verkrijgen van dit overzicht. Gebruikers worden gestuurd op het overzichtelijk krijgen van de juiste acties en worden daarbij zo min mogelijk afgeleid.
- C. De video instructie bevat een **oefenmodule** waarin de gebruiker met een [SHOW] en [HIDE] button snel de juiste voorbeeldprocedure kan bekijken.
- D. De oud-trainees geven aan dat door de overzichtelijke, complete en accurate instructie (wat betreft inhoud en opzet) de video-instructie als **nuttig en gebruiks- en gebruikersvriendelijk** wordt ervaren.

De leerdoelen lijken ook bereikt te kunnen worden met de video instructie. De outbound -, inbound – en complexe procedure worden uitgelegd en voorgedaan. Maar of er daadwerkelijk sprake is van kennisoverdracht (de procedures kunnen benoemen) en integratie van de voorwaardelijke kennis (voor het zelfstandig, veilig en effectief uitvoeren van de procedure) moet uit een meer kwantitatief onderzoek blijken, waarin de juiste doelgroep word getest op uitvoering en kennisoverdracht.

Uit de resultaten blijkt dat, ook hier, met name de bestaande ontwerprichtlijnen aangescherpt moesten worden. Het ontwerpproces is gericht en voldoende ondersteunend geweest voor de ontwikkeling van een effectieve visuele instructie.

Kortom, beide kernvragen uit de evaluatiefase kunnen positief worden beantwoord.

Daarbij hadden de oud-trainees ook een aantal adviezen wat betreft de dimensies van het IVA-model. Deze zijn niet in het definitieve ontwerp meegenomen gezien de tijd, het budget en de mogelijkheden van het ontwerpprogramma. Deze aanvullingen zouden vooral de *workflow* (dimensie *Activatie*) tijdens de video-instructie kunnen ondersteunen. Deze aanbevelingen komen in paragraaf 8.7 aan bod en staan in het overzicht van bijlage G.

8. DISCUSSIE

De ontworpen video instructie lijkt dus een geschikte oplossing voor het ervaren probleem bij de taak. Er was behoefte aan een volledige integratie en overzicht van voorkennis en het nieuwe leermateriaal, aan ondersteuning in het tegelijk uitvoeren van schrijven, schuiven, communiceren en probleemoplossend denken en een zelfstandig uit te voeren oefening voor het timen van hun acties binnen de strippenbordprocedure. Deze punten lijken, gezien de resultaten uit de evaluatie fase, ondervangen te worden door de ontworpen video instructie. Luchtverkeersleiding Nederland verwacht dat meer trainees met behulp van deze video instructie de strippenbord procedure succesvol kunnen uitvoeren.

Ook de twee aanvullingen op het ontwerpproces (de structurering van de instructie analyse met het IVA-model en de aanvullende pre-prototypische fase waarin de gebruiker een actieve rol krijgt binnen het ontwerpproces) lijken voldoende ondersteuning te bieden in de ontwikkeling van de visuele instructie. Niet alleen gezien het succesvolle resultaat, maar ook gezien het verloop van de proces. Het is een makkelijk uit te voeren proces dat relatief weinig tijd in beslag neemt. Er is continue afstemming op de behoeftes van de eindgebruiker en de nodige voorwaarden. Het is een lineair proces dat, wanneer per fase en kernvraag volledig wordt doorlopen, de zekerheid geeft van een effectieve en productieve werkwijze. Dit komt mede door de structurering van de instructie analyse vanuit het IVA-model voor domein-specifieke ontwerprichtlijnen. Zonder dit model zouden er veel gerichte ontwerp vragen blijven liggen, waardoor het ontwerpproces meer moeite en tijd kost. Met de twee aanvullingen is er een pragmatisch ontwerpproces opgezet voor visuele instructies.

Het succes van het ontwerpproces komt met name duidelijk naar voren in de ontwikkeling en toepassing van de ontwerprichtlijnen. Gedurende de 'toetsmomenten' bij de experts en oud-trainees wordt de noodzaak en het nut van de ontwerprichtlijnen continu bevestigd. Richtlijnen mogen volgens hen zelfs nog sterker worden toegepast (zie bijlage G) en vrijwel geen enkele richtlijn lijkt overbodig of ineffectief. Blijkbaar zijn de aanvullingen op het ontwerpproces (het IVA-model en de gebruiker als ontwerprol) een succesvolle manier op een ontwerp kader op te stellen.

Beide probleemstellingen (zie paragraaf 1.1) kunnen dus positief worden beantwoord.

Ondanks deze positieve resultaten, zijn er ook een aantal zwakke punten in dit proces geweest waarbij stil gestaan moet worden. In de volgende paragrafen zijn de fases van het ontwerpproces van deze ontwerpcasus onder de loop genomen. Daarna zijn een aantal overige discussiepunten besproken.

8.1 Probleemanalyse

Binnen deze ontwerpcasus was het erg lastig om de exacte oorzaak van het probleem te vinden. Dit kwam met name door de complexiteit van de strippenbordprocedure en de lastig te onderscheiden voorkennis en leerstof. Voor deze ontwerpcasus is het probleem in kaart gebracht door gebruik te maken van een kwalitatieve analyse: een interview met een trainee en oud-trainees.

Het probleem zou beter in kaart zijn gebracht wanneer de taakuitvoering gedurende de klassikale instructie werd geobserveerd en getoetst. Op deze manier zouden ook mogelijke invloeden uit de context worden herkend (als een te hoge werkdruk). Hoe meer helder de oorzaak van het probleem

is, hoe gericht er succescriteria geformuleerd kunnen worden en hoe effectiever hiervoor ondersteunende ontwerprichtlijnen opgesteld kunnen worden.

De grote vraag blijft liggen bij de capaciteiten van de luchtverkeersleiders in opleiding. Ligt het slagingspercentage bij de strippenbordprocedure laag vanwege een slechte instructie of vanwege een onvoldoende bekwaamheid voor het beroep? In hoeverre geldt het zelfstandig, actief overzichtelijk krijgen van de complexe taak als voorwaarde voor de taak? In hoeverre mag je ondersteund worden in het leren? Voor een selectietraining moet deze grens duidelijk worden aangeduid. Het is niet zeker of de video instructie voldoende met deze grens rekening houdt.

8.2 Instructie analyse

De dimensies en onderliggende vragen van het IVA-model lijken voor een omvattend en omvangrijk ontwerp kader te zorgen. Toch is dit model alleen binnen deze ontwerpcasus getoetst. Het IVA-model ondersteunde voldoende in het vinden van ontwerprichtlijnen voor dit type taak, middels dit format en medium en ook bij de inzet van dit specifieke ontwerpprogramma. Voor elke ander vorm van deze aspecten (taak, format, medium, ontwerpprogramma) zou getoetst moeten worden of het IVA-model ook daar voldoende ondersteuning biedt.

8.3 Pre-prototype fase

Bij het gebruikersonderzoek ligt het grote zwaktepunt bij de ingezette doelgroep. De eindgebruiker is namelijk niet ingezet als medeontwerper, omdat zij op het moment van deze fase niet beschikbaar waren. De ingezette groep voldeed wel aan de selectie eisen van de opleiding tot luchtverkeersleider, maar zij voldeden niet aan de juiste voorkennis. Hierdoor moest de uit te voeren taak vereenvoudigd worden. De resultaten uit deze fase zijn dus een afgeleide voor de beoogde doelgroep en de taak. De ontwerprichtlijnen zijn daarmee niet direct afgestemd op de behoefte en nodige ondersteuning van de eindgebruiker. Er zijn in die zin meer domein-generieke dan domein-specifieke ontwerprichtlijnen opgesteld. Wanneer het pre-prototype vanuit de daadwerkelijke leerstof en door de daadwerkelijke doelgroep was ontwikkeld, pas dan was er sprake van domein-specifieke ontwerprichtlijnen in deze fase.

Bij de ontwikkeling van de vereenvoudigde taak is wel rekening gehouden met een gelijksoortige mate van uitdaging en complexiteit. Maar of dit een juiste afspiegeling was van de eindgebruiker is niet zeker en lastig toetsbaar. Zo bleek pas in de evaluatiefase hoe relevant de timing van de acties is voor het uitvoeren van de taak.

Ten slotte zijn de ontworpen video instructies in deze fase uitgevoerd op een iPad, in tegenstelling tot op een PC in de volgende fases. Dit verschil in handelen (touch screen of keyboard-beeldscherm), kan van invloed zijn geweest op de resultaten.

8.4 Prototype fase

Ook in deze fase was de eindgebruiker niet beschikbaar als medeontwerper. Alleen de experts (inhoudelijk expert, onderwijskundig consultant en onderwijskundig ontwerper) hebben deze taak vanuit hun inzicht en ervaring op zich genomen.

In deze fase blijkt dat instructie-brede ontwerprichtlijnen (met name vanuit de literatuurstudie), niet altijd per domein effectief inzetbaar zijn. Op advies van de inhoudelijk expert is er bewust gekozen om tegen het *redundancy effect*-principe in te gaan. Het is dus in het ontwerpproces voor

visuele instructies van belang om tot domein-specifieke ontwerprichtlijnen te komen. Hiervoor moeten de inhoudelijk expert en de eindgebruiker nauw betrokken worden bij het ontwerpproces.

8.5 Realisatie fase

Met name in deze fase komt duidelijk naar voren hoe afhankelijk de mogelijkheden van een ontwerpcastus afhangen van aspecten als tijd, budget en expertise. Zo zou een duurder ontwerpprogramma en een meer ervaren interactie ontwerper voor gerichtere en beter uitgewerkte ontwerprichtlijnen kunnen zorgen.

Zo zouden in deze ontwerpcastus de ontwerprichtlijnen B3 en B4 beter worden toegepast wanneer de ontwerper meer ervaring had met het ontwerpprogramma (denk aan: *richten van aandacht door contrast in scherpste*). Daarbij had een meer ervaren ontwerper vanuit zijn/haar ervaring ook meer ideeën en mogelijkheden kunnen aandragen.

Deels vanwege onvoldoende ontwerpervaring zijn een viertal ontwerprichtlijnen uit de dimensie *Activatie* ook niet sterk in het ontwerp teruggekomen. Zo hadden de ontwerprichtlijnen C5 (*bieden van tips*) en C9 (*inzetten van niveaus van makkelijk tot moeilijk*) sterker tot uiting gebracht kunnen worden. Tegelijkertijd kan worden afgevraagd in hoeverre deze aanvullingen geschikt zijn voor een video instructie binnen een selectietraining. Mogelijk worden trainees te veel ondersteund wanneer de instructie tips en niveaus zou bevatten.

De video-instructie is nu met name een 'how to tutorial' waarin de situationele -, conceptuele – en procedurele kennis wordt toegelicht. De strategische kennis wordt niet geoefend en voor het onder de vingers krijgen van de situationele -, conceptuele en procedurele kennis wordt te weinig oefenruimte geboden. Door het aanbieden van meerdere oefeningen zou ook de functie van de alle aspecten binnen de strippenbordprocedure meer helder over komen bij de trainees.

Een groot tekort in het ontwerp is de uitvoering van ontwerprichtlijn C7 en C9. Deze richtlijnen zijn gericht op het waarschuwen voor, herkennen en oplossen van fouten. Doordat de trainees de oefeningen zelfstandig en op een bord moeten uitvoeren, is het niet zeker of zij de taak juist uitvoeren. Hierdoor is het van belang dat er een trainer aanwezig is tijdens de uitvoering van de video instructie. Ook kan overwogen worden om een simulatie in te zetten. Zo'n systeem kan elke actie van de gebruiker toetsen, ondervangen en corrigeren.

Deze tekortkoming zouden opgevangen worden wanneer er een budget is voor een professionele interactie ontwerper. Mogelijkheden en daarmee aanbeveling wanneer dit mogelijk is, staan in paragraaf 8.7 bij de overige discussiepunten.

8.6 Evaluatie fase

Ook in deze fase heeft de eindgebruiker geen rol kunnen spelen. Het volledige ontwerp is namelijk getest bij oud-trainees. Zij beheersen de te instrueren kennis al, waardoor de mate van ondersteuning in het leren niet in kaart kon worden gebracht. Daarom is met name de gebruik(ers)vriendelijkheid geobserveerd tijdens de uitvoering van de taak. Daarnaast hebben zij de video instructie vanuit hun eigen ervaren problemen beoordeeld.

Daarbij is het effect van de video instructie kwalitatief getoetst. Er is geen toets afgenomen om het effect wat betreft leerdoelen te meten. Er is geen sprake van een productevaluatie waarin het leerproces in kaart is gebracht. Het is eerder een summatieve vorm van evaluatie waarin er een oordeel wordt gegeven over het leerproces. De oud-trainees zijn de ervaringsdeskundigen.

8.7 Overige discussiepunten

Een belangrijke fase waar binnen deze studie geen aandacht aan is besteed, is het implementatieplan. Hoe moet de video-instructie worden geïntroduceerd en geïnstrueerd (zowel door trainer als trainee) binnen de selectietraining? Hoe moet de video-instructie worden ingezet zodat hij het best tot zijn recht komt? Deze taak is nu bij Luchtverkeersleiding Nederland neergelegd. Maar de intenties van de instructie kunnen het beste gewaarborgd worden wanneer de ontwikkelaar over dit implementatieplan meedenkt.

De video-instructies worden op een fysiek strippenbord met strippen uitgevoerd. De aandacht van de gebruiker wordt hierdoor van de video instructie afgeleid naar het strippenbord. Dit *split-attention* probleem zal bij een fysiek uit te voeren demonstratie op een interface al snel ter sprake komen (Mayer & Moreno, 2003; Van der Meij, 1999). Een simulatie kan dit probleem ondervangen, doordat de gebruiker op de computer de demonstratie kan zien en de handelingen kan uitvoeren. Tegelijkertijd gaven de oud-trainees in de evaluatie fase aan dat de fysieke geluiden en bewegingen van het schuiven van de strippen hen helpt bij het consequent uitvoeren van de acties. Zo is de beweging en het schuifgeluid een extra bevestiging dat zij de handeling hebben uitgevoerd.

Wanneer het project versterkt had kunnen worden met een interactieontwerper waren de vormgevingsmogelijkheden een stuk groter geweest. Hiermee zouden met name de ontwerprichtlijnen uit de dimensie *Activatie* krachtiger tot uiting gebracht kunnen worden. In bijlage G staat een overzicht van deze mogelijkheden per richtlijn. Een aantal aanbevelingen ter verbetering zijn:

- Meer soorten gevarieerde oefeningen aanbieden:
 - Verschil in niveau (weinig tot veel vliegtuigen, weinig tot veel conflicten).
- Betere en meer gerichte feedback op juist en foutief handelen (simulatie):
 - Just-in-time - (Van der Meij, 2007) of on-demand feedback (Gee, 2005).
 - Pop-up of virtuele coach.
- Meer controle bij de gebruiker:
 - Optioneel: Vertraagd of werkelijk tempo van radiocontact.
 - Optioneel: Met of zonder radiocontact geluid oefenen.
 - Optioneel: Met of zonder radiocontact tekst oefenen.
- Minder opvallende aandacht methodes:
 - Toepassen van contrastverschillen.
- Realiteit vergroten:
 - Auditieve feedback door schuifgeluiden van de strippen.
 - Voor elk verschillend vliegtuig een andere stem voor de piloot.
- Toepassen van game-karakteristieken:

- Als: *pleasantly frustrating* methodes (Gee, 2005), waarmee de gebruiker uitgedaagd wordt, maar overtuigd is dat zijn actieve bijdrage de moeite waard is. Denk aan een tijdslimiet.
- Of: Moeten vrijspelen van levels om naar een volgend, moeilijker, niveau te kunnen gaan.
- Of: De taak van de video instructie laten afwijken van de leertaak (Leemkuil, 2006; Schank, Fano, Bell & Jona, 1993-1994). Je leert bijvoorbeeld 'onbewust' de afstandsminima terwijl een je vliegtuigen door bepaalde ringen moet laten vliegen.

