

At skabe broer

Matematiklærere og faglærere
på erhvervsskolerne samarbejder om
at udvikle undervisningsmateriale



Bettina Dahl Søndergaard, Aalborg Universitet
Lena Lindenskov, Aarhus Universitet, DPU
Jette Schaarup, U/NORD Tekniske erhvervsuddannelser
Frank Justesen, Tradium
Søren Hansen, Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITET

At skabe broer

**Matematiklærere og faglærere
på erhvervsskolerne samarbejder om
at udvikle undervisningsmateriale**

BETTINA DAHL SØNDERGAARD

AALBORG UNIVERSITET

LENA LINDENSKOV

AARHUS UNIVERSITET, DPU

JETTE SCHAARUP

U/NORD TEKNISKE ERHVERVSUDDANNELSER

FRANK JUSTESEN

TRADIUM

SØREN HANSEN

AALBORG UNIVERSITET

At skabe broer

Matematiklærere og faglærere
på erhvervsskolerne samarbejder om
at udvikle undervisningsmateriale

UDGIVET AF AALBORG UNIVERSITET, 2025

Copyright tekst, figurer og fotos: forfatterne, Aalborg Universitet, 2025

UDGIVET MAJ 2025

ISBN: 978-87-89383-71-2

DOI: 10.54337/aau9788789383712

Redaktion: Forfatterne

Design og dtp: Creative United

novo nordisk
fonden

Udgivet med støtte fra Novo Nordisk Fonden

Forord

Matematik er alle vegne. Det er en indsigt, KLUMP-projektet¹ på fornem vis har gjort levende og konkret gennem det sidste halvandet år. Med støtte fra Novo Nordisk Fonden har vi på Tradium Gymnasium og Erhvervsskole i Randers sammen med Nationalt center for udvikling af matematikundervisning og Aalborg Universitet haft mulighed for at dykke ned i, hvordan vi som erhvervsskoler bedst muligt kan styrke vores elevers oplevelse og forståelse af matematik – ikke som noget fjernt og abstrakt, men som et redskab, der er dybt forankret i deres håndværk og dagligdag.

KLUMP har haft et klart formål: At skabe en tættere kobling mellem matematik og erhvervsfagene. Det lyder måske enkelt, men i praksis kræver det nytænkning, samarbejde og mod til at gå nye veje. Matematik optræder forskelligt i murerfaget, på smedeværkstedet og i den merkantile undervisning – og derfor kan én løsning ikke dække alle behov. Det har projektet taget højde for ved at lade lærere på tværs af fag samarbejde om undervisningen og finde frem til, hvad der giver mening netop i deres faglige kontekst.

Resultaterne taler for sig selv. Når matematikundervisningen får en tydelig forankring i elevernes fag, bliver den mere motiverende – både for elever og lærere. Eleverne oplever, at det giver mening, og lærerne fortæller, hvordan samarbejdet på tværs har skabt nye former for engagement og inspiration. KLUMP har ikke kun løftet matematikken – det har også været med til at skabe en større fælles faglighed.

KLUMP stopper ikke her. Erfaringerne og materialerne, der er udviklet, kan og bør bruges bredere – på tværs af skoler og fag. Jeg håber, projektet kan inspirere flere til at arbejde med den vigtige brobygning mellem teori og praksis. For når vi lykkes med det, øger vi ikke bare elevernes forståelse af matematik – vi styrker deres muligheder for at lykkes i deres uddannelse og deres fremtidige arbejdsliv.

Afslutningsvis vil jeg gerne rette en stor tak til alle, der har bidraget til KLUMP. Det gælder ikke mindst lærerne, der har givet projektet liv med deres faglighed og nysgerrighed – og eleverne, der har engageret sig og vist, hvor langt vi kan nå, når undervisningen giver mening.

Rigtig god læselyst.
Lars Michael Madsen
Direktør, Tradium

¹ „KLUMP“ står for „Kompetenceløft af undervisere i matematik på erhvervsskoler“. KLUMP-projektet er støttet af Novo Nordisk Fonden.

Indholdsfortegnelse

1	INDLEDNING	05
1.1	Elevers matematikkundskaber og behovet for erhvervsuddannelser	05
1.2	Lærernes nuværende baggrund og uddannelse	06
2	KLUMP-PROJEKTET	07
3	EKSISTERENDE LITTERATUR PÅ OMRÅDET	11
3.1	Litteratur om problemstillinger på området	11
3.2	De valgte didaktiske tilgange	12
4	HVILKE METODER HAR VI BRUGT TIL AT UNDERSØGE DETTE?	16
4.1	Metode	16
4.2	Etiske overvejelser og GDPR	16
4.3	Afprøvning af undervisningsforløbene i praksis og feedback	16
5	HVORDAN HAR LÆRERNE OG ELEVERNE ERFARET KLUMP?	19
5.1	Eksempel: Personvogsmekaniker	19
5.2	Opsummering af resultat	20
6	DRØFTELSE AF SAMMENHÆNG MELLE MATEMATIK OG ERHVERVSFAG	23
7	KONKLUSION	25
8	LITTERATURLISTE	27
9	APPENDIKS: UNDERVISNINGSFORLØBENE FOR:	
	MURER, TØMRER, SMED, ELEKTRIKER OG PERSONVOGNSMEKANIKER	28

1 Indledning

Hvorfor et projekt om matematik, erhvervsskoleelever og deres lærere? I Danmark har den teknologiske udvikling skærpet behovet for, at håndværkere har flere kompetencer i matematik. For eksempel forbinder mekanikeren elbiler til en computer for at finde fejlen. Det er ikke længere nok at åbne motorhjelmene eller se på de mekaniske dele. Jord- og betonarbejderen har skiftet skovlen ud med store dyre gravemaskiner. Derfor må nutidens håndværkere også være endnu stærkere på teori end tidligere. Denne teknologiske udvikling sideløbende med pensionering fra arbejdsstyrken betyder, at Danmark i år 2035 kommer til at mangle omkring 150.000 personer med en erhvervsuddannelse (DA Analyse, 2023). Derfor er bl.a. et højt niveau af matematik samt motivation til at lære et STEM-fag (science, technology, engineering, mathematics), især inden for erhvervsfaglige områder, endnu vigtigere end tidligere. Her er matematik særligt centralt, da det også indgår i de andre STEM-fag.

1.1 Elevers matematikundskaber og behovet for erhvervsuddannelser

Det går desværre den forkerte vej med matematikpræstationerne i det danske grundskolesystem. OECD PISA-undersøgelsen fra 2022 viste, at 15-åriges matematikpræstationer er faldende. Danmark opnåede her det laveste resultat i matematik nogensinde i PISA-undersøgelserne, der startede i 2000. Der er nu en større andel af lavt præsterende elever og en mindre andel af højtpræsterende end tidligere. Det skal dog også nævnes, at noget lignende ses i de andre nordiske lande, at elever i Danmark fik den højeste gennemsnitsscore i matematik i PISA 2022 i Norden, og at de stadig ligger over OECD-gennemsnittet (Christensen et al., 2023). Men tendensen går desværre den forkerte vej. De skriftlige afgangseksamenskarakterer (9. klasse) er også faldet (Bjerril & Fahrendorff, 2024). TIMSS-undersøgelsen for 2023 viste desuden, at 4. klasse-elevers motivation for matematik er faldet siden 2015, og også deres selvtillid i matematik. Især er motivationen hos pigerne i 4. klasse faldet, og næsten halvdelen, 42%, fortæller, at de ikke kan lide matematik (Kjeldsen et al., 2024).

Der er en stærk sammenhæng mellem matematikkarakterer og succes på EUD, viser Rockwoolundersøgelse i 2013 (Hvidtfeldt & Tranæs, 2013). For eksempel angav 37% af københavnske unge, at matematik havde haft betydning for frafaldet („Min viden i matematik var ikke god nok“) (Hetmar et al., 2012). Gode matematikkarakterer (minimum 7) reducerer sandsynligheden for frafald af en erhvervsuddannelse, mens alder og trivsel også spiller ind. Elever, der starter på uddannelsen som højst 18-årige eller mindst 30-årige har mindst sandsynlighed for at falde fra. Elevernes trivsel er en af de mest centrale faktorer for frafald, med sandsynligheden for frafald markant lavere for elever med høj trivsel (EVA, 2023). Egmontrapporten (2023) rapporterer en registerundersøgelse af 780.290 unge, der har forladt 9. klasse siden 2002. Rapporten viste, at børn og unge i matematikvanskeligheder har en markant ringere chance for at gennemføre en ungdomsuddannelse sammenlignet med deres klassekammerater. De har rent faktisk 37 procentpoint lavere sandsynlighed for at have afsluttet en ungdomsuddannelse ti år efter 9. klasse, selv når der er korigeret for socioøkonomiske forskelle (Egmont, 2023). Behovet for at

højne niveauet af matematikforståelse og elevernes lyst til at lære et erhvervsrettet STEM-fag er derfor påtrængende.

Lærerne er helt centrale i elevernes læring, og faglig udvikling af lærere er derfor altafgørende. Der er desværre kun få forsknings- og udviklingsprojekter i Danmark, der har udforsket disse problemstillinger (Lindenskov, 2014; Lindhardt et al., 2025). Vores projekt, KLUMP, fokuserer derfor på faglig udvikling af lærere på forskellige STEM-erhvervsuddannelser. Vi har valgt et primært fokus på førsteårselever, dvs. elever på grundforløbet, da disse er nye på erhvervsuddannelsen, og der er et frafald på over 20% inden for de først 12 måneder (Danmarks Statistik, 2019). Det er derfor relevant med fokus på denne årgang.

1.2 Lærernes nuværende baggrund og uddannelse

Lærere på erhvervsskolerne har meget forskellig baggrund. Faglærere, der underviser i værkstederne, hvor håndværket læres forud for og sideløbende med at have læreplads, har som regel en håndværksmæssig eller erhvervmæssig baggrund, men kun lidt didaktisk uddannelse. Faglærerne skal inden for en 6-årig frist gennemføre en PD, pædagogisk diplomuddannelse, hvilket svarer til to år. Matematiklærere på erhvervsskoler har oftest den 4-årige Professionsbacheloruddannelse rettet mod undervisning i grundskolen, men med typisk ingen håndværkererfaring. Derfor har lærerne på erhvervsskolerne en meget forskellig baggrund.

Men hvordan kan lærerudvikling foregå med en bred sammensætning af lærere? Vi har set en potentiel styrke i Jaworskis (2005) begreb om „Learning Communities“ (LC), på dansk „læringsfællesskab“, da hver af disse typer læreres baggrund har værdi, og da lærerne kan lære af hinanden – og lære af matematikdidaktisk forskning. Et særkende for LC er, at alle medlemmer anses som lige og lærende i den professionelle diskurs og fællesskab. Gensidig respekt er essentielt, og der sker en fælles „inquiry“, dvs. undersøgelse og udforskning, som både stiller spørgsmål, er nysgerrig, afprøvende og kritisk for at finde fælles svar.

Lærernes rolle er derfor ikke kun at „modtage“ information eller ideer til undervisning fra eksperter (f.eks. forskere), hvorefter lærerne så blot implementerer og afprøver disse ideer. Lærere ses som både *vidende*, *oversættere* og *fortolkere* af den viden, de får præsenteret af forskere til den praksis, de underviser i. Den praksis har lærere central viden om, både med hensyn til eleverne, stoffet og fagområdet, og de er derfor også *opfindere* af undervisningsformer og -materiale. Det vil sige, at EUD-lærere i KLUMP, uanset baggrund, betragtes og behandles som eksperter på deres egen praksis, og med en unik indsigt i deres fagområde. På samme måde indgår forskere og konsulenter på lige fod med lærerne som sparringspartnere i processen – ikke som dommere. Dette er en underliggende værdi og præmis i projektet.

2 KLUMP-projektet

Som respons på problematikkerne om elevers vanskeligheder i matematik og diversiteten af uddannelsen af erhvervsskolelærere søgte vi Novo Nordisk Fondens call for projekter inden for styrkelse af STEM-fag på erhvervsuddannelser, september 2022. Projektets akronym er KLUMP, der står for: „Kompetenceløft af undervisere i matematik på erhvervsskoler“. Formålet med KLUMP var at finde og kommunikere svar på, hvordan matematik- og faglærere kan opnå professional udvikling gennem at samarbejde om at undervise, herunder udvikle fælles undervisningsmateriale.

KLUMP BESTOD AF ET KONSORTIUM BESTÅENDE AF:

- Aalborg Universitet
 - Aalborg Centre for Problem Based Learning in Engineering, Science and Sustainability under the auspices of UNESCO (UCPBL), ved Institut for Bæredygtighed og Planlægning
- Aarhus Universitet
 - NCUM (Nationalt Center for Udvikling af Matematikundervisning) ved DPU
- Tradium Gymnasium og Erhvervsskole
 - En campus der udbyder ungdomsuddannelserne EUD, EUX, HTX og HHX, samt har et 10. klassecenter i Randers

KLUMP fandt sted med lærere og elever fra Tradium. Vi dannede lærerpar (teams), som bestod af en faglærer på en EUD-uddannelse med et betydeligt matematikindhold sammen med denne uddannelses matematiklærer. Fem teams udformede undervisningsforløbene. Ved projektets begyndelse var der flere teams med, men praktiske årsager gjorde, at det endte med, at disse fem teams gennemførte forløbet. De konkrete 50 undervisningslektioner kan ses i appendiks.

Tømrernes matematiklærer, Frank Justesen, sad også i KLUMP-styregruppen og repræsenterede Tradium. Hvert team udvalgte relevante områder i deres undervisning og analyserede, udviklede, testede, evaluerede og forfinede lektionerne. Dette omfattede co-teaching, og derfor var lærerne i hinandens undervisningsrum (værksted versus klasseværelse), for nogle for første gang. De nye lektioner blev udviklet og afprøvet med henblik på at gøre matematik mere tilgængeligt og relevant for erhvervselever, og at skabe bro mellem matematik og håndværk.

Teamene fik feedback til videre refleksion fra konsulenter, hvor den ene (Søren Hansen) er forsker på Aalborg Universitet i kreative processer, civilingeniør og uddannet elektromekaniker, og den anden (Jette Schaarup) er EUD-lærer, læreruddannet med linjefag i matematik og fysik/kemi, cand.pæd. i matematikdidaktik og med 30 års erfaring som underviser på erhvervsuddannelser. Disse konsulenter blev udvalgt pga. deres forskellige meget relevante og komplementerende baggrunde. Konsulenterne dokumenterede projektet gennem interviews og observation af elevernes modtagelse af de nye undervisningsplaner, samt lærernes erfaring med deltagelse i LC'erne. Evalueringen bestod primært af en kombination af kvalitative interviews og observationer af elever og lærere (Kvale & Brinkmann, 2014; Robson, 2002). Analysen anvendte Bishops (1988, 2017) ramme om matematikundervisnings samspil med kultur, hvor kultur forstås bredt til at omfatte erhvervskulturer. En central idé her er, at matematik praktiseres forskelligt i forskellige kulturer.

KLUMP løb 1. august 2023 – 31. maj 2025 og blev finansieret af Novo Nordisk Fonden med 1.423.948 kr. Oprindeligt skulle KLUMP have været afsluttet ultimo december 2024, men efter ansøgning blev projektet forlænget til primært at færdiggøre undervisningsmaterialet til brug for andre EUD-lærere (se appendiks).

Overordnet forløb KLUMP i følgende „klumper“, som uddybes i efterfølgende kapitler:

EFTERÅRET 2023

- Etablering af teamene
- Afholdelse af et inspirationsseminar til lærerne den 11. september 2023
- Begynde arbejdet med udvikling af lektionerne
- Konsulenterne interviewer lærere og elever

FORÅRET 2024

- Udviklingen af de sidste lektioner, afprøve dem, evaluere dem og revidere dem
- Inspirations- og videndelingsseminar med KLUMPs Advisory Board/ Inspirationsgruppe den 3. maj 2024

EFTERÅRET 2024

- Den sidste udvikling og afprøvning af lektionerne
- Den 1. november 2024 afholdt KLUMP sin afsluttende konference, hvor erfaringer og resultater blev delt med matematik- og faglærere, udviklere af undervisningsmaterialer og forskere på EUD-området fra hele landet. Omkring 35 personer deltog

FORÅRET 2025

- Dokumentation og formidling af resultater og erfaringer



Billeder fra møde med Inspirationsgruppen og faglærere den 3. maj 2024.

STYREGRUPPEN

- Bettina Dahl Søndergaard,
KLUMP projektleder, lektor, Aalborg Universitet & NCUM
- Lena Lindenskov,
lektor emerita, Aarhus Universitet, DPU & NCUM
- Frank Justesen,
underviser, Tradium & NCUM
- Stine Kvist Jeppesen,
projektleder, Tradium
- Jette Schaarup,
konsulent i KLUMP og underviser, U/NORD Tekniske erhvervsuddannelser
- Søren Hansen,
konsulent i KLUMP og lektor, Aalborg Universitet

Gennem hele projektet blev der afholdt månedlige styregruppemøder, hvor fagkonsulent Flemming Kastbjerg deltog på de fleste. Det var meget nyttigt for projektet at inddrage Flemmings ideer og perspektiver.

INSPIRATIONSGRUPPEN / ADVISORY BOARD

- Repræsentant NCUM: Faglærer (matematik)
Lauge Sams Granerud (formand), Roskilde Tekniske Skole
- Repræsentant Netværk af erhvervsskolematematiklærere:
Lærer Frank Justesen, Tradium
- Repræsentant Børne- og Undervisningsministeriet:
Fagkonsulent Flemming Kastbjerg
- Repræsentant UCPBL: Henrik Worm Routhe, adjunkt AAU
og fhv. uddannelseschef, Tech College Aalborg
- Repræsentant LabSTEM Nord: Lykke Brogaard Bertel, lektor AAU,
leder af LabSTEM Nord-projektet
- Repræsentant Novo Nordisk-projekt: The Curve: MatLab
– fra auditorium til laboratorium-projekt: Bent Lindhardt
- Repræsentant Erasmus+ project: Common European
Numeracy Framework (CENF): Professor Kees Hoogland (online)
- Repræsentant Professionshøjskole/læreruddannelse:
Mikkel Johansen, tømrer, folkeskolelærer, cand.pæd. i matematikdidaktik.
Københavns Professionshøjskole

3 Eksisterende litteratur på området

Vi vil nu dels præsentere litteratur og undersøgelser om problemstillinger på området i afsnit 3.1, og dernæst gå ned i de specifikke didaktiske tilgange, vi benyttede os af i afsnit 3.2.

3.1 Litteratur om problemstillinger på området

Ifølge et aktuelt review (Alsina et al., 2025) om metoder i kompetenceudvikling af matematiklærere blev interessen vakt i 1980'erne (Shulman, 1987), og de første modeller om uddybninger blev udviklet i nullet (Ball et al., 2008; Rowland et al., 2005). Men det er ret nyt at sammenligne forskellige metoder for kompetenceudvikling. Learning Communities er som nævnt en grundlæggende metode i KLUMP, og den suppleres i reviewet med seks forskellige metoder, hvor visse elementer også indgår i KLUMP:

- At reflektere over undervisningspraksis (indgår i KLUMP)
- At skabe læringsmiljø (indgår i KLUMP)
- Inquiry-based learning (indgår i KLUMP)
- Instruktion af specifikt fagligt indhold (indgår i KLUMP)
- Lektionsstudier (på engelsk 'lesson studies')
- Flipped classroom

De seks metoder lægger forskellige grader af vægt på at udvikle lærernes

- Viden
- Holdninger
- Opfattelser
- Motivation
- Kreativitet
- Vision for undervisning
- Opmærksomhed (på engelsk 'noticing')

Et svensk projekt (Muhrman & Frejd, 2018) viser, at elever har store problemer med at rekontekstualisere matematikviden fra matematikundervisningen i klasseværelset til værkstedsundervisningen. I analyse af interviews med erhvervsskoleelever, bruges teorier om 'klassifikation' og 'indramning' (Bernstein, 2000) til at forklare, at udformning af aktiviteter i en selvstændig, lærerstyret matematikundervisning kan influere negativt på elevernes læring og indstilling. Det svenske projekt viser, at hvis matematikundervisning foregår i samarbejde med værkstedsfag i stedet for isoleret (ændret klassifikation), og hvis eleverne får mulighed for at påvirke indhold og udformning af matematikundervisning i stedet for ren lærerstyring (ændret indramning), så kan og vil eleverne i højere grad kunne rekontekstualisere matematikken til værkstedsfagene.

Et omfangsrigt engelsk udviklingsprojekt (Casey et al., 2006) på 16 erhvervsskoler undersøgte på 43 forskellige fagkurser betydningen af samarbejde mellem faglærere og matematiklærere. De undersøgte fagkurser dækkede bredt inden for social- og sundhedsområdet, byggeri, økonomi, business, konstruktion og frisørområdet. På nogle fagkurser var der tæt samarbejde med matematikundervisere, på andre ikke noget samarbejde.

Projektet viste betydningen af:

- at faglærere og elever oplever, at matematiklærere understøtter elevernes erhvervsmæssige ambitioner
- at matematiklærere forstår og engagerer sig i værkstedsfagene
- at faglærere forstår og engagerer sig i matematikfag som en del af deres arbejde
- at matematiklærere gerne vil udvikle deres færdigheder i relation til værkstedsfagene
- at faglærere gerne vil udvikle deres færdigheder i relation til matematikfag

Projektet gør opmærksom på, at team-samarbejde må bygge på og udbygge forståelse for 'den anden parts' område, og at begge parter må prøve at lære noget nyt, som de ikke har lært eller erfaret tidligere. Og det er mere end blot at være opmærksom på det andet område og repetere lidt derfra. Matematiklærere må udvikle forståelse for værkstedsfagene, og for hvordan matematik bliver brugt der. Til gengæld peger projektet på, at det anerkendes og værdsættes højt af eleverne, når deres matematiklærer forsøger at få mere kendskab til værkstedsfagene (Casey et al., 2006).

Samtidig med KLUMP-projektet om samarbejde mellem matematiklærere og faglærere foregik et andet Novo Nordisk fondsstøttet projekt 'The Curve' på et par danske erhvervsskoler. De to projekter supplerer hinanden, idet lærerkompetenceudviklingen i The Curve havde fokus på matematiklærerne. Udover at inddrage nogle motiverende matematikanvendelser fra værkstedsfagene i matematikundervisningen, indeholdt The Curve projektet blandt andet anvendelse af visualisering og undersøgelser i matematikundervisningen. En af de centrale anbefalinger fra The Curve er at give matematiklærere, som underviser elever på bestemte faguddannelser, mulighed for at reflektere og samarbejde sammen med matematiklærere, som underviser elever på andre faguddannelser (Lindhardt et al., 2025).

3.2 De valgte didaktiske tilgange

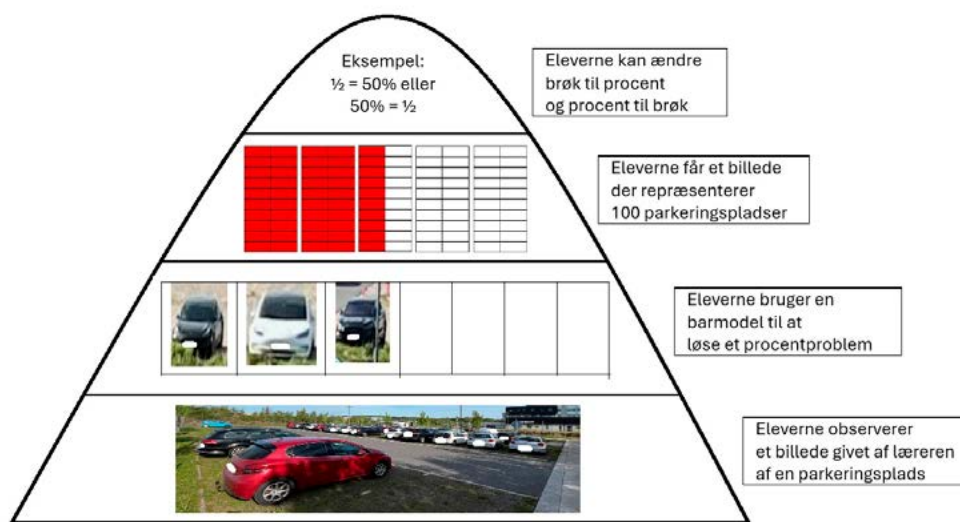
Forskere (Bettina Dahl Søndergaard & Lena Lindenskov) og konsulenter (Jette Schaarup & Søren Hansen) gav en endags workshop på Opstartseminaret den 11. september 2023 for lærerne med udvalgte principper, begreber og didaktiske rammeværk til inspiration. Disse blev der løbende refereret til i den efterfølgende facilitering af teamene.

Overordnet var principper og eksempler på undersøgelsesbaseret læring (IBL) og problembaseret læring (PBL) i baghovedet for faciliteringen. Disse undervisningsmetoder har tilfælles, at undervisningen tager udgangspunkt i en konkret problemstilling i kontekst, hvor eleverne tilegner sig matematik gennem problemløsning og modellering. IBL har det særkende, at elever her har mulighed for en undersøgende tilgang til stoffet og for at forfølge deres nysgerrighed, mens PBL i større grad handler om at løse en virkelighedsnær problemstilling. Både IBL og PBL benytter sig af problemløsning og modellering i den proces (Artigue & Blomhøj, 2013; Kolmos et al., 2004).

Begrebet „self-efficacy“ (selvmestring) (Bandura, 1997) var også et centralt begreb i, hvordan lærerne blev faciliteret. Selvmestring betyder, at en elev tror på, at vedkommende kan klare en bestemt type af udfordringer, problemstillinger eller opgaver. Når en elev tror, at vedkommende er i stand til at klare en udfordring, så vil eleven være motiveret til at gå i gang og til at overvinde eventuelle vanskeligheder undervejs. Handleerfaring har stor indflydelse på ens self-efficacy, da selv små sejre kan sætte gang i en positiv spiral – og tilsvarende med negative erfaringer. Det er

derfor essentielt at skabe situationer i undervisningen, hvor eleverne oplever, at de lykkes i forhold til konkrete udfordringer gennem brug af matematik. Self-efficacy kan hjælpe elever til at udvikle og fastholde en positiv motivation.

De to didaktiske rammeværk, der gennem projektet viste sig at være mest nyttige for lærerne i deres design af undervisningsoplæg, var for det første „emergent modelling” (EM) af Gravemeijer og Stephan (2002). I EM er fokus på fire faser af elevernes arbejde. I begyndelsen er situerethed i fokus, som f.eks. ses i nedenstående figurs nederste lag, hvor eleverne observerer billeder af biler på en parkeringsplads. Her kan elevens egne uformelle strategier til udforskning af problemstillinger komme i spil. På de næste lag i modellen kommer en stadig mere specifik reference til et matematisk emne eller begreb, hvorved det generelle, formelle og generiske kommer mere i spil, og hvor eleverne efterhånden kan arbejde med en mere specifik problemstilling. Dermed skaber modellen sammenhæng nedefra og op, fra praksis til den formelle matematik.



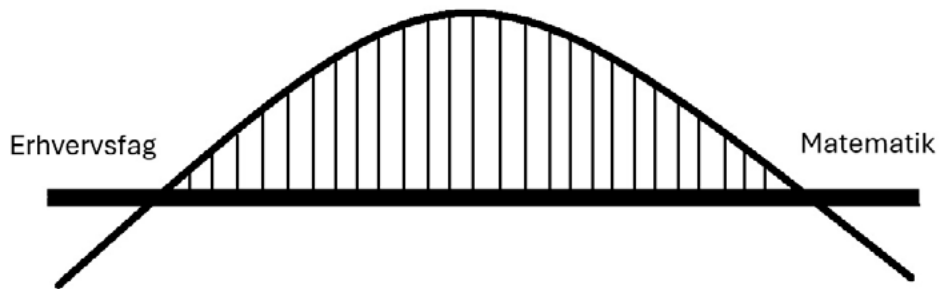
Figur 1: De fire stadier i emergent modelling, „det omvendte U”. Figur tegnet af forfatterne baseret på Granerud & Hoogland (2021).

I daglig tale blev modellen omtalt som „det omvendte U” pga. figurens buede form. Oprindeligt er modellen tænkt til at vise en proces fra nederste trin og op. Vi har dog i KLUMP udvidet modellen til at kunne skabe sammenhæng begge veje, nemlig også at skabe sammenhæng ovenfra og ned, fra formel matematik til praksis, altså en bro mellem formel matematisk viden og praktisk viden.

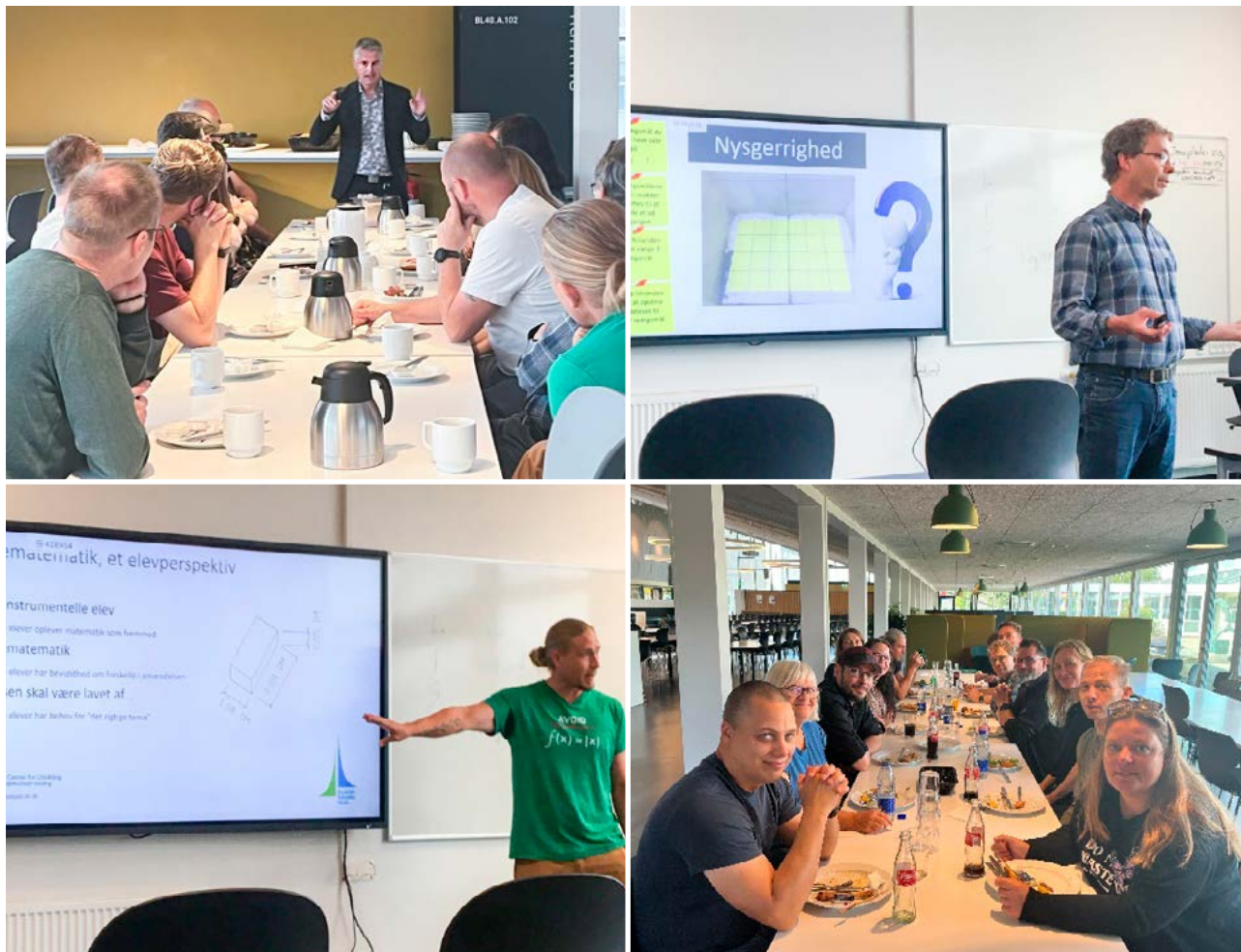
Dette leder frem til det andet didaktiske begreb, som viste sig meget brugbart i KLUMP, nemlig brometaforen. Her var vi meget inspireret af et tema fra NCUMs ekspertgruppe for erhvervsskoler. Det pågældende tema hedder: „Samspil mellem matematik og erhvervsfag” (Granerud & Hoogland, 2021). Dette tema præsenterer, hvordan man på erhvervsskolerne ofte kan bruge en brometafor til at beskrive samspillet mellem matematikken og erhvervsfaget. Man kan se en bro på tre måder:

- (1) En bro-overgang fra matematik til erhvervsfag kan her betyde, at matematikundervisningen søger at tydeliggøre, hvor elevernes matematiske færdigheder, viden og kompetencer kan overføres og anvendes i deres kommende erhverv.

- (2) En bro-overgang fra erhvervsfaget til matematikken vil være der, hvor en erhvervsfaglig praksis er udgangspunktet for etablering af forbindelse til matematikken. Autentiske erhvervsfaglige kontekster og problemer kan være motiverende for eleverne og samtidig støtte deres udvikling af matematiske færdigheder og kompetencer – i særdeleshed problemløsnings- og modelleringskompetencer. Der kan også være potentiale for dybdelæring af matematiske begreber derigennem.
- (3) Som grundlag for samarbejde på tværs af erhvervsfag, men også skolefag som matematik, fysik mm. er det en kvalitet ved brometaforen, at udvikling af problemstillinger og temaer kan bidrage til at kvalificere undervisningen i såvel matematik som erhvervsfag; dvs. man kan se broen overordnet som noget, der forbinder fag og erhvervsfag.



*Figur 2: Bro mellem matematikken og erhvervsfagligheden.
Figur tegnet af forfatterne.*



Billeder fra KLUMP baselinebesøg 28. august 2023 og KLUMP Opstartsseminar den 11. september 2023

4 Hvilke metoder har vi brugt til at undersøge dette?

Denne rapport tager afsæt i en pragmatisk tilgang, hvor formålet er at udvikle og forbedre undervisningspraksis gennem konkrete afprøvninger og evalueringer. Gennem semistrukturerede interviews og observationer indsamles empiri, der analyseres med henblik på praksisnære forbedringer. Undervisningsforløb testes og tilpasses løbende i samarbejde med undervisere og elever på Tradium i Randers. Projektet overholder GDPR og etiske retningslinjer, og informeret samtykke er indhentet. Arbejdet er forløbet over perioden 2023–2025 og har inkluderet en række møder, observationer og interviews.

4.1 Metode

Som en del af den metodiske tilgang har matematikundervisere i samarbejde med erhvervsfagsundervisere udviklet praksisnære undervisningsforløb, som efterfølgende er blevet afprøvet i undervisningen. Disse forløb er blevet evalueret på baggrund af observationer og semistrukturerede interviews, gennemført af KLUMP's konsulenter. Den iterative arbejdsform har gjort det muligt at tilpasse og forbedre forløbene løbende på baggrund af konkrete erfaringer og systematisk feedback. Konsulenternes observationer og interviewdata har samtidig givet indsigt i, hvad undervisere og elever oplever som velfungerende og motiverende undervisningselementer, hvilket har bidraget væsentligt til den videre udvikling og analyse af forløbene.

4.2 Etiske overvejelser og GDPR

Projektet blev udført under hensyntagen til gældende etiske og juridiske krav, herunder GDPR. Vi har arbejdet ud fra den etiske regel om informeret samtykke (Brinkmann & Tanggaard, 2015). Deltagerne er blevet informeret om projektets formål og har givet samtykke til deltagelse, optagelser og anvendelse af data til interne formål. Af hensyn til at undgå bias blev det fulde formål med interviewet ikke afsløret før efter interviewet, hvorefter deltagerne fik mulighed for at stille spørgsmål. Dette vurderes som nødvendigt for at bevare validiteten i deltagernes svar og samtidig opretholde en tillidsfuld relation.

Der blev givet tilladelser til videooptagelse af undervisningssekvenser og lydoptagelse af interviews. Lydoptagelserne anvendtes som primær kilde til analyse, men enkelte videofiler bortkom desværre over tid. Alle elever og undervisere er informeret forud for deltagelsen.

4.3 Afprøvning af undervisningsforløbene i praksis og feedback

Undervisningsforløbene blev afprøvet på Tradium i Randers. Efter hver afprøvning er underviseren samt en elevgruppe blevet interviewet af projektets konsulenter. På baggrund af disse interviews og observationer er forløbene blevet evalueret og justeret. Underviserne har derefter haft visse muligheder for at genafprøve forløbene med nye hold, hvilket har sikret en fleksibel og praksisnær udvikling af undervisningen. Det har været en fordel, når samme matematikunderviser har

kunnet afprøve undervisningsforløbene i beslægtede klasser dvs. inden for samme håndværksfag, hvilket har givet kontinuitet i udviklingsarbejdet og muligheden for hurtig implementering af justeringer.

TIDSLINJE FOR PROJEKTFORLØB (2023–2025)

Projektet har strakt sig over flere faser med løbende aktiviteter, møder og dataindsamling. En oversigt over centrale begivenheder er gengivet her:

2023	April: Opstartsmøde med styregruppen og konsulenter August: Interviewforberedelse og første interviews på Tradium Efterår 2023 – Forår 2024: Løbende interviews, observationer, udviklingsmøder og sparring
2024	Maj 2024: Præsentation og vidensdeling Efterår 2024 – Forår 2025: Evaluering, afslutningskonference, og opfølgende interviews
2025	Marts 2025: Materialeproduktion og afsluttende planlægningsmøder Den fulde aktivitetsoversigt dokumenterer et systematisk udviklingsforløb med løbende refleksion, tilpasning og dialog mellem undervisere, elever og projektets konsulenter

DEN FULDE MØDERÆKKE 2023-2025:

02-04-2023	Online møde med styregruppen og konsulenter
24-05-2023	Styregruppemøde med konsulenter og matematikkonsulent Flemming Kastbjerg
07-08-2023	KLUMP arbejdsmøde, online
07-08-2023	Interviewguide til lærere og elever udarbejdes af konsulenterne
24-08-2023	Formøde til interview med elever og lærere
28-08-2023	På Tradium Randers Blommevej 2 Interview af lærere og elever: – Elektrikerelever på lydfil 00:27:16 (EI-elever 28-8-2023) – Elektrikerlærer på lydfil 00:01:37 (EI-lærere 28-8-2023) – Industrioperatørlærer på lydfil 00:11:15 (IOP-lærer 28-8-2023) – Murer- og tømrerelever på lydfil 00:26:18 (Murer- & tømrerelever 28-8-2023) – Murer- og tømrerlærere på lydfil 00:34:44 (Murer- & tømrerlærere 28-8-2023) – Smedelærere på lydfil 00:41:06 (Smedelærere 28-8-2023) – Smede elever på lydfil 00:10:05 (Smedelever 28-8-2023)
31-08-2023	Onlinemøde med hele KLUMP
11-09-2023	Opstart og inspirationsseminar på Tradium Randers med underviserne og KLUMP
11-10-2023	Udviklingsmøde indkaldt af lærer på Business, Online møde med økonomilærere
24-10-2023	Udviklingsmøde Team 6 elektriker, Online
26-10-2023	Teams mødedag Team 5, sendt oplæg dagen før til gennemsyn. Team 2 aflyst på dagen, Team 3 aflyst den 26-10
07-11-2023	Styregruppemøde med konsulenter og matematikkonsulent Flemming Kastbjerg

20-11-2023	Møde med konsulent og team 3 Murer aflyst til efter nytår, Team 6 el afholdt
20-11-2023	Møde med konsulent og Team 1 Smed og Team 2 Personvognsmekaniker afholdt
05-12-2023	Styregruppen møde med konsulenter: Teammøder planlægning
30-01-2024	Styregruppemøde med konsulenter
29-02-2024	Styregruppemøde med konsulenter og fagkonsulent
29-02-2024	Planlægning af møderække og observation fra konsulenter
04-03-2024	Sparringsmøde Team murer og konsulent
11-03-2024	Sparringsmøde på tværgående tømreruddannelse og konsulenter
13-03-2024	Indslag på Teams Smed lektionsplan fra konsulent
13-03-2024	KLUMP-sparringsmøde inden afprøvning Smede og matematik og konsulent
05-04-2024	Konsulentinterview med Smedeteam
07-04-2024	Observation af smedeundervisning mails, spørgeskema til matematiklærer
08-04-2024	Styregruppemøde med konsulenter
24-04-2024	Interview med Murerteam
24-04-2024	Interview med Tømrerteam
01-05-2024	Præsentation af erfaring og vidensdeling Power Point
03-05-2024	Erfarings- og videndelingseminar på Tradium i Randers med Inspirationsgruppen i KLUMP
31-06-2024	Styringsmøde med konsulenter
02-09-2024	Mødeplan for efteråret med teams og konsulenter
11-09-2024	Sparingsmøde Team smede og konsulenter
21-10-2024	Møde i styregruppen med konsulenter
10-10-2024	Autoundervisning online + interview med underviser og elever
28-10-2024	Møde om oplæg
29-10-2024	Interview med matematik- og smedelærer + elever + observation af undervisning
30-10-2024	Interview med Murerteam + 4 murereløvere
30-10-2024	Møde om sidste planlægning af konference
01-11-2024	Afslutningskonference på Tradium
21-11-2024	Interview med tømrer hovedforløb og to elever
26-11-2024	Møde i styringsmøde med konsulenter
09-12-2024	Møde i styregruppen med konsulenter: Planlæg 2025
16-01-2025	Møde i styregruppen med konsulenter
19-02-2025	Arbejdsdag på Tradium i Randers
12-03-2025	Materialeproduktionsmøde
12-03-2025	Møde i styringsmøde med konsulenter
09-04-2025	Møde i styregruppen med konsulenter
22-04-2025	Møde i styregruppen med konsulenter
15-05-2025	Møde i styregruppen med konsulenter
19-05-2025	Møde i styregruppen med konsulenter

5 Hvordan har lærerne og eleverne erfaret KLUMP?

Fra interviewene og observationerne fremgik det, at samarbejdet mellem en matematiklærer og en faglærer var både effektivt, hyggeligt og motiverende for begge. Matematik rettet mod håndværket var centralt for eleverne, og de kunne godt lide, når matematiklæreren også underviste på værkstedet og faglæreren også underviste i matematikklassen. Matematik gav mening for eleverne, når det var relevant og interessant for dem, og når matematiksproget var forståeligt. Dette var uanset det matematiske niveau, der blev målrettet i klassen. Eleverne huskede matematikken bedre, og de blev ikke så trætte.

Brobygning fungerede både, når der blev undervist i matematik på værkstedet, og når der blev undervist i håndværk i klasseværelset. Projektet gav anledning til, at lærerne mødtes om forhold, der er relevante for deres arbejde. Det, at de to lærere på hvert hold udviklede undervisningsplaner og materialer sammen, betød, at de mødtes mere og hyppigere end ellers. Et samarbejde som dette krævede tid, overblik og ressourcer. Det er værd at bemærke, at en del af KLUMP-budgettet gik til at give frigørelse til de deltagende lærere, så de havde fået tid til at kunne udvikle undervisningsmaterialerne til KLUMP.

Nedenfor beskriver vi mere uddybende personvognsmekaniker. De konkrete undervisningsforløb kan ses i appendiks. Af pladshensyn går vi ikke direkte i dybden med alle teams, men der skal ikke antages nogen rangering af forløbene af den grund. Helt overordnet var KLUMP-holdet meget imponeret af den store opfindsomhed og engagement, som alle lærere viste gennem hele forløbet.

5.1 Eksempel: Personvognsmekaniker

Teamet her fokuserede på matematiske begreber som omkreds og håndværksudtryk som omdrejning, dækstørrelse og mikroplastik. Forløbet var planlagt for at motivere eleverne og for at gøre matematikken meningsfuld ved at bygge bro mellem på den ene side begreber og genstande i auto og på den anden side begreber og beregninger i matematik.

Udgangspunktet var to dæk – et dæk, som havde nyt mønster og et dæk, som havde samme mønster, men som var nedslidt. Dækkene var taget med ind i matematikklasseværelset, hvor eleverne kunne se dem og måle på dem, hvilket de i stor grad gjorde brug af. Læreren stod med dækket i hånden og anvendte det til at illustrere højde, diameter og omkreds. Eleverne inviteredes til at anvende dækkene som hjælp til at lave matematiske målinger og beregninger samt tjekke udregninger ved at måle efter. De havde derfor en undersøgende tilgang til forholdet mellem diameter og omkreds. Beregningerne perspektiveredes: hvad betyder mikroplast fra dækkene for mekanikeren? Hvor mange kilo mikroplast havner i naturen udelukken- de fra dæk, der slides ned. I en åben brainstorm om mikroplast, formulerede lærerne dette problem: „Hvis du nu skal regne på hvor mange kilogram dæk, hver bil taber, hvad skal du så vide?“ Eleverne deltog aktivt i løsningen af problemet. Igennem løsningsprocessen blev anvendte erhvervsfaglige og matematiske begreber og metoder introduceret/genopfrisket.



Billeder: Til venstre ses matematikundervisning af smede på værkstedet og til højre, værkstedsundervisning af personvogsmekanikere i et klasselokale.

I matematikundervisningen for personvogsmekanikere var dækkene taget med ind i klasseværelset. I andre tilfælde, f.eks. smedeundervisningen foregik matematikundervisningen i værkstedet. Der opstod flere steder nogle praktiske problemer med at have teoriundervisningen på værkstedet, da der også var andre elever til stede i lokalet samtidigt, og der derfor var en del støj. Desuden er et værksted fuld af andet materiale. Alt sammen noget, der kunne distrahere eleverne. Der manglede også siddepladser. Sidstnævnte blev løst ved at finde nogle stole. Men det rejser en problematik om, at selvom det giver god didaktisk mening at flytte teorigennemgangen ind på et værksted, så vil forstyrrelser give pædagogiske udfordringer. Nogle lærere løste dette ved at veksle den integrerede undervisning mellem værksted og klasseværelse. F.eks. murerne der var i værkstedet når de skulle se, røre og måle samt i klassen, når de skulle regne. De kunne frit gå frem og tilbage.

5.2 Opsummering af resultat

Helt generelt var eleverne glade for forløbet. Der er eksempelvis elevudsagn om, at „I har ramt hovedet på et søm“. En anden elev sagde, at „Vi bliver ikke så trætte, når vi lige går væk fra matematiklokalet og ud i værkstedet.“ Et tredje elevudsagn var, at det er nemmere at holde koncentrationen i værkstedet. En fjerde elev sammenlignede det med den normale situation, uden brobygning, hvor det ikke virker særlig godt, når de skal sidde ned og tegne på papir. På selve afslutningskonferencen den 1. november 2024 fortalte en murerlev til konferencedeltagerne, at „det har været fucking fedt“.

Matematiklæreren for murerne tilføjede, at mursten tæller mere end centicubes, dvs. at konkrete forskellige størrelser mursten, der kan komme „hands-on“ fungerer bedre pædagogisk end forskellige farvede centicubes. Læreren pointerede også fra sine erfaringer betydningen af tid: den tid man som matematiklærer har tilbragt på værkstedet, betyder meget for, om man kan føle sig hjemme.

Gennem primært en datadrevet analyse af interviews og observationer kan vi opsummere resultater som følger:

Undervisning	Samarbejde	Rammer	Elever og hold
Vi erfarede:	Lærerne sagde:	Vi erfarede:	Vi erfarede:
– Håndværksrettet matematik er det eneste rigtige – Brug af hænder gør matematik lettere – Mere motiverede end almindelig undervisning – Brobygning kan ske alle steder – Positivt for eleverne at se to lærere sammen, ping-pong mellem dem	– Samarbejde er det eneste rigtige med håndværksrettet matematik – Kræver fællesmøder og kendskab til hinandens skemaer – Kræver at ledelsen og skemaplanlægge-re er med – Ville være nyttigt med fælles lærerværelse – Udvikle et fælles sprog – Vi har respekt for hinanden områder	– Værkstedet giver mere differentieret undervisning – Teorilokalet giver en fælles præsentation for alle elever på samme tid – Vanskeligt at få adgang til værksteder som matematiklærer uden et håndværks-fag	– Matematikindholdet skal give mening og være relevant for eleverne – Foretrækker hold med kun et fag, ikke mixed – Foretrækker undervisning med samme niveau på et hold – Godt hvis matematikhold er sammen med erhvervsfaget



Billeder fra KLUMPs Afslutningskonference den 1. november 2024.

6 Drøftelse af sammenhæng mellem matematik og erhvervsfag

KLUMP fandt, at en øget sammenhæng mellem erhvervsskolernes matematikundervisning og håndværksfag øger motivationen. Ovenfor diskuterede vi frafald fra erhvervsuddannelserne. Vi vil argumentere for, at øget motivation sandsynligvis vil bidrage til at reducere frafald, men frafald er ikke noget KLUMP har studeret direkte. Dette ville kræve et længere projekt og andre tilgange. Forskning, generelt, peger dog på en klar sammenhæng mellem selvtillid og motivation. Når eleverne har tillid til deres evner til at løse specifikke opgaver, øges deres motivation for at starte på opgaven og deres evne til at løse udfordringerne undervejs. Her spiller de gode erfaringer en vigtig rolle, da selv små sejre kan sætte gang i en positiv spiral. Det er derfor vigtigt at skabe situationer i undervisningen, hvor eleverne oplever, at de lykkes i forhold til konkrete udfordringer, som de løser ved hjælp af matematik. I den sammenhæng kan KLUMP pege på, at de nye undervisningsforløb, som skabte bro mellem erhvervsfag og matematik, var mere motiverende end den almindelige undervisning. Det var også betydningsfuldt for eleverne at se de to lærere sammen, og se dem bakke op om hinanden. Vi har derfor en formodning om, at tiltag som KLUMP vil kunne være gavnlige, også til at forhindre frafald.

Et væsentligt mål med projektet har været at give lærere på erhvervsskoler inspiration fra forskellige didaktiske teorier til at udvikle deres undervisning ved at de fælles udviklede undervisningsplaner med problemstillinger, der skaber bro mellem matematik og erhvervsfaget.

Forholdet mellem matematik og erhvervsfag blev drøftet på KLUMPs afslutningskonference, hvorfra vi vil medtage nogle af deltagernes betragter. For eksempel så Lars Michael Madsen, CEO på Tradium, potentialer i en efterfølgende spredning til andre (erhvervs)uddannelsessteder af KLUMP-tilgangen. Der er potentialer til, at matematikken vil kunne blive oplevet af flere elever som noget andet end blot strabadserende med alene det formål at klare eksamen. På det politiske niveau åbner etablering af EPX fra 2030 op for, at der på EUD-lærerværelset kan komme et mix af lærerfagligheder. Madsen formulerede det på den måde, at for at kunne lave en ny uddannelse, må man have nye mix af lærerfagligheder. Udover at Madsen fremhævede relevansen af KLUMP for erhvervsuddannelserne, inddrog han også en relevans for forarbejdet til EPX'en. F.eks. vil udskolingslærere i folkeskolen kunne få mulighed for at se deres faglighed på nye måder ved at samarbejde med erhvervsskolelærere.

Projekt KLUMP viste lærerne, der havde fået tid til at planlægge en ny form for undervisning, prøve af og bringe videre til nye afprøvnings, som de selv eller andre lærere kan gennemføre. Ligeledes er det en positiv lære, at man må have en person som koordinerer i systemet. Her havde projektet stor hjælp fra Stine Kvist Jeppesen til koordinering af møder, skema osv. Det er en lære, at det fysiske rum og dets konkrete indretning har betydning. F.eks. havde det betydning, at der i en afprøvning nr. 2 blev sat stole til eleverne op i værkstedet. Det er også et positivt resultat, at teamene har anvendt forskellige tilgange, og at alle tilgange har virket godt. Man behøver således ikke vælge imellem (1) om matematik skal ind i værkstedet, (2) om erhvervet skal ind i matematik-lokalet eller (3) om man kan bruge begge veje.

KLUMP viser også, at lærerne bliver motiverede af at bruge tid sammen fagligt med andre lærere og med at dele erfaringer, samt at lærerne bliver motiverede af, at

de får øje på mere matematik i erhvervet. Der sker noget, når dygtige lærere mødes. Men hvad sker der, når der ikke (længere) er et projekt, der sætter rammer, som muliggør didaktikken? Risikoen er stor for, at der ingenting sker. Rammesætningen er betydningsfuld, og det har betydning – måske nødvendig betydning – at der 'tænkes systemisk', f.eks. ved at der fra skolens side på det praktiske plan bliver skemalagt møder mellem lærerne, bl.a. imellem de to partnerlærere.

Af negative resultater fra KLUMP kan nævnes, at det har vanskeliggjort KLUMP's intention om samarbejde, når der på et matematikhold var elever med forskellige håndværk og forskellige niveauer – specielt at der var forskellige håndværk repræsenteret, gjorde det vanskeligt at indfri intentionen.

Generelt sagde eleverne, at for at undervisningen bliver optimal for dem:

- Så skal de som elever motiveres, for ellers kan de ikke engagere sig
- Og så skal matematikken „være hands-on“, for så „glider det lettere ned“

Det var bogstaveligt netop 'hands-on', da nogle af smedeeleverne satte hånden rundt om cylinderen for at få et cirka-mål for diameteren, og da de brugte en snor til omkredsen.

7 Konklusion

De fem teams valgte forskellige tilgange til samarbejde, som alle så ud til at virke godt. Det betyder, at man ikke behøver at vælge mellem (1) om matematik skal komme ind på værkstedet, eller (2) håndværket skal komme ind i matematikklassen. KLUMP viser også, at lærere motiveres af at bruge tid sammen fagligt med andre lærere og dele erfaringer, og at lærere motiveres af at få øje på mere matematik i faget.

Eleverne støttede det, der skete i KLUMP, da det skabte mening med matematik. Matematik skal give mening, og det skal være relevant. Det er essentielt, at eleverne får mulighed for at eksperimentere og undersøge konkrete problemstillinger. Det giver dem mulighed for at opbygge deres egne forståelser af, hvordan matematik kan anvendes i deres erhvervsfag.

Motivationen fremmes, når eleverne opdager, at de bruger matematikkundskaber til at finde løsninger og strømline deres håndværk. Det er væsentligt at skabe situationer i undervisningen, hvor eleverne oplever, at de har succes. Dette skaber læring og hjælper elevernes self-efficacy. Trivsel og tryghed er også nødvendig for, at lærerne kan indgå i et samarbejde, hvor lærere åbner deres klasseværelser/værksteder for hinanden, og de går ind i ukendt territorium.

Lærerne støttede KLUMP, men de var udfordret af vanskeligheden ved at finde mødetidspunkter. Både skemalægning med fælles tid, fælles lærerværelse og en stabil medarbejderstab gennem hele projektforløbet har betydning. Det er derfor nødvendigt at have et systemperspektiv på lærerudvikling. Uden den praktiske opbakning fra administrationen i forhold til præcis planlægning af, hvornår lærerne kunne mødes, herunder egentlig frigivelse fra undervisning/tid til at lave udviklingen, ville det ikke være muligt. Der skal også være konsulenter til at inspirere og skubbe projektet frem. Også systemets værdisætning af lærerudvikling har betydning: Hvis lærerudviklingsprojekt 'ikke tæller' i skolens regnskab på linje med afholdte undervisningstimer, så vil vikardækning ved en kollegas sygdom altid blive prioriteret over projektmøder.

KLUMP fandt ud af, at rammeværktøjerne var nemme at bruge for lærerne: både en „bro mellem matematik og håndværk“ og „emergent modellering (det omvendte U)“. Men bro-metaphoren kan også diskuteres. Hvad er fordelene og ulemperne ved metaforen? En fordel ved metaforen er, at den fokuserer på, at matematik og erhvervsfag kan og bør mødes, samt at de kan mødes mange steder på broen, også i enderne. Det kan være en ulempe ved metaforen, at den lader de to steder 'matematik' og 'håndværk' stå urørt, og at selve broen forbliver på samme niveau. For som påpeget af EUD-matematiklærer og cand.pæd. Jette Vind på KLUMPs afslutningskonference, så sker der faktisk noget i forståelsen af begge enderne, når man har samarbejdet med hinanden. Måske kan man sige det på den måde, at når man har 'hævet' lærernes kompetencer, så 'hæves' hele broen opad. Dette kan understøttes af Scardamalia og Bereiter (2021).

Brometaforen kan også anvendes som metafor for den fælles faglighed som opstår, når lærere fra forskellig side af broen mødes og sammen udvikler nye undervisningsforløb. Broen renoveres/udbygges undervejs, og er en anden efter forløbet. Der tales i denne tid en del om begrebet 'praksisfaglighed', som også kunne benytte brometaforen. Faglighed om håndværket, integreret med det matematiske overblik og kunnen, og ikke som to separate størrelser, er det som KLUMP har haft fokus på, og som vi foreslår bliver en del af definitionen på praksisfaglighed.

At lære matematik er meget mere end kognitivt, og mere end at lære at manipulere symboler, som beskrevet af Bishop (1988, 2017). At lære matematik er at blive indkultureret, dvs. gennem brede læreprocesser at blive en del af en kultur omkring matematik med specifikke normer og ansvar. Bishop anerkendte mange forskellige matematikkulturer rundt om i verden, men opdagede et fælles grundlag i seks grundlæggende matematiske aktiviteter, som er at tælle, lokalisere, måle, designe, spille og forklare. Bishop så moderne symbolsk matematik som et redskab til at formidle erfaringer fra sådanne grundlæggende aktiviteter. I KLUMP finder vi, at Bishops ideer passer godt til erhvervsuddannelserne, fordi håndværket er fyldt med grundlæggende matematiske aktiviteter, og fordi matematik handler om moderne symbolske repræsentationer og kommunikation.

Vi erfarede også, at et systemperspektiv er essentielt. En ændring er ikke bæredygtig eller mulig, hvis man kun skruer på en parameter. Hele skolen skal tænkes ind i det, dvs. både: inspiration til lærerne, lade det være lærerdrevet, understøtte processen med konsulenter udefra (i al fald i begyndelsen), skemalægning skal gøre møder mellem lærere praktisk muligt – også når lærere opholder sig i bygninger forskellige steder i byen, ledelsen skal bakke op – også i praksis med synlighed (hvilket vi i stor grad oplevede på Tradium).

Omvendt fandt vi også ud af, paradoksalt nok, at der rent faktisk ikke skal så meget til, før man kan ændre noget. KLUMP-projektet var ikke et stort projekt hverken økonomisk eller i sin tidsramme. Trods det har KLUMP sat sig spor, som vi håber og forventer lever, lang tid efter KLUMP er afsluttet.

Vi har tre overordnede anbefalinger:

- Skab plads i kalenderen til at lærere kan mødes
- Tolærersystem er lidt dyrt, men det kan være for dyrt at gøre ting for billigt
- Vær sikker på at ledelsen støtter op



Billeder fra KLUMP afslutningsdag den 30. april 2025, med frokost og diplomer til deltagende lærere.

Litteraturliste

- Alsina, A., Pincheira, N., & Franco, J. (2025). Mathematics teachers' professional development: A systematic review of training methods. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3).
- Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 797–810.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control, and identity: theory, research, critique* (Revised ed.). New York: Rowman & Littlefield.
- Bishop, A. (1988). The Interactions of Mathematics Education with Culture. *Cultural Dynamics*, 1(2), 145–157.
- Bishop, A. (2017). Elementary Mathematicians from Advanced Standpoints: A Cultural Perspective on Mathematics Education. I: Kaiser, G. (Red.), *Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education* (pp. 165–176). ICME-13 Monographs. Springer.
- Bjerril, S., & Fahrendorff, R. (2024). Eksamen: Danske elever er gået markant tilbage i matematik og dansk. <https://www.folkeskolen.dk/afgangsprover-dansk-matematik/eksamen-danske-elever-er-gaet-markant-tilbage-i-matematik-og-dansk/4781630>
- Brinkmann, S., & Tanggaard, L. (Red.) (2015). *Kvalitative metoder: En grundbog*. (2. udg.) Hans Reitzels Forlag.
- Casey, H. et al. (2006). "You wouldn't expect a maths teacher to teach plastering..." – *Embedding literacy, language and numeracy in post-16 vocational programmes – the impact on learning and achievement*. National Research and Development Centre, Institute of Education, London University.
- Christensen, V. T., Beuchert, L., & Rasmussen, D. (2023). *PISA 2022 – Hovedrapport*. VIVE: Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/int/231204-pisa-2022-hovedrapport-pdf-ua.pdf>
- DA Analyse (2023). Antallet af faglærte vil falde med 150.000 frem mod 2035. Dansk Arbejdsgiverforening, DA. <https://www.da.dk/politik-og-analyser/beskaeftigelse/2023/antallet-af-faglaerte-vil-falde-med-150.000-frem-mod-2035/>
- Dahl, B., Lindenskov, L., Justesen, F., Hansen, S., Schaarup, J., Granerud, L. S., Johansen, M., & Lindhardt, B. (2024/5 – Accepteret/In press). Creating bridges: Mathematics teachers and teachers of the craft at vocational schools collaborate on developing teaching material. I *Proceedings of the 31st Annual Conference for Adults Learning Mathematics (ALM)*.
- Danmarks Statistik (2019). *Erhvervsuddannelser i Danmark 2019*. Danmarks Statistik.
- Egmont Rapporten (2023). *Regn med os: Bedre hjælp til børn og unge i matematik-vanskeligheder*. Egmont Fonden.
- EVA (2023). *Viden om frafald og trivsel på erhvervsuddannelserne*. EVA: Danmarks Evalueringsinstitut.
- Granerud, L. S., & Hoogland, K. (2021). Samspil mellem matematik og erhvervsfag <https://matematikdidaktik.dk/tema/samspil-mellem-matematik-og-erhvervsfag>. NCUM.

- Gravemeijer, K., & Stephan, M. (2002). Emergent models as an instructional design heuristic. In K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Oers, & L. Verschafel (Red.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 145–169). Springer.
- Hetmar, V., Allerup, P. N., & Torre, A. (2012). *LEKS-longitudinal: En undersøgelse af uddannelsesforløb for unge, der i 2007 gik ud af 9. klasse i de københavnske folkeskoler*. Institut for Uddannelse og Pædagogik, Aarhus Universitet.
https://pure.au.dk/ws/portalfiles/portal/51868035/LEKS_2012.pdf
- Hvidtfeldt, C., & Tranæs, T. (2013). *Folkeskolekarakterer og succes på erhvervsuddannelserne*. Rockwool Fondens Forskningsenhed og Syddansk Universitetsforlag. Arbejdsrapport 29.
- Jaworski, B. (2005). Learning communities in mathematics: Creating an inquiry community between teachers and didacticians. *Research in Mathematics Education*, 7(1), 101–119.
- Kjeldsen, C. C., Kristensen, R. M., Christensen, J. H., & Gonzalez, C. D. V. (2024). Matematik og natur/teknologi i 4. klasse: Resultater af TIMSS-undersøgelsen 2023. Aarhus Universitetsforlag.
- Kolmos, A., Fink, F. K., & Krogh, L. (2004). The Aalborg Model: Problem-Based and Project-Organised Learning. I (Red.) A. Kolmos, F. K. Fink, & L. Krogh, *The Aalborg PBL model: Progress, Diversity and Challenges* (pp. 9–18). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2014). *InterViews Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*. Sage.
- Lindenskov, L. (2014). *Forsøgsundervisning i matematik på Svendborg Erhvervsskole: tal og matematikproblemer som en udfordring på uddannelserne*. DPU, Aarhus University Press.
- Lindhardt, B., et al. (2025). *The Curve – hvor matematik og håndværk mødes*.
<https://thecurve.nu/>
- Muhrman, K., & Frejd, P. (2018). Elevers erfaringer kring ett projekt om matematik med yrkesinriktning. *Proceedings of Madif 11, The eleventh research seminar of the Swedish Society for Research in Mathematics Education, Karlstad*.
- Robson, C. (2002). *Real World Research*. Oxford: Blackwell.
- Rowland, T., Huckstep, P., & Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255–281.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2021). Knowledge Building: Advancing the State of Community Knowledge. I: Cress, U., Rosé, C., Wise, A.F., Oshima, J. (Red.) *International Handbook of Computer-Supported Collaborative Learning*. Computer-Supported Collaborative Learning Series, vol 19. Springer, Cham.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

Kompetenceløft af undervisere i matematik på erhvervsskoler

**Kompetenceløft af undervisere
i matematik på erhvervsskoler**

Copyright forfattere og lærere, 2025

Redaktion: Forfatterne

Design og dtp: Creative United

Forord

Projekt „KLUMP” er et samarbejde mellem Aalborg Universitet (AAU), Nationalt Center for Udvikling af Matematikundervisning (NCUM) og Tradium, en erhvervsskole i Randers. KLUMP står for „Kompetenceløft af undervisere i matematik på erhvervsskoler”. Vi udviklede og afprøvede forskellige tilgange til undervisningen mellem det faglige fag og matematikken. Med andre ord – en brobygning mellem faglærer og matematiklærer.

Denne samling af undervisningsforløb fra KLUMP præsenterer de forskellige undervisningsforløb, som er blev udviklet og afprøvet i forbindelse med projektets gennemførelse på Tradium.

Der er eksempler fra murer- (8), tømrer- (24), smede- (8), elektriker- (5) og personvognsmekanikeruddannelserne (5). I parentes har vi angivet ca. antal lektioner for hver uddannelse. I alt 50 lektioner.

Eksemplerne viser, hvordan teams bestående af matematikunderviser og værkstedsundervisere har arbejdet sammen om områder fra bekendtgørelsen. Eksemplerne på undervisningsforløbene bliver præsenteret her i redigeret form og har fået følgende struktur: Intro, undervisningsplan, tilhørende opgaver til undervisningsplanen (forløb), samt en evaluering/perspektivering på resultater, gode ideer og overvejelser for fremtidige forløb.

Fotos er taget af forskellige deltagere i projektet.

Vi har et håb om, at undervisningsforløbene vil give inspiration til brobygning mellem matematik og de faglige uddannelser på erhvervsskolerne.

Stor tak til Novo Nordisk Fonden for finansiering af projektet.

Vi vil ønske alle god læselyst.

Venlig hilsen

- Frank Justesen, Tradium & NCUM
- Stine Kvist Jeppesen, Tradium
- Lena Lindenskov, DPU/Aarhus Universitet & NCUM
- Jette Schaarup, U/NORD Hillerød
- Søren Hansen, Aalborg Universitet
- Bettina Dahl Søndergaard, Aalborg Universitet & NCUM

Stor tak til deltagende lærere, som har udviklet forløbene:

TØMRER:

- Frank Justesen (matematiklærer)
- Ronnie Gjedsted Bundgaard (tømrerfaglærer)
- Jesper Jensen (tømrerfaglærer)

MURER:

- Vibeke Dam Lind (matematiklærer)
- Heine Højgaard Hansen (murerfaglærer)
- Lars Holger Larsen (murerfaglærer)

SMED:

- Jens Taasti Kejser (matematiklærer)
- Thomas Vernersten Zylinski (smedefaglærer)
- Henrik Thomasen (smedefaglærer)

ELEKTRIKER:

- David Søndergaard Jensen (matematiklærer og faglærer på elektrikeruddannelsen)

PERSONVOGNSMEKANIKER:

- Victor Karred Steffensen (matematiklærer)
- Gert Kejser (faglærer og fysiklærer på personvogsmekanikeruddannelsen)

Indhold

MURER – 8 LEKTIONER	35
GF: Et hus	36
GF: Vinkelmur	43
TØMRER – 24 LEKTIONER	49
GF: Matematiske metoder: 3-4-5 kanten; Radius og grademåler; Brøgstokken	50
HF: Matematisk opsnøring	58
GF: Tømrervirksomhed	62
SMEDE – 8 LEKTIONER	67
GF: Valsning	68
ELEKTRIKER – 5 LEKTIONER	77
GF: Lineære sammenhænge	78
PERSONVOGNSMEKANIKER – 5 LEKTIONER	89
GF: Dæk og mikroplast	90

GF: Grundforløb

HF: Hovedforløb

Murer



Et hus = Murerfaget + Matematikfaget

Titel på undervisningsforløbet:

Murerarbejde til et husbyggeri

Undervisningsforløbet er afprøvet på:

GF2 murer elever på Tradium i Randers

Tema:

Brobygning mellem matematikfag og murerfag

Anbefalet varighed i lektioner:

4

Beskrivelse til læreren:

Matematiklærer og murerlærer planlagde undervisningsforløbet i fællesskab for at motivere eleverne og gøre matematikken meningsfuld ved at bygge bro angående mureropgaver om opførsel af et nyt hus. Udgangspunktet er en opstillet model i mursten af et hus i passende målestoksforhold i murerhallen samt tegninger til et badeværelse. I en elevopgave inddrager eleverne murer teori og matematik teori til materialeberegning, opstilling af skema over tidsforbrug samt økonomisk tilbud.

Faglige emner:

Stenforbrug, opmuring, grovpuds, fugning, mørtel, vægfliser, klinker, lim, fugemasse, multiplade, brusevinge, beton. Antal, længde, areal, rumfang, m^2 , m^3 , målestoksforhold, mål på vægge og gulv, mål på vægfliser, gulvklinker og multiplade, beregninger af materialer og økonomi.

Formelle mål:

- GF2 murer og Fagbilag for matematik niveau F – kernestof matematik Tradium
- Bekendtgørelse om grundfag, erhvervsfag, erhvervsrettet andetsprogsdansk og kombinationsfag i erhvervsuddannelserne og om adgangskurser til erhvervsuddannelserne

Læringsmål:

Eleverne skal have viden om murerfaglige og matematiske begreber. Eleverne skal anvende begreberne i en situation, der har lighedspunkter med autentisk murerfaglig praktisk sammenhæng.

Indhold:

- Planlægning af murerarbejde, inklusive materialelære og materialeberegning.
- Metoder og undervisningsprincipper i forløbet:

Hvilke undervisningsprincipper og metoder arbejdes der med i læringsaktiviteten?

- Introduktion til dagens opgave fra de to lærere
- Dialogisk undervisning
- Forestillinger om praksis, fx om hvad en kunde gerne vil have lavet
- Åbne opgaver, fx om indretning af badeværelse
- Opgaveløsning på holdet og i grupper med to eller tre elever i hver gruppe
- Fremlæggelser

Lærernes rolle:

- Vise at de interesserer sig for hinandens fag og for at bygge bro mellem teori og praksis og mellem matematik og håndværksfag.
- Gå i ping-pong med hinanden og med eleverne.
- Gøre undervisningen praksisnær.

Undervisningsrum:

Læg mærke til: Undervisningen foregår både i murerhallen og i matematiklokalet

Undervisningen foregår dels i murerhallen, hvor der er opstillet et hus i passende målestoksforhold, dels i matematiklokalet. Eleverne har mulighed for at gå frem og tilbage mellem de to steder, og det er eleverne meget glade for. Matematiklokalet giver bedst mulighed for at koncentrere sig om matematikken, men det hjælper også på koncentrationen om matematik i murerhallen at tage stole og tavle/flipover med ud i hallen.

Undervisningsplan for et hus

Inden forløbet starter:

I murerhallen er der opstillet af hus i mursten i passende målestoksforhold.

Eleverne har udarbejdet en elevopgave med inddragelse af murer-teori.

Introduktion:

I skal forestille jer, at 'huset', der er opstillet i murerhallen, er en model af et hus, som en kunde gerne vil have lavet. Mester har bedt jer lave både de nødvendige tegninger og materialeberegninger på huset, så kunden kan få et estimat over tidsforbrug og økonomi.

I skal altså både lave:

- Tegning af huset med passende inddeling
- Materiale beregninger
- Skema over tidsforbrug
- Økonomisk tilbud til kunden i Excel

Huset er i målestoksforhold 1:4

Beregningsopgave om materialeforbrug til husets ydermure består af 4 beregninger:

1 BEREGNING AF STENFORBRUG

Antal m²:

.....

Antal sten:

.....

2 BEREGNING AF MØRTELFORBRUG

Opmuring:

.....

Grovpuds:

.....

Fugning:

.....

Mørtelforbrug i alt:

.....

3 BEREGNING AF BETONFORBRUG TIL GULV

Antal m³:

.....

4 BEREGNING AF FLISER, KLINKER MV.

Vægfliser:

.....

Klinker:

.....

Lim:

.....

Fugemasse, fliser:

.....

Fugemasse, klinker:

.....

**Udfyldning af skema om arbejdsopgaver på ydermure
(NB: Nedenstående skema kan gøres længere efter behov):**

ARBEJDSOPGAVE	TID

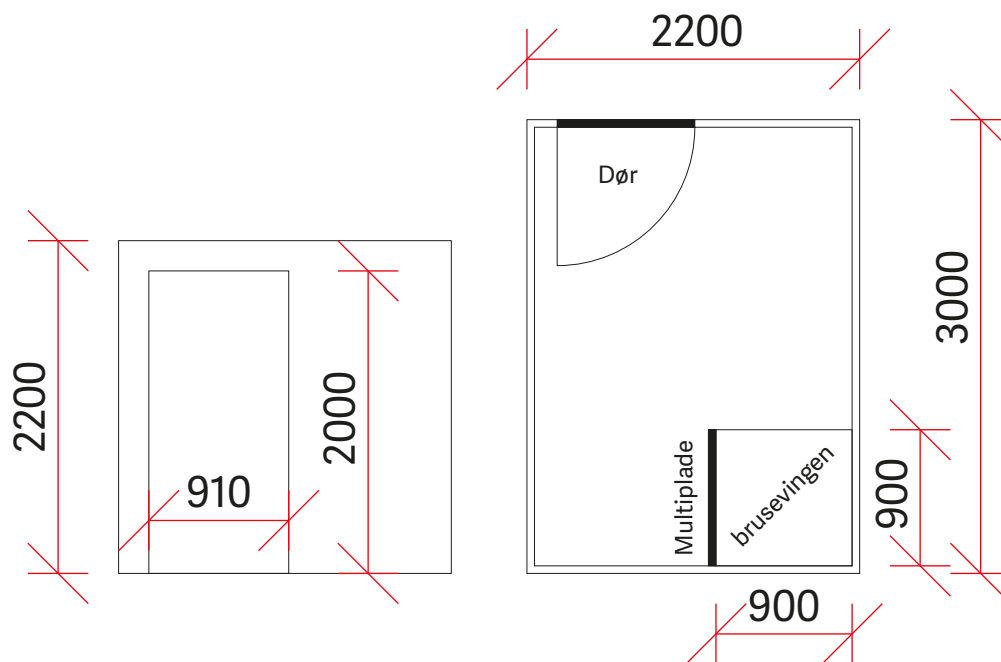
Planlægningopgave om et badeværelse i huset

Kunden ønsker samtidig et fint badeværelse i sit hus.

Målene på badeværelset er som nedenfor, så I skal beregne materialeforbruget til dette og lave en samlet pris til kunden.

Kunden ønsker vægfliser 150 × 150 mm. og gulvklinker 200 × 200 mm.

Der skal bruges multiplade til brusevingen, de er 600 × 400 × 10 mm.



I skal altså finde ud af:

- Hvor mange sten skal der bruges?
- Hvor meget mørtel skal der bruges til opmuring og pudsning, pudsning er 12 mm.?
- Hvor mange vægfliser og gulvklinter skal der bruges?
- Hvor meget lim og fuge skal der bruges?
- Hvor mange multiplader skal der bruges?
- Hvor meget beton skal der bruges, der skal være 100 mm.?

Husk også at badeværelset skal have en dør, en vask mm.

Materialeforbrug med fire beregninger

På samme måde som før skal I lave:

- Materialeberegninger
- Skema over tidsforbrug
- Økonomisk tilbud til kunden i Excel

1 BEREGNING AF STENFORBRUG

Antal m²:

.....

Antal sten:

.....

2 BEREGNING AF MØRTELFORBRUG

Opmuring:

.....

Grovpuds:

.....

Fugning:

.....

Mørtelforbrug i alt:

.....

3 BEREGNING AF BETONFORBRUG TIL GULV

Antal m³:

.....

4 BEREGNING AF FLISER, KLINKER MV.

Vægfliser:

.....

Klinker:

.....

Lim:

.....

Fugemasse, fliser:

.....

Fugemasse, klinker:

.....

ARBEJDSOPGAVE	TID

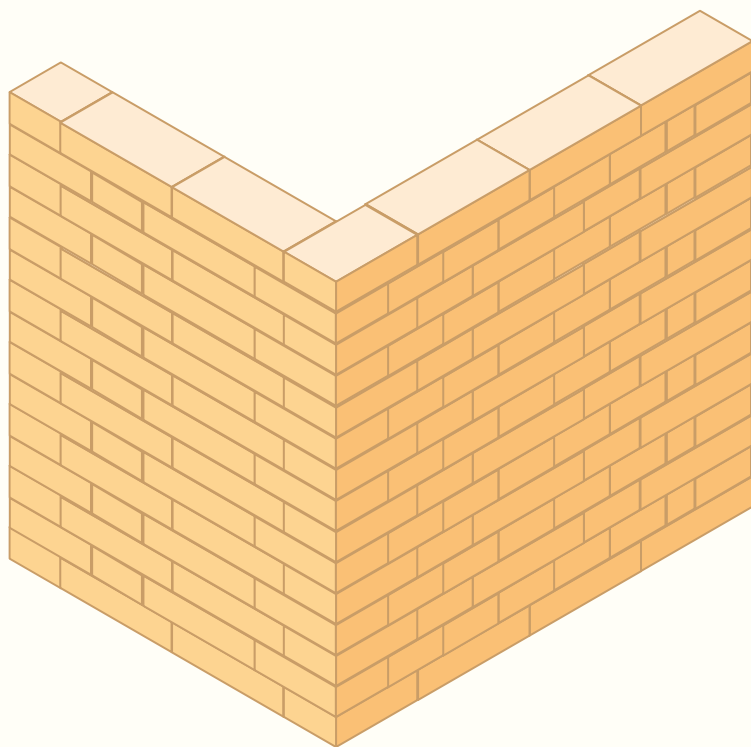
Evaluering af afprøvningen og tips til andre, der vil bruