

Stilladsring i engineering forløb





Suzie Auener, Konsulent i Astra - det nationale naturfagscenter i Danmark
Dorte Danig Jønsen, naturfagslærer på Fuglsanggårdsskolen, Lyngby-Taarbæk Kommune

Engineeringarbejdsformen stræber mod at give eleverne et større medansvar for egne læringsforløb. Hvis eleverne skal kunne gribe det ansvar, så stiller det krav til lærerens rolle eller roller i bestræbelserne på, at eleverne selvstændigt udvikler deres kompetencer og udbygger deres viden og færdigheder. I den sammenhæng bliver stilladsering af elevernes læring i engineeringforløb central.

Hvad er stilladsering

Stilladsering er kort fortalt de metoder, man anvender for at hjælpe eleverne fra det, de allerede kan uden hjælp og videre over i de tilgrænsende potentialer for, hvad de vil kunne i Vygotskys forståelse af zonen for nærmeste udvikling.

Begrebet stilladsering bliver første gang anvendt i børnepsykologisk sammenhæng, om de forskellige roller læreren antager for at påvirke børnenes "byggeproces". (Wood, Bruner og Ross, 1976).

Wood, Bruner og Ross fremhæver i deres arbejde seks forskellige roller, som lærerne kan antage i stilladseringen, når de i undervisningen stilladserer eleverne mod nærmeste zone for udvikling. De seks roller er:

- Rekruttering
- Reduktion af frihedsgrader
- Retningsfastholdelse
- Markering af kritiske træk
- Frustrationskontrol
- Demonstration

STILLADSERING I ENGINEERING FORLØB

I 7.b arbejder de med engineeringforløbet "Byg lodrette haver". Grupperne har arbejdet et stykke tid med at konkretisere deres ide til en løsning. På stemmelejten kan man høre, at nogle af grupperne er længere end andre, og at der begynder at brede sig en vis frustration særligt i de grupper, der føler sig pressede på tid. Derfor beder Dorte nu eleverne om at gå i matrix-grupper. Hun husker grupperne på, at det vigtigste i matrix-grupperne er at få ideer med tilbage til egen løsningsforslag og hjælpe de andre grupper med ideer til deres løsningsforslag. Dorte stilladserer processen ved at give plads til elevdiskussioner, fjerne konkurrenceelementet og gøre det legalt at lære af hinandens idéer. På den måde opnår hun frustrationskontrol, som er en af de vigtigste roller i stilladseringsarbejdet.

Boks 1: Eksempel på stilladsering i engineeringforløbet "Byg lodrette haver".

Opdelingen i seks roller er en hjælp, når man planlægger stilladsering i engineeringforløb, fordi nogle roller som fx. frustrationskontrol i det indledende eksempel er særligt relevante i specifikke delprocesser (se figur 5). Fx. i det indledende eksempel (Se boks 1), hvor Dorte påtager sig frustrationskontrollen og

skaber nogle rammer for gruppernes arbejde, der håndterer elevernes frustrationer i situationen.

I tilknytning til rollerne kan man igen anvende forskellige stilladseringsstrategier. Nedenfor er listet en række almindelige eksempler på stilladseringsstrategier.

Guidende/produktive spørgsmål	Demonstrere og sætte ord på metode til opgaveløsning	Nedbryde opgaven i mindre dele
Visuelle modeller	Mindmaps og lignende	Ordkendskabskort
Relatere til elevernes hverdag og interesser	Aktivere elevernes forforståelse	Facilitere elevspørgsmål
Analogier og metaforer	Hands-on aktiviteter	Modeller eleverne kan manipulere

Figur 1: Eksempler på almindelige stilladseringsstrategier.

Strategierne hører ikke til en bestemt af de seks roller i stilladseringen, men man kan anvende dem i forskellige roller. Nedbrydning af opgaven i mindre dele kan fx være relevant i mange af rollerne.

I et engineeringforløb udvikler eleverne både naturfaglige kompetencer og procesfaglige kompetencer. Derfor er det vigtigt, at vi både stilladserer det faglige indhold og engineeringprocessen. Heldigvis kan man anvende de samme stilladseringsstrategier fra figur 1 til stilladsering af både proces og indhold. I figur 2 vises, hvordan samme stilladseringsstrategi kan anvendes både i stilladsering af processen og i stilladsering af det faglige indhold.

I det indledende eksempel (Boks 1) valgte Dorte at anvende frustrationskontrol. Det gjorde hun i matrixgrupper i delprocessen "konkretisere" for at understøtte elevernes proceskompetencer. Ved at anvende den konkrete stilladseringsstrategi "facilitere elevspørgsmål" ønskede hun at hjælpe eleverne i delprocessen fra det de allerede kan over i de tilgrænsende potentialer for, hvad de vil kunne.

Hvorfor er stilladsering interessant i engineeringforløb

I et engineeringforløb er det særligt interessant at tale om stilladsering, fordi forløbene stræber imod at give eleverne et medansvar for eget læringsforløb. I et stilladseret læringsforløb er der etableret

Stilladseringsstrategi	Stilladsering af engineering design processen (Procesfaglig stilladsering)	Stilladsering af tilegnelse af det faglige indhold (Stilladsering af fagligt indhold)
Facilitere elevdiskussioner	Eleverne giver respons i matrixgrupper	Eleverne diskuterer det faglige indhold med udgangspunkt i grubletegninger
Anvende visuelle modeller	Procesmodellen bliver anvendt som visuel model	Model af vands kredsløb bliver anvendt som visuel model
Nedbryde opgaven i enkeltdele	Udfordringen bliver nedbrudt i delprocesser	En naturfaglig undersøgelse bliver nedbrudt i enkeltdele

Figur 2: Stilladseringsstrategier anvendt på henholdsvis proces og indhold.

STILLADSERING I ENGINEERING FORLØB

I 7. a hænger EDP-modellen som plakat ved siden af tavlen (Se artikel 1, side 12). Det gør det let for mig at vise eleverne, hvor vi er i processen. Hvis de bevæger sig videre i processen, kan jeg hele tiden pege på modellen og synliggøre, hvor den aktivitet, de har gang i faktisk hører til. Det er tit vigtigt at fastholde eleverne i delprocessen "Konkretisere". Så printer jeg ikonet for delprocessen i A4, og hænger det op på tavlen, og jeg lægger den også på bordene ved elevgrupperne. Det støtter eleverne til at blive i "Konkretisere" og få det optimale udbytte af delprocessen.

Boks 2: Dorte om at anvende procesmodellen som ramme for engineeringforløb.

et stillads af rammer og metoder, der giver eleverne mulighed for at få medansvar for eget læringsforløb (Nielsen & Hansen, 1999).

EDP-modellen fungerer i engineeringforløb som rammen for forløbet (Se artikel 1). Synliggørelse af modellen i det daglige arbejde er vigtigt. Det giver eleverne et delvis formål med de enkelte delprocesser og navigationspunkter i løbet af arbejdet. For at understøtte elevernes overblik

yderligere findes der på www.astra.dk en række metodekort. Metodekortene er redskaber til at stilladsere arbejdet i delprocesserne. Metodekortene er elevrettede tekster, som eleverne kan anvende inden for de enkelte delprocesser – se eksemplet i boks 3. Et givet metodekort er rettet mod en given delproces. Metodekort kan udvælges selvstændigt af eleverne, anvises af læreren eller foreslås gennem undervisningsforløbene. Der findes flere metodekort til hver delproces.

I "Konkretisere" skal eleverne bevæge sig fra en ide til en konkret konstruktion. Metodekortet "Læg en plan" opdeler opgaven i mindre dele: skitser, materialelister og arbejdsplaner. Skitser er vigtige som redskab, når eleverne forhandler om deres løsningsmodeller i arbejdet med at blive mere konkrete. Skitser og mockup er en anden måde at tale sammen på for at nå frem til enighed om konstruktionen.

Boks 3: Stilladsering i metodekortet "Læg en plan".

De første overvejelser gik på hvilke frihedsgrader i processen, vi som lærere ønskede at definere for eleverne. Hvor meget skal de have lov at gå i egen retning, og hvor meget skal være defineret på forhånd?

Det er nyt for klassen at arbejde med engineering, så vi planlagde et struktureret forløb, hvor kontrollen primært er hos os som undervisere, og hvor vi guider grupperne gennem processerne med udvalgte metodekort.

Boks 4: Dorte om valg af frihedsgrader i engineeringforløb.

Når eleverne får øvelse med en passende mængde metodekort og delprocesserne i procesmodellen, så øges deres evne til at navigere selvstændigt i engineeringprocessen. Herved får de mulighed for et større ansvar for eget læringsforløb.