9. CONCLUSIE

De ontworpen video-instructie sluit dankzij het aangepaste ontwerpproces goed aan op de specifieke kenniscomponenten van de taak en vangt het probleem goed op door aan de vooraf opgestelde behoeftes te voldoen. Of de video-instructie ook goed aansluit op de doelgroep en context van de taak is minder goed bewezen.

Het belangrijkste zwaktepunt van deze studie is dat de eindgebruiker geen rol als medeontwerper kon spelen binnen het ontwerpproces van Luchtverkeersleiding Nederland. Maar nog belangrijker is dat de video instructie niet is getoetst op haar effectiviteit wat betreft leerdoelen bij de eindgebruiker. Het is dus onduidelijk of de video instructie daadwerkelijk zal aansluiten bij de doelgroep. Het is slechts een positieve verwachting van de experts en oud-trainees. Wel heeft de trainee, na de implementatie van de video instructie, aangegeven dat de video instructie in de praktijk ook een succesvol middel lijkt.

Het ontwerpproces zal waarschijnlijk nog veel effectiever zijn verlopen wanneer de eindgebruiker in alle drie de ontwerpfases (pre-prototype -, prototype - en evaluatiefase) als medeontwerper mee had gewerkt. Pas dan wordt er optimaal gebruik gemaakt van deze formatieve vorm van evalueren. Het beoogde leerproces wordt dan gedurende het ontwerpproces constant naar de gewenste richting gestuurd. Een ontwerpproces blijkt dus sterk afhankelijk van het projectmanagement. Doordat er veel mensen bij het ontwerpproces betrokken zijn, moet communicatie goed verlopen, maar moeten de relevante mensen ook beschikbaar zijn op het juiste moment.

Toch lijkt ondanks deze zwaktepunten het ontwerpproces voor Luchtverkeersleiding Nederland succesvol verlopen. Met name door de zorgvuldige en gerichte zoektocht naar domein-specifieke ontwerprichtlijnen middels het IVA-model. Een aantal ontwerprichtlijnen blijken essentieel voor het succes van deze domein-specifieke instructie:

1. Om het werkgeheugen te ontlasten (*pretraining principle*: Mayer & Moreno, 2003):
A2: Introduceer met het doel van de instructie, de voorwaardelijke kennis/vaardigheden en geef uitleg over het functioneren van de video
2. Voor overzicht binnen taak (*just-in-time principe*: Van der Meij, 2007):
B7: Demonstreer de stappen in korte stap-voor-stap segmenten van 15-60 secondes (gelijke acties/concepten kunnen simultaan worden weergegeven)
C4: Geef bij elk(e) onderdeel/stap aan wat de (re)acties van de gebruiker/systeem/materiaal is
3. Voor overzicht binnen taak en interface (*Advanced organizer*: Van der Meij, in progress):
C2: Laat de gebruiker in controle zijn over de segmenten (menu, titels, pauzeren, herhalen, versnellen)

Naar verwachting zal dit aangepaste ontwerpproces, wanneer voldoende ondersteund door de ontwerprol van gebruikers, een nog succesvollere methode zijn. Gezien de brede opzet van deze aanpak, is dit ontwerpproces ook inzetbaar voor de ontwikkeling van andere video instructies en zelfs visuele instructies in het algemeen. Deze breed inzetbare ontwerpaanpak biedt mogelijkheden om de vele domein-specifieke ontwerp vragen te beantwoorden, waardoor er aan de grote vraag naar multimediale instructies kan worden voldaan.

De ontwikkelde set van domein-specifieke ontwerprichtlijnen kunnen ook als toetsingsmethode worden ingezet voor huidige video instructies met een gelijksoortige taak. Per dimensie van het IVA-model kan een video worden beoordeeld op de mate waarin de ontwerprichtlijnen terugkomen in de instructie. In hoeverre wordt de gebruiker op een juiste manier geïnstrueerd, geactiveerd en hoe wordt dit ondersteund door de visualisatie?

Een ander probleem waar deze studie oplossingsmogelijkheden voor biedt, zijn de vele onbeantwoorde onderzoeksvragen over het effect van multimedia in instructies. Er kan per ontwerprichtlijn worden getoetst in hoeverre deze een bijdrage levert aan het effect van de instructie wat betreft prestatie en affect. Op deze manier kan gericht onderzocht worden welke ontwerpvoorwaarden effectieve leerstrategieën voor multimediale instructies succesvol ondersteunen. Dit kan zowel per ontwerprichtlijn, taak, medium, format of mogelijk zelfs per ontwerpprogramma. Daarbij is het interessant om na te gaan welke ontwerpvoorwaarden instructie-breed, domein-generiek of domein-specifiek zijn.

Binnen deze studie zou het met name interessant zijn om te onderzoeken of de meest essentiële ontwerprichtlijnen alleen domein-specifiek, of ook domein-generiek en instructie-breed effectief blijken.

De succesvolle aanpak met het aangepaste ontwerpproces en de ontwikkeling van de professionele video-instructie voor Luchtverkeersleiding Nederland is met name een belofte voor:

- Het snel en succesvol kunnen beantwoorden van ontwerp vragen bij visuele instructies;
- Het eenvoudig kunnen toetsen van huidige visuele instructie op hun effectiviteit;
- Het in kaart brengen van ontwerpvoorwaarden voor effectieve leerstrategieën voor visuele instructies.

REFERENCES

- Agrawala, M., Li, W. & Bethouzoz, F. (2011). Design principles for visual communication, *Communications of the ACM*, 54 (4), 60-69
- Agrawala, M., Phan, D., Heiser, J., Haymaker, J., Klingner, Hanrahan, P. & Tversky, B. (2003). Designing effective step-by-step assembly instructions, *ACM SIGGRAPH 2003 Papers*, 828-837
- Ainsworth, S. & VanLabeke, N. (2004). Multiple forms of dynamic representation, *Learning and Instruction*, 12, 241-255
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations, *Computers & Educations*, 33, 131-152
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations, *Learning and Instructions*, 16, 183-198
- Bennett, S. Maton, K. & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence, *British Journal of Educational Technology*, 39 (5), 775-786
- Berk, R.A. (2009). Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom, *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 5 (1), 1-21
- Bethke, F.J., Dean, W.M., Kaiser, P.H., Ort, E. & Pessin, F.H. (1981). Improving the usability of programming publications, *IBM Systems Journal*, 20 (3), 306-320
- Chi, M.T.C.H. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide, *The Journal of the Learning Sciences*, 6 (3), 271-315
- De Freitas, S. & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum e most effectively evaluated?, *Computers & Educations*, 46, 249-264
- De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought, *Instructional Science*, 38 , 105-134. Enschede: Universiteit Twente, Faculteit der Toegepaste Onderwijskunde.
- De Jong, T. & Ferguson-Hessler M.G.M. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational psychologist*, 31 (2), 105-113
- Garris, R., Ahlers, R. & Driskell, J.E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation Gaming*, 33, 441-467
- Gee (2005). Learning by design: good video games as learning machines. *E-learning*, 2 (1), 5-16
- Gerjets, P. & Kirschner, P. (2009). Learning from multimedia and hypermedia, In N. Balacheff, S. Ludvigsen, T. de Jong, A. Lazonder & S. Barnes (Eds.), *Technology-enhanced learning: Principles and products*, Dordrecht, The Netherlands: Springer, 251-272
- Glenberg, A.M. & Robertson, D.A. (1999). Indexical understanding of instructions, *Discourse Processes*, 28 (1), 1-26
- Grabler, F., Agrawala, M., Li, W., Dontcheva, M. & Igarashi, T. (2009). Generating photo manipulation tutorial by demonstrations, *ACM Trans. Graph*, 28 (3), 661-669
- Heer, J. & Agrawala, M. (2006). Software design patterns for information visualization, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 12 (5), 853-860
- Heiser, J., Phan, D., Agrawala, M., Tversky, B. & Hanrahan, P. (2004). Identification and validation of cognitive design principles for automated generation of assembly instructions, *Proceedings of Advanced Visual Interfaces*, 311-319
- Jones, T. & Cuthrell, K. (2011). YouTube: Educational potentials and pitfalls, *Computers in the Schools*, 28, 75-85
- Krull, R., D'Souza, S.J., Roy, D., & Sharp, D.M. (2004). Designing procedural illustrations, *IEEE Transactions on Professional Communication*, 47 (1), 27-33
- Large, A. (1996). Computer animation in an instructional environment, *Library & Information Science Research*, 18, 3-23

- Lee, J. (1999). Effectiveness of computer based instructional simulation: A meta analysis. *International Journal of Instructional Media*, 26 (1), 71-85
- Leemkuil, H.H. (2006). Is it all in the game? Learner support in an educational knowledge management simulation game (unpublished doctoral dissertation). Universiteit Twente, Enschede
- Linek, S.B., Gerjets, P. & Scheiter, K. (2010). The speaker/gender effect: does the speaker's gender matter when presenting auditory text in multimedia messages?, *Instructional Science* 38 (5), 503-521
- Lowe, R.K. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning, *European Journal of Psychology of Education*, 14 (2), 225-244
- Mayer, R.E. & Anderson, R.B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis, *Journal of Educational Psychology*, 83 (4), 484-490
- Mayer, R.E. (2001). Principles of multimedia design, In: *Multimedia learning*, New York: Cambridge University Press, 183-194
- Mayer, R.E. (2001). The promise of multimedia learning, In: *Multimedia learning*, New York: Cambridge University Press, 1-20
- Mayer, R.E. & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning, *Educational Psychologist*, 38 (1), 43-52
- Moore, D.M., Burton, J.K. & Myers, R.J. (1996). Multiple-channel communication: The theoretical and research foundations of multimedia, In: D.H. Jonassen (ed.) *Handbook of Research for Educational Communications*, New York: Simon and Schuster MacMillan, 979-1005
- Morrell, R.W., Park, D.C. & Poon, L.W. (1990). Effects of labeling techniques on memory and comprehension of prescription information in young and old adults, *Journal of gerontology: Psychological Sciences*, 45 (4), 166-172
- Morrison, J.B. & Tversky, B. (2001). The (in)effectiveness of animation in instruction, *CHI*, 377-378
- Oblinger, D.G. (2004). The next generation of educational engagement, *Journal of Interactive Media in Education*, 8, 1-18
- Paas, F. G. W. C., & van Merriënboer, J. J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6, 351-371
- Palmiter, S. & Elkerton, J. (1991). An evaluation of animated demonstrations for learning computer-based tasks, *CHI '91 Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Reaching through technology*, 257-263
- Payne, S.J., Chesworth, L. & Hill, E. (1992). Animated demonstrations for exploratory learners, *Interacting with Computers*, 4 (1), 3-22
- Plaisaint, C. & Shneiderman, B. (2005). Show me! Guidelines for producing recorded demonstrations, *Visual Languages and Human-Centric Comp.* 171-178.
- Ploetzner, R. & Lowe, R. (2012). A systematic characterization of expository animations, *Computers in Human Behavior*, 28, 781-794
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences, *Cognitive Science*, 21 (1), 1-29
- Rieber, L.P. (1991). Animation, incidental learning, and continuing motivation, *Journal of Educational Psychology*, 83 (3), 318-328
- Simon, H.A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63 (2), 129-138
- Schank R.C., Fano, A., Bell, B. & Jona, M. (1993-1994). The design of goal-based scenarios. *The Journal of the Learning Sciences*, 3 (4), 305-345
- Smith, P.L. & Ragan, T.J. (2005). *Instructional Design*, 3rd edition, John Wiley & Sons. Inc.
- Sweller, J., Merriënboer, J.J.G. van & Paas, F.G.W.C. (1998). Cognitive architecture and instructional design, *Educational Psychology Review*, 10 (3), 251-296

- Tversky, B, Zacks, J., Lee, P. U., & Heiser, J. (2000). Lines, blobs, crosses, and arrows: Diagrammatic communication with schematic figures. In M. Anderson, P. Cheng, and V. Haarslev (Editors). *Theory and application of diagrams*. Pp. 221-230. Berlin: Springer.
- Tversky, B., Morrison, J.B. & Betrancourt (2002). Animation: can it facilitate?, *International Journal of Human-Computer Studies*, 57, 247-262
- Tversky, B., Agrawala, M., Lee, P., Hanrahan, P., Phan, D., Stolte, C. & Daniel, M. (2007). Cognitive design principles for automated generation of visualization, *Applied spatial cognition: from research to cognitive technology*, 53-75.
- Van der Meij (in progress). Video-effect studies
- Van der Meij, H. & Carroll, J.M. (1995). Principles and heuristics for designing minimalist instruction, *Technical communication*, 42 (2), 243-261
- Van der Meij, H. & Gellevij, M. (2004). The four components of a procedure, *IEEE Transactions on Professional Communication*, 47 (1), 5-14
- Van der Meij, H. & Van der Meij, J. (in progress). On designing instructional video for software training.
- Van der Meij, H. (1996). Does the manual help? An examination of the problem-solving support offered by manuals, *IEEE Transactions on Professional Communication*, 39 (3), 146 - 156
- Van der Meij, H. (1999). The role and design of screen images in software documentation, *Journal of Computer Assisted Learning*, 16 (4), 294-306.
- Van der Meij, H. (2007). Goal-orientation, goal-setting, and goal-driven behavior in minimalist user instructions, *IEEE Transactions on Professional Communication*, 50 (4), 295-305
- Van der Meij, H. (2008). Designing for user cognition and affect in software instructions, *Learning and Instruction*, 18-29
- VanLehn, K. (1995). Cognitive skill acquisition. *Annual Review of Psychology*, 47, 513-539
- Verhagen, P.W. (2000). *Over het opleiden van onderwijskundig ontwerpers* (Inaugurele rede).
- Weiss, R.E. Knowlton, D.S. & Morrison, G.R. (2002). Principles for using animation in computer-based instruction: theoretical heuristics for effective design, *Computers in Human Behavior*, 18, 465-477
- Williams, M., McCarthy, J., Gärdenfors, P., Stanton, C. & Karol, A. (2009). A grounding framework, *Autonomous Agents Multi-Agent Systems*, 19 (3), 272-296
- Zacks, J.M., Tversky, B. & Iyer, G. (2001). Perceiving, remembering, and communicating structure in events, *Journal of Experimental Psychology: General*, 130 (1), 29-58

BRONNEN

- | | | |
|----|-------------------------------|---|
| 1 | Luchtverkeersleider | http://youtu.be/B36kOUAmJHk |
| 2 | HowCast | http://youtu.be/aldTF8SfnwQ |
| 3 | Yune | http://www.youtube.com/watch?v=VUxaprSXRlo&feature=share&list=PL38F279DD73F69CD4 |
| 4 | How it's Made | http://www.yourdiscovery.com/nl/web/how-its-made1/video/ |
| 5 | Levensweg | http://youtu.be/xU2Ao1j9MY0 |
| 6 | Jackeroo | http://youtu.be/e-vdx2YruAE |
| 7 | Set! | http://youtu.be/CulD4ftG1Wk |
| 8 | Tower of Hanoi | http://youtu.be/MbybmBZVjWk |
| 9 | Schaken | http://youtu.be/Bzhx3zra5QM |
| 10 | Game | http://www.luchtverkeersleider.nl/ben-je-er-een |
| 11 | <i>Video's: Demonstraties</i> | http://youtu.be/B36kOUAmJHk
http://youtu.be/8xwZsWZklQI |
| 12 | <i>Video's: Animaties</i> | http://youtu.be/u0nYEmrq1as
http://youtu.be/780eqg3_Dxw |
| 13 | <i>Simulaties.</i> | http://youtu.be/780eqg3_Dxw
http://youtu.be/uSpRFWOAs1c |

BIJLAGE

A. Voorbeeldstudie

Video instructies in het algemeen:



HowCast (bron 2)



Yune (bron 3)



How it's Made (bron 4)

Algemene voorbeelden van video instructies

Instructie	Vormgeving	Activatie
- Biedt een stap voor stap instructie - Vertel in verhaalvorm en chronologisch - Omschrijf het doel - Geef aandachtspunten en waarschuwingen	- Toon een realistische en/of werkelijke setting - Zorg voor een nauwe en natuurlijke aansluiting tussen het beeld en de auditieve verteller - Gebruik contrast voor het richten van aandacht (scherp/onscherp, licht/donker) - Pas grafische arceringen toe als transparante laag over het realistische beeld - Maak gebruik van symbolen - Toon een gedetailleerd beeld wanneer iets specifiek of gedetailleerd wordt verteld	- Ondersteun herkenning van problemen en de oplossing hier op - Biedt tips voor een effectieve aanpak - Duidt elke stap rustig aan en rond een stap rustig af

Algemene ontwerprichtlijnen uit de voorbeeldstudie

Domein-generieke video instructies:

(Strategische en probleem-oplossende taken)



Levensweg (bron 5)



Jackeroo (bron 6)



Set! (bron 7)



Tower of Hanoi (bron 8)



Schaken (bron 9)



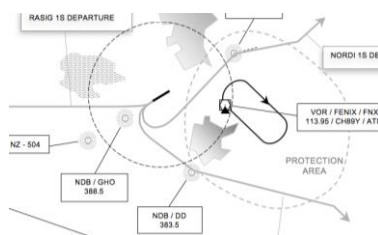
Domein-generieke voorbeelden van video instructies

Instructie	Vormgeving	Activatie
1. Materiaal, opzet, 2. Opzet, start - en doelstatus, 3. Spelregels, 4. Demonstratie a.d.h.v. casuïstiek, 5. Juiste en verkeerde uitvoering, 6. Waarschuwingen	- Toon een werkelijke weergave - Toon vanuit gebruikersperspectief of bovenaanzicht (alleen handen in beeld) - Demonstreer elke regel - Zoom in op details - Maak gebruik van stippellijnen voor het tonen van de mogelijke stappen per onderdeel - Gebruik een rustig spreektempo - Toon, gedurende de instructie, de titel van elk onderdeel	- Ondersteun complexe taken door bij een makkelijk niveau te beginnen - Geef de mogelijke interactie en conflicten tussen onderdelen weer

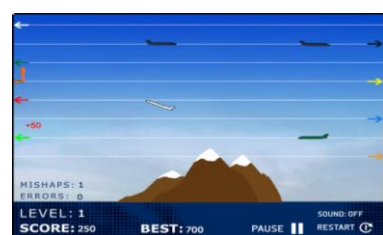
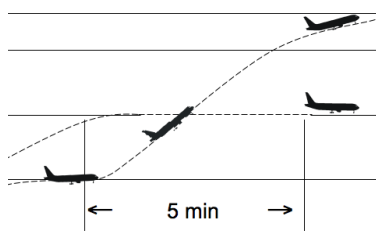
Domein-generieke ontwerprichtlijnen uit de voorbeeldstudie

Domein-specifieke instructies:

(Papieren instructie, een game, video's (demonstraties en animaties) en simulaties)



Papieren instructie



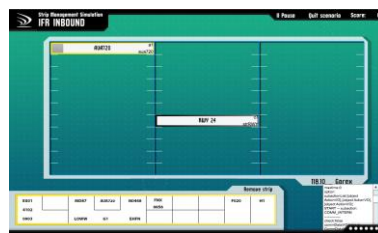
Game (bron 10)



Video's: Demonstraties (bron 11)



Video's: Animaties (bron 12)



Simulaties (bron 13). Links: Bright Alley



Midden: Luchtverkeersleiding NL



Rechts: Tower Simulator

Domein-specifieke voorbeelden van video instructies

Instructie	Vormgeving	Activatie
Papieren handleiding:		
Instrueer elk concept aanvankelijk apart	Ondersteun ruimtelijk inzicht middels grafische, schematische boven- en zijaanzichten	- Van makkelijk naar moeilijk - Maak gebruik van voorbeelden
Game:		
1. Uitleg, 2. Spel, 3. Score	- Toon een overzichtelijk en schematisch beeld van de situatie - Maak gebruik van kleurverschillen om start en eindpositie aan te duiden - Maak gebruik van symbolen (als een '!') om een waarschuwing te geven	- Biedt enkel de besturing en het doel van het spel (strategie en score) - Zorg er voor dat het spel gepauzeerd kan worden
Video's:		
- Neem de stappen, met bijbehorende afwegingen, chronologisch door - Vergelijk de procedure met een andere herkenbare procedure (als de 'tontom')	- Demonstratie: Film vanuit een betekenisvolle hoek - Demonstratie: Ondersteun elke handeling auditief - Demonstratie: Schets situaties natuurlijk (zoals met handgebaren) - Animatie: Geef complexe ruimtelijke situaties schematisch weer vanuit een betekenisvolle hoek - Animatie: Toon een animatie als transparante laag over de werkelijke demonstratie ter verduidelijking van een complexe situatie	Biedt casuïstiek ter voorbeeld
Simulaties:		
Biedt enkel de besturing van de simulatie	- Biedt werkelijke en realistische visuele en auditieve informatie - Maak gebruik van kleurverschillen om verschillende functies te representeren - Integreer concepten en procedures door kleurenvlakken aan concepten te koppelen	- Biedt meerdere voorbeeldprocedures waarmee geoefend kan worden - Toon onduidelijke details op een andere plek in het beeld in een vergrote versie - Omschrijf de actie van de gebruiker en de reactie van het systeem

Domein-specifieke ontwerprichtlijnen uit de voorbeeldstudie

B. Gebruikersonderzoek

Opzet

Het gebruikersonderzoek bestaat uit drie fases. Per fase krijgt de proefpersoon onderstaande opdrachten:

1. Eerste fase (*productiefase*): Uitvoeren van de taak middels een papieren instructie en het bedenken van een visuele instructie voor de taak.
2. Tweede fase (*voorkeurfase*): Uitvoeren van de taak middels een papieren instructie en het beoordelen en aanvullen van de uitgewerkte demonstraties uit de eerste fase
3. Derde fase (*begripsfase*): Uitvoeren van de taak middels de uitgewerkte video instructie gezien de evaluatie uit de tweede fase en het beoordeling van deze video instructie.

Elke fase levert een product op. In fase 1 worden er idee-varianten uitgewerkt als video instructie. Deze worden in fase 2, na uitvoering van de taak met een papieren instructie, beoordeeld en aangevuld. In fase 2 wordt er aan de hand van deze evaluatie een nieuwe video instructie ontwikkeld. Deze zal dan het instructiemiddel in fase 3 zijn. In fase 3 wordt deze video instructie worden beoordeeld en aangevuld. Aan de hand van deze evaluatie en het ontwerp van de video instructie worden een set van ontwerprichtlijnen per dimensie van het IVA-model opgesteld.

Fase	Instructie vorm	Opdracht 1	Opdracht 2	Product
1	Papieren instructie	Uitvoeren van de taak	Bedenken van een visuele instructie voor de taak	Idee varianten uitgewerkt als video instructie
2	Papieren instructie	Uitvoeren van de taak	Beoordelen en aanvullen van uitgewerkte video instructies uit fase 1	Video instructie ontwikkelen a.d.h.v. beoordeling
3	Video instructie	Uitvoeren van de taak	Beoordelen en aanvullen van de video instructie uit fase 2	Ontwerprichtlijnen opstellen aan de hand van ontwerp en beoordelingen

Aandachtspunten

Gedurende het verloop door de fases komt steeds duidelijker het denkproces, de aanpak, het affect en de voorkeur voor vormgeving (kernvragen pre-prototypische fase) in beeld. Bij opdracht 1 ligt de focus, in elke fase, op: gemaakte fouten (kernvraag 1), oplossingsstrategieën (kernvraag 2) en het ervaren affect (kernvraag 3) gedurende de taakuitvoering. Bij opdracht 2 ligt de focus, in elke fase op: instructie, vormgeving (kernvraag 4) en activatie (dimensies van het IVA-model). Hun hoogst beoordeelde karakteristieken vormen intuïtieve ontwerprichtlijnen.

Er zijn vier 'aha-momenten' geformuleerd die de gebruiker, gedurende opdracht 1, moet ontdekken om tot de juiste oplossingsstrategie te kunnen komen. Deze zijn:

- A. *De regels en principes zijn bekend waardoor er een flow ontstaat.*
- B. *De blauwe procedure moet voorrang op de gele procedure hebben.*
- C. *De pauzeplekken zijn noodzakelijk voor het kunnen oplossen van conflicten tussen de blauwe en gele procedure*
- D. *Wanneer je de stappen vooruit plant kun je conflicten voorkomen.*

Materiaal

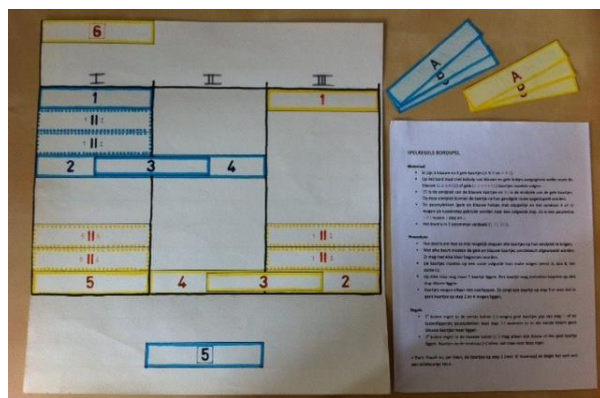
Een sterk vereenvoudigde prototypische versie van de te instrueren taak (gelijksoortige procedure, regels, doel, conflicten en mate uitdaging) in de vorm van een bordspel. Hiervoor is gekozen, omdat er bij Luchtverkeersleiding Nederland geen doelgroep te vinden was met de juiste voorkennis, zonder te veel kennis over de instrueren taak. Er is hierdoor gekozen om de strippenbordprocedure te herontwerpen zodat studenten zonder domein-specifieke voorkennis de taak konden beheersen. Er is een abstracte versie ontwikkeld waarbij de gebruiker, volgens gelijksoortige regels, principes en indeling van het bord, gele en blauwe strippen van de ene kant naar de andere kant van het speelbord moet krijgen volgens een standaard aantal stappen. Dit is vergelijkbaar met het afhandelen van inkomend en uitgaand luchtverkeer.

De handelingen van de testpersonen uit de eerste fase werden met een videocamera opgenomen. Op deze manier konden zij een eigen vorm van een instructieve demonstratie uitbeelden op video. In de tweede en derde fase werden er audio-opnames gemaakt.

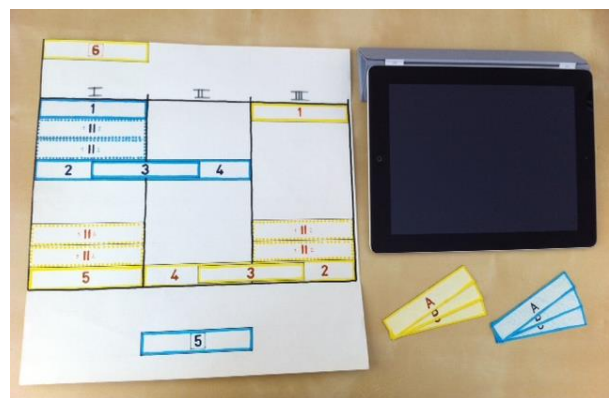
Testpersonen: Vijftien studenten van Universiteit Twente (in elke fase vijf):

- Fase 1 (*productiefase*): 5 mannen, 19-27 jaar (gem. 24,8 jaar), 4 van 5 met VWO-natuurprofiel met wiskunde B.
- Fase 2 (*voorkeurfase*): 1 man en 4 vrouwen, 21-27 jaar (gem. 23,6 jaar), 1 van 5 met VWO-natuurprofiel met wiskunde B.
- Fase 3 (*begripsfase*): 3 mannen en 2 vrouwen, 20-28 jaar (gem. 23 jaar), 3 van 5 met VWO-natuurprofiel met wiskunde B.

Deze groep is vergelijkbaar met de doelgroep van de ontwerpcasus: maximaal 26 jaar, minimaal VWO of een HBO propedeuse afgerond met een voldoende voor wiskunde of statistiek.



Papieren instructie



Video instructie

Opstelling van de taakuitvoering per fase van het gebruikersonderzoek

1. Resultaten productiefase

De algemene aanpak van de testpersonen gedurende de eerste fase: Eerst de papieren instructie volledig lezen, tegelijkertijd het materiaal controleren en vervolgens vanuit een trial-error-strategie met het spel starten. Hieronder staan de resultaten van de productiefase weergegeven.

Resultaten productiefase

Eerste onderdeel: Uitvoeren taak met papieren instructie

Fouten	▪ Door een trial-error aanpak maken vrijwel alle testpersonen alle soorten fouten (A-B-C-D). ▪ Er wordt vrijwel elke keer gevraagd of de blauwe en gele kaartjes per beurt afgewisseld moeten worden.
Oplossingen	▪ “Hoe voorkom ik die fout”. Dan trial-error aanpak volgens verfijnde strategie (opnieuw starten of paar stappen terug). ▪ Hierbij ontstaat bij de meeste gevallen het tellend vooruit denken van een strategie. “Hoeveel stappen heb ik nodig voor blauw, hoeveel stappen kan geel blauw bieden”.
Affect	▪ Bij aanvang veel nadenken (actief overzicht verkrijgen). Visualisatie van spelregels lijkt erg lastig. Bij aanvang geconcentreerd op zoek naar een strategie, bij falen: trial-error. ▪ Hoe vaker de strategie aangescherpt moet worden, hoe meer frustratie er ontstaat. Totdat ze alle regels en principes beheersen en tellend vooruit kunnen denken.

Tweede onderdeel: Ontwerpen van een video instructie

Instructie	▪ Aandacht wordt gericht door waarschuwingen te geven ('Let op!') en met voorbeelden toe te lichten. ▪ Onderstaande volgorde werd gehanteerd gedurende hun demonstraties: 1. Materiaal, doel + procedure, kolomregels (1 proefpersoon). 2. Materiaal + pauzeplekken + kolomregels, doel + procedure (3 testpersonen). 3. Materiaal + doel + procedure, kolomregels + pauzeplekken (1 proefpersoon).
Vormgeving	▪ Elke regel en principe wordt direct (op het bord) weergegeven. ▪ Aandacht wordt gericht door met de hand aan te wijzen of kaartjes bewust op of naast het bord te leggen.
Activatie	▪ Er wordt met name informatief en niet zozeer activerend geïnstrueerd.

Resultaten productiefase gebruikersonderzoek

Vervolgstappen na eerste fase

Met behulp van de resultaten uit het tweede onderdeel zijn er drie video instructies uitgewerkt. De volgorde van de onderdelen zijn middels onderstaande aspecten (overeenkomend met de aspecten uit de papieren instructie: bijlage C) in kaart gebracht:

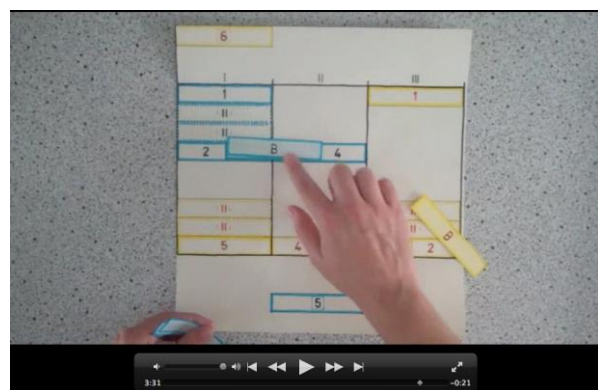
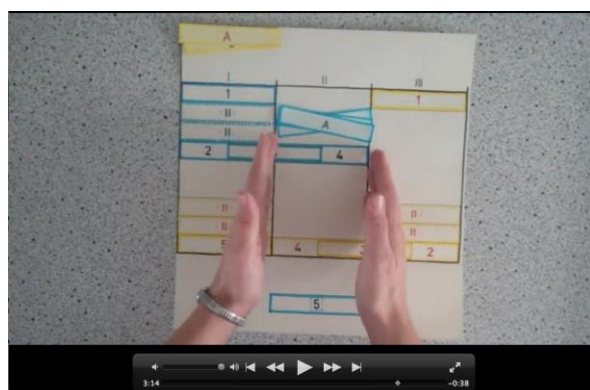
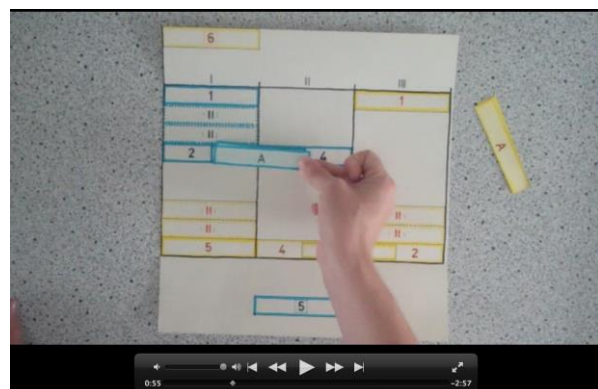
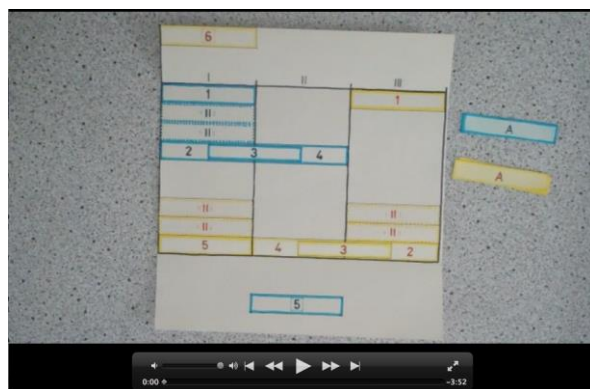
Materiaal	Procedure	Regels
A: Kaartjes (kleur, ABC)	C: Start (stapel ABC stap 1, vaste volgorde, afwisselen, elke kleur beginnen)	F: 1 ^e kolomregel
B: Bord (kleur, stappen, pauzeplekken en kolommen)	D: Tijdens (1 stap 1 kaartje, langer liggen, geen kaartjes inhalen)	G: 2 ^e kolomregel
	E: Doel (snel mogelijk).	

Aspecten van de uit te voeren taak

Met behulp van deze aspecten en de ideeën uit fase 1 konden drie verschillende versies onderscheiden en ontwikkeld worden (zie onderstaande tabel). De video instructies werden daarbij op een gelijksoortige manier uitgevoerd. Denk aan zinsopbouw, intonatie, handelingen.

Versie	Volgorde en combinatie aspecten	Inhoudelijk overzicht van onderdelen
1	ACB DE FG	Materiaal (incl. pauzeplekken) + doel Procedure Kolomregels
2	ACB + FG ED	Theorie (materiaal, pauzeplekken, kolomregels + doel) Praktijk (procedure)
3	ACB (zonder pauzeplekken) FG + ED (met pauzeplekken)	Basiskennis (materiaal, doel en procedure) Strategie (kolomregels + pauzeplekken)

Volgorde van onderdelen per versie voor de tweede fase



Voorbeeld van de uitgewerkte video instructies uit de eerste fase

2. Resultaten voorkeurfase

Ook in de tweede fase is de algemene aanpak van de testpersonen: Eerst de papieren instructie volledig lezen, tegelijkertijd het materiaal controleren en vervolgens middels een trial-error-strategie het spel starten. Hieronder staan de resultaten van de voorkeursfase weergegeven.

Resultaten voorkeursfase

Eerste onderdeel: Uitvoeren taak met papieren instructie

Fouten	▪ Door een trial-error aanpak maken vrijwel alle testpersonen alle soorten fouten (A-B-C-D). ▪ Er wordt vrijwel elke keer gevraagd of de blauwe en gele kaartjes per beurt afgewisseld moeten worden.
Oplossingen	▪ “Hoe voorkom ik die fout”. Dan trial-error aanpak volgens verfijnde strategie (opnieuw starten of paar stappen terug). ▪ Hierbij ontstaat bij de meeste gevallen het tellend vooruit denken van een strategie. “Hoeveel stappen heb ik nodig voor blauw, hoeveel stappen kan geel blauw bieden”.
Affect	▪ Bij aanvang veel nadenken, visualisatie spelregels lijkt erg veel moeite te kosten. Vooraf geconcentreerd op zoek naar een strategie, bij falen: trial-error. Behoeftte aan voorbeeld visualisatie. ▪ Hoe vaker de strategie aangescherpt moet worden, hoe meer frustratie en ongeduld er ontstaat. Totdat ze alle regels en principes beheersen en tellend vooruit kunnen denken.

Tweede onderdeel: Beoordeling video instructie uit eerste fase

Instructie	▪ <i>“Door een meer directe vertaalslag van papier naar visualisatie is het demonstreren van alle soorten voorbeelden (juiste en foute demonstratie) niet nodig”</i>
Vormgeving	▪ Goed tempo of aan de trage kant. ▪ Door intonatie en aanwijzingen wordt de informatie gefilterd in ‘belangrijke en minder relevante informatie’ voor de strategie. ▪ Geef realistische voorbeelden (niet A bovenop op eind stap of alleen B en A tonen terwijl rest niet meer op het bord ligt).
Activatie	Overzicht van voorkeur per versie: ▪ 1^e versie (2 testpersonen): <i>“Ik wil eerst weten wat er voor me ligt, wat ik moet doen en dan wat de uitzonderingen zijn”</i> (Deze testpersonen hadden overigens de voorkeur voor een papieren instructie tenzij de gebruiker meer controle krijgt over de video instructie. Dan 2^e versie voorkeur.) ▪ 2^e versie: Niemands voorkeur ▪ 3^e versie (3 testpersonen): <i>“Dan hoeft je de functie van de pauzeplekken niet zelf (en te laat) te ontdekken, maar krijg je wel eerst theoretische en dan praktische informatie zoals 2^e versie. Hierdoor aan het eind een actieve houding”</i>

Resultaten voorkeursfase gebruikersonderzoek

Vervolgstappen tweede fase

Met behulp van de hoogst beoordeelde karakteristieken van de video's is er een nieuwe video instructie ontwikkeld met een gelijksoortige uitvoering. De nieuwe volgorde van onderdelen en aspecten voor deze video:

1. Introductie (incl. doel en functioneren van de video)
2. Materiaal (A+B, excl. uitleg pauzeplekken)
3. Regels (demonstratie F+G en pauzeplekken met een juist/fout voorbeeld)
4. Procedure (C+D met een juist/fout voorbeeld)
5. Afsluiting (E en herhaling eerst stap (onderdeel C))

3. Resultaten begripsfase

Algemene aanpak: In vergelijking met de papieren instructie starten de gebruikers direct met het bordspel nadat zij de video instructie hebben gekeken. Gedurende het bekijken van de video pakken enkelen het materiaal, maar de meesten konden direct aan de slag zonder zelf actief een overzicht van het materiaal te moeten krijgen. Hieronder staan de resultaten van de begripsfase weergegeven.

Resultaten begripfase

Eerste onderdeel: Uitvoeren taak met papieren instructie

- | | |
|-------------|---|
| Fouten | ▪ Alleen de 2 ^e en 4 ^e regel worden niet direct juist toegepast. |
| Oplossingen | ▪ De 2 ^e en 4 ^e regels worden vrij snel als oplossing gevonden, waarna direct in trial-error aanpak getoetst.
▪ Er wordt door 1 proefpersoon een videofragment herhaald, maar om te checken of ze het goed begrepen had (dat was zo). |
| Affect | ▪ Testpersonen pikken direct 'actie-zinnen' op in de video instructie als "Je begint het spel met" waarna ze direct actief mee gaan spelen aan de hand van de demonstratie.
▪ Weinig frustratie omdat het spel na 2x al uitgespeeld wordt.
▪ Het wordt als erg makkelijk ervaren. |

Tweede onderdeel: Beoordeling video instructie uit tweede fase

- | | |
|------------|--|
| Instructie | ▪ Doel liever in introductie en afsluiting (dan instructie vanuit helder perspectief en doel helder bij start). |
| Vormgeving | ▪ Behoeft aan tekst/titels, controle video (overzicht middels menu)
▪ Audio best langzaam, maar prettige stem en intonatie.
▪ Handen weglaten (afleiding) en animeren (oplichten onderdelen/pijlen), daarbij niet alles auditief ondersteunen en/of visualiseren a.d.h.v. voorbeelden, of met handen en dan verhalend houden. |
| Activatie | ▪ Nauwelijks een trial en error aanpak, omdat er van tevoren al een strategie wordt bedacht (vaak al tijdens de video instructie).
▪ Regels zijn door directe uitleg met materiaal duidelijk.
▪ Behoeft aan een volledige voorbeeld casus of een korte samenvatting.
▪ Misschien meer interactie door uitleg-oefening balans. Zo hou je afstand medium (iPad, bord) |

Resultaten begripfase gebruikersonderzoek

Vervolgstappen derde fase

Met behulp van deze resultaten zijn vervolgens onderstaande ontwerprichtlijnen opgesteld wat betreft *Instructie*, *Vormgeving* en *Activatie*.

Instructie	Vormgeving	Activatie
1. Introductie 2. Materiaal 3. Regels 4. Procedure 5. Afsluiting - Vat de instructie ten slotte samen	Maak gebruik van animatie-tools (oplichten, pijlen) om aandacht te richten	- Combineer regels die interacteren - Duidt het doel zowel bij de inleiding als de afsluiting aan - Zorg voor rustige en duidelijke audio-fragmenten - Biedt titels en/of een menu voor overzicht - Geef complexe audio tekstueel weer (als bijvoorbeeld bij onbekend jargon). - Biedt een balans tussen informeren en interactie - Biedt oefening middels casuïstiek

Ontwerprichtlijnen uit het gebruikersonderzoek

C. Papieren instructie gebruikersonderzoek

Materiaal

- Er zijn 3 blauwe en 3 gele kaartjes (A-B-C en A-B-C).
- Op het bord staat met behulp van blauwe en gele hokjes aangegeven welke route de blauwe (1-2-3-4-[5]) of gele (1-2-3-4-5-[6]) kaartjes moeten volgen.
- [5] is de eindplek van de blauwe kaartjes en [6] is de eindplek van de gele kaartjes. Op deze eindplek kunnen de kaartje na hun gevolgde route opgestapeld worden.
- De pauzeplekken (gele en blauwe hokjes met stippellijn en het symbool || of ||) mogen als tussenstap gebruikt worden naar een volgende stap. Zo is een pauzestap 1 || 2 tussen 1 stap en 2.
- Het bord is in 3 kolommen verdeeld (|, ||, |||).

Procedure

- Het doel is om met zo min mogelijk stappen alle kaartjes op hun eind plek te krijgen.
- Met elke beurt moeten de gele en blauwe kaartjes omstebeurt afgewisseld worden. Er mag met elke kleur begonnen worden.
- De kaartjes moeten op een vaste volgorde hun route volgen (eerst A, dan B, ten slotte C).
- Op elke stap mag maar 1 kaartje liggen. Een kaartje mag meerdere beurten op één stap blijven liggen.
- Kaartjes mogen elkaar niet overlappen. Zo zorgt een kaartje op stap 3 er voor dat er geen kaartjes op stap 2 en 4 mogen liggen.

Regels

- 1^e kolom regel: In de eerste kolom (|) mogen gele kaartjes pas van stap 5 of de tussenliggende pauzeplekken naar stap [6] wanneer er in die eerste kolom geen blauwe kaartjes meer liggen.
- 2^e kolom regel: In de tweede kolom (||) mag alleen één blauw of één geel kaartje liggen. Kaartjes op de eind stap [5] tellen niet mee voor deze regel.

> Start: Stapel nu, per kleur, de kaartjes op stap 1 (met 'A' bovenop) en begin het spel met een willekeurige kleur.

D. Overzicht ontwerprichtlijnen

LITERATUUR instructie-breed (algemeen)

MINIMALISME (Van der Meij & Carroll, 1995)

1. Actiegericht: Biedt een directe mogelijkheid voor actie
2. Actiegericht: Ondersteun en moedig exploratie en innovatie aan
3. Actiegericht: Respecteer de integriteit van de handelingen van de gebruiker
4. Gebruiksvoorwerp: Selecteer of ontwerp realistische instructionele activiteiten
5. Gebruiksvoorwerp: Laat de taakstructuur overeenkomen met de componenten van de instructie
6. Fout: Voorkom fouten waar mogelijk
7. Fout: Biedt informatie over fouten wanneer actie foutgevoelig zijn of wanneer corrigeren lastig is
8. Fout: Deze informatie moet het detecteren, diagnosticeren en herstellen ondersteunen.
9. Fout: Biedt deze informatie ten slotte bij de relevante actie aan
10. Lezen: Wees kort en bondig
11. Lezen: Sluit elk deel/(hoofd)stuk af

4-COMPONENTEN MODEL (Van der Meij & Gellevis, 2004)

12. Status: Het doel waar de gebruiker naar streeft
13. Status: De voorwaardes die daarvoor nodig zijn
14. Status: De tussentijdse statussen of subdoelen
15. Status: De te vermijden statussen, zoals fouten en storingen
16. A-R: Actie van de gebruiker
17. A-R: Acties van het systeem
18. A-R: Externe acties die van invloed zijn op het systeem.
19. Doel: Een doel moet onderverdeeld worden in subdoelen
20. Doel: De omschrijving van het doel moet aanvullend zijn op haar titel
21. Doel: (sub)Titels een beeld van het doel weergeven.
22. Voorwaarden: Systeem statussen
23. Voorwaarden: Voorkennis
24. Voorwaarden: Voorvaardigheden
25. A-R: Er moet een balans zijn tussen ontdekken en geïnstrueerd worden
26. A-R: Het toevoegen van afbeeldingen waarin acties worden weergegeven
27. A-R: De omschrijving van deze stappen (acties en reacties)
28. Waarschuwing: Het ondersteunen van het zien van een waarschuwing
29. Waarschuwing: Het ondersteunen van het denken over een waarschuwing
30. Waarschuwing: Het ondersteunen van het gebruiken van een waarschuwing
31. Oplossing: Herkennen van probleem
32. Oplossing: Diagnosticeren van probleem
33. Oplossing: Corrigeren van probleem

GEBRUIKSVRIENDELIJKHEID (Bethke, Dean, Kaiser, Ort & Pessin, 1981)

34. Vindbaarheid: In hoeverre de gebruikers weten wat ze waar kunnen vinden
35. Vindbaarheid: Er gebruik wordt gemaakt van aanwijzingen naar de handleiding
36. Vindbaarheid: De vindbaarheid of overzicht binnen de handleiding
37. Begrijpelijk: Eenvoudig taalgebruik
38. Begrijpelijk: Duidelijke en concrete voorbeelden
39. Begrijpelijk: Aansluitend op de manier waarop de informatie toegepast zal worden
40. Adequaat: Compleet
41. Adequaat: Accuraat
42. Adequaat: Alle gegeven informatie noodzakelijk is en er geen irrelevante zaken worden benoemd

LITERATUUR instructie-breed (multimedia)

MAYER'S MULTIMEDIA PRINCIPLES (Mayer & Moreno, 2003)

43. Spatial contiguity effect: Studenten leren beter wanneer woorden en afbeeldingen dicht bij elkaar zijn gepresenteerd, dan wanneer zij ver van elkaar af staan op een pagina of scherm
44. Temporal contiguity effect: Studenten leren beter wanneer corresponderende woorden en afbeeldingen tegelijk dan opeenvolgend gepresenteerd worden
45. Coherence effect: Studenten leren beter wanneer (teveel) irrelevante woorden, afbeeldingen en geluiden worden weggelaten
46. Modality effect: Studenten leren beter van animaties met gesproken tekst, dan animaties met tekst op een pagina of scherm
47. Redundancy effect: Studenten leren beter van animatie en gesproken tekst, dan van animatie, gesproken tekst en tekst op een pagina of scherm
48. Segmentation effect: Studenten leren beter wanneer zij in controle zijn over segmenten dan wanneer het een continu geheel bevat
49. Pretraining effect: Studenten leren beter wanneer zij de namen en karakteristieken van componenten kennen
50. Signaling effect: Studenten leren beter wanneer belangrijke componenten worden aangeduid

TVERSKY'S PRINCIPLES (Tversky, Morrison & Betrancourt, 2002)

51. Conceptual congruence hypothesis: Veronderstelt dat meer congruentie tussen het medium en de gegeven informatie effectiever zou zijn
52. Apprehension principle: Veronderstelt dat representaties gemakkelijk en accuraat waargenomen moeten kunnen worden

WARME COGNITIES (Van der Meij, 2007)

53. Waarborg een positief geactiveerde gebruiker

LITERATUUR domein-generiek

PROTOTYPISCHE PROCEDURE (Smith & Ragan, 2005)

54. Stappen moeten in duidelijke zinnen omschreven zijn
55. Stappen moeten volgen uit een cognitieve taak analyse
56. Elke handeling moet in een enkele, basis actie gerepresenteerd worden
57. Elk besluit zou dichotoom moeten zijn of niet meer dan 5 keuzes
58. Keuzestappen zouden in de vorm van een vraag moeten worden gesteld
59. Handelingstappen moeten in een actieve vorm omschreven moeten worden (starten met werkwoord)

PAPIEREN INSTRUCTIES

60. *Krull, D'Souza, Roy & Sharp (2004)*: Plaatjes van procedurele instructies vanuit een object-centered of body-centered perspectief te illustreren, afhankelijk van wat het meest past bij de specifieke taak en omgeving
61. *Glenberg & Robertson (1999)*: Indexical hypothesis, veronderstelt dat de nodige toepassing van het object pas begrepen wordt wanneer woorden en zinnen aan visuele objecten gerelateerd worden

Agrawala, Phan, Heiser, Haymaker, Klingner, Hanrahan & Tversky (2003):

62. Planning (volgorde van onderdelen en handelingen) en presentatie (aanduidingen en onderscheid van onderdelen) als de primaire taken van montage procedures, die sterk invloed op elkaar uitoefenen
63. Onderdelen ordenen volgens hiërarchie op overeenkomstige functie
64. Uitvoeringen hiërarchisch ordenen op overeenkomstigheid
65. Instructies stap voor stap weergeven, gelijke stappen kunnen simultaan gepresenteerd worden
66. Maak gebruik van actiediagrammen waarin de aan te brengen onderdelen middels lijnen worden verbonden aan de al gemonteerde onderdelen
67. Presenteer de onderdelen vanuit een natuurlijke oriëntatie
68. Maak alle nieuwe toe te voegen en relevante onderdelen zichtbaar

RICHTLIJNEN RECORDED DEMONSTRATIONS (Plaisaint & Schneiderman, 2005)

69. Geef procedurele of instructionele informatie in plaats van conceptuele informatie
70. Gebruik korte segmenten (15-60 sec.)
71. Zorg voor duidelijke en simpele taken
72. Verduidelijk demonstraties tekstueel
73. Voeg een auditieve verteller toe
74. Demonstreer vanuit het werkelijke interface
75. Gebruik aanwijzingen om aandacht te richten
76. Laat de gebruiker in controle zijn
77. Zorg voor kleine bestanden
78. Streef naar universele bruikbaarheid

VOORBEELDSTUDIE

INSTRUCTIE-BREED

Instructie:

79. Biedt een stap voor stap instructie
80. Vertel in verhaalvorm en chronologisch
81. Omschrijf het doel
82. Geef aandachtspunten en waarschuwingen

Vormgeving:

83. Toon een realistische en/of werkelijke setting
84. Zorg voor een nauwe en natuurlijke aansluiting tussen het beeld en de auditieve verteller
85. Gebruik contrast voor het richten van aandacht (scherp/onscherp, licht/donker)
86. Pas grafische arceringen toe als transparante laag over het realistische beeld
87. Maak gebruik van symbolen
88. Toon een gedetailleerd beeld wanneer iets specifiek of gedetailleerd wordt verteld

Activatie:

89. Ondersteun herkenning van problemen en de oplossing hier op
90. Biedt tips voor een effectieve aanpak
91. Duidt elke stap rustig aan en rond een stap rustig af

DOMEIN-GENERIEK

Instructie:

103. 1. Materiaal, opzet, 2 Opzet, start - en doelstatus, 3. Spelregels, 4. Demonstratie a.d.h.v. casuïstiek, 5. Juiste en verkeerde uitvoering, 6. Waarschuwingen

Vormgeving:

104. Toon een werkelijke weergave
105. Toon vanuit gebruikersperspectief of bovenaanzicht (alleen handen in beeld)
106. Demonstreer elke regel
107. Zoom in op details
108. Maak gebruik van stippellijnen voor het tonen van de mogelijke stappen per onderdeel
109. Gebruik een rustig spreektempo
110. Toon, gedurende de instructie, de titel van elk onderdeel

Activatie:

111. Ondersteun complexe taken door bij een makkelijk niveau te beginnen
112. Geef de mogelijke interactie en conflicten tussen onderdelen weer

DOMEIN-SPECIEK

Papieren instructie:

Instructie:

113. Instrueer elk concept aanvankelijk apart

Vormgeving:

114. Ondersteun ruimtelijk inzicht middels grafische, schematische boven- en zij aanzichten

Activatie:

115. Van makkelijk naar moeilijk
116. Maak gebruik van voorbeelden

Games:

Instructie:

117. 1. Uitleg, 2. Spel, 3. Score

Vormgeving:

- 118. Toon een overzichtelijk en schematisch beeld van de situatie
- 119. Maak gebruik van kleurverschillen om start en eindpositie aan te duiden
- 120. Maak gebruik van symbolen (als een '!') om een waarschuwing te geven

Activatie:

- 121. Biedt enkel de besturing en het doel van het spel (strategie en score)
- 122. Zorg er voor dat het spel gepauzeerd kan worden

Video's:

Instructie:

- 123. Neem de stappen, met bijbehorende afwegingen, chronologisch door
- 124. Vergelijk de procedure met een andere herkenbare procedure (als de 'tomtom')

Vormgeving:

- 125. Demonstratie: Film vanuit een betekenisvolle hoek
- 126. Demonstratie: Ondersteun elke handeling auditief
- 127. Demonstratie: Schets situaties natuurlijk (zoals met handgebaren)
- 128. Animatie: Geef complexe ruimtelijke situaties schematisch weer vanuit een betekenisvolle hoek
- 129. Animatie: Toon een animatie als transparante laag over de werkelijke demonstratie ter verduidelijking van een complexe situatie

Activatie:

- 130. Biedt casuïstiek ter voorbeeld

Simulaties:

Instructie:

- 131. Biedt enkel de besturing van de simulatie

Vormgeving:

- 132. Biedt werkelijke en realistische visuele en auditieve informatie
- 133. Maak gebruik van kleurverschillen om verschillende functies te representeren
- 134. Integreer concepten en procedures door kleurenvlakken aan concepten te koppelen

Activatie:

- 135. Biedt meerdere voorbeeldprocedures waarmee geoefend kan worden
- 136. Toon onduidelijke details op een andere plek in het beeld in een vergrote versie
- 137. Omschrijf de actie van de gebruiker en de reactie van het systeem

GEBRUIKERSONDERZOEK

Instructie:

- 138. 1. Introductie, 2. Materiaal, 3. Regels, 4. Procedure, 5. Afsluiting
- 139. Vat de instructie ten slotte samen

Vormgeving:

- 140. Maak gebruik van animatie-tools (oplichten, pijlen) om aandacht te richten

Activatie:

- 141. Combineer regels die interacteren.
- 142. Duidt het doel zowel bij de inleiding als de afsluiting aan
- 143. Zorg voor rustige en duidelijke audio-fragmenten
- 144. Biedt titels en/of een menu voor overzicht
- 145. Geef complexe audio tekstueel weer (als bijvoorbeeld bij onbekend jargon)

- 146. Biedt een balans tussen informeren en interactie

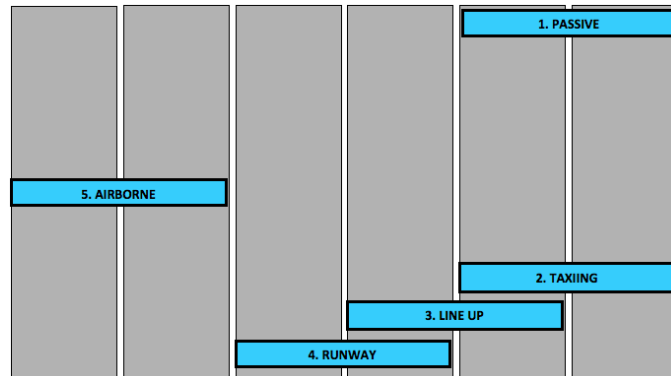
- 147. Biedt oefening middels casuïstiek

E. Storyboard

- Constante controle over video: menu, interactieve buttons, mute-knop, afsluit-knop, navigatie-paneel (vorige/volgende stap/onderdeel).
- Constant zichtbaar menu: het huidige onderdeel wordt in het groen weergegeven.
- Onderdelen: menu, radiocontact-vlak, het strippenbord (bord met 6 vlakken), een gedetailleerd strip-vlak en een klok:
 - Op het radiocontact-vlak wordt de communicatie tekstueel weergegeven en met een symbool wordt aangegeven of de informatie van de piloot (vliegtuig), tower (toren) of radarverkeersleiding (radar) is: 
 - De kleur van de strippen op het bord en het randje van het strip-vlak en het radiocontact-vlak komt overeen met waar de informatie over gaat: outbound = blauw, inbound = geel.
 - De strippen op het bord geven alleen de stap weer waar de strippen zich bevinden, dit om overlap met de informatie in het strip-vlak te voorkomen.
- De verschillende soorten audio, zijn door verschillende stemmen ingesproken: instructie (vrouw), luchtverkeersleider (vrouw), piloot (man), radar (vrouw).
- Afkortingen in het storyboard: RT=radiocontact (telefonie), GL RT= inbound radiocontact (geel), BL RT= outbound radiocontact (blauw).

INLEIDING/UITLEG		
Op elk regel staat aangegeven welke actie en audio tegelijkertijd plaatsvinden		
Visualisatie	Actie	Audio
Startbeeld:	-	U1 Welkom bij deze video instructie over het strippenbord. In deze video instructie leer je hoe je het strippenbord gebruikt.
Klok: 00:00	-	Hierbij komen de procedures van de outbound en de inbound aan bod. Ook oefen je deze procedures kort.
Strip-vlak: blauw randje (leeg)	-	Het is voor deze video instructie belangrijk dat je ervaring hebt met:
Radiocontact-vlak: blauw randje (leeg)	radiocontact-vlak aanwijzen	U2 het radiocontact,
Strip op bord: leeg/geen	strip-vlak aanwijzen	U3 de strippen
	-	U4 en de kennis over de luchtruimstructuur en de separatie-minima. Deze aspecten komen namelijk terug binnen de procedures van het strippenbord.
	menu aanwijzen	U5 Klik in het menu op een titel om naar een ander onderdeel van de video gaan.
	pijlen aanwijzen	U6 Of klik op de 'terug' of 'verder' knoppen onderin beeld om naar een vorig of volgend fragment of hoofdstuk te gaan.
	pauzeknop en tijdsbalk aanwijzen	U7 Onder aan de video vind je ook een pauzeknop en een tijdsbalk.
	Button + tijdsbalk aanwijzen	U8 De video instructie start nu met de outbound-procedure. Succes!

OUTBOUND



VOORBEELD:

A04A	FN	B735	KLM1338	315			SUDSY 1230		240
0140									
		EHFN		LOWW					
1220									
A	D	F	H	J	L	N	P	R	S
B									
	E	G	I	K	M	O	Q		
C									

OUTBOUND - BODY-Procedure

Visualisatie	Actie	Audio
Startbeeld: Klok: 00:00 Strip-vlak: blauw randje (leeg) Radiocontact-vlak: blauw randje (leeg) Strip op bord: bij aanvang geen	- Blauwe strip op stap 1 Blauwe strip op stap 2 Kolommen rood Blauwe strip op stap 3 Kolommen rood Blauwe strip op stap 4 Blauwe strip op stap 5 Kolommen rood Blauwe strip omhoog Blauwe strip op stap 6 - Alle strippen in grijs -	Oi1 De outbound-procedure wordt in 6 stappen weergegeven op het strippenbord. Oi2 Een blauwe strip staat voor een vertrekkend vliegtuig. De passieve outbound strippen leg je rechtsboven op het bord. Oi3 Wanneer je een vliegtuig laat taxiën en een klaring geeft, leg je de strip op stap 2. Deze strip is nu actief. Oi4 Let op! Leg deze strip zo laag mogelijk en op volgorde van vertrek. Oi5 Leg de strip op stap 3 als je een vliegtuig laat oplijnen, maar nog niet laat vertrekken. Deze stap is optioneel. Oi6 Let op! Een opgelijnd vliegtuig leg je onder de taxi-strippen. Oi7 Wanneer je een klaring geeft om te starten, leg je de strip op stap 4 Oi8 Zodra het vliegtuig 'airborne' meldt, leg je de strip op stap 5 Oi9 Let op! In deze linker kolom wordt het luchtverkeer geordend op hoogte en conflict. Leg de laagste strip onder en de hoogste strip boven. Oi10 Wanneer je het vliegtuig hebt doorverwezen naar de radarverkeersleiding, leg je de strip nog 10 minuten links van het strippenbord. Oi11 Let op! Vul de strippen direct aan en leg ze direct op de juiste plek op het bord, zodat je de conflicten op tijd herkent! Oi12 Dit waren de stappen van een outbound-procedure op het strippenbord.

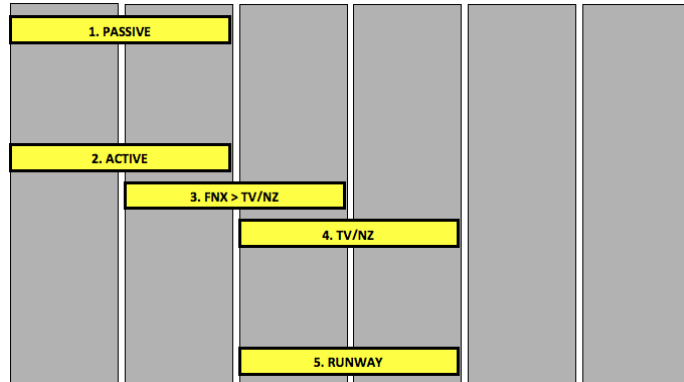
OUTBOUND - BODY-Voorbeeld			
Visualisatie	Actie	Audio	
Startbeeld: Klok: 12:10 Strip-vlak: blauw randje Radiocontact-vlak: blauw randje Strip op bord: blauw op stap 1	- - Symbool vliegtuig tonen Symbool toren tonen Symbool radarverkeersleiding tonen Strip-vlak: lege KLM1338 strip tonen	Ovb1 Ovb2 Ovb3 Ovb4 Ovb5	Nu laten we een outbound-procedure op het strippenbord zien aan de hand van het radiocontact en de stripgegevens. De symbolen laten zien waar het radiocontact vandaan komt. Het vliegtuig, de toren en de radarverkeersleiding. In het strip-vlak worden de gegevens bijgehouden. Probeer meteen mee te schuiven en bekijk de procedure nogmaals wanneer er iets onduidelijk is. De voorbeeldprocedure zal nu starten.
Klok: 12:18 Info strip-vlak: Lege KLM1338 strip met blauw randje	RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Blauwe strip naar stap 2 Strip: 24 in box M RT-Vliegtuig met tekst:	O1a O1b O1c	FENIX TWR, KLM1338 REQUEST TAXI KLM1338, FENIX TWR, TAXI TO HOLDING POINT RUNWAY 24, INMEDIUMION M, TIME18 TAXI TO HOLDING POINT RUNWAY 24, INMEDIUMION M, TIME CHECKED KLM1338
Klok: 12:19	RT-Toren met tekst: RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Strip: Vink in box B	O2a O2b O2c O2d O2e	KLM1338 CLEARANCE AVAILABLE GO AHEAD, KLM 1338 KLM1338 CLEARED TO VIENNA, SUDSY 1S DEPARTURE RUNWAY 24, SQUAWK 0140 CLEARED TO VIENNA, SUDSY 1S DEPARTURE RUNWAY 24, SQUAWK 0140, KLM1338 KLM1338 CORRECT
Klok: 12:21	RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Blauwe strip naar stap 3 RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Blauwe strip naar stap 4 Strip: 6 in box R RT-Vliegtuig met tekst:	O3a O3b O3c O3d O3e	KLM1338 READY FOR DEPARTURE KLM1338 RUNWAY 24 LINE UP AND WAIT (Geen uitleg, want valt onder voorkennis) RUNWAY 24 LINE UP AND WAIT, KLM 1338 KLM1338 RUNWAY 24 CLEARED FOR TAKE-OFF WIND 260 DEGREES 11 KNOTS RUNWAY 24 CLEARED FOR TAKE-OFF, KLM 1338
Klok: 12:22	RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Blauwe strip naar stap 5 Strip: /22 in box E	O4a O4b	KLM1338 AIRBORNE KLM1338 ROGER
Klok: 12:26	RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Strip: = in box R, streep door 30 en noteer 32 in box P	O5a O5b	KLM1338 MAINTAINING FL60, ESTIMATING SUDSY 32 KLM1338 ROGER
Klok: 12:27	RT-Toren met tekst: Strip: 7R en 120 noteren in box R	O6a	KLM1338 CLIMB TO FL120 AND REPORT PASSING FL70

	RT-Vliegtuig met tekst: Strip: 6= doorstrepen in box R	O6b	LEAVING FL60, CLIMB TO FL120 AND REPORT PASSING FL70, KLM1338
Klok: 12:28	RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Strip: 7 doorstrepen in box R	O7a O7b	KLM1338 PASSING FL70 KLM1338 ROGER
Klok: 12:32	RT-Vliegtuig met tekst: Strip: 32 in box Q, 100 doorstrepen in box R RT-Toren met tekst: Strip: callsign in box H doorstrepen RT-Vliegtuig met tekst: Blauwe strip naar stap 6	O8a O8b O8c	KLM1338 PASSING SUDSY, PASSING FL100 KLM1338 ROGER, CONTACT FENIX RADAR FREQUENCY 123.850 ROGER, 123.850, KLM1338
Als start procedure		Ovb6	Dit was de demonstratie van een outbound-procedure op het strippenbord

OUTBOUND - BODY-Oefening			
Visualisatie	Actie	Audio	
Startbeeld: Klok: 00:00 Strip-vlak: blauw randje (leeg) Radiocontact-vlak: blauw randje Strip op bord: geen	- Strip-vlak: lege KLM1338 strip	Ooef1 Ooef2 Ooef3	Nu krijg je de kans om te oefenen met de procedure. Pak het strippenbord en de juiste strip en klik op 'verder' wanneer je alles hebt verzameld. Je hoort en ziet zo alleen het geluid en de tekst van het radiocontact uit de vorige voorbeelddemonstratie. Probeer de strip, gedurende dit voorbeeld, direct op de juiste plek op het strippenbord te leggen. Vul de strip direct aan als dat lukt. Klik op de 'show' of 'hide' button om de voorbeeldprocedure gedurende de oefening te bekijken. Zo kan je tussentijds controleren of je de procedure juist hebt uitgevoerd. Succes!
Startbeeld: Klok: mee met RT Strip-vlak: blauw randje (leeg) Radiocontact-vlak: blauw randje Strip op bord: geen	[RT symbolen + tekst + klok van vorig onderdeel]	[RT van vorig onderdeel]	
Als start procedure		Ooef4	Dit was de oefening van een outbound-procedure op het strippenbord.

OUTBOUND - AFSLUITING			
Visualisatie	Actie	Audio	
Startbeeld	- Blauwe strippen op alle stappen laten verschijnen	Oafsl	Je hebt nu geleerd hoe je de outbound-procedure op het strippenbord weergeeft. Probeer zo veel mogelijk te oefenen zodat je de procedure steeds beter zult beheersen. Succes!

INBOUND



VOORBEELD:

A12A	RASIG	B737	BAW418	315	FNX 1214			330	
4524									
1208		KORD		EHFN					
A	D	F	H	J	L	N	P	R	S
B									
C	E	G	I	K	M	O	Q		

INBOUND - BODY-Procedure

Visualisatie	Actie	Audio
Startbeeld: Klok: 00:00 Strip-vlak: geel randje (leeg) Radiocontact-vlak: geel randje (leeg) Strip op bord: aanvankelijk geen	- Gele strip op stap 1 Gele strip op stap 2 Kolommen rood Gele strip omlaag Gele strip op stap 3 Gele strip op stap 4 Gele strip op stap 5 Gele strip weg Alle strippen in grijs -	li1 De inbound-procedure wordt in 5 stappen weergegeven op het strippenbord. li2 Een gele strip staat voor een binnenkomend vliegtuig. De passieve inbound strippen leg je linksboven op het bord. li3 Wanneer je de inbound met de radarverkeersleiding hebt gecoördineerd, leg je de strip op stap 2. De strip is nu actief. li4 Let op! In deze linker kolom wordt het luchtverkeer geordend op hoogte en conflict. Leg de hoogste strip boven en de laagste strip onder. li5 Wanneer je een vliegtuig doorklaart naar 'TV of NZ', leg je de strip op stap 3. li6 Zodra een vliegtuig 'TV of NZ outbound' meldt, leg je de strip op stap 4 li7 Nadat een vliegtuig '4NM DME' heeft gemeld en er een klaring voor landen is gegeven, leg je de strip op stap 5 li8 Wanneer het vliegtuig aangeeft dat de landingsbaan vrij is, kan je de strip van het bord af halen. li9 Let op! Vul de strippen direct aan en leg ze direct op de juiste plek op het bord, zodat je de conflicten op tijd herkent! li10 Dit waren de stappen van een inbound-procedure op het strippenbord. li11

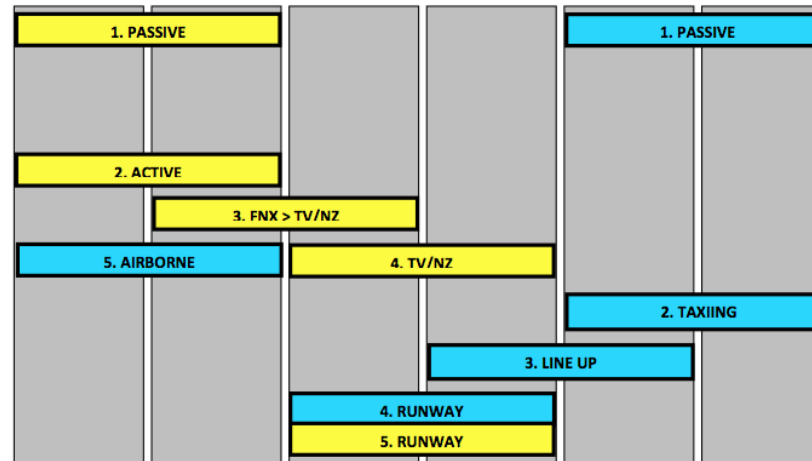
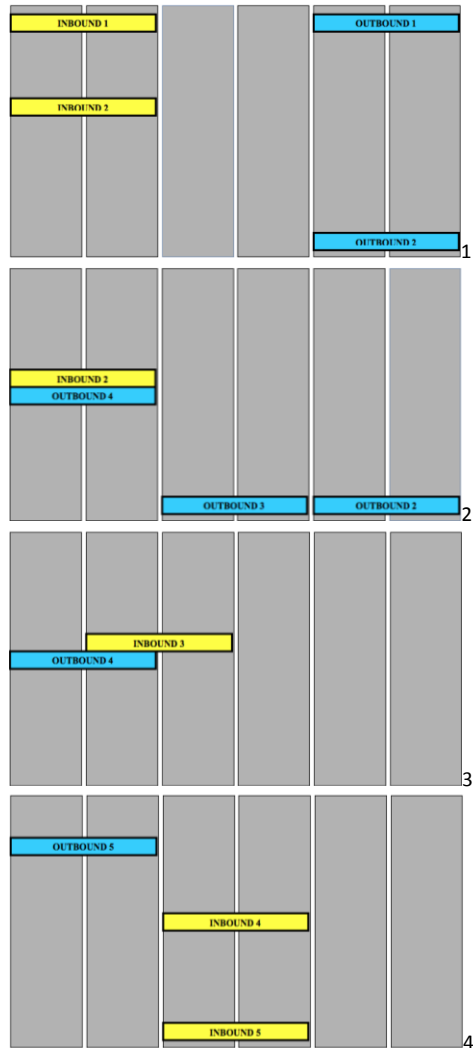
INBOUND - BODY-Voorbeeld		
Visualisatie	Actie	Audio
Startbeeld: Klok: 12:08 Strip-vlak: geel randje Radiocontact-vlak: geel randje Strip op bord: geel op stap 1	- - Symbool vliegtuig tonen Symbool toren tonen Symbool radarverkeersleiding tonen Strip-vlak: lege BAW418 strip	lvb1 Nu laten we een inbound-procedure op het strippenbord zien aan de hand van het radiocontact en de stripgegevens. De symbolen laten zien waar het radiocontact vandaan komt. lvb2 Het vliegtuig, lvb3 de toren lvb4 en de radarverkeersleiding. lvb5 In het strip-vlak worden de gegevens bijgehouden. Probeer meteen mee te schuiven en bekijk de procedure nogmaals wanneer er iets onduidelijk is. De voorbeeldprocedure zal nu starten.
Klok: 12:14 Info strip-vlak: Lege BAW418 strip met geel randje	RT- Radarverkeersleiding met tekst: RT-Toren met tekst: RT- Radarverkeersleiding met tekst: Strip: streep 18 door en noteer 20 in box C. Streep 330 door en noteer 120 in box R RT-Toren met tekst: Strip: Streep onder FNX in box L en noteer 7 in box R RT- Radarverkeersleiding met tekst: Gele strip naar stap 2 RT-Toren met tekst:	l1a SECTOR WEST, ESTIMATE BAW418 l1b GO AHEAD l1c ESTIMATE BAW418 RASIG AT 20 FL120 l1d BAW418 CLEARED TO FNX FL70 l1e BAW418 CLEARED TO FNX FL70, JB l1f HK
Klok: 12:21	RT-Vliegtuig met tekst: Strip: Noteer /21 in box E, streep 120 door en zet = achter 7 in box R en streep 24 door en noteer 26 in box L RT-Toren met tekst: Strip: / in box N, 24i in box M, 30 in box P. RT-Vliegtuig met tekst:	l2a FENIX TOWER, BAW418, PASSING RASIG, MAINTAINING FL70, ESTIMATING FNX AT 26, INMEDIUMION DELTA l2b BAW418, FENIX TOWER, PROCEED TO FNX, MAINTAIN FL70, EXPECT ILS APPROACH RUNWAY 24, EXPECTED APPROACH TIME 30, INMEDIUMION DELTA CORRECT l2c PROCEEDING TO FNX, MAINTAINING FL70, EXPECT ILS APPROACH RUNWAY 24, EXPECTED APPROACH TIME 30, BAW418
Klok: 12:26	RT-Vliegtuig met tekst: Strip: Noteer 26 in box N RT-Toren met tekst:	l3a BAW418 PASSING FNX JOINING THE HOLD l3b BAW418 ROGER
Klok: 12:28	RT-Toren met tekst: Gele strip naar stap 3 Strip: 3 in box R, streep in box O RT-Vliegtuig met tekst: Strip: Streep door 7 in box R	l4a BAW418 DESCEND TO 3000 FT QNH 1012, AFTER FNX PROCEED TO TV l4b LEAVING FL70 DESCENDING TO 3000 FT QNH 1012, AFTER FNX PROCEED TO TV, BAW418
Klok: 12:30	RT-Vliegtuig met tekst:	l5a BAW418 PASSING FNX, MAINTAINING 3000 FT, ESTIMATING TV AT 33

	Strip: 30 in box N, (33) in box O, = achter 3 in box R. RT-Toren met tekst:	I5b BAW418 ROGER
Klok: 12:33	RT-Vliegtuig met tekst: Gele strip naar stap 4 Strip: 33 in box O RT-Toren met tekst: Strip: 2 in box R, C in box M RT-Vliegtuig met tekst: Strip: Streep 3 door in box R	I6a BAW418 TV OUTBOUND I6b BAW418 DESCEND TO 2000 FT CLEARED APPROACH I6c LEAVING 3000 FT DESCENDING TO 2000 FT CLEARED APPROACH, BAW418
Klok: 12:37	RT-Vliegtuig met tekst: Strip: 37 in box O RT-Toren met tekst:	I7a BAW418 TV INBOUND I7b BAW418 ROGER
Klok: 12:39	RT-Vliegtuig met tekst: Strip: Streep 2 door in box R RT-Toren met tekst: Gele strip naar stap 5 Strip: Noteer 12 in box Q RT-Vliegtuig met tekst:	I8a BAW418 4NM DME I8b BAW418, CLEARED TO LAND, WIND 260 DEGREES 12 KNOTS I8c CLEARED TO LAND BAW418
Klok: 12:40	RT-Vliegtuig met tekst: RT-Toren met tekst: Strip: 40 achter 12 in box Q RT-Vliegtuig met tekst: Strip: Streep callsign door in box H Gele strip weg	I9a BAW418 RUNWAY VACATED I9b BAW418 LANDING TIME 40 I9c ROGER BAW418
Als start procedure		Ivb6 Dit was de demonstratie van een inbound-procedure op het strippenbord.

INBOUND - BODY-Oefening		
Visualisatie	Actie	Audio
Startbeeld: Klok: 00:00 Strip-vlak: geel randje (leeg) Radiocontact-vlak: geel randje Strip op bord: geen	- Strip-vlak: lege BAW418 strip	loef1 Nu krijg je de kans om te oefenen met de procedure. Pak het strippenbord en de juiste strip en klik op 'verder' wanneer je alles hebt verzameld. loef2 Je hoort en ziet zo alleen het geluid en de tekst van het radiocontact uit de vorige voorbeelddemonstratie. Probeer de strip, gedurende dit voorbeeld, direct op de juiste plek op het strippenbord te leggen. Vul de strip direct aan als dat lukt. loef3 Klik op de 'show' of 'hide' button om de voorbeeldprocedure gedurende de oefening te bekijken. Zo kan je tussentijds controleren of je de procedure hebt uitgevoerd. Succes!
Startbeeld: Klok: mee met RT Strip-vlak: geel randje (leeg) Radiocontact-vlak: geel randje Strip op bord: geen	[RT symbolen + tekst + klok van vorig onderdeel]	[RT van vorig onderdeel]
Als start procedure		loef4 Dit was de oefening van een inbound-procedure op het strippenbord.

INBOUND - AFSLUITING		
Visualisatie	Actie	Audio
Startbeeld	- Gele strippen op alle stappen laten verschijnen	lafsl Je hebt nu geleerd hoe je de inbound-procedure op het strippenbord weergeeft. Probeer zo veel mogelijk te oefenen zodat je de procedure steeds beter zult beheersen. Succes!

COMPLEX



VOORBEELD:

A12A	SUDSY	B737	BAW418	315	FNX 1214			330	
4524									
1208		KORD		EHFN					
A04A	FN	B735	KLM1338	315			SUDSY 1230		240
0140									
1220		EHFN		LOWW					
A	D	F	H	J	L	N	P	R	S
B									
C	E	G	I	K	M	O	Q		

COMPLEX - BODY-Procedure			
Visualisatie	Actie	Audio	
Startbeeld: Klok: 00:00 Strip-vlak: geel randje (leeg) Radiocontact-vlak: geel randje (leeg) Strip op bord: aanvankelijk geen	Alle blauwe en gele strippen tonen - Kolommen rood BL4+GL2(hoog) > BL5(laag)+GL2(laag) > BL5(laag)+GL3 (rood) > BL5(laag)+GL4 > BL5 (hoog)+ GL4 (groen)	Ci1 Ci2 Ci3 Ci4 Ci5 Ci6 Ci7	Bij een complexe procedure vindt de outbound en inbound tegelijkertijd plaats. Een blauwe strip staat voor een vertrekkend vliegtuig. Een gele strip staat voor een binnenkomend vliegtuig. Let op! In deze linker kolom wordt het luchtverkeer geordend op hoogte en conflict. Conflicten kan je herkennen op het strippenbord doordat zij elkaar fysiek naderen. Leg strippen die in conflict met elkaar zijn tegen elkaar aan. Wanneer een conflict is opgelost laat je dit ook via de strippen zien. Door middel van het strippenbord kan je de separatieminima visualiseren en conflicten herkennen. Let op! Vul de strippen direct aan en leg ze direct op de juiste plek op het bord, zodat je conflicten op tijd herkent! Het oefenen met andere en meer complexe soorten scenario's zal je helpen om verschillende soorten conflicten juist weer te geven op het bord.

COMPLEX - BODY-Voorbeeld			
Startbeeld: Klok: 00:00 Strip-vlak: geel randje Radiocontact-vlak: geel randje Strip op bord: geel en blauw op stap 1	- - - Symbool vliegtuig tonen Symbool toren tonen Symbool radarverkeersleiding tonen Strip-vlak: Lege KLM1338 strip (bl), lege BAW418 strip (gl)	Cvb1 Cvb2 Cvb3 Cvb4 Cvb5	Nu laten we een complexe-procedure van een outbound en inbound strip zien op het strippenbord aan de hand van het radiocontact en de stripgegevens. Hier zal ook een conflict in voorkomen. De symbolen laten zien waar het radiocontact vandaan komt. Het vliegtuig, de toren en de radarverkeersleiding. In het strip-vlak worden de gegevens bijgehouden. Probeer meteen mee te schuiven en bekijk de procedure nogmaals wanneer er iets onduidelijk is. De voorbeeldprocedure zal nu starten.
Klok: 12:08 Info strip-vlak: Lege BAW418 strip met geel randje	GL RT- Radarverkeersleiding: GL RT-Toren met tekst: GL RT- Radarverkeersleiding: Strip: 18 doorstrepen en 20 noteren in box C, 330 doorstrepen en 120 noteren in Box R GL RT-Toren met tekst: Strip: Streep onder FNX in box L, 7 noteren in box R GL RT- Radarverkeersleiding: Gele strip naar stap 2 GL RT-Toren met tekst:	C1a C1b C1c C1d C1e C1f	SECTOR SOUTH, ESTIMATE BAW418 GO AHEAD ESTIMATE BAW418 SUDSY AT 20 FL120 BAW418 CLEARED TO FNX FL70 BAW418 CLEARED TO FNX FL70, JB HK
Klok: 12.18 Info strip-vlak: Lege KLM1338 strip	BL RT-Vliegtuig met tekst: BL RT-Toren met tekst:	C2a C2b	FENIX TWR, KLM1338 REQUEST TAXI KLM1338, FENIX TWR, TAXI TO HOLDING POINT RUNWAY 24, INMEDIUMION M, TIME18

met blauw randje	Blauwe strip naar stap 2, Strip: 24 noteren in box M BL RT-Vliegtuig met tekst:	C2c	TAXI TO HOLDING POINT RUNWAY 24, INMEDIUMION M, TIME CHECKED KLM1338
Klok: 12:19	BL RT-Toren met tekst: BL RT-Vliegtuig met tekst: BL RT-Toren met tekst: BL RT-Vliegtuig met tekst: BL RT-Toren met tekst: Strip: Vink in box B, DCT in Box N BL RT-Vliegtuig met tekst:	C3a C3b C3c C3d C3e C3f	KLM1338 CLEARANCE AVAILABLE GO AHEAD, KLM 1338 KLM1338 CLEARED TO VIENNA, SUDSY 1S DEPARTURE RUNWAY 24, SQUAWK 0140 CLEARED TO VIENNA, SUDSY 1S DEPARTURE RUNWAY 24, SQUAWK 0140, KLM1338 KLM1338 CORRECT. AFTER DEPARTURE TURN LEFT DIRECT TO SUDSY ROGER, AFTER DEPARTURE TURN LEFT DIRECT TO SUDSY
Klok: 12:20	GL RT- Vliegtuig met tekst: Strip: /20 in box E, streep door 120 en = achter 7 in box R, 22 doorstrepen en 24 noteren in box L GL RT-Toren met tekst: Strip: Streep in box N, 24i in box M, ^ in box P GL RT- Vliegtuig met tekst:	C4a C4b C4c	FENIX TOWER, BAW418, PASSING SUDSY, MAINTAINING FL70, ESTIMATING FNX AT 24, INMEDIUMION MIKE BAW418, FENIX TOWER, PROCEED TO FNX, MAINTAIN FL70, EXPECT ILS APPROACH RUNWAY 24, NO DELAY, INMEDIUMION DELTA CORRECT PROCEEDING TO FNX, MAINTAINING FL70, EXPECT ILS APPROACH RUNWAY 24, NO DELAY, BAW418
Klok: 12:21	BL RT-Vliegtuig met tekst: BL RT-Toren met tekst: Blauwe strip naar stap 4 Strip: 6 in box R BL RT-Vliegtuig met tekst:	C5a C5b C5c	KLM1338 READY FOR DEPARTURE KLM1338 RUNWAY 24 CLEARED FOR TAKE-OFF WIND 260 DEGREES 11 KNOTS RUNWAY 24 CLEARED FOR TAKE-OFF, KLM 1338
Klok: 12:22	BL RT-Vliegtuig met tekst: BL RT-Toren met tekst: Blauwe strip naar stap 5 (tegen geel) Strip: /22 in box E	C6a C6b	KLM1338 AIRBORNE KLM1338 ROGER (geen uitleg, want conflict-inzicht hoort bij voorkennis)
Klok: 12:23	GL RT-Toren met tekst: Gele strip naar stap 3 (tegen blauw) Strip: - in box N, / in box O GL RT- Vliegtuig met tekst:	C7a C7b	BAW418, AFTER FNX PROCEED TO TV (geen uitleg, want conflict-inzicht hoort bij voorkennis) AFTER FNX PROCEED TO TV, BAW418
Klok: 12:24	GL RT- Vliegtuig met tekst: Strip: 24 in box N, (26) in box O GL RT-Toren met tekst:	C8a C8b	BAW418 PASSING FNX. ESTIMATING TV AT TIME 26 BAW418 ROGER
Klok: 12:26	GL RT- Vliegtuig met tekst: Gele strip naar stap 4 Strip: 26 in box O GL RT-Toren met tekst:	C9a C9b	BAW418 TV OUTBOUND BAW418 EXPEDITE DESCEND TO 2000 FT, CLEARED APPROACH

	Strip: 2E in box R, C in box M GL RT- Vliegtuig met tekst: Strip: streep door 7= in box R	C9c	LEAVING FL70 EXPEDITING DESCEND TO 2000 FT CLEARED APPROACH, BAW418
Klok: 12:26	BL RT-Toren met tekst: Blauwe strip omhoog Strip: 120 in box R BL RT-Vliegtuig met tekst: Strip: Streep door 6 in box R	C10a C10b	KLM1338 CLIMB TO FL120 LEAVING FL60 AND CLIMBING TO FL120, KLM1338
Klok: 12:30	GL RT- Vliegtuig met tekst: Strip: 30 in box O, = achter 2E in box R GL RT-Toren met tekst:	C11a C11b	BAW418 TV INBOUND AND MAINTAINING 2000 FT BAW418 ROGER
Klok: 12:32	BL RT-Vliegtuig met tekst: Strip: 32 in box Q, 100 doorstrepen in box R BL RT-Toren met tekst: Strip: Streep door callsign in box H BL RT-Vliegtuig met tekst: Blauwe strip naar stap 6	C12a C12b C12c	KLM1338 PASSING SUDSY, PASSING FL100 KLM1338 ROGER, CONTACT FENIX RADAR FREQUENCY 123.850 ROGER, 123.850, KLM1338
Klok: 12:32	GL RT- Vliegtuig met tekst: Strip: Streep door 2 in box R GL RT-Toren met tekst: Gele strip naar stap 5 Strip: 12 in box Q GL RT- Vliegtuig met tekst:	C13a C13b C13c	BAW418 4NM DME BAW418, CLEARED TO LAND, WIND 260 DEGREES 12 KNOTS CLEARED TO LAND BAW418
Klok: 12:34	GL RT- Vliegtuig met tekst: GL RT-Toren met tekst: Strip: 34 achter 12 in box Q GL RT- Vliegtuig met tekst: Strip: Streep door callsign in box H Gele strip weg	C14a C14b C14c	BAW418 RUNWAY VACATED BAW418 LANDING TIME 34 ROGER BAW418
Als start procedure		Cvb6	Dit was de demonstratie van een complexe-procedure op het strippenbord.

COMPLEX - BODY-Oefening			
Startbeeld: Klok: 00:00 Strip-vlak: geel randje Radiocontact-vlak: geel randje Strip op bord: geen	- Strip-vlak: lege BAW418 strip	Coef1 Coef2 Coef3	Nu krijg je de kans om te oefenen met de procedure. Pak het strippenbord en de juiste strippen en klik op 'verder' wanneer je alles hebt verzameld. Je hoort en ziet zo alleen het geluid en de tekst van het radiocontact uit de vorige voorbeelddemonstratie. Probeer de strippen, gedurende dit voorbeeld, direct op de juiste plek op het strippenbord te leggen. Vul de strippen direct aan als dat lukt. Klik op de 'show' of 'hide' button om de voorbeeldprocedure gedurende de oefening te bekijken. Zo kan je tussentijds controleren of je de procedure juist hebt uitgevoerd. Succes!
Startbeeld: Klok: mee met RT Strip-vlak: blauw/geel randje (leeg) Radiocontact-vlak: blauw/geel randje Strip op bord: geen	[RT symbolen + tekst + klok van vorig onderdeel]	[RT van vorig onderdeel]	
Als start procedure		Coef4	Dit was de oefening van een complexe-procedure op het strippenbord.

COMPLEX - AFSLUITING			
Startbeeld	- Blauwe en strippen op alle stappen laten verschijnen	Cafsl	Je hebt nu geleerd hoe je de complexe-procedure op het strippenbord weergeeft. Probeer zo veel mogelijk te oefenen zodat je de procedure steeds beter zult beheersen. Succes!

F. Evaluatie

Methode

De testpersonen doorlopen de uitleg en de complexe procedure van de video instructie (incl. oefeningen op het strippenbord). Ze zijn gevraagd om gedurende de video instructie hardop na te denken, zodat overwegingen en keuzes gedurende de uitvoering geobserveerd kunnen worden. Achteraf wordt in een kort interview gevraagd hoe ze de video instructie hebben ervaren en of zij eventuele opmerkingen/tips hebben.

Aandachtspunten

- A. Denkproces: Prestatie, overwegingen en besluitvorming van de stripverschuivingen.
Geen focus op een juiste uitvoering van de stripnotaties
- B. Aanpak: Gebruik en begrip van de video instructie, aansluiting op oplossingsstrategie.
Over: Interactie video, instructie, uitvoering op bord, radiocontact, strippenbord en stripgegevens
- C. Ervaren affect door de video instructie;
Over: Interactie video, instructie en procedure
- D. Compleet- en accuraatheid van de demonstratie (soorten acties, timing acties, toegepaste begripvolle eenheden).
Over: Interactie video, instructie, procedure, radiocontact, strippenbord en stripnotatie

Materiaal

Rustige ruimte, PC met audio, strippenbord, strippen voor complexe oefening en een audio-recorder.

Testpersonen

Negen oud-trainees met juiste voorkennis. Vergelijkbaar met doelgroep ontwerpcasus: maximaal 26 jaar, minimaal VWO of een HBO propedeuse afgerond met een voldoende voor wiskunde of statistiek.

- 7 mannen en 2 vrouwen, 23-29 jaar (gem 25,3 jaar), 8 van 9 natuurprofiel op VWO met wiskunde B.

Interviewvragen na uitvoering van de taak

1. Hoe vond je het gaan? (flow, motivatie)
 - a. Wat ging goed/minder goed? (uitdaging)
2. Wat vind je van de video-instructie?
 - a. Vergelijk met klassikale instructie.
 - b. Vond je de video-instructie overzichtelijk?
Buttons (incl. menu), volgorde, audio instructie, representatie (strip, bord, RT), symbolen, kleuren. temp
 - c. Kon je de video-instructies gemakkelijk volgen?
 - d. Wat vond je van de (voorbeeld) procedures?
 - e. Wat vond je van de demonstratie?
 - f. Wat vond je van de oefening?
 - g. Had je het gevoel dat je in controle was over de video-instructie?

3. Denk je dat de video-instructie effectief is? Waarom?
 - a. Is er voldoende ondersteuning voor het begrijpen van de procedure? (minder voor voorkennis)
 - b. Is de video-instructie relevant voor het begrijpen van de procedure?
 - c. Denk je dat studenten met behulp de video-instructie in staat zijn om de oefening zelfstandig uit te kunnen voeren?
4. Heb je tips of opmerkingen over de video-instructie?

Er wordt per onderdeel een samenvatting gegeven van de resultaten uit de observatie en het interview (van 9 testpersonen). Achter elke bevinding staat tussen haakjes het aantal personen dat deze bevinding had (expliciet genoemd of opgemaakt uit observatie).

A. Prestatie, overwegingen en besluitvorming van de stripverschuivingen

- De strippenprocedure werd, na een paar korte overwegingen (3x), juist uitgevoerd (9x) en er was dus geen sprake van fouten.
- Ze spreken over een bepaalde juiste manier van uitvoering (9x), wat betreft tempo, timing (radiocontact en strippen verschuiven) en uitvoering (plannen, schuiven (incl. conflictweergave) en schrijven).
- Doordat zij de procedure als automatisme beheersen, zijn zij vooral 'conflict-breed' aan het oplossen (8x). Er is geen sprake van een duidelijk actie-reactie, maar een constant lopend verhaal (8x), waarbij constant vooruit wordt gedacht (9x) om een conflict te vermijden. Het juist beheersen van het strippenbord is noodzakelijk om het luchtverkeer, in drukke situatie, te kunnen representeren en beheersen (9x). Daarvoor is het van belang dat je de representatie direct aanvult aan de hand van het radiocontact (9x). Zij beheersen de scenario's en strategieën van de out- en inbound zo goed, dat zij alleen wachten op een bepaald *callsign* (radiocontact) zodat zij een bijbehorende handeling op het bord kunnen uitvoeren (9x), het schuiven of schrijven.

Verbale analyse overwegingen en besluitvormingen (Chi, 1997):

- Tina (TP1): "Zodra het radiocontact begint met 'fenix tower', weet ik al dat dit een kist is die voor het eerst oproept"
- Tina (TP1): "Op het moment dat ik het *callsign* hoor (..) dan pak ik hem al, omdat ik weet dat deze kist gaat vragen om te taxiën (..) Als hij dan al kan taxiën, verschuif ik hem direct"
- Jos (TP3): "De zinsopbouw is heel standaard, dat helpt wel heel erg. Je merkt ook dat wanneer er iets non-standard gaat, dan wordt het iets lastiger want dan moet je echt gaan luisteren (..) Het bekende en minder relevante filter je gewoon weg eigenlijk. Wat ik op moet schrijven pik ik er uit, dat onthoud je"
- Rick (TP4): "Je weet op zich wel wat er komt (..) dus dan kan je die verwachting meteen met de strip representeren"
- Rick (TP4): "Je probeert altijd voor te blijven op het verkeer, dus wat zal de volgende call zijn"
- Emma (TP5): "Ik weet eigenlijk al elke stap die er gaat komen"
- Emma (TP5): "Dit zijn de conflicten en dit zijn de conflicten, dus dan weet je al, dit zijn de volgende stappen (..) die staan al klaar in je hoofd en hoef je alleen nog maar uit te voeren."
- Bob (TP6): "Je ziet het al aankomen, dus je kan vooruit werken (..) Op het moment dat je vooruit kan werken zie je ook conflicten aankomen"

- *Jasper (TP8): “Als die dit zegt, dat kan dat zo, dit zo en dan kan je door. Daar ga je dan ook echt op zitten wachten, terwijl je ondertussen met andere dingen bezig bent. Het zijn vaak 1 of 2 calls die je dan weer nodig hebt om weer verder te kunnen werken. Het is de truc om daar geduldig op te wachten”*

B. Gebruik en begrip van de video instructie

- Interactie video: Ze maakten direct goed gebruik van het menu (9x), de pauzeknop (9x) en de klok (8x). Daarbij heerste de behoefte naar een tijdsbalk (7x) of een gerichtere zoekmethode (8x) om wat gemakkelijker door de video te kunnen navigeren. Zodat er makkelijker fragmenten herhaald of overgeslagen kunnen worden.
- Het los moeten doorlopen van de voorbeeld-procedure via de ‘terug’ en ‘verder’ button voor feedback wordt als onhandig ervaren (3x) en demotiveert om nogmaals het voorbeeld te bekijken bij twijfel (2x) (notitie: na een juiste uitvoering kort aangegeven hoe dit ‘terugkijken’ werkte waarna ook werd aangegeven dat dit onhandig lijkt). Ter vervanging van deze omslachtige vorm van feedback werd de pauzeknop ingezet om denk tijd te creëren (3x). Deze informatie moet op aanvraag direct verkregen kunnen worden (8x) of na elke scene (1x) of de gehele oefening (9x) getoond worden.
- Instructie: De mogelijkheden voor het navigeren in de video instructie moet meer expliciet worden benoemd (3x), nu wordt er nog getwijfeld naar welk fragment wordt verwezen met de ‘terug’ en ‘verder’ button (5x), en of de video automatisch naar een volgend fragment gaat (2x). De volgorde van procedure-voorbeeld-oefening wordt als logisch ervaren (9x). Het blauw-geel kleurgebruik wordt als handig en bekend ervaren (9x).
- Uitvoering op bord: Tijdens de uitleg van de procedure en het voorbeeld werd er, zonder instructie, zelf mee geschoven met de demonstratie (8x). Ook tijdens de oefening werd mee geschoven (9x) en werd de strip ook direct aangevuld (9x).
- Het algehele tempo van de video instructie is goed (6x), maar tijdens de oefening is er soms net genoeg tijd voor het luisteren, plannen, schuiven en schrijven (1x).
- Radiocontact: De tekst en audio van het radiocontact worden positief ontvangen (9x).
- De symbolen van het radiocontact kunnen beter direct rechts van het audio-symbool worden weergegeven zodat je van links naar recht kan ‘hiërarchisch’ kan lezen (3x). Een mannelijke audio-stem voor de piloot zou helpen om het verschil tussen de soorten radiocontact makkelijker waar te nemen (9x).
- Strippenbord: De animatieve, minimalistische representatie van het strippenbord wordt als prettig ervaren (6x), omdat zo de essentie wordt weergegeven (3x).
- Stripgegevens: De stripnotatie, met nieuwe informatie in het rood, werd als prettig ervaren (7x).

C. Ervaren affect door de video instructie

- Interactie video: Door wat onduidelijkheden over de navigatie binnen de video (zie onderdeel B) en vertraging door het herhalend moeten bekijken van de introducties, ontstaan er irritaties (6x).
- Instructie: Doordat de testpersonen de procedure al beheersen zijn ze soms wat ongeduldig door hun snelle geautomatiseerde uitvoering (6x). Ze geven aan dat ze de instructies goed kunnen volgen (9x), maar dat de uitleg van de complexe procedure verwarrend is omdat de audio niet overeen komt met de visualisatie (6x) (de actie komt na het radiocontact, terwijl dit

in werkelijkheid tegelijkertijd plaatsvindt). Ze lijken geactiveerd om zelf aan de slag te willen gaan (5x) en zouden zelfs ook graag het radiocontact zelf willen uitvoeren (7x).

- Ze verwachten dat de visuele demonstratie het aanleren van de procedure ondersteund (9x), omdat de procedure op het bord nu los wordt geïnstrueerd en uitgevoerd van een probleemoplossende oefening waardoor je rustig de procedure kunt aanleren (8x). Daarbij is het medium van een video instructie minder droog in vergelijking met een klassikale instructie (2x).
- Daarbij wordt het zelfstandig kunnen oefenen als erg prettig ervaren (9x), maar dan zijn er mogelijk wel meerdere oefeningen voor variaties nodig om de video als uitdagend en nodig te zien (8x).
- De video instructie fungeert volgens hen als de informatieverschaffer en een plek voor de oefening van de stripplaatsingen, maar het daadwerkelijke automatisme zal pas aangeleerd worden gedurende vele oefeningen (9x). Bij meerder oefeningen is het noodzakelijk dat er experts aanwezig zijn om verkeerde zelf aangeleerde werkwijzen te voorkomen (4x).
- “Oefen met zoveel mogelijk scenario’s” (audio instructietekst): onduidelijk of dat in de video of training aan bod komt of dat je dat zelf moet organiseren (1x).
- Procedure: Prettig dat er voor de eerste oefening met het strippenbord standaardprocedures worden gehanteerd (3x). Het wordt wel als onwennig ervaren om met de aanpak van iemand anders mee te gaan (2x).

D. Compleet- en accuraatheid van de demonstratie

- Interactie video: Misschien de video aanvullen met informatie over de banen en de windgegevens voor het radiocontact (1x).
- Instructie: Instrueren dat schrijven en schuiven direct moet plaatsvinden (4x).
- Procedure: De strippen, zoals in werkelijkheid, eerder aankondigen zodat je je kort kunt voorbereiden (2x). De taxi strip moet bij de outbound procedure zo ver mogelijk naar beneden worden gelegd (4x). Instrueren dat stap 3 van de out- en inbound zijn optioneel zijn (2x). De complexe procedure is de conflictinformatie onvolledig (7x), waarom een conflict (6x), hoe leg je een (soort) conflict neer (7x) en wanneer is het conflict opgelost (5x). In de linker kolom worden de strippen niet alleen op hoogte, maar ook op conflict geordend (8x).
- Radiocontact: De audio van het radiocontact mag wat realistischer en dus sneller (8x), of als optioneel worden aangeboden zodat er zelfstandig mee geoefend kan worden (4x).
- Strippenbord: De verschuivingen van de strippen mag directer na het radiocontact worden weergegeven (9x). Daarbij werd aangegeven dat de audio-feedback van het verschuiven van de strippen ook van belang is (3x).
- Er zijn meerdere soorten procedures nodig (8x), met meerdere soorten strippen (4x), om de toepassingen van het neerleggen van de conflicten op het strippenbord duidelijk is en beheerst kan worden.
- Stripnotatie: De stripnotatie mag directer na het radiocontact worden weergegeven (9x).

G. Verloop opzet en toepassing van ontwerprichtlijnen

	PRE-PROTOTYPE FASE Richtlijnen uit literatuur en gebruikersonderzoek	PROTOTYPE FASE Opzet adhv richtlijnen	PROTOTYPE FASE Aanpassing na oordeel experts	EVALUATIE FASE Aanpassing na oordeel oud-trainees	AANBEVELINGEN
A1	Orden stappen chronologisch, hiërarchisch en planmatig (als materiaal, opzet, demonstratie, oefening)	Hoofdstukken: Uitleg, outbound, inbound, complex. Subhoofdstukken per hoofdstuk: inleiding, uitleg procedure, voorbeeld demonstratie, oefening en afsluiting	De subhoofdstukken van de uitleg en oefening zijn opgedeeld in korte betekenisvolle onderdelen (scènes).		
A2	Introduceer met het doel van de instructie, de voorwaardelijke kennis/vaardigheden en geef uitleg over het functioneren van de video	Bij de uitleg wordt aangegeven welke voorkennis vereist is voor de video instructie	Bij uitleg duidelijk aanduiden wat het doel van de video instructie is		
A3	Biedt een complete en accurate instructie zonder irrelevante zaken	Stripgegevens, stripplaatsingen, digitale klok (acties worden getimed), radiocontact opgesteld door expert	Gecontroleerd en aangescherpt door expert	Gecontroleerd en aangescherpt door oud-trainees (met name timing: actie-reactie schrijven, schuiven, communiceren).	
A4	Wees kort, bondig en duidelijk	Voice-over met korte instructies	Instructies nog meer actiegericht (als starten met werkwoord)	Uitleg over de complexe procedure aanscherpen	
A5	Sluit de video af met een samenvatting	Elk hoofdstuk wordt afgesloten met 'Je het nu geleerd..'			
B1	Zorg voor een werkelijke en realistische demonstratie of animatie (om afleiding details te voorkomen)	Representatie strippenbord met strippen middels animatie (schematische 2D weergave) Verschillende vrouwenstemmen voor verschillende soorten audio (instructies en radiocontact).	Verschillende (vrouwen) stemmen voor verschillende soorten audio (instructies, luchtverkeersleider, piloot en radarverkeersleiding)	Radiocontact van piloot met mannenstem (realistischer en makkelijker te onderscheiden).	Auditieve feedback bij het schuiven van de strippen.
B2	Zorg voor een gemakkelijke en accuraat waar te nemen representatie (zo nodig informatie vergroten of schematisch weergeven 2D/3D)	Vergrote weergave van strip met notaties. Het radiocontact is iets vertraagd uitgevoerd.	Tekstuele weergave van radiocontact.		Optioneel: Vertraagd of werkelijk tempo van radiocontact
B3	Richt de aandacht van een concept door gebruik te maken van contrast (licht/donker, grijstinten/kleur, scherp/onscherp, full-screen/zoom-in), mogelijk als transparant over de werkelijke demonstratie	Kleurcodes: Blauw voor vertrekkende vliegtuigen en geel voor binnenkomende vliegtuigen. Groen: Aanduiden huidige hoofdstuk Oranje: Richten van aandacht (pijlen) Rood: Nieuwe stripnotaties gedurende proces	Tijdens de uitleg wordt een conflictgevoelige verkeerssituatie benadrukt door de ruimte waarin de conflicterende strippen zich bevinden rood te kleuren. Wanneer de conflictsituatie is opgelost wordt deze ruimte groen (uit realisatie fase)	Een [SHOW] en [HIDE] button bij de oefeningen: Een groen vlak waarmee de voorbeeldprocedure wordt verborgen of weergegeven. Zonder of met feedback kunnen oefenen.	Een ervaren ontwerper kan betere en minder opvallende aandacht methodes toepassen

		Zwart en dikgedrukt: Oude toegevoegde stripnotaties			
B4	Richt de aandacht van een (interactie) actie door gebruik te maken van lijnen, pijlen, arceringen of vertragingen van de actie, mogelijk als transparant over de werkelijke demonstratie	Pijlen voor het richten van aandacht gedurende auditieve instructies. Arceren van vlakken a.d.h.v. kleurcodes.	Stippellijnen om het 'pad' over het strippenbord te visualiseren. Handcursor tonen op interactieve onderdelen van de video instructie		Een ervaren ontwerper kan betere en minder opvallende aandacht methodes toepassen
B5	Biedt een duidelijk en rustig gesproken tekst die nauw maar natuurlijk aansluit op de demonstratie of animatie (mits tekst erg complex)	Alle audio is duidelijk en rustig uitgesproken en sluit aan op de animatie			
B6	Demonstreer vanuit een natuurlijk en duidelijk perspectief, afhankelijk van wat relevant is voor de taak en omgeving	Representatie vanuit bovenaanzicht			
B7	Demonstreer de stappen in korte stap-voor-stap segmenten van 15-60 secondes (gelijke acties/concepten kunnen simultaan worden weergegeven)	Elke procedure is een aparte scene.		Elk subhoofdstuk is opgedeeld in korte betekenisvolle onderdelen (scènes).	
B8	Maak gebruik van symbolen en metaforen voor een vereenvoudigde en herkenbare representatie	Radiocontact: luchtverkeerstoren voor luchtverkeersleider, vliegtuig voor piloot, radar voor radarverkeersleiding	Symbolen links van radiotekst plaatsen (leesvolgorde)		
C1	Geef procedurele of instructionele informatie in plaats van conceptuele informatie	De instructies zijn constant gericht op procedurele stappen of op uitleg van de video instructie			Meer soorten gevarieerde oefeningen aanbieden, zodat nog duidelijker de juiste van de onjuiste aanpak herkent kan worden.
C2	Laat de gebruiker in controle zijn over de segmenten (menu, titels, pauzeren, herhalen, versnellen)	Navigatiesysteem (menu, play en pauze knop, tijdsbalk)	Verder knop toevoegen om actief de instructie te hervatten wanneer de gebruiker bijvoorbeeld materiaal moet verzamelen. Tijdsbalk weglaten voor aandacht gebruik menu	Navigatie toevoegen waarin de gebruiker per subhoofdstuk en scene door de voorbeelden en oefeningen kan lopen.	Optioneel: Met/zonder radiocontact (tekst), zodat de gebruiker ook zelf hardop kan mee oefenen.
C3	Biedt een actiegerichte instructie (met een balans tussen informatie en interactie)	Er worden korte, actiegerichte instructies gegeven. Balans door eerst uitleg en demonstratie met uitnodiging tot meedoen. Daarna kan gebruiker actief oefenen, maar de instructie altijd pauzeren, herhalen of overslaan.		Benadrukken dat de gebruiker direct moet mee schrijven, schuiven	Toepassen van game-karakteristieken: <i>Pleasantly frustrating</i> methodes, moeten vrijspelen van levels, de taak van de video instructie laten afwijken van de leertaak
C4	Geef bij elk(e) onderdeel/stap aan wat	Per scene word de inhoud, timing en		Benadrukken dat de gebruiker direct	Een ervaren ontwerper kan betere en

	de (re)acties van de gebruiker/systeem/materiaal is	transformaties besproken.		moet communiceren	minder opvallende aandacht methodes toepassen
C5	Ondersteun complexe taken door van makkelijk tot een moeilijk niveau te instrueren	Vertrekkend en binnenkomend eerst apart en ten slotte tegelijkertijd uitgelegd, gedemonstreerd en geoefend.			Meer soorten gevarieerde oefeningen aanbieden per hoofdstuk (van weinig tot veel vliegtuigen en van gemakkelijke tot meer complexe luchtverkeerssituaties).
C6	Geef bij elk(e) onderdeel/stap aan wat het doel is	Algemene uitleg over de video instructie en een inleiding per hoofdstuk			
C7	Biedt een juiste en onjuiste demonstratie per onderdeel/stap voor het herkennen en oplossen van fouten (feedback)			Tijdens de uitleg wordt een conflictgevoelige verkeerssituatie benadrukt door de ruimte waarin de conflicterende strippen zich bevinden rood te kleuren. Wanneer de conflictsituatie is opgelost wordt deze ruimte groen.	Wanneer opgezet als een simulatie kan feedback bij juiste en onjuiste uitvoering gericht en direct (of op aanvraag) gegeven worden. Pop-ups of een virtuele coach.
C8	Biedt waarschuwingen waar de kans op het maken van fouten groot is	Bij de uitleg van de procedures worden aandachtspunten besproken			Mogelijk een pop-up of coach gedurende de demonstratie (just-in-time / on-demand feedback)
C9	Biedt tips voor een effectieve aanpak	Bij de uitleg van de procedures worden tips gegeven			Mogelijk een pop-up of coach gedurende de demonstratie (just-in-time / on-demand feedback)