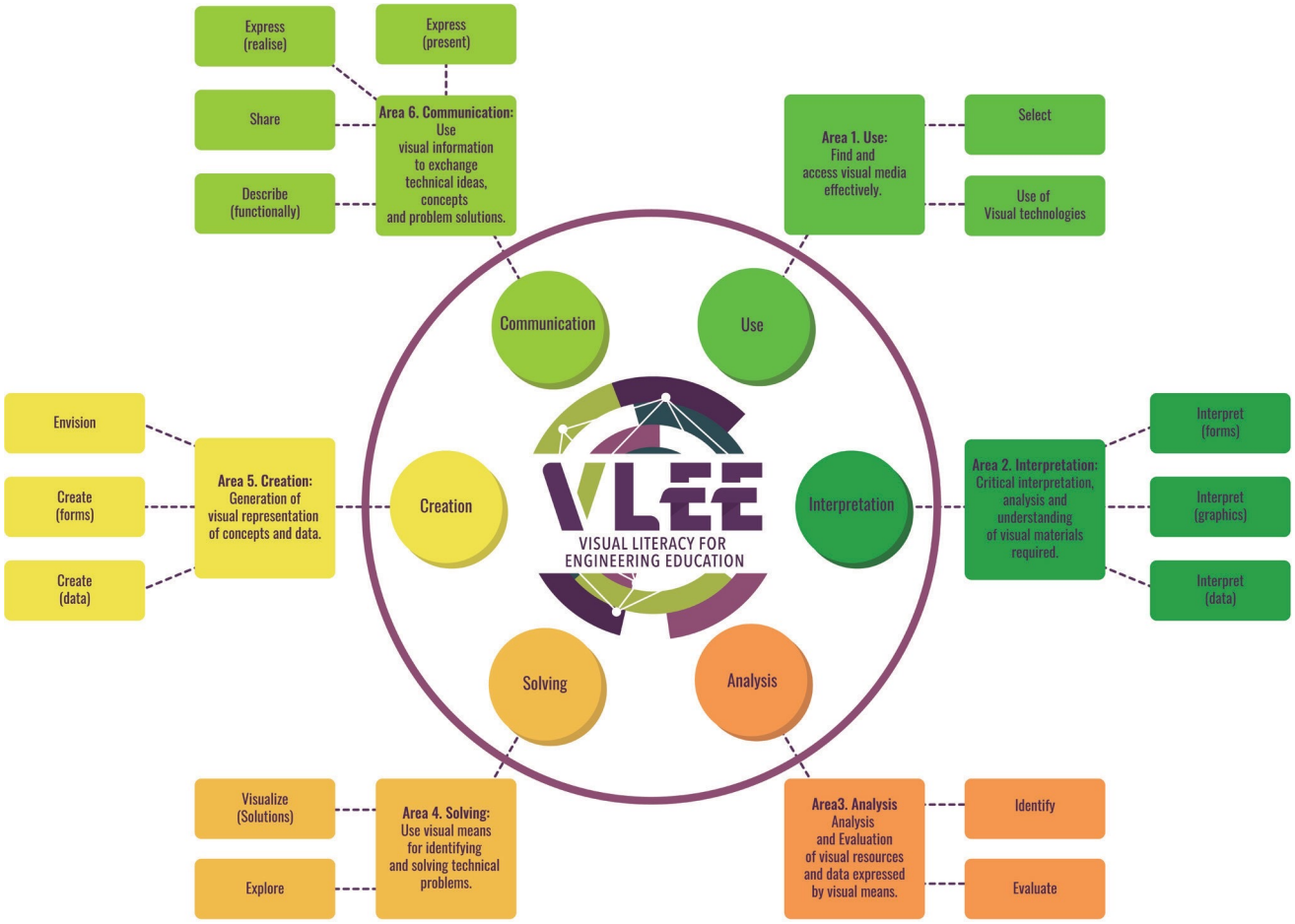


Visual literacy for Engineering Education

Competence Framework

(Danish Translation)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

This programme has been funded with support from the European Commission.
The author is solely responsible for this publication (communication) and the Commission accepts no responsibility for any use that may be made of the information contained therein 2019-1-SE01-KA204-060535

The VLEE PROJECT

Design and layout: ETSIDI(UPM)

This Guide supports HE institutions, VET trainers and institutions as well as stakeholders in the implementation of the Visual Literacy Competence Framework (VLEE).

The list of examples provided in the Guide's aims to illustrate the wide range of VLEE implementation.

This is an open access document under the CC BY-NC-ND 3.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/)

www.VLEEproject.eu

Guide to the

Visual literacy for Engineering Education

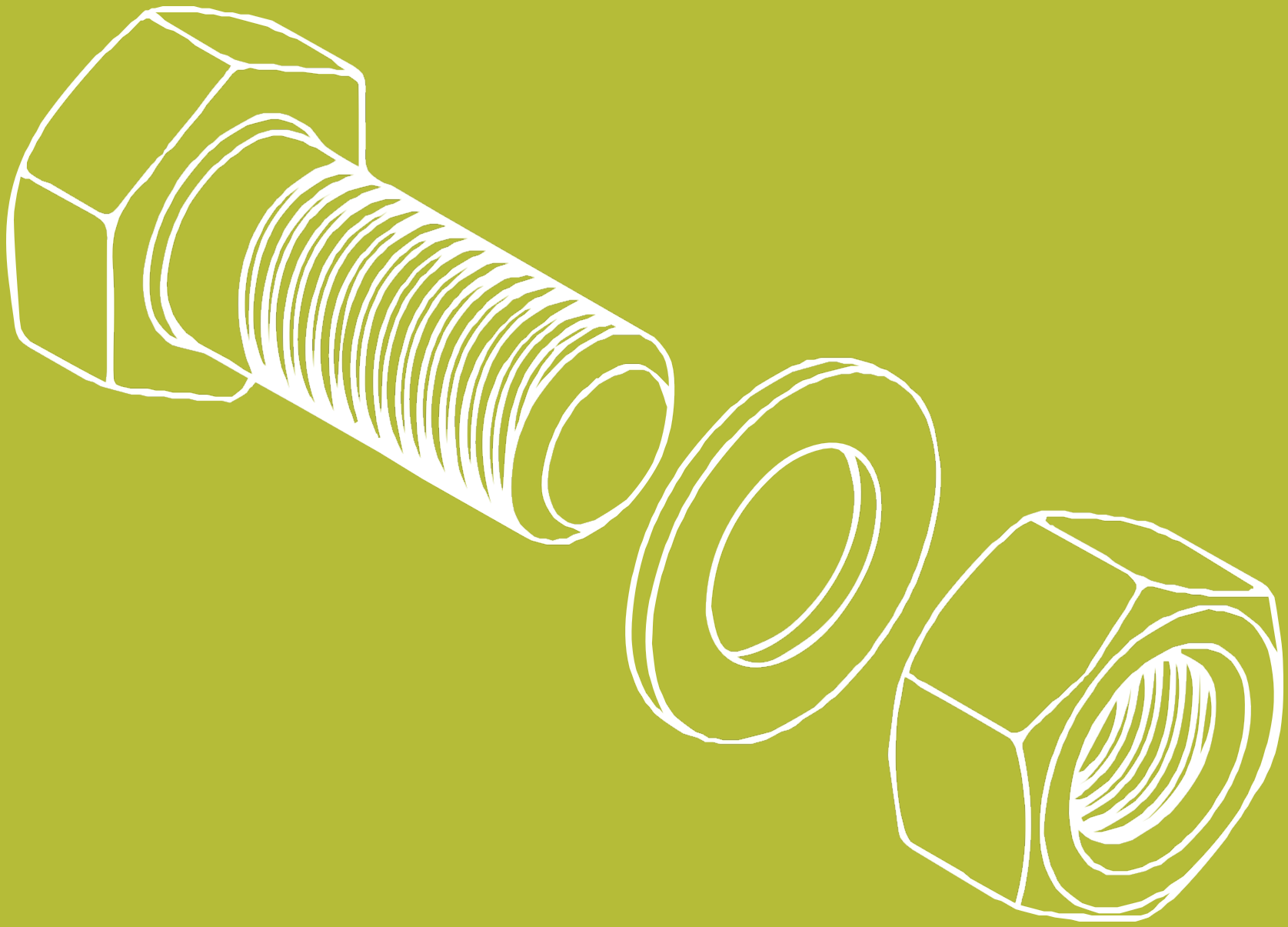
Competence Framework

(Danish Translation)

POLITÉCNICA
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Indhold

Introduktion 1

Hvem er denne guide til?.....5

The role of Visual Literacy in Engineering 7
- Visual Literacy 7
- Visual Literacy og Kreativitet.....8
- Visual Literacy hos ingeniører.....9

Digitale teknologier og Visual Literacy 11

Visual Literacy i Ingeniøruddannelse ,,,,,,,,.....13

VLEE-projektet 17

Udvikling af kompetenceramme 19
- Forskning.....1
9
- Udvikling af indhold.....22
- Test 23
- Design og produktion 23

VLE Competence model 25
- Beskrivelse af modellen.....27
- Færdighedsniveauer.....31

Pædagogiske strategier.....57

Referencer.....59

Introduktion

Vigtigheden af billeder og visuelle medier i det 21. århundrede har indflydelse på betydningen af at være literate. Fjernsyn, reklame og presse viser den store mængde visuelle materialer, der i øjeblikket bruges til kommunikation. Digitale teknologier har også fremskyndt betydningen af billeder som kommunikationsmåder inden for alle områder. For ingeniører er grafisk og visuel information involveret i alle processer, fra udsagn om et teknisk problem til præsentation af løsningen. Især digitale enheder har i de seneste årtier ændret ingeniørers involvering i visuel kommunikation. De er derfor nødt til at udvikle en række færdigheder og viden for at kunne bevæge sig i det teknologiske miljø, som er domineret af visuelle ressourcer. Dog betyder vigtigheden af visuelle materialer inden for ingeniørarbejde ikke, at ingeniører er godt forberedt på kritisk at bruge, tænke og skabe visuelt.

Nuværende undervisningsmateriale for ingeniøruddannelser har delvist fokus på, at der er behov for, at eleverne opnår visual literacy, men undervisere har brug for et sæt af kompetencer for at give fremtidige ingeniører midlerne til at dække disse behov.

Denne guide præsenterer en ramme for udviklingen af de visual literacy kompetencer, der er nødvendige for ingeniører og teknikkere. Dets mål er at tilvejebringe tilstrækkelige ressourcer til at udvikle deres kompetencer inden for visual literacy og at bidrage til forbedring af ingeniør- og erhvervsuddannelse. Denne vejledning har derfor til formål at bidrage med en reference for ingeniør- og teknologiske uddannelsesinstitutioner.

Den anvendte metode styrkes af overbevisningen om, at den kan give en introduktion til visual literacy for ingeniører og de respektive kompetencer, som er baseret på akademisk forskning, men som også er af anvendelig og praktisk natur, sådan at undervisere og HE/STEM interessenter kan se den direkte relevans for de muligheder og udfordringer, de står over for.

Dette er en koordineret indsats for at strukturere og kommunikere de ingeniørspecifikke komponenter i visual literacy på en måde, der taler undervisernes sprog og som specifikt adresserer de huller, der er i deres viden.

Formålet med denne kompetenceramme er at skabe en generel reference til videregående uddannelser i EHEA-området og erhvervsuddannelsesinstitutioner i de samme lande. Denne kompetenceramme er udviklet ved at fokusere på uddannelsesbehovene i Den Europæiske Unions medlemsstater. Den stræber derfor mod en fælles reference, som de alle kan forstå. VLEE kompetencerammen er en grundlæggende ressource, der gør det muligt for undervisere hurtigt at engagere sig i videndeling og peer-learning om niveauer, udfordringer og muligheder for visuelle færdigheder i deres respektive lande.

Visual Literacy for Engineering Education's kompetenceramme (VLEE framework) reagerer på den anerkendelse af, at visuelle kompetencer er af stor betydning for ingeniører på tværs af alle discipliner på grund af involveringen af visuelle elementer i ingeniøraktiviteter – fra problemløsning til deling af konceptdesign. Ded anerkender også de interessante muligheder for at forbedre udviklingen af visuelle færdigheder og evner takket være udbredelsen af teknologier til information og kommunikation.

VLEE's kompetenceramme sigter mod at identificere og beskrive de specifikke visual literacy kompetencer ved at vise 16 kompetencer struktureret i 6 områder.

Kompetencerammen inkluderer en model, der støtter undervisere i udviklingen og evalueringen af visuelle kompetencer. Den foreslåede model etablerer tre forskellige niveauer, hvorigennem den studerendes visuelle kompetence gradvist skrider frem.

På det basale niveau erhverver ingeniører og teknikere sig nye koncepter og starter ud med grundlæggende visuel og grafisk praksisser.

På middel niveau anvender, udvider og organiserer de disse visuelle og grafiske metoder.

På det kompetente niveau er ingeniøren i stand til at overføre viden, have en kritisk holdning og udvikle ny metoder i overensstemmelse med kompetencerne.

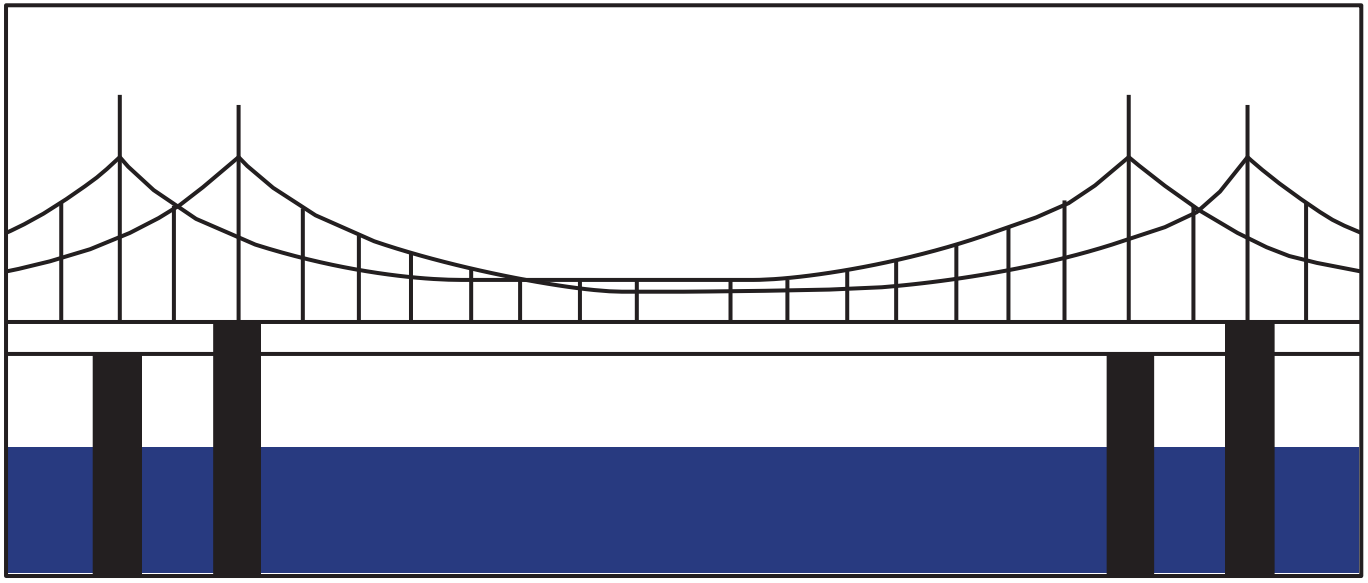
Denne ramme foreslår revision af indholdet i uddannelsesprogrammer inden for erhvervsuddannelse og videregående uddannelse. Det forventes at denne kompetenceramme kan være et motiverende element, som kan indgå i undervisningsmaterialet på videregående uddannelser og erhvervsskoler samt et element af undervisning for interessenter.

Kompetencerammen er resultatet af det arbejde, der udføres af VLEE-projektet, som ledes af NOT (Polen) og med deltagende organisationer fra Danmark, Storbritannien, Irland og Spanien.

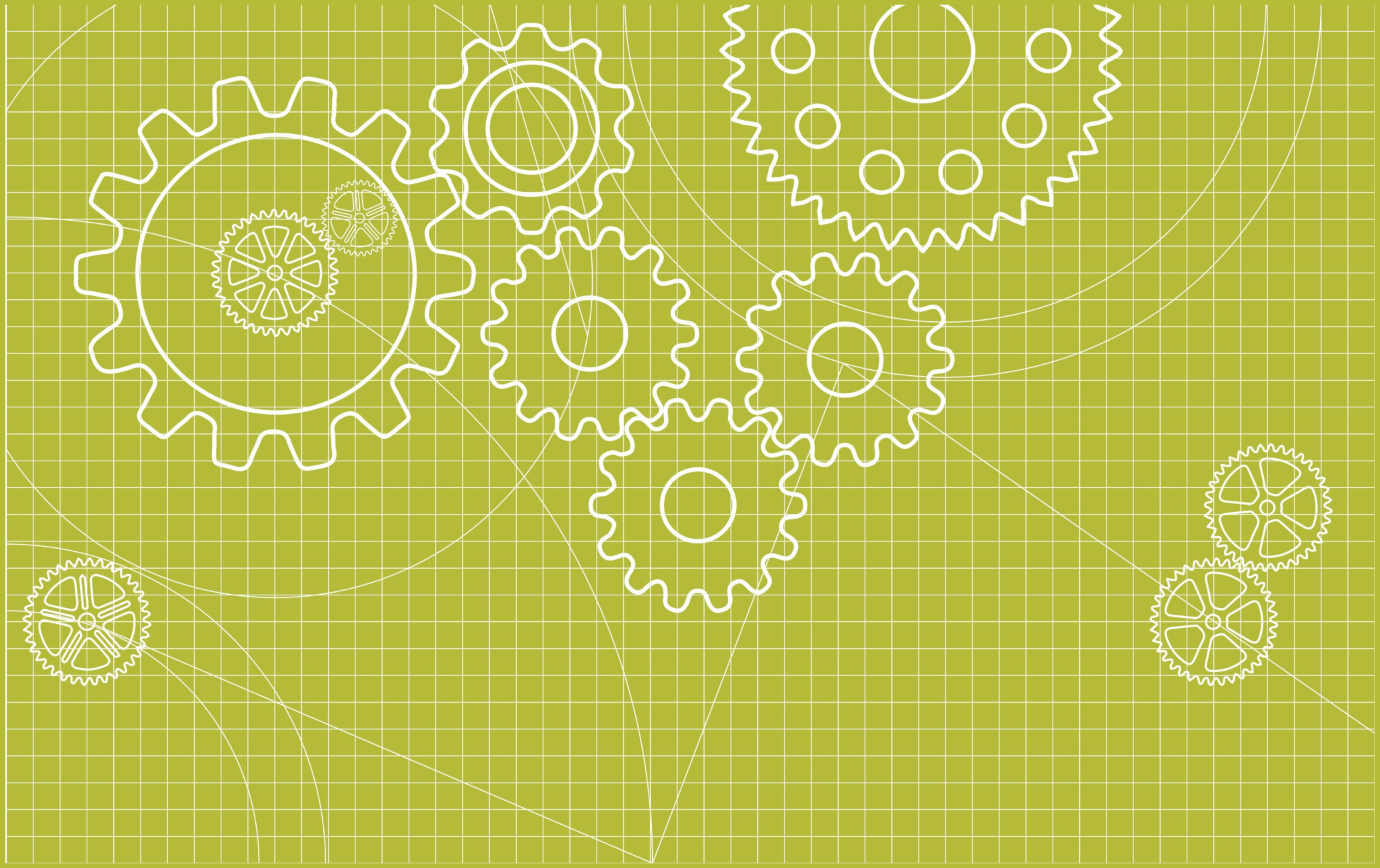
Hvem er denne guide til?

Denne komptence-guide er Denne kompetencevejledning foreslås til alle, der er involveret i tekniske opgaver, der er villige til at tage nye initiativer i forhold til læring – uanset om det er videregående uddannelsesinstitutioner, erhvervsskoler, undervisere eller professionelle ingeniører og interessenter.
Det forventes, at disse organisationer, institutioner og interessenter er motiverede til at introducere dette nye undervisningsinitiativ.

Visual Literacy skal give ingeniør- og erhvervsskolestuderende de nødvendige færdigheder, evner og viden til at forbedre deres innovative færdigheder samt deres evner inden for problemløsning og kreativ tænkning. De skal også blive bedre til kommunikation i et visuelt miljø. Udviklingen af visuelle kompetencer er en grundlæggende nødvendighed for fremtidige ingeniører og teknikere.



Undervisere vil i denne vejledning finde opdateret viden, der guider dem til, hvordan de kan udvikle visuelle kompetencer og blive mere effektive til at tackle manglerne i de studerendes færdigheder.
På samme måde har erhvervsuddannelser brug for støtte til revidering af deres uddannelsesmetode samt til at bruge digital teknologi på måder, der bedre lever op til elevernes læringsbehov og fremtidige krav på arbejdspladsen.
Erhvervsskoler og interessenter – fra tekniske skoler til professionelle medlemsorganisationer såvel som politiske beslutningstagere inden for uddannelses- og forretningsudvikling – får i denne vejledning en måde til bedre at forstå vigtigheden af visual literacy og hvordan man lukker de huller i elevers færdigheder, der er observeret i det nuværende uddannelsesmiljø. Det forventes, at kompetencerammen for Visual Literacy vil være en effektiv løsning til at forbedre kvaliteten af teknisk uddannelse.



The role of Visual Literacy in Engineering

Visual Literacy

En literate person, er hvem som helst some r I stand til at læse og skrive tekster. Dette er nødvendigt for at kunne kommunikere og udtrykke ideer.

Ud over denne, er der også andre former for literacy. Specialister nævner technological literacy, quantitative literacy, media literacy og visual literacy.

Visual Literacy kan defineres som et sæt af færdigheder og evner til at forstå, skabe, tænke og lære ved hjælp af al slags visuelt materiale, såsom billeder, billeder og grafik eller 3D-objekter. Hvis literacy er fortolkningen og oprettelsen af tekster, betyder visual literacy det sæt af evner, der tillader forståelse af information, ideer og kommunikation med visuelle materialer. Visual literacy kræver perfekt kommunikation gennem visuelle midler, hvilket indebærer fortolkning og producering af disse.

Udover kommunikation, har visual literacy at gøre med det, vi ser i sindet, når vi fortolker billeder samt skaber vores egne visuelle billeder og eksternaliserer dem.

Visual literacy er uden tvivl vigtigt i et samfund fyldt med billeder og andet visual information.

Visual literacy nævnes ofte i forbindelse med brugen af billeder, men det involverer faktisk alle typer visuel information, fra en frihåndstegning til mock-ups.

En visual literate person er enhver, der er i stand til at fortolke, tænke, lære og udtrykke sig ved hjælp af billeder, billeder, grafik eller fysiske objekter. Hun/han er dygtig til at forstå et budskab fra et billede, at analysere billeder såvel som at udtrykke ideer ved hjælp af en tegning eller en fysiske modeller.

The role of Visual Literacy in Engineering

Visual Literacy og Kreativitet

Det har længe været anerkendt, at kreativitet er en væsentlig kvalitet for succesfulde ingeniører. Kreativitet hjælper med at generere nye ideer og finde løsninger på problemer. Derudover er kreativitet en nødvendighed i forhold til innovation. Innovation er påkrævet i branchen for at imødegå vigtige udfordringer i henhold til konkurrence, økonomi og bæredygtighed. For at håndtere disse udfordringer skal ingeniører finde værdifulde og opfindsomme løsninger. Den bedste måde at opnå dette på er ved at anvende af kreative strategier.

Alle har et kreativt potentiale, som kan plejes. Da folk kan være mere eller mindre kreative, kan kreativitet fremmes ved at anvende flere pædagogiske strategier. En af de bedste tilgange er at tage højde for visuel forståelse, visuel tænkning og visuelt udtryk.

Fordelene ved at bruge visuelle elementer til kreativ forbedring kan let ses. Visuel tænkning aktiverer den side af hjernen, der fører os til fri tankegang. Visuelle repræsentationer gør det muligt at se tydelige forbindelser mellem ideer og derefter finde en måde at løse problemer på.

Når folk øver fortolkningsanalyse og evaluering af visuelle input, resulterer det i en forbedring af deres kreative potentiale. Visualisering skaber nye former og metoder, og det skaber nye scenarier, der kan blive en ny og original måde at overkomme en hindrende situation på. Visuel læsefærdighed har også at gøre med alle disse evner til kreativitet.

Grafik er den almindelige kommunikationskanal inden for teknik. Ud over dens funktion som kommunikationsmiddel er visuel repræsentation en iboende del af den kreative designproces. Et typisk tilfælde er udforskningen af ideer ved hjælp af visuelle elementer. Det betyder en cyklus, hvor det at se billeder, skabe dem og endelig tegne dem fungerer i en cyklus til at finde løsningen på et defineret problem. Flere forskere nævner dialogen mellem en tegning og tegneren, hvor skitsen "taler" til ham/hende, og tegneren reagerer med en ny tegning.
Visuelt udtryk er en nøgleaktivitet i processen med at skabe nye produktidéer inden for teknik. Det forstås, at en kreativ tilgang baseret på visuelle midler skal være et optimalt valg for ingeniører.

Fordelene ved visual literacy i forhold til kompetencer inden for idéskabning, problemløsning og innovation, og ingeniøruddannelse være opmærksom på behovet for undervisning og øvelse af visual literacy.

The role of Visual Literacy in Engineering

Visual Literacy hos ingeniører

Visual literacy anerkendes for at være af stor betydning i mange bracher, ofte inden for kunst og design, men også i alle områder, hvor visuel information spiller en væsentlig rolle. I tilfældet af videnskab og matematik er visuelle færdigheder også yderst relevante. Inden for ingeniørarbejde er det altafgørende. Professorer Craig L. Miller & og Gary Bertoline erklærede i 1991, at ingeniører skal være visually literate for at blive succesfulde ingeniører.

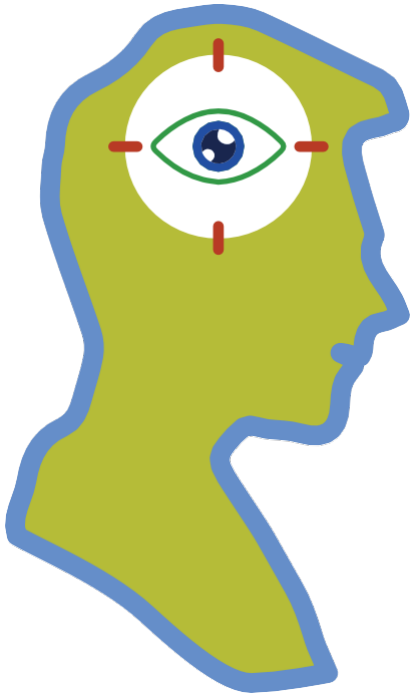
Visual literacy inden for ingeniørarbejde afspejles i deres arbejdsudvikling: ingeniører er problemløsere, der håndterer meget visuel information. En ingeniør har brug for visuelle midler for at fuldt ud kunne udtrykke resultaterne af deres arbejde: et mekanisk design kan ikke defineres fuldstændigt ved at beskrive det med ord; det kræver en billedbeskrivelse understøttet af symboler og kommentarer, som kan være konkrete (tegning af et mekanisk objekt) eller abstrakt (et elektronik diagram).

Ingeniører bruger og producerer grafik i alle de tekniske problemløsningsopgaver, lige fra identifikation af problemet til deling af løsningen. Ingeniører har brug for at forstå og skabe budskaber i visuelt format såvel som at producere dem til at udtrykke koncepter.

Disse budskaber understøttes i forskellige formater og abstraktionsgrader – fra computergrafik og frihåndsskitser til fysiske modeller.

Ingeniører bruger et visuelt sprog, der består af symboler, standardiserede billedrepræsentationer og kommentarer. Sådan forstår og producerer de visuel information. Tegninger og skitser afspejler visual literay inden for ingeniør-faget.

Et eksempel på visual literacy inden for teknik er designhensigten – Hvordan en grafisk repræsentation nøjagtigt afspejler, designingeniørens idé, og det han/hun ønsker at kommunikere. Et sæt grafiske og tekstelementer er nødvendige for at udtrykke denne idé, så for at opnå dette , må enhver ingeniør være visually literate nok til at producere et sådan visuelt budskab.



En af de vigtigste visuelle færdigheder inden for ingeniør-faget er visualisering. Da problemløsning er ingeniørens hovedaktivitet, er brugen af visualisering til dette formål grundlæggende. Specifikt for ingeniør-faget, betyder visualisering at være dygtig til at tænke i tredimensionelle former. Rumlige evner er derfor yderst vigtige.

Andre grundlæggende visuelle færdigheder og evner er dem, der er relateret til at præsentere abstrakte konceptuelle ideer grafisk ved hjælp af teknisk tegning eller CAD. Dette er færdighederne til at tegne frihånd såvel som at tegne og generere 3D-modeller ved hjælp af computerprogrammer. Visualisering er også en nødvendig færdighed i grafisk udtryk, da det er nødvendigt at forstå projektionstegninger såvel som selv at skabe dem.

Her anvender ingeniører skitser, ingeniørtegninger eller CADD-databaser. Dette er de visuelle kommunikationsevner, der er specifikke for ingeniørarbejde. Visual literacy inden for ingeniørfaget involverer brugen af visuel tænkning, rumlig ræsonnement, brug af 3D-modellering, frihåndsskitsering samt at skabe fysiske modeller.

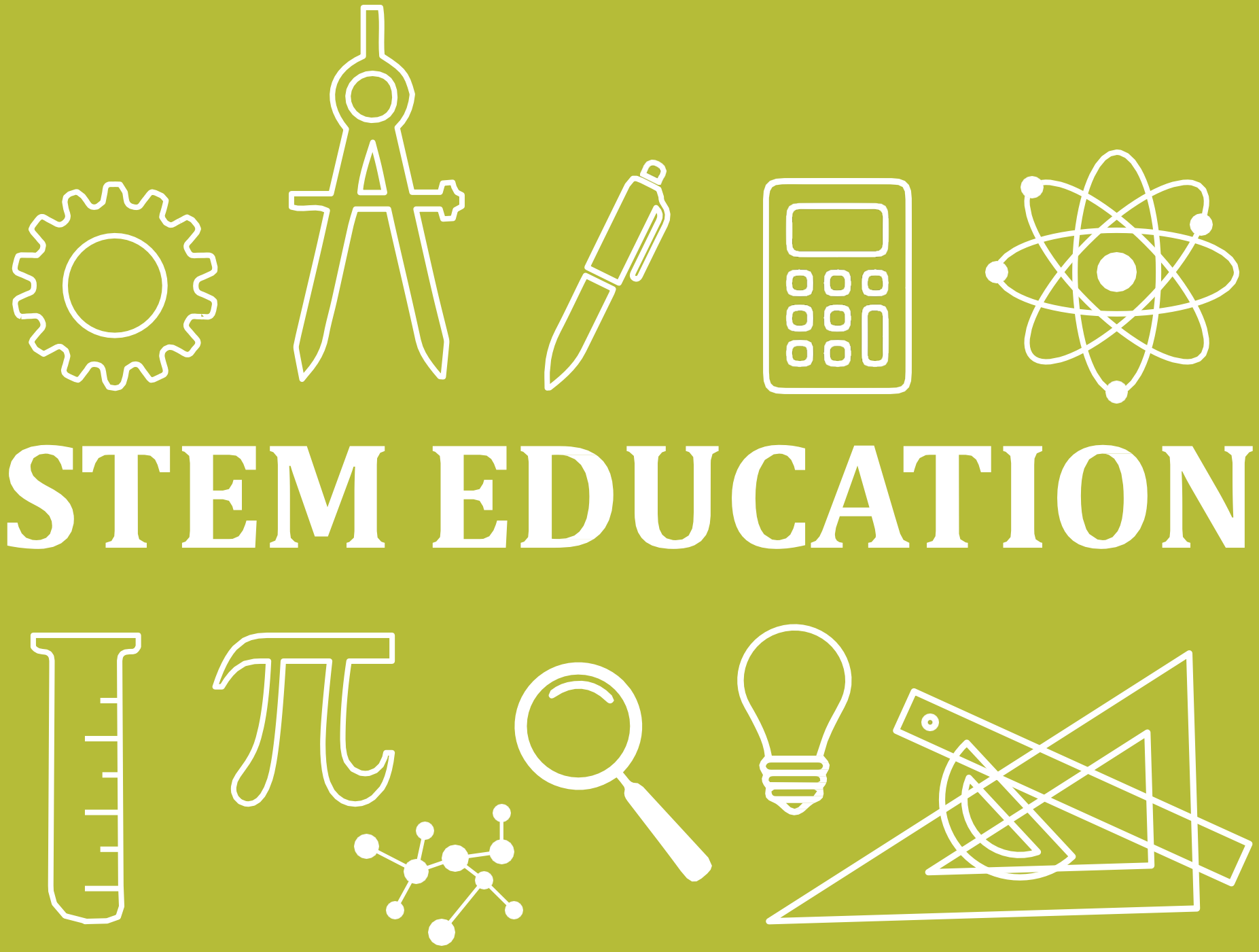
Visual Literacy inden for ingeniørfaget er ikke kun relateret til deres kreative side, men også til deres analytiske opgaver. Ud over former og funktionelle beskrivelser af design har ingeniører brug for deres visuelle læsefærdigheder for at udtrykke analytisk information. De bruger grafisk repræsentation af data i alle udviklingsfaser for et produkt eller system, da det er en nem måde at forklare resultater af beregninger eller empiriske dataindsamlinger på. Deling af data ved visuelle midler er en nøglefærdighed for en professionel ingeniør.

Digitale teknologier og *Visual Literacy*

Mulighederne for at udvikle VLE-kompetencer er vokset eksponentielt takket være udbredelsen af digital teknologi, som har en klar indflydelse på Visual Literacy. Fremkomsten af computergrafik, online videokanaler, infografik og sociale medier har udvidet rækkevidden af visuelt udtryk og kommunikation.

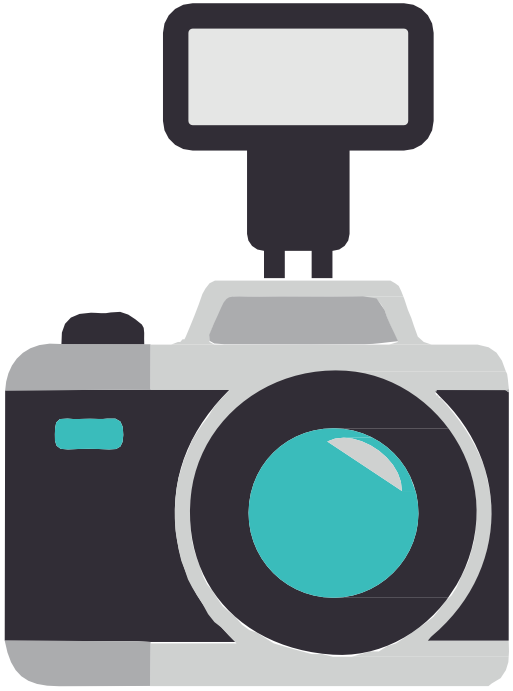
En af de største ændringer som følge af de digitale teknologier er tilgængeligheden af nye former for kommunikation.
Infografik er en visuel kommunikationsressource, der hovedsageligt takket være internettet er almindelig. Kombinationen af illustrationer, typografi, datavisualisering, kort eller skemaer er af stor opmuntring og hjælp. Animation er et dynamisk værktøj til at udtrykke koncepter, som i tilfælde af ingeniørarbejde kan være en stærk måde til let at forklare komplekse ideer.
Derudover bruges et nyt symbologisprog (humørikoner) til at supplere tekstbeskeder på nettet. Disse formater har en stor mængde visuelt indhold, og dens rolle er – langt fra blot at understøtte tekstinformation – at være centralt kommunikationsindhold.
Stadig i dag forbedres tilgængeligheden af visuelle ressourcer understøttet af tablets, mobile enheder og mulighederne for at udvikle Visual Literacy kompetencer
Derudover er de nye generationer vokset med brugen af digitale ressourcer og er mest vant til at arbejde med visuelle materialer i stedet for kun tekster. Digitalt baserede visuelle materialer skal spille en central rolle i nutidens studerendes træning.

Ingeniørprocesser oplevede et paradigmeskift ved implementeringen af computersystemer. Ud over værktøjer til 2D-tegning og 3D-modellering bruger ingeniører computersystemer til analyse via finite element-modellering samt simulering af mekanismer skabt på computere. De fleste af resultaterne af denne analyse og undersøgelser er vist visuelt i tredimensionelle repræsentationer, som udtrykker fysisk adfærd for eksempel ved hjælp af farvekoder.
Nu til dags har master design-information ændret sig fra ingeniørtegningerne til 3D-modeller. Ronald E. Barr viste i 2004, at i en nutidig ingeniørproces er al designinformation baseret på 3D-modelkilderne. Den måde, som ingeniører udtrykker og opfatter, afhænger i høj grad af digitale midler.
Mixed Reality (Virtual og Augmented Reality) skaber nye måder for visuel kommunikation. Virtual Reality muliggør visualisering af koncepter i et højnet miljø i forhold til grafisk udtryk. Det gør det muligt at repræsentere interaktionen med produkter, der endnu ikke er fremstillet, og giver et fordybende indtryk. Augmented Reality forbedrer den virkelige verden med elementer skabt af computergrafik og efterlader en klarere evaluering af et nyt design.


STEM EDUCATION

Visual Literacy i Ingeniøruddannelse

Fra barndom til videregående uddannelse spiller billeder, fotografier, tegninger og skemaer en vigtig rolle i vores læringsproces. Langt fra at være blot et støttemedie til tekster, kræves det, at de studerende er dygtige til at analysere, fortolke og evaluere visuelle materialer. I modsætning til ideen om, at disse visuelle evner er medfødte, er en af forskernes konklusioner, at Visual Literacy kan undervises. Visual Literacy er en færdighed, der kan læres og forbedres som et sprog ved at træne i deres billedlige og symbolske elementer.



Derudover drager læringsprocessen fordel af brugen af visuelle værktøjer. Ved at kombinere visuelt og verbalt indhold kan vi bedre assimilere komplekse begreber. Visuelle elementer forbedrer også muligheden for at holde koncentrationen bedre, end hvis det blot var tekst.

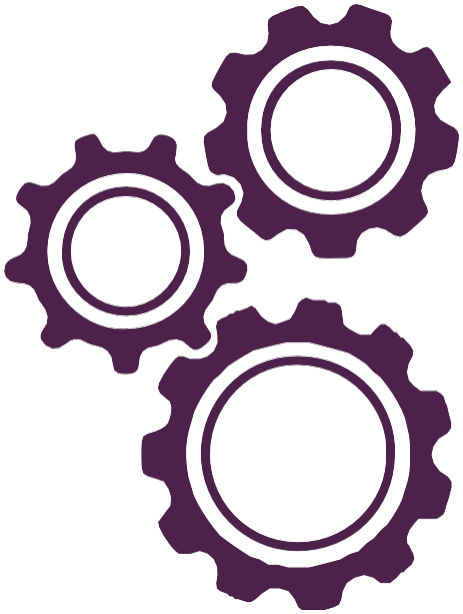
Visual literacy skal være en del af ingeniør- og erhvervsuddannelser. Professorerne Miller og Bertoline forlangte at formel træning af Visual Literacy skulle være et krav for ingeniøruddannelserne. De forklarede i 1991 den store betydning af Visual Literacy for ingeniøruddannelsen og bemærkede at dette var en nødvendighed for at blive en succesfuld designer. De forskellige typer visuel information, som en ingeniør behandler, afspejles i hans akademiske stadium. Studerende skal både forstå og skabe tegninger, skitser, skemaer og datarepræsentation på samme måde som de vil bruge og anvende dem i deres karriere. Som Miller og Bertoline antydede, er ingeniørgrafik de fagområde i ingeniøruddannelser, hvor Visual Literacy traditionelt blev undervist. Studerende lærer at fortolke og skabe ingeniørtegninger, der udtrykker tekniske begreber. Bortset fra det skal en ingeniørstuderende også blive en visuel problemløser, der er i stand til at behandle opfattet information, som kan være visuel eller verbal og generere ideer gennem hans/hendes indre blik. Han/hun har også brug for at tilegne sig en høj dygtighed til hurtigt og tydeligt at udtrykke disse visuelle ideer.

Der er et klart behov for at tage højde for udviklingen af visuelle færdigheder i ingeniøruddannelser på samme måde som analytiske færdigheder. Nøglen til at skabe kreative og innovative ingeniører afhænger af dette.

Den bekymrende problem er, at Visual Literacy stadig næppe er til stede i ingeniør-undervisningsplaner. Den eneste måde at udvikle dette på er ved hjælp af ingeniørgrafik, men dette emne har også lidt et fald og forsvandt endda fra nogle ingeniørprogrammer.

Miller & Bertoline insisterede på, at ingeniøruddannelse ikke er opmærksom på udvikling af Visual Literacy, hvilket indikerer manglen på inkludering af emner til dens udvikling. De gjorde også opmærksom på konsekvenserne af manglen på de grundlæggende visuelle færdigheder, der er nødvendige for en ingeniør. Association of College & Research Libraries (ACRL) nævnte i hvor lav grad de studerende blev forberedt xtil at håndtere billeder i henhold til forventninger til Visual Literacy.

Faktum er, at ingeniørstuderende er vant til at håndtere visuel information, men det forventes ikke, at de udforsker det store potentiale, der kan give dem Visual Literacy.

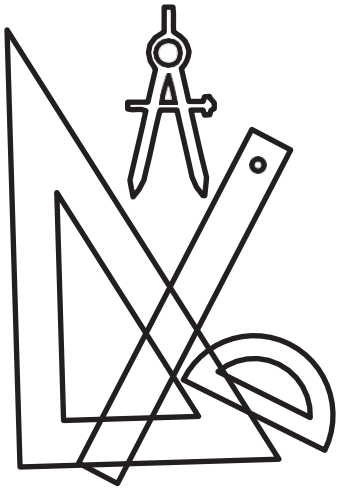


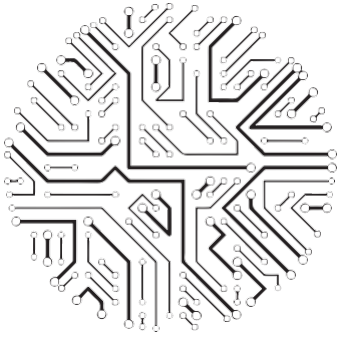
I 2020 udførte VLEE-projektets taskforce en undersøgelse for at finde ud af, hvordan Visual Literacy var til stede i ingeniør- og erhvervsskoleundervisning. Denne undersøgelse bekræftede den ovennævnte situation.

Inden for ingeniøruddannelser, identificerede vores forskning to tilfælde af grafiske fag, der tager højde for kreativitet. I de programmer for erhvervsuddanneler, som vi gennemgik, kunne vi ikke identificere nogen lignende tilgang.

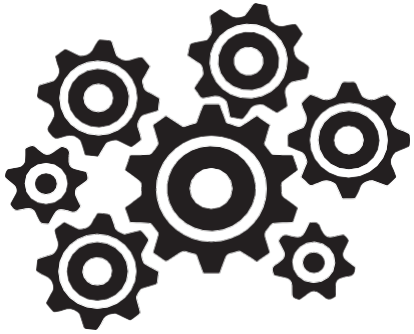
Med henblik påat skabe de nødvendige ændringer inden for fremtidens ingeniøruddannelser, er det at forme ingeniører med Visual Literacy én af de vigtigste ting.

Når vi uddanner ingeniørstuderende, er det vigtigt, at vi også har fokus på deres Visual Literacy, som er nødvendig for at understøtte de visuelle miljøer, hvor teknologien er stærkt involveret.





EDUCATION



VLEE-projektet

VLEE-projektet blev oprettet i 2019 med det formål at forbedre ingeniørers Visual Literacy kompetencer gennem forslag til innovative pædagogiske strategier.

VLEE-projektet bestræber sig på at fremme ingeniørers Visual Literacy på tværs af dets deltagende lande samt yderligere lande ved at introducere innovativ træning i Visual Literacy i videregående uddannelse såvel som i erhvervsuddannelse.

Dette projekt var motiveret af behovet for at udvikle Visual Literacy inden for ingeniøruddannelse. Selv om der findes lignende projekter om visuel læsefærdighed (CEFR-VL), er disse fokuseret på kunstuddannelser.

VLEE-projektet inkluderer repræsentanter fra Polen, Spanien, Danmark, Irland og Storbritannien, der dækker omfanget af videregående uddannelseer og erhvervsskoler.

Arbejdet med VLEE-projektet er støttet af Den Europæiske Unions Erasmus+ program mellem december 2019 og december 2021.

Et af målene med dette projekt var udviklingen af denne kompetenceramme for Visual Literacy.

Udvikling af kompetenceramme

VLEE kompetenceramme er udviklet som en af arbejdsopgaverne (Intellectual Outputs) i VLEE projektet.

UPM var leder for udviklingen af Visual Literacy for ingeniør uddannelsens kompetenceramme. Tilgangen var hovedsagelig kvalitativ, hvor empirisk-praktiske studier blev udført. Medlemmerne af VLEE-projektet vedrørende UPM, koordinerede og udarbejdede det endelige design af guiden, med støtte fra projektpartnerne. Der blev drøftet på møder, og kommunikation foregik via e-mail, for at blive enige om alle aspekter af kompetencerammen..

De fire trin til udvikling af VLEE-kompetencerammen blev defineret. Disse indbefatter: forskning, indholdsudvikling, testning og endelig udformning af rammeguiden.

Forskning

Forskningsmetoden blev udviklet af UPM og præsenteret for projektpartnerne ved VLEE-projektets første tværnationale møde

Forslag til forskning bestod af et sæt specifikke opgaver, der havde til formål at dække forskningsmålene ved at definere de specifikke visuelle kompetencer inden for ingeniørarbejde, definition af en kompetencemodel og vurderingsskalaer.

Tilgangen var oprindeligt at kontrollere gennemgang af materialer i henhold til en teoretisk base, der gjorde det muligt at identificere de specifikke egenskaber ved visual literacy in Engineering. Derudover at definere hovedelementerne i vores kompetencemodel ved en analyse af lignende rammer.

Denne metode var delvist baseret på gennemgange og dybdegående analyse af litteratur og relevante publikationer, samt praktiske opgaver, for at tilpasse kompetencer, der er anført fra kompetencerammen til Den Europæiske Unions ingeniøruddannelse.

Forskningsmetodologien blev gennemgået og endelig accepteret ved det første VLEE tværnationale møde. Den metodologiske tilgang, der blev anvendt, bestod af seks forskningsopgaver:

- Omfattende gennemgang af akademisk og grå litteratur samt politiske dokumenter.
- Udvikling af et teoretisk grundlag for VLE kompetenceramme.
- En oversigt over eksisterende kompetencerammer, der er mest relateret til VLE.
- Dybdegående analyse af udvalgte rammer og VLE-kvalifikationsvurderinger.
- Interviews / drøftelser mellem projektpartnere.
- Akademiske undersøgelser og konsultationer af studerende og eksperter.

1) Litteraturanmeldelse

UPM fik deres egne teammedlemmer til at udføre forskningen efter den aftalte metode. Forskning startede med en omfattende gennemgang af akademisk og grå litteratur. Hovedformålet med denne litteraturoversigt var at:

- Undersøge den rolle, som Visual Literacy in Engineering.
- Tydeliggøre en definition af Visual Literacy.
- Undersøge de vigtigste træk ved Visual Literacy inden for ingeniøruddannelser.
- Gennemgå spørgsmålet fra det akademiske synspunkt.

Dataindsamlingen og indholdsanalysen dækkede en bred vifte af materialer såsom journal- og konferenceaviser samt bogkapitler. Relevante bøger relateret til Visual Literacy og Engineering Graphics blev gennemgået. Som et resultat af dette, oprettede VLEE Research team en bibliografi med fri adgang i Zotero databasen, til yderligere anvendelse.

2) Online forskning

Online forskning blev udført for at følge litteraturanmeldelse fra ikke-akademiske kilder, samt gennemgå politik og praksis dokumenter registreret på websteder. Wikis og blogs skal også gennemgås for at identificere indsigt i forskningsspørgsmålet. Der blev samlet formuleret kompetencerammer relateret til visual literacy in Engineering og relateret til vores forskningsmål.

3) Teoretisk grundlag for VLEE

Et teoretisk grundlag for specifikke egenskaber ved VLE blev udviklet. Vores mål var at tydeliggøre definitionen af den visuelle læsefærdighed, definitionen af kompetence samt identificere de vigtigste egenskaber ved visuel læsefærdighed inden for teknik.
Dette arbejde blev udført fra en gennemgang af litteraturen ved at udvælge og analysere akademiske værker relateret til disse emner. Resultaterne blev derefter genstand for drøftelser blandt VLEE-projektpartnere. Dette grundlag gav retningslinjerne for kortlægning af VL-færdigheder, der er specifikke for ingeniørarbejde.

4) Dybdegående litteraturanalyse

Målet var at analysere dybtgående udvalgte akademiske værker fra litteraturgennemgang, og sammenligne dem med indsamlede VLE-færdighedslister, for at identificere ligheder og forskelle.
Ud over listen over VLE-færdigheder, der er hentet fra litteraturen, blev listen over nye færdigheder og evner udarbejdet i henhold til en tematisk analyse af udvalgte akademiske værker. Denne analyse tillod at identificere VLE-færdigheder og nøglekompetencer. Denne analyse gav en tidligere liste over specifikke karakteristika samt nøglekompetencer / færdighedsområder i VLE.

5) Gennemgang af referencerammer

En gennemgang og kortlægning af kompetencerammerne blev gennemført. Ved dette valg af kompetencerammer, blev følgende kriterier taget i betragtning:

- Rammeindhold giver mulighed for en grundig analyse af VLEE-færdigheder og identifikation af kompetencer.
- Gælder for uddannelsessektorens videregående uddannelsesniveau.
- Tema for kompetence Framework (Engineering, Visual Literacy og Digital Kompetences).

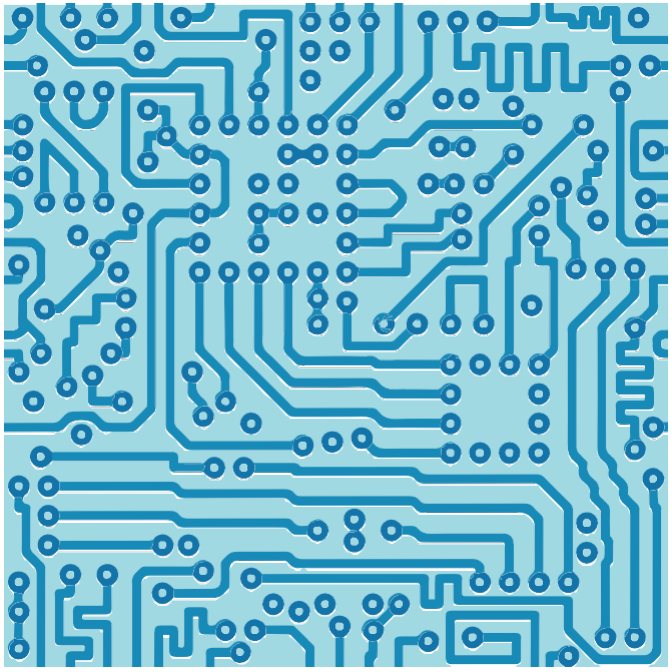
Kortlægning af kompetencerammerne blev derefter udført ved hjælp af et kortlægningsskema, der er udviklet i henhold til dette kompetencerammemål. Denne sammenligning af udvalgte kompetencerammer, tydeliggjorde en struktur for kompetencemodellen.
Der blev foretaget en dybdegående analyse af kompetencerammen med fokus på ligheder, kompetencer og underkompetenser, i forhold til visual lieracy for Engineering theoretical basis. Resultaterne var en kompetenceliste.

6) Surveys/interviews

Formålet med denne gennemgang var at afklare tilstanden for visuel læsefærdighed inden for ingeniør- og erhvervsuddannelse ved at identificere de nuværende undervisningsstrategier, der er adresseret til dette formål.

En undersøgelse af akademiske programmer, såvel som for studerende og lærere, var planlagt til at identificere aktuelle VLE-læringsstrategier. Da personlig holdning er en del af kompetencerne, forventes det også at kende de studerendes tillid til relevante VLE-færdigheder.

Færdighedsudvikling fra eksisterende ingeniørprogrammer blev anvendt til at identificere VLE-kompetenceområder og underkompetencer i læseplaner, samt til at identificere metoder og læringsstrategier.



Undersøgelser/interviews med ingeniørstuderende havde til formål, at tydeliggøre deres holdninger/færdigheder til VLE-kompetencerne, ud fra en dybdegående analyse. For eksempel: rumlige evner samt skitsefærdigheder til et teknisk designudtryk.

Undersøgelser blev administreret ved hjælp af Google Forms til ingeniørfakulteter og erhvervsuddannelsesinstitutioner fra Polen, Storbritannien, Irland, Danmark og Spanien. deltagere i denne undersøgelse blev kontaktet via e-mail. Undersøgelsesresultater gav en vigtig bekræftelse om de studerendes fortrolighed med Visual Literacy samt aktuelle pædagogiske tilgange, til at forbedre Visual Literacy in Engineering.

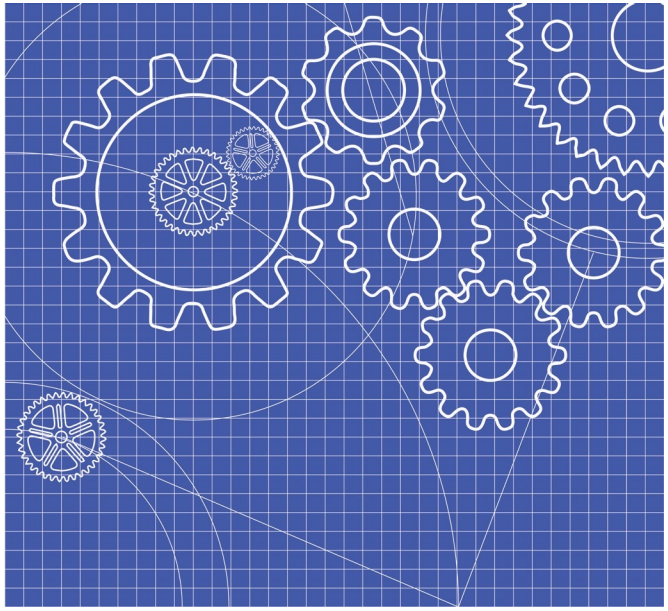
Udvikling af kompetenceramme

Udvikling af indhold

Teoretiske og empiriske forskningsresultater gav de nødvendige oplysninger til at udvikle VLEE referenceramme, samt andet indhold, der kræves i de andre IO'er som skal udvikles i VLEE-projektet (uddannelsesværktøjssæt og en online applikation):

- List of VLE key competence areas
- Liste over VLE-hovedkompetenceområder
- VLE-kompetencer
- Kompetence vurdering
- Pædagogiske strategier til udvikling af kompetencer

Med den information der stammer fra forskningen, startede UPM udviklingen af rammeguiden. En grafisk definition af kompetencemodellen blev oprettet for at give mulighed for forståelse af dens struktur og elementer. Narrative sektioner og visuelle elementer til denne vejledning blev udarbejdet for at lette anvendelsen af de målgrupper, der inkluderer EHEA-lande såvel som ingeniøruddannelser.



Udvikling af kompetenceramme

Test

Baseret på feedback fra medlemmerne af UPM, blev en opdateret og mere uddybet version af udkastet til guiden udformet.

Dette første dokument blev præsenteret og drøftet internt på det 2. transnationale møde i VLEE-projektet, der blev afholdt online.

De anvendte materialer blev også sendt til eksperter, til yderligere validering. Hver partner delte det med tre repræsentanter for VET- og HE-institutioner eller ingeniørinteressenter og politiske beslutningstagere og bad om deres kvalitative feedback.

Design og produktion

Ifølge feedbackprocessen overvåger UPM produktionen af de endelige materialer i feedbackprocessens resultater, hvilket sikrer, at det grafiske design er professionelt og let at bruge.

Når feedbackresultaterne blev modtaget, udførte UPM produktionen af denne vejledning efter kriterierne for brugervenlighed og præsentation af et behageligt grafisk design. Hver partner bidrog til oversættelsen af teksterne til deres eget sprog og til sidst offentliggjorde guiden på polsk, spansk, engelsk og dansk.

VLE
Competence model

VLEE er målrettet videregående uddannelsesorganisationer og erhvervsuddannelses-skoler, og vil påvirke en reflektion over deres fremskridt med at integrere og effektivt anvende visuelle materialer. Det forventes, at visuel læring og visuel tænkning i vid udstrækning, betragtes af uddannelsesorganisationer som et vigtigt element for innovativ uddannelse. Fra dette perspektiv kan den progressive integration og effektive anvendelse af visuelle færdigheder og evner øge kvaliteten af den teknologiske uddannelse.

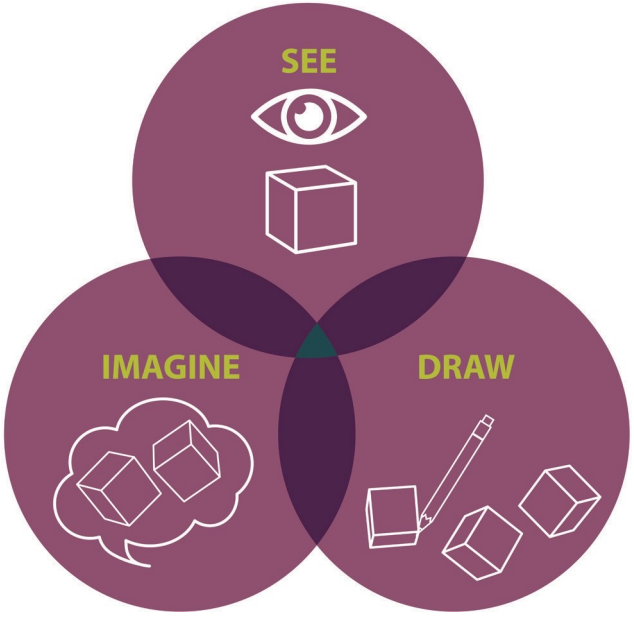
"The European Qualifications Framework (EFQ) defines Competence as 'the proven ability to use knowledge, skills and personal, social and/or methodological abilities, in work or study situations and in professional and personal development. In the context of the European Qualifications Framework, competence is described in terms of responsibility and autonomy' (Recommendation 2008/C 111/01)."

Kompetencerammen kan bruges som en helhed eller opdelt, afhængigt af specifikke behov og det tekniske domæne. Den er beregnet til ingeniørfagens uddannelsesprogrammer, når Visual Literacy implementeres.
Kompetencerne og deres skalaer kan behandles individuelt eller i specifikke sæt i henhold til specifikke undervisningsstrategier. Afhængigt af en bestemt opgave er det muligt, at nogle kompetencer kræves, og andre fra modellen ikke kan anvendes. På den anden side kan udviklingen af kompetencer også variere på tværs af tekniske discipliner, afhængigt af hvordan visuelle materialer bruges i hvert ingeniørdomæne (f.eks. Maskinteknik vs. elektronisk teknik).

ENGINEERING PROCESSES
Communication
Use
Creation
Interpretation
Solving
Analysis
VLEE
VISUAL LITERACY FOR ENGINEERING EDUCATION
VISUAL THINKING

VLE
Competence model

Beskrivelse af modellen

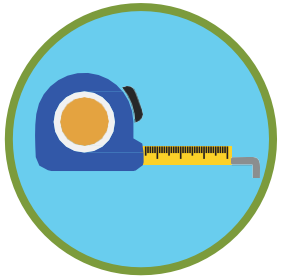


VLEE er inddelt i seks forskellige områder, hvor ingeniørens visuelle kompetencer inkluderes. Hvert af disse elementer afspejles i de forskellige ingeniøruddannelser. Figur 1 giver en grafisk gengivelse af VLEE og dets områder og kompetencer:

VLEE-områder fokuserer på de generelle ingeniøruddannelser og på produktudvikling på tværs af forskellige domæner. Derudover er kompetenceområder forbundet med Visual Thinking-processerne, som det blev defineret af Robert McKim: (Se-Imagine-Draw). For den del af Visual Thinking-processen: ”See” er relateret til kompetenceområdet 1 (use) og kompetenceområde 2 (interpretation). Kompetencer inden for dette nøglekompetenceområde dækker færdigheder og evner til at opfatte, fortolke og læse visuelle meddelelser. For den del af den visuelle tænkningsproces: “Imagine”, relateres kompetenceområdet 3 (analysis) og område 4 (solving). Kompetencer inden for disse kompetenceområder dækker færdigheder og evner til visuel ræsonnering, visualisering og kreativ tænkning. For den del af den visuelle tænkningsproces “Draw”, er relaterede kompetenceområderne 5 (creation) og Kompetenceområde 6 (communication), der dækker de færdigheder og evner, der er til at udtrykke visuelt.
Kernen i VLEE-rammen er defineret i de følgende afsnit. Sammen forklarer disse områder Visual Literacy-kompetencer, som ingeniører har brug for til at forbedre udviklingen af deres arbejde på en kreativ og innovativ måde.

Seks kompetenceområder

Anvendelse



Der overvejes hvordan der sker en effektiv anvendelse af billeder

Fortolkning

Forstå visuel information. Fortolke den tekniske betydning af visuelle ressourcer.

Analyse

Analyse af visuel information, som er tæt knyttet til kompetenceområdet for fortolkning.

Opgaveløsning

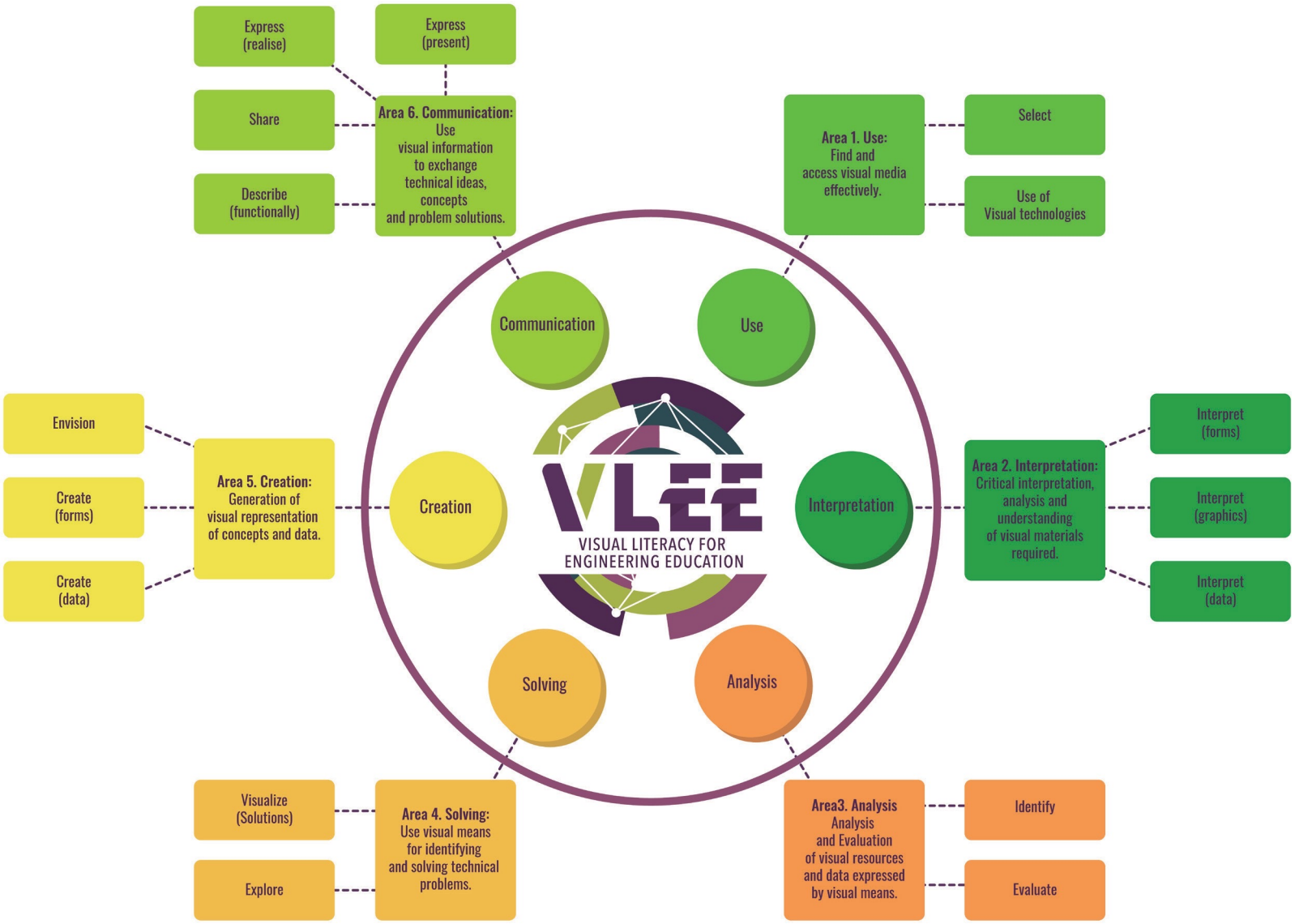
Find løsninger ved hjælp af visuelle midler. Brug visuel tænkning til at konceptualisere løsninger på problemer.

Producere

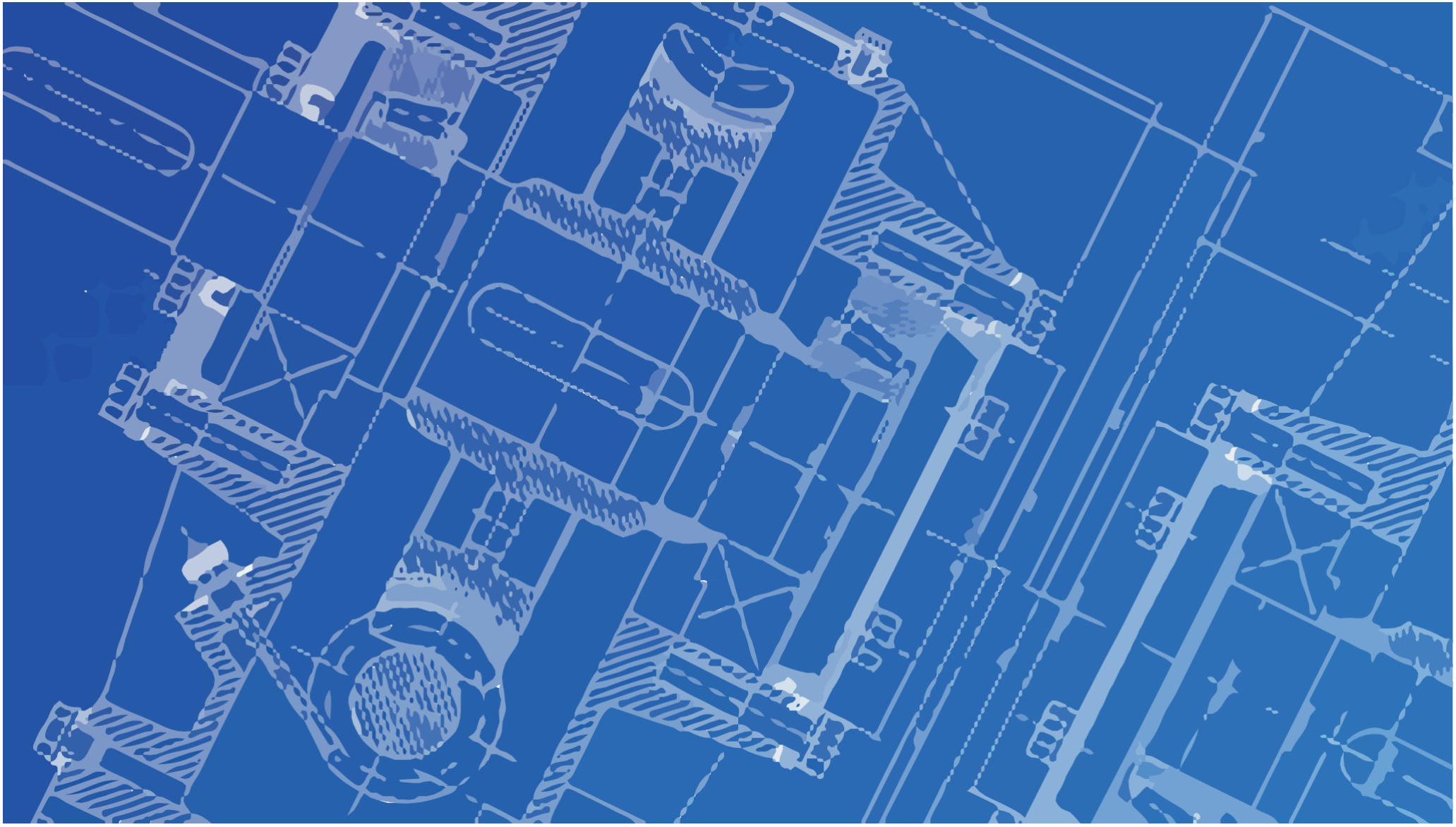
Generering af meningsfulde visuelle ressourcer. Produktion af billeder og objekter til idéudtryk.

Kommunikation

Brug visuelle ressourcer til at dele eller udveksle oplysninger.



Figur 1 Grafisk resumé af VLEE-kompetencerammen (engelsk)



VLE
Competence model

Færdighedsniveauer

For at evaluere graden af fremskridt i udviklingen af visuelle kompetencer er en gradering i niveauer blevet etableret. VLEE tilvejebringer således en måleressource til evaluering af de studerendes fremskridt. Niveauerne svarer til det specifikke omfang af et mål i forhold til en evne eller færdighed. I nogle tilfælde beskrives også aktiviteter relateret til kompetence på et specifikt niveau.

Tre-niveaus-skalaen blev udformet til at beskrive progression af kompetencer. I andre tilfælde præsenteres en bredere vifte af niveauer, derfor anvenderr vi den samme tilgang som CEFR-VL (den fælles europæiske referenceramme for visual Literacy) af "Grund", "Mellem" og "Competent". I vores tilfælde: “Grund”, “Mellem” and “Øvet”.

Blooms reviderede taksonomi blev taget i betragtning i definitionen af kompetenceniveauer, da denne taksonomi er i tråd med de kognitive faser af enhver læringsudvikling: “Remembering”, “Understanding”, “Applying” “Analysing”, “Evaluating” and “Creating”. Derfor svarer Blooms første faser "remembering" og "understading" til grundlæggende færdighedsniveau. Det mellemliggende niveau med trinene “Applying” and “Analysing”, og det højere niveau til ”Evaluating and creating”.

På det grundlæggende niveau assimilerer ingeniører ny information, og udvikler grundlæggende visuel og grafisk praksis. På mellemniveauet reflekterer og anvendes de grafiske og visuelle praksis. Endelig på det højeste niveau videregiver ingeniører deres viden, kritiserer eksisterende praksis og udvikler nye.

Disse aftalte kompetenceniveauer kan beskrives med følgende egenskaber:

- **Grundlæggende niveau:** Dette niveau viser en elementær tilnærmelse af kompetencen. Det giver mulighed for at forstå enkle opgaver og have forestillingen om at bruge kompetencen til at nå et mål.

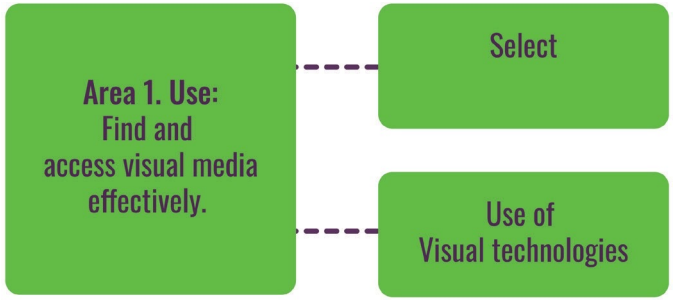
- **Middel niveau:** Der vises et fremskridt i opnåelsen af kompetencer. Opgaver kan forklares detaljeret.

- **Øvet niveau:** Dette niveau indikerer en klar opnåelse af kompetencen. Der anvendes passende kompetencer til løsning af komplekse opgaver og udfordringer. Der oprettes løsninger på sådanne komplekse problemer eller situationer.

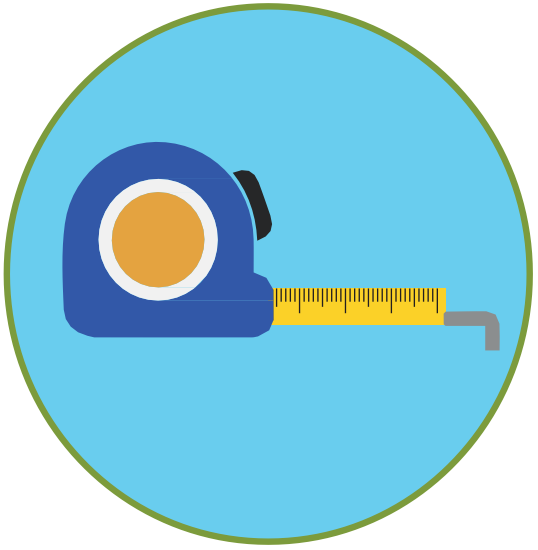
Kompetenceprogression er defineret af forskellige niveauer, som omfatter henholdsvis grund, mellem, og øvet niveau.

Passende læringsresultater af kompetencer kan anvendes i henhold til specifikke uddannelsesmæssige behov. Visual Literacy lærer ikke nødvendigvis en progression fra kompetenceområde 1 til kompetenceområde 6.

Anvendelse



Der overvejes hvordan der sker en effektiv anvendelse af billeder. Det udtrykkes i evnen til at bruge visuelle medier på en effektiv måde, ikke kun for at forbedre individuelle kapaciteter, men også for deres professionelle interaktion med kolleger og andre interesserede parter, for deres individuelle faglige udvikling og for den kollektive gode og kontinuerlige innovation i organisationen og ingeniørfaget. Dermed bliver eksisterende billeder midler til at hjælpe med at nå specifikke mål i henhold til ingeniøruddannelser. Dette kompetenceområde beskriver derfor handlingen med at håndtere visuelle som ressourcer.



Udvælgelse

Der er fokus på: at identificere den passende visuelle ressource til et konkret formål inden for ingeniøruddannelsen. At identificere, vurdere og vælge digitale ressourcer til støtte og forbedring af undervisning og læring. At overveje det specifikke læringsmål, kontekst, pædagogiske tilgang og elevgruppe, når man vælger digitale ressourcer og planlægger deres anvendelse. At formulere informationsbehov, søge efter data, information og indhold i visuelle miljøer, få adgang til dem og navigere mellem dem. At oprette og opdatere personlige søgestrategier. At organisere, behandle, analysere og fortolke visuel information. Identificer passende visuelle værktøjer og teknologier til hver opgave. At formulere passende søgestrategier for at identificere visuelle ressourcer til tekniske opgaver.

Eksempler:

- At finde visuel information og ressourcer i digitale miljøer
- Brugen af visuelle digitale værktøjer til at identificere og løse konceptuelle problemer eller problemer ved hjælp af teknologiske midler.
- Adgang til nødvendige billeder og visuelle medier
- Identificere passende visuelle værktøjer og visuelle teknologier til hver opgave.
- Finde visuel information og ressourcer i digitale miljøer
- Forstå behovet for tegning i forhold til CAD
- Bruge det passende grafiske værktøj til specifik ingeniøropgave.
- Identificere de tilgængelige grafiske værktøjer til tekniske opgaver

Udvælgelse

Færdighedsniveauer:

Niveau	Progession Description
Grund	Anerkend enkle visuelle værktøjer til at løse tekniske opgaver. Identificer tilgængelige grafiske teknikker til designopgaver. Identificer enkle visuelle ressourcer og teknologier, der kan bruges til at skabe viden og til at innovere processer og produkter.
Mellem	Vælg veldefinerede og rutinemæssige visuelle værktøjer og mulige teknologiske reaktioner for at løse disse behov. Vælg grafiske teknikker, der kræves til den tekniske ingeniør designopgave. Kan vælge tekniske ekspressionsstrategier blandt en række muligheder, og bruge dem korrekt
Øvet	Identificer den passende grafiske ingeniør teknik. Identificer behovet for at bruge digitale visuelle ressourcer eller frihånds grafiske værktøjer. Konsulter en række tilgængelige visuelle teknikker, og vælg dem, der passer bedst til opgavens behov.

Brugen af Visual technologies

De krævede grafiske værktøjer til ingeniørpraksis, kan anvendes til alle grafiske teknikker, brug visuelle medier effektivt.

Færdigheder, evner og viden:

- Færdigheder i forskellige digitale grafiske værktøjer til ingeniør tekniske opgaver
- Generering af 3D-modeller
- 2D CAD
- Tegning
- Frihåndsskitse
- Virtuel prototyping.

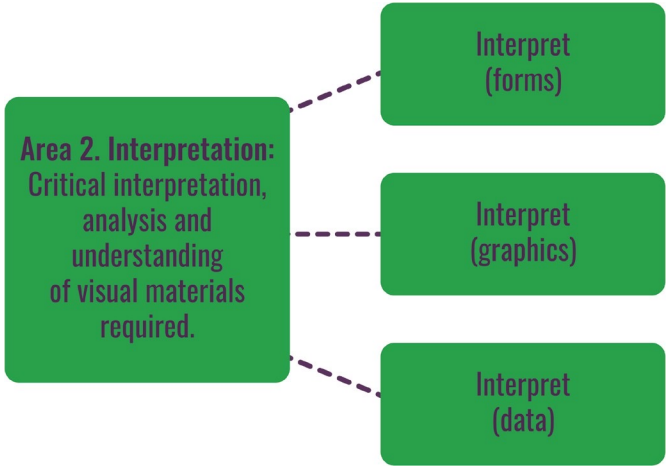
Eksempler:

• Brug af en digital læringsplatform til forbedring af rumlige evner
• Anvend frihåndsskitser til udvikling af brainstormtanke
• Generer en 3D-model ved hjælp af kompatibel software til projektkravene.
• Brug af visuelle digitale værktøjer (f.eks. Tablets) til at identificere og løse konceptuelle problemer eller problemer

Færdighedsniveauer:

Niveau	Progession Description
Grund	Brug enkle visuelle teknologier til at anvende til udvikling af tekniske ingeniør processer og produkter. Brug kun lidt af visuelle teknologier. Brug sjældent tilgængelige visuelle teknologier til at opdatere egenviden og færdigheder.
Mellem	Anvend forskellige visuelle værktøjer og teknologier til udvikling af tekniske processer og produkter. Undersøgelse af de tilgængelige Visual Technologies til at udføre ingeniør tekniske opgaver.
Øvet	Brug det mest passende visuelle værktøj til at anvende til udvikling af tekniske processer og produkter. Brug alle tilgængelige grafiske teknikker korrekt.

Fortolkning



Forstå visuel information. Fortolke den tekniske betydning af visuelle ressourcer. Forståelse af emnet gennem ideer og grafisk udtryk. At forstå brugen af sanserne, såsom syn til at skabe interne ideer baseret på eksterne stimuli. Den første stimulus sammenlignes med mentale repræsentation og fører til anerkendelse.

Tolkning kræver forudgående teknisk viden, kendskab til delens / sætets funktion og betydning af standardiserede symboler, dimensioner og former for repræsentationer, designhensigt med henblik på en visuel ingeniørrepræsentation, der skal fortolkes.

Fortolkning (Forms)

Fortolkning af en opgave sker ved hjælp af tekniske midler og udvikling af en specifik forståelse af opgaven. Forstå betydningen af en opgave med hensyn til teknologiske formål.

Færdigheder, evner og viden:

- Visuel opfattelse / diskrimination / anerkendelse
- Forståelse af et objekt gennem skabelse.
- Visuel tilknytning

Eksempler:

- At oversætte effekten af et billede til ideer og koncepter.
- Forstå hvordan en opgave skal håndteres

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Kan komme med forslag. Kan adskille de grundlæggende elementer og funktionerne i en simpel mekanisk samling eller et mekanisk objekt. Kunne fortolke enkle ortografiske repræsentationer.
Mellem	Kan identificere de grundlæggende elementer og funktionerne i en mekanisk samling eller et mekanisk objekt. Fortolke designhensigt som de vigtigste funktioner.
Øvet	Kan anvende forskellige metoder til at fortolke billeder. Kan identificere elementerne og funktionerne i en kompleks mekanisk samling / mekanisk genstand.

Fortolkning (graphics)

Fortolkning af en teknisk grafisk repræsentation. At behandle en grafisk repræsentation. Oplev designhensigten med grafiske repræsentationer.

ærdigheder, evner og viden:

- Forstå 2D-grafisk gengivelse af tredimensionelle modeller
- Opnå færdigheder til at lette kritisk fortolkning, analyse og forståelse af grafiske, billedbaserede og videoressourcer
- "read" tegningerne med nøjagtighed.
- "read" tekniske symboler for at få deres betydning. Kendskab til tekniske symboler såvel som standardiserede elementer i det visuelle tekniske sprog.
- Et højt niveau af visualiseringsevne til at læse tegninger med nøjagtighed, som Miller & Bertoline (1990) anbefaler.

Eksempler:

- Fortolke 3D wireframe-modeller
- Fortolke ortografiske gengivelser af 3D
- Identificer designhensigten med en ingeniørtegning.
- Identificer formålet med en 3D CAD-model
- Identificer formålet med en 3D CAD-model
- Generer et billede af et objekt / element ud fra dets delvise repræsentation
- Undersøg tekniske tegningselementer (sektioner, brudte sektioner, hjælpevisninger)
- Opfattelse af design med henblik på tekniske tegninger.

Færdighedsniveau er:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Kan identificere symboler, billedelementer og tegningsstandarder til at definere en ingeniørtegning og kravet til læsning af den. Kan identificere designhensigten på tekniske tegninger.
Mellem	Kan vælge symboler, billedelementer og tegningsstandarder til læsning af en ingeniørtegning. Kan beskrive opfattet designhensigt på tekniske tegninger og funktion af enkle maskiner.
Øvet	Bruger visualisering til at fortolke tegninger, skitser for at forstå betydningen. Han har fuldt kendskab til symbolerne, billedelementerne og tegningsstandarderne til læsning af en ingeniørtegning. Kan kontrollere en tegning med nøjagtighed. Kan beskrive designhensigt på tekniske tegninger og funktionen af komplekse maskiner.

Fortolkning (data)

Fortolkning af alle tilgængelige datarepræsentationer udtrykt ved visuelle måder at skabe og fortolke diagrammer, tabeller, ligninger, grafer samt 3D FEM / CFD-modeller. Fortolker betydningen af datarepræsentationer

Færdigheder, evner og viden:

- At vide, hvordan man "læser" forskellige typer grafik for, at forstå og evaluere den information, der er repræsenteret.
- Læsning af diagrammer, når man ser på diagrammer, idet man lægger særlig vægt på etiketter, farver, figurer, strukturer, symboler, skalaer, pile og tal.

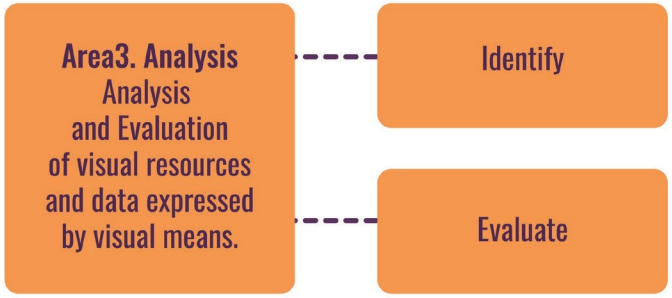
Eksempler:

- Fortolkning af diagrammer, tabeller, ligninger, grafer.
- Forståelse af informationsgrafik Grafer og diagrammer der præsenterer fakta og tal på kortfattede visuelle måder, mens diagrammer giver et klart billede af objekter og andre strukturer.
- Fortolke resultaterne af en 3D FEM / CEFD-model
- Forstå resultaterne af et simuleringsprogram
- Forstå betydningen af tredimensionelle datarepræsentationer.
- Læse tredimensionelle datarepræsentationer vist i FEM- og CFD-modeller.

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	At kunne fortolke enkle datarepræsentationer.
Mellem	At kunne fortolke de mest almindelige typer datarepræsentationer.
Øvet	At kunne fortolke alle typer datarepræsentationer..

Analyse



Analyse af visuel information. Som en modtagelig kompetence er tæt knyttet til kompetenceområdet for fortolkning. Det betyder et yderligere trin efter opfattelsen / fortolkningen af en del / samling.

Analyse af metodologiske kompetencer, især med hensyn til metoder inden for ingeniøruddannelse.

Identificere

Identificer visuelle egenskaber ved ingeniørdesign. Kritisk analyse af visuel information.

Færdigheder, evner og viden:

- Visuel tilknytning
- Visualisering
- Viden om teknisk visuelt sprog (konventioner, billedrepræsentationer)

Eksempler:

- Funktionel nedbrydning af en samling / design
- Identificer karakteristika ved tekniske designs
- Identificer europæisk-amerikanske projektionskonventioner
- Identificere elementerne i en standardiseret ingeniørtegning (dihedralkonvention, stregtyper, stykliste, symboler, brug af hjælpevisninger)

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Kan nævne åbenlyse elementer i ingeniørdesign. Kan identificere hovedfunktionaliteten for en observeret del / samling.
Mellem	At kunne adskille en del under hensyntagen til deres specifikke funktion af adskilte elementer. Kan vælge elementerne i mindre kendte elementer i ingeniørdesign og beskrive deres egenskaber. Identificere hovedkomponenterne og ingeniørtegningen.
Øvet	Kan præsentere væsentlige visuelle træk ved elementer i komplekse, ukendte ingeniørdesign. Har en klar identifikation af hovedelementerne i en samling i henhold til deres funktionalitet.

Evaluere

Evaluering af billeder og visuel information. Evaluering af visuelle data, information og visuelt digitalt indhold. Kritisk analyse af former.

Færdighedsrelateret:

- Visualization.
- Spatial abilities.

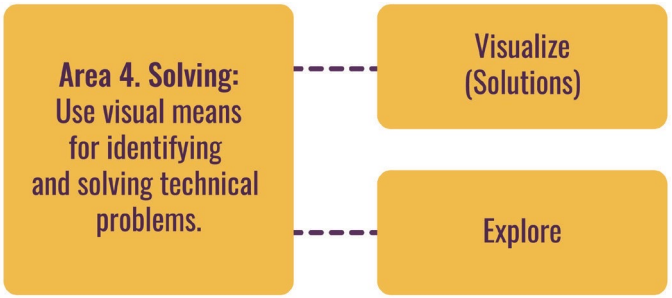
Eksempler:

- Evaluering af resultaterne af en FEM-model.
- Kritisk evaluering af troværdigheden og pålideligheden af visuel information.
- Undersøg, hvordan man forenkler et mekanisk element.
- Evaluere det konstruktive træ i en CAD-samling for at optimere dets struktur.
- Kombinere en tredimensionel figur for at undersøge dens elementer, og kontrollere den.

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Være opmærksom på de grundlæggende elementer i en teknisk tegning
Mellem	Kan evaluere grundlæggende visuelle værktøjer. Kan evaluere, om en ingeniørtegning indeholder alle de nødvendige elementer til at definere delen / samlingen fuldstændigt.
Øvet	Evaluere alle typer visuel information. Være i stand til at undersøge en ingeniørtegning samt foreslå forbedringer.

Opgaveløsning



Find løsninger ved hjælp af visuelle midler.

Brug visuel tænkning til at konceptualisere løsninger på problemer. Komme med ideer ved hjælp af visuelle midler.

Visualisere (Solutions)

Manipulere mentale billeder (kombinere, modificer). For at løse problemer. Brug forskellige former for visuel repræsentation til at løse tekniske problemer. Brug visuelle teknikker til at løse et specifikt problem.

Færdigheder, evner og viden:

- Visualisering
- Spatial abilities
- Visuel tilknytning
- Visuel ræsonnement

Eksempler:

- Repræsenter i tankerne samling af en del med et nyt element.
- Visualisere i 3D mentale objekter, som repræsenterer tekniske løsninger

Færdighedsniveauer:

Niveau	Progession Description
Grund	Kan anvende Visual Thinking Strategies, der fremmer visuel problemløsning Overvej sjældent, hvordan man finder en problemløsning ved visualisering. Visualiser en enkel løsning til løsning af et problem.
Mellem	Kan anvende visuel tænkning til at løse problemer. Visualisere flere løsninger på et simpelt problem. Udvikling af visualiseringsaktiviteter. Er i stand til at manipulere mentale billeder (kombinere, ændre).
Øvet	Kan aktivt anvende visualisering til problemløsning. Kan kreativ visualiserere forskellige løsninger til løsning af et komplekst problem. Kunne mentalt simulere funktionen af en mekanisme.

Udforske

Brugen af grafik til at løse problemer.

Udvikle en visuel idé eller et koncept. At udforske og reflektere over alternativer og idévarianter. Tegninger og 3D-modeller spiller ofte en rolle i denne proces, hovedsageligt frihåndsskitser. Derfor relaterer det til fortolkning og visualisering. Udforskningsprocessen involverer visuel opfattelse, fortolkning, forestilling og udtryk. Derfor relateres til disse kompetencer:

Skills & viden:

- Visuel tænkning
- Visuel tilknytning
- Visuel ræsonnement
- Frihåndsskitse

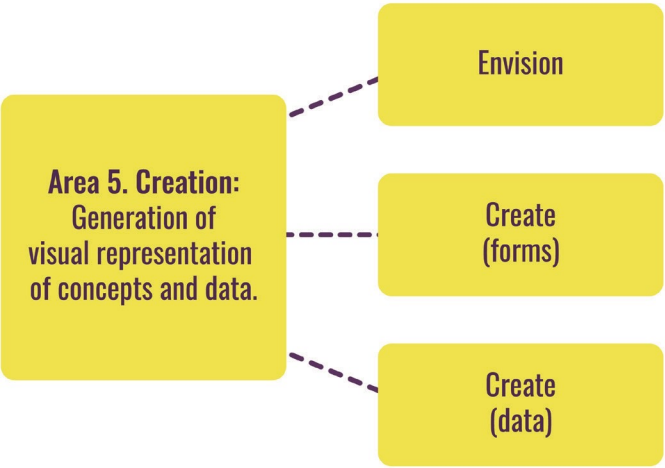
Eksempler:

- Udforske designløsninger ved at analysere skitser, tegninger eller 3D-modeller.
- Hurtig frihåndsskitse en idé skabt i tankerne.
- At tegne 3D-billeder på 2D-medier ved at visualisere. (Skitsering og logiske procesfærdigheder, der bruger tegning og design til at lette kognitive processer, designtænkning og kreativitet i problemløsning).

Færdighedsniveauer:

Niveau	Progession Description
Grund	Fortolke værdien af en tegning for at finde en problemløsning. Kan udvikle egne tekniske ideer på en grundlæggende måde, når der gives instrukser.
Mellem	Kan designe ideer ved hjælp af specifikke grafiske udtryk, og træffe passende beslutninger. Kan implementere ændringer under udforskningprocessen. Udtryk ideer fra fortolkningen af en skitse tegnet af et selv.
Øvet	Udvikle flere ideer og problemløsninger fra selvtegnede skitser og udtrykke disse løsninger ved frihåndstegning.

Producere



Generering af visuelle ressourcer. Den målrettede produktion af billeder og objekter. At behandle og give form til det koncept, der skal udtrykkes ved hjælp af udvalgte metoder og midler. Det kan være relateret til kreativ proces afhængigt af intentionen og / eller funktionen til at skabe (fx at udtrykke grafisk, præsentere, studere eller visualisere). Kreativt udtryk gennem digitale medier og teknologier. At generere viden med støtte fra digitale visuelle værktøjer. Create er tæt knyttet til metodiske kompetencer til håndtering af forskellige visuelle ressourcer, der anvendes under den kreative proces. Det afhænger også af tekniske regler (konventioner, forskrifter, standarder) samt viden relateret til brug af medier, ressourcer og værktøjer.

Ideudvikling

Generer ideer ud fra egen visuelle kreativitet, fra visuelle billeder, og fra tidligere visuelle indtryk. Det er relateret til Visualisere, ved at forestille sig mental billeddannelse.

Færdigheder, evner, viden

- Visualisering
- Visuel tilknytning
- Visuel opfattelse

Eksempler:

- Definer et teknisk problem ved at forestille sig kravene og begrænsningerne.
- Brug opfattelse til visuelt at repræsentere interne billeder fra eksterne stimuli.
- Opret mentale billeder, når du bruger computerværktøjer til modellering.

Færdighedsniveauer:

Niveau	Progression Description
Grund	Making little use of Visual Thinking Strategies for envisioning Rarely consider how to generate a specific image by visualization.
Mellem	Encouraged to use visual thinking to define problems. Visualize definition of a simple problem. Developing visualization activities Able to manipulate mental images (combine, modify) for creating a new one
Øvet	Comprehensively and actively use of visualization for internal expression of ideas. Combine visual imagery and perceived images to generate new ones. Simulate situations or scenes mentally.

Producere (forms)

The intentional production of components/assemblies. It is based on a specific intention or an undetermined idea. To create means to process and give form to the topic of what is to be created using selected methods and materials. In the creative process it is followed by the competence Explore and it precedes to Express (present). To create means primarly to purposely develop the visual form of engineering designs. It may be linked to creativity to a greater or lesser extent depending on the intention and or function of creating (e.g. to express, present, explore).

Skills related

- Visualization.
- 3D modelling.
- Prototyping.
- Crafting.

Competences related

- Express (realise).
- Explore.

Eksempler:

- Creating physical mock-ups.
- Creating rapid prototypes.
- Generating virtual mock-ups for simulation.
- Creating prototypes.
- Use of digital manufacturing

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Identificere måder at skabe formularer i enkle materialer og teknikker. Overveje hvordan man genererer en bestemt form
MIddel	Vælge måder at oprette formularer i forskellige materialer og teknikker. Udvikling af visualiseringsaktiviteter. Ansøge om at generere et fysisk udtryk ud fra en idé
Øvet	Er i stand til at definere formularer i detaljer. Omfattende og aktiv brug af modelleringsværktøjer og teknik til idé-materialisering-

Udføre (data)

Oprette visuelle medier, der repræsenterer data.

Færdighedsrelateret:

- Digitale værktøjer til datagrafik fra indsamlede data.

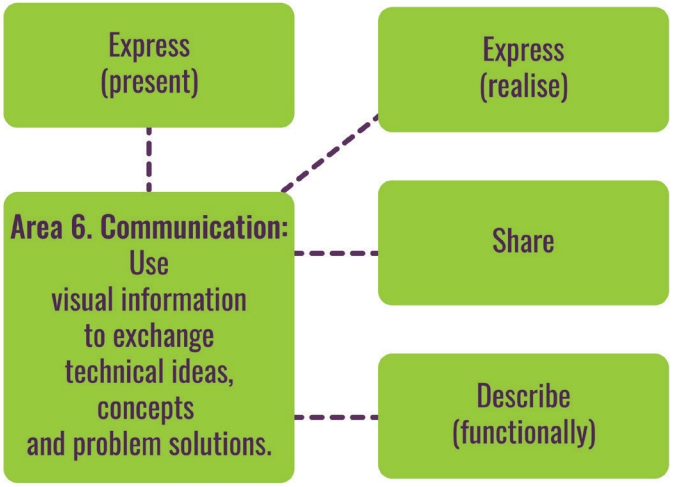
Eksempler:

- Oprettelse af diagrammer, tabeller, ligninger, grafer.
- Brug af tredimensionelt til kompleks datarepræsentation.

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Identificere måder at oprette og redigere simpel datarepræsentation i forskellige formater.
Mellem	Vælge mere komplicerede formater hvorpå der oprettes og redigeres i datarepræsentationen
Øvet	Anvende det passende format og skalere det, for at det effektivt er repræsenteret i grafisk format.

Kommunikation



Brug visuelle ressourcer til at dele eller udveksle oplysninger. Ingeniørkommunikation involverer viden om alle områder af kompetencerammen: teknisk, kulturel og kreativ viden og færdigheder samt viden relateret til publikum og deres miljø.

Kommunikation med visuelle midler kræver forståelse af, hvordan man formidler information visuelt og verbalt under hensyntagen til det specifikke publikum. Kommunikation betyder også viden om visuel grammatik og syntaks samt viden om visuel ordforråd. Dette betyder at have kendskab til de grundlæggende komponenter i visuelt teknisk sprog og visuelle standarder, tegn og symboler.

Videndeling

Del ideer / koncepter, fortællinger eller argumenter med visuelle medier. Udveksle visuel teknisk information. Gør visuel information og visuelle former synlige for andre i et specifikt format.
Skills related:

- Identificer det passende publikum og miljø

Kompetencer:

- Vælg.
- Express.

Eksempler:

- Deling gennem digitale visuelle teknologier.
- Offentlig præsentation i digitalt format (f.eks. Powerpoint).
- Forbered gruppearbejde med klassekammerater ved hjælp af grafik.
- Tegn en skitse på et møde, så vis en idé

Færdighedsniveauer:

Niveau	Progession Description
Grund	Kan arrangere en eller flere visuelle ressourcer under hensyntagen til den givne kontekst på en sådan måde, at personlige emner bliver tydelige. Kan arrangere et eller flere visuelle objekter på en sådan måde, at andre lægger mærke til dem.
Middel	Kan vælge visuelle materialer under hensyntagen til deres egnethed og præsentere dem ved hjælp af basale kreative metoder under hensyntagen til enkle forhold mellem form og indhold, med hensyn til den kommunikative hensigt. Kan arrangere billeder / objekter på en sådan måde, at de fanger målgruppens opmærksomhed.
Øvet	Kan overveje interaktionen mellem indhold, medier, koder, præsentationsformer og kommunikative mål, når man opretter en præsentation. Kan vise et større antal visuelle materialer i mere kompleks sammenhæng på en sådan måde, at seeren forstår hensigten. Tilpas de mest passende kommunikationsstrategier i digitale miljøer til et publikum.

Beskrive (functionality)

Beskriv den opfattede designhensigt af tekniske tegninger og funktionen af maskiner og tekniske elementer. At beskrive noget teknisk er at udtrykke og registrere det passende. Identificer de fremtrædende egenskaber ved et teknisk design.

Relaterede færdigheder, evner og viden:

- Viden om standarder for tegninger, herunder symbologi og konventioner
- Vissuel association
- Grafisk udtryk

Eksempler:

- Udarbejdelse af en kompleks sammensætning
- Skitse af mekanisk design

Færdighedsniveauer:

Niveau	Progession Description
Grund	Kan kopiere individuelle aspekter af velkendte emner, der anses for vigtige ved hjælp af grundlæggende tekniske tegningsmetoder. Kan præsentere åbenlyse elementer i tekniske designs ved hjælp af fælles visuelt sprog.
MIddel	Kan redegøre for emner eller omstændigheder teknisk i et passende medium på en sådan måde, at resultaterne af disse beskrivelser kan bruges til at hjælpe hukommelsen. Kan vælge de elementer i mindre kendte elementer i ingeniørdesign, der er vigtige for analyse, og beskrive deres egenskaber ved hjælp af grundlæggende elementer i teknisk visuelt sprog
Øvet	Kan præsentere vigtige aspekter af og forbindelser mellem komplekse emner eller omstændigheder forståeligt ved hjælp af forskellige tekniske grafiske metoder. Kan præsentere betydelige visuelle træk ved komplekse elementer og ukendte elementer i ingeniørdesign ved hjælp af det tekniske visuelle sprog.

Udtryk (realisere)

Implementer, udføre eller tag en idé om et teknisk design i brug. Dette betyder at implementere en idé til en ekstern præsentation. Det er forbundet med kompetencen, når det anvendes i en selvkreativ proces.

Relaterede færdigheder

- Viden om visuelt sprog til at udtrykke koncepter og ideer
- Skitseringsfærdigheder
- 3D modellering
- Visualisering

Eksempler

- Udtryk en ingeniøridé i form af en, skitse, en detaljeret tegning eller en 3D-model.

Relaterede kompetencer

- Opret formularer

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Can apply Grund knowledge of graphic techniques when imple- menting ideas. Can Make a reasonable sketch of an object.
Mellem	Can apply knowledge of the Grund repertoire of graphic techni- ques and use them independently. Sketch an isometric view of an object.
Øvet	Can apply comprehensive knowledge of how to handle graphic techniques independently, confidently in a targeted manner. Render a sketch to make it look real.

Udtryk (præsentere)

Kommuniker den endelige kreation med henblik på hvad, der er opfatteligt for andre. At udtrykke designhensigten er et hovedmål for denne kompetence. Udtryk designhensigten med ingeniørtegninger og funktionen af maskiner.

Relaterede færdigheder, evner og viden:

- At kunne udtrykke visualisering med grafiske metoder (f.eks. tegninger)
- Viden om visuelt sprog, herunder symboler
- At kunne lave sammensætningstegninger
- Rumlige evner

Relaterede kompetencer:

- Udvælg
- Del
- Forudse

Eksempler:

- Producer ortografiske visninger af afbildede designs.
- Generering af konceptskitser
- 3D modellering
- Drafting
- Undersøg de forskellige synspunkter, der kræves for at beskrive et objekt, herunder behovet for at inddele det
- Udtryk et mentalt 3D-objekt i ortografiske visninger.

Færdighedsniveauer:

Niveau	Udviklingsbeskrivelse
Grund	Anvende grafiske udtryksmidler såsom ortografisk projektion til at beskrive form. Vælge specifikke visningssektioner, opdele sektioner og udforme hjælpevisninger. At kunne fremme grafisk udtryk gennem digitale ressourcer.
Middel	Kan bruge ortografisk projektion til at beskrive form. Kan reflektere kritisk over egnetheden ved anvendelse af grafiske værktøjer og tilpasse sig i overensstemmelse med opgavens behov. Kan strategisk bruge en række grafiske værktøjer til visuelt udtryk. Kan anvende nødvendige standarder for den relevante tekniske præsentation.
Øvet	Er i stand til at definere form i tekniske tegninger i detaljer ved hjælp af sektioner, detaljer, broken out-sektioner og støttende visninger. Opfordrer andre til at anvende innovative visuelle værktøjer til grafisk udtryk. Kan bruge innovative grafiske ressourcer til visuelt udtryk

Pædagogiske strategier

Som Miller og Bertoline forklarede, udvikles Visual Literacy i ingeniørfaget typisk gennem tekniske grafikfag ved at undervise i teknisk tegning og i nogle tilfælde ved at vise, hvordan man løser tekniske problemer ved hjælp af grafik.
Forskning i ingeniøruddannelse præsenterer tilgange til forbedring af Visual Literacy hos studerende. De empiriske værker af Pu Siun Kai fra Singapore University foreslår et tre-niveaus-kursus.

Første niveau introducerer de studerende til fundamentet for visuel opfattelse og udvikler observationsfærdigheder. Det andet niveau lærer de studerende færdighederne i fortolkning og analyse af visuelle budskaber. Det tredje niveau handler om, hvordan man skaber visuelle budskaber.

I henhold til vores tilgang til at forbedre Visual Literacy gennem dets kompetencer skal undervisningsindsatsen fokuseres på de færdigheder og evner, der mest bidrager til dens udvikling. Det første er er visualisering, og mere specifikt for ingeniørfaget, rumlig visualisering. Grafiske færdigheder er normalt også fælles for VLE-kompetencer.

Flere innovative undervisningsstrategier med vellykkede resultater er en passende tilgang til udvikling af visuelle færdigheder.

De såkaldte Visual Thinking-værktøjer (såsom Visual Maps, Sketchnoting eller Infodoodling) er kreativitetsforstærkere og letter fortolkningen af information via grafiske repræsentationer.
En anden vigtig ressource er mind mapping. Dens anvendelse i uddannelse er hidtil bred og den er et interessant værktøj til definition af tekniske problemer.

Infographics kombinerer visuals og data med en vigtig tilgang til udvikling af kommunikationsevner for ingeniører. Dana Statton Thompson fra Murray State University studerede i 2019 brugen af infografik til at øge Visual Literacy.

Både teknisk tegning såvel som frihåndstegning skal tages i betragtning for ingeniørens visuelle færdigheder.

Ligesom med tegning, er computergrafik et must for visuel udtryk og vurdering af ingeniørløsninger. En moderne ingeniør skal være veluddannet i 3D-modellering og til at fortolke form og volumen. Journaling er et andet interessant initiativ til forbedring af Visual Literacy. Terry Loerts fra Redeemer University College evaluerede brugen af akademiske visuelle tidsskrifter med interessante resultater om deres forbedring af kreativ tænkning samt udvidede kommunikationsmåder.

Nuværende innovation inden for undervisning og læring sammen med de digitale ressourcer giver interessante måder at udvikle visuelle færdigheder på. Indflydelsen af TIC i læring er enorm. De øger engagementet, giver mulighed for fleksibilitet og er økonomisk overkommelige.

Videobaseret læring er et af de bedste eksempler på forbedret teknologi inden for digital læring. På alt fra skoler til coachinginstitutter og virksomheder bruges videobaseret undervisning i dag næsten overalt for at gøre læring mere effektiv og engagerende.

Video-tutorials hjælper med at forklare komplicerede teknologier og præsentere grundlæggende ingeniørkoncepter let. Video tutorials udgør en stor fordel for deling af teoretiske koncepter såvel som 'how-to' inden for ingeniørfelterne. Kylie Burrett foreslår i sin blog at bruge instruktionsvideoer for at hjælpe studerende med at udvikle visualiseringsevner til design.

Videobaserede forelæsninger er en god tilgang til forbedring af fjernundervisning ved visualisering af information snarere end tekst.

Online læring kan tilbyde en masse fordele for uddannelser. Det giver direkte adgang til instruktive ressourcer. Digitale værktøjer giver også muligheden for selvlæring ved hjælp af visuelle materialer, og derfor til kompetenceudvikling til Visual Literacy.

Fjernundervisning oplevede et stort spring med internettets fremkomst. I dag implementeres online-kurser bredt på alle uddannelsesniveauer. Digital kommunikation tillader billeder en højere betydning i transmission af information og derefter i det pædagogiske indhold. MOOC'er tilbyder en interessant tilgang til at udvikle visuel læsefærdighed i fjernstyret, selvstyret ingeniøruddannelse.

Referencer

Miller, Craig L., y Gary R. Bertoline. «Visual literacy for engineers». En Investigating Visual Literacy: Selected Readings from the 22nd Annual Conference of the International Visual Literacy Association, 327. International Visual Literacy Association, Incorporated, 1991.

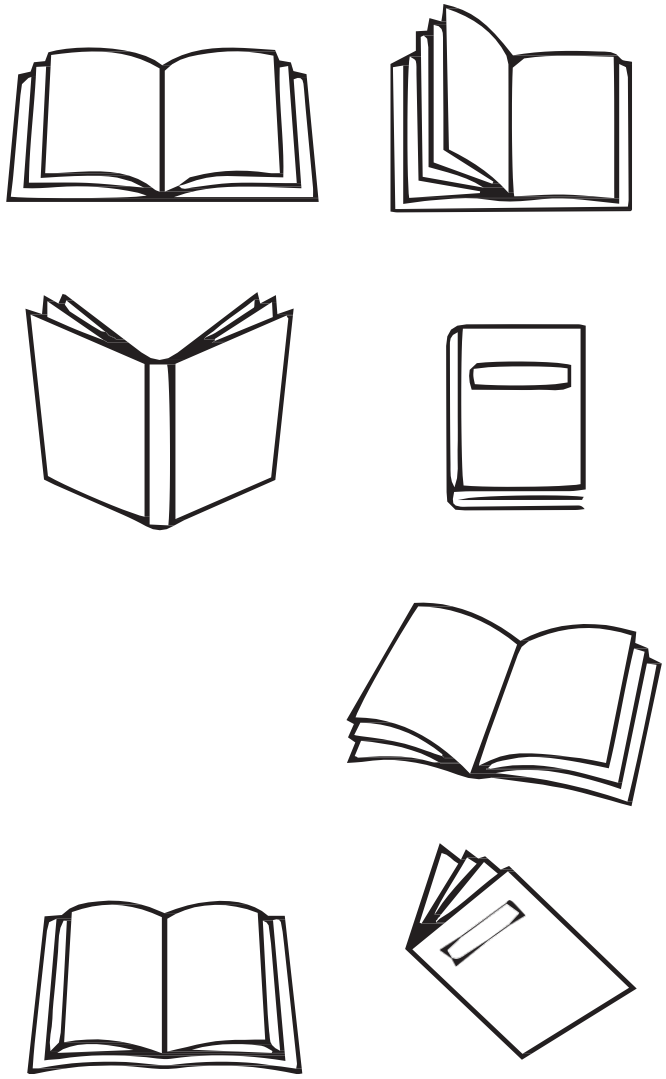
Barr, Ronald E. «The current status of graphical communication in engineering education». En Frontiers in Education, 2004. FIE 2004. 34th Annual, S1D–8. IEEE, 2004.

ACRL Visual Literacy Competency Standards for Higher Education. Association of College & Research Libraries (ACRL). http://www.ala.org/acrl/standards/visualliteracy.

Pun Siu Kay. «Inculcating Visual Literacy to Meet the Professional Needs of Engineering Undergraduates». Proceedings of the 2005 Regional Conference on Engineering Education. Johor, Malaysia, 2005.

Thompson, Dana, "Evaluating Visuals: Increasing Visual Literacy with Infographics" (2018). Faculty & Staff Research and Creative Activity. 47. https://digitalcommons.murraystate.edu/faculty/47

McKim, Robert H. Experiences in visual thinking. Wadsworth Publishing, 1972. http://eric.ed.gov/?id=ED073690



Erasmus+