Planlægning af stilladsering

En del af stilladseringen kan man planlægge på forhånd, og det gælder både den procesfaglige stilladsering og stilladsering af det faglige indhold.

I det konkrete eksempel "Byg lodrette haver" med 7.b brugte vi frihedsgradskemaet som udgangspunkt for at planlægge den procesfaglige stilladsering. Frihedsgradskemaet (se figur 3) er et værktøj, som angiver nogle muligheder for at differentiere forløbene fra strukturerede forløb til åbne forløb. De strukturerede forløb har meget få valg og frihedsgrader, og de åbne forløb har omvendt mange valg og frihedsgrader.

I Figur 4 ser man, hvilken procesfaglig stilladsering, vi tilrettelagde for "Lodrette haver" i 7.b med udgangspunkt i frihedsgradskemaet.

Metodekort som stilladseringsværktøj

Som udgangspunkt for stilladsering af den faglige viden i forløbet "Lodrette haver" anvendte vi metodekortet "Videnskortlægning". Metodekortet er beregnet til eleverne. Formålet med metodekortet er at kortlægge elevernes viden og færdigheder i relation til udfordringen.

Videnskortlægningen er opdelt i tre dele:

1. Den viden eleverne helt sikkert har.
2. Den viden eleverne tror de har og endelig
3. Den viden de helt sikkert ikke har.

Desuden kortlægger metodekortet, hvor de har den konkrete viden fra eller forventer at kunne hente den.

STILLADSERING I ENGINEERING FORLØB

	Struktureret forløb Meget få valg og frihedsgrader for grupperne.	Guidet forløb Nogle valg og frihedsgrader for grupperne.	Åbent forløb Mange valg og frihedsgrader for grupperne.
Forstå udfordringen	Grupperne arbejder ud fra en lærerformuleret forståelse af udfordringen.	Grupperne vælger en forståelse af udfordringen fra lærerens liste.	Grupperne formulerer selv deres forståelse af udfordringen inden for den ramme, som er givet i optægget.
Undersøge	Grupperne arbejder efter præcise instruktioner med at finde viden om udfordringen.	Grupperne vælger mellem forslag fra læreren til, hvordan de kan få viden om udfordringen.	Grupperne vælger selv, hvordan de vil få viden om udfordringen.
Få ideer	Læreren styrer gruppernes diskussion.	Grupperne vælger mellem forslag til styring af deres diskussion.	Grupperne organiserer selv deres diskussion om deres forskellige ideer.
Konkretisere	Grupperne arbejder efter præcise konkretiseringsinstruktioner.	Grupperne vælger mellem forskellige forslag fra læreren til, hvordan de vil konkretisere en løsning.	Grupperne vælger selv, hvordan de vil konkretisere en løsning.
Konstruere	Læreren fastlægger materialer, værktøjer og konstruktionsproces sammen med grupperne.	Læreren giver grupperne materialer og værktøjer at vælge imellem, og læreren vejleder i forhold til konstruktionsprocessen.	Grupperne vælger selv materialer og værktøjer og bygger selv en prototype.
Forbedre	Læreren fastlægger afprøvnings- og testprocedure og hjælper grupperne med at vurdere, hvordan deres prototype kan forbedres.	Grupperne kan vælge mellem flere forslag til afprøvnings- og testprocedurer og vurderer forbedring af deres prototype og løsning efter givne kriterier.	Grupperne vælger selv afprøvnings- og testprocedure og vurderer selv forbedringer af deres prototype og løsning.
Præsentere	Læreren hjælper grupperne med at præsentere deres løsning.	Grupperne følger en vejledning for, hvordan løsningen skal præsenteres.	Grupperne planlægger selv medie og format og præsenterer selvstændigt.

Figur 3: Frihedsgradskemaet (Engineering - hvad, hvordan og hvorfor, 2018)

Når vi i teamet anvendte metodekortet i planlægningen af det konkrete forløb, gav det vores team et godt billede af, hvad det var for fagfaglige områder og pointer, vi forventede eleverne ville få med sig fra

forløbet. Metodekortet bidrog også et til billede af, hvad det var for faglig viden og færdigheder, vi forventede eleverne allerede mestrede før forløbet, og hvilke forkundskaber vi fx forventede at kunne

	Struktureret	Guidet	Åbent
Forstå udfordringen		Grupperne reformulerer udfordringen med Metodekortet "Problemskitse"	
Undersøge	I plenum udfylder vi Metodekortet "Videnskortlægning" Eleverne gennemfører undersøgelser om: - Fotosyntese og temperatur - Fotosyntese og lys - Gødningssammensætning -Kemisk analyse		
Få ideer		Grupperne vælger selv mellem de fire metodekort til at få ideer. Grupperne vælger selv mellem de 3 metoder til valg af ide med metodekortet "Hvilken ide vælger vi".	
Konkretisere	Grupperne skal benytte metodekortet "Læg en plan", så de får udarbejdet skitser og materialelister. Det er valgfrit om de udarbejder en arbejdsplan.	Grupperne undersøger dyrkningsmaterialet og vælger selv, hvordan deres dyrkningsmateriale skal sammensættes.	
Konstruere	Konstruere foregår i biologilokalet.	Grupperne vælger selv blandt de materialer og værktøjer, som vi har stillet til rådighed for dem.	A) Hvis vi vurderer, at grupperne kan magte opgaven, så må de selv medbringe andre materialer og værktøjer, end dem vi har stillet til rådighed.
Forbedre	De lodrette haver skal overholde kravene i "Udfordringen" og afprøves med "Lyssensor" og "Kemisk analyse"		
Præsentere	Grupperne skal præsentere deres løsninger ved en "poster session", hvor de præsenterer deres Metodekort "Engineering-poster"		

Figur 4: Procesfaglig stilladsring af "Byg lodrette haver" i et primært struktureret forløb
A) Selvom vi planlagde et struktureret forløb, så aftalte vi at være åbne for forslag til materialer fra grupperne. Eleverne kommer tit med gode og kreative forslag til materialer, som det kan være en god idé at lytte til, for at bibeholde deres motivation for at løse udfordringen.

STILLADSERING I ENGINEERING FORLØB

aktivere i vores stilladseringsstrategier. Det er svært at forudsige, hvad eleverne selv ville vælge at indhente af viden og erfaringer gennem forløbet, og derfor var vi også forberedte på, at udbyttet af den fagfagligt relevante viden kunne ende meget forskelligt for de enkelte elever. Derfor fastlagde vi de faglige videns- og færdighedsområder, som vi vurderede skulle i fokus i forløbet, og stilladserede eleverne til at komme omkring dem. Det skete både gennem reduktion af frihedsgrader, retningsfastholdelse og markering af kritiske træk.

Vi anvendte desuden Metodekortet "Engineering-poster" som en hjælp. Metodekortet støttede eleverne i at fokusere deres opmærksomhed på fire vigtige elementer gennem hele designprocessen:

- Krav til løsning
- Naturfaglig viden,
- Proces fra skitse til løsning
- Perspektiver i løsningen

Netop i problemorienteret undervisning er det vigtigt, at krav og forventninger til prototypen er tydelige fra start. Derfor er det vigtigt, at eleverne ved at de skal afslutte med at præsentere engineering-posterne i en postersession. På den måde var vi sikre på, at eleverne vidste, hvad det var for nogle mere formelle krav, de skulle leve op til i et ellers åbent forløb.

Når eleverne bliver klar over, at man kan blive klogere og kan komme frem til nogle virkelig gode innovative idéer ved at begå fejl, så mindsker det frygten for at begå fejl. Derfor er der i undervisningen et positivt fokus på at begå fejl. I stedet for at gøre grin med fejlene, så "fejrer" vi fejlene ved at arbejde konstruktivt med fejl. Det kan være en god inspiration for eleverne at høre fortællinger om, hvordan store opfindelser er udsprunget af tilfældigheder eller fejl.

Boks 5: Dorte om at fejre fejlene.

Stilladsering vi ikke kan planlægge

Den situerede procesfaglige stilladsering er vanskelig at forberede sig på. Som udgangspunkt er der dog roller, der er særligt relevante i de enkelte delprocesser i engineering. (Se figur 5). Man kan derfor forberede os på, at det fx i delprocessen "Forstå udfordringen" vil være relevant at påtage sig rekrutteringsrollen. Når man påtager sig rekrutteringsrollen, kan vi vælge forskellige tilgange for at rekruttere eleverne til opgaven.

I forløbet "Byg lodrette haver" valgte vi fx strategien "Relatere til elevernes hverdag" ved at gå ned til skolens kantine. Her kunne eleverne overveje, om deres kantine kunne gøres mere grøn - både på væggene og

Delproces	Typiske roller i stilladseringen	Eksempel på stilladseringsstrategi
Forstå udfordringen	Rekruttering	Relatere opgaven til elevernes hverdag og interesser
Undersøge	Retningsfastholdelse reduktion af frihedsgrader	Anvende metodekortet "Videnskortlægning"
Få ideer	Rekruttering	Anvende produktive spørgsmål, anvende billedkort
Konkretisere	Retningsfastholdelse markering af kritiske træk demonstration	Skitser og mock-up af prototypeforslag
Konstruere	Frustrationskontrol demonstration	Demonstrere metode med verbal uddybning
Forbedre	Markering af kritiske træk demonstration	Facilitere slevspørgsmål i matrixgrupper
Præsentere løsningen	Retningsfastholdelse demonstration	Anvende skabeloner og demonstrere anvendelse

Figur 5: Typiske roller i stilladseringen fordelt på delprocesser.

STILLADSERING I ENGINEERING FORLØB

selve maden. Vi viste også film og modeller af lodrette haver. På grund af manglende tid fik vi ikke besøgt virksomheder i dette forløb, selvom det havde været oplagt som en rekrutteringsstrategi.

I delprocessen "Konstruere" var det også en hjælp at vide, at vi sandsynligvis skulle påtage os rollen med frustrationskontrol, for at eleverne ikke mistede modet.

Den situerede fagfaglige stilladsering i engineeringforløb adskiller sig ikke fra andre problemorienterede forløb. Det vigtigste er at stille åbne spørgsmål og ikke at give eleverne for mange svar på deres egne spørgsmål, men guide dem til selv at finde svar. Desuden er det vigtigt at udfordre eleverne på det, de tror, de ved er det rigtige.

Opsamling

Stilladsering er de metoder, vi anvender for at hjælpe eleverne fra det, de allerede kan uden hjælp og videre over i de tilgrænsende potentialer for, hvad de vil kunne i zonen for nærmeste udvikling.

Det er særligt interessant at tale om stilladsering i et engineeringforløb, fordi forløbene stræber imod at give eleverne en høj grad af medansvar for eget læringsforløb. Det kræver, at der er etableret et stillads af retningslinjer, regler, rammer og metoder, som eleverne kan navigere i. I "Engineering i skolen" er en række af disse rammer og metoder allerede udviklet. Det er vigtigt at stilladseringen i engineeringforløb understøtter såvel den fagfaglige udvikling som den procesfaglige udvikling. Både procesmodel og metodekort er vigtige elementer i den strukturerede procesfaglige stilladsering. Frihedsgradskemaet er et godt redskab, når den strukturerede stilladsering planlægges. Den situerede stilladsering er i sig selv vanskelig at planlægge. Det er dog muligt at opstille en tabel over typiske roller i stilladseringen fordelt på delprocesser (se tabel 5), og det gør det lettere at gennemføre den procesfaglige stilladsering.

Når en elev fx ikke mener, at et flydesikkert hus kan bygges med brug af metal, fordi det er for tungt, så kan man lede dem på vej ved at spørge ind til, om de ikke kender til skibe, der er bygget af metal og de flyder da stadig? Det er vigtigt, at læreren husker på, at han/hun jo ikke behøver kende svaret selv, og at det faktisk kan være lettere at fungere som guide, hvis man kan stille alle de "dumme spørgsmål".

Referencer

Engineering i Skolen - hvad, hvordan og hvorfor (2018). Lokalliseret 27.03.2019: [https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/engineering-i-skolen\(6ba478da-dd90-4cc9-8f89-6ff47a81788d\).html](https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/engineering-i-skolen(6ba478da-dd90-4cc9-8f89-6ff47a81788d).html)

Nielsen, K. & Hansen, J.T. (red.) (1999). Stilladsering – en pædagogisk metafor. Aarhus: Forlaget Klim.

Wood, Bruner & Ross. (1976). The role of tutoring in problemsolvings .Journal of Child Psychology,17.

Meyer, D. K. (1993). What is scaffolded instruction? Definitions, distinguishing features, and misnomers. National Reading Conference Yearbook, 42, 41-53.

¹ <https://astra.dk/engineering/proces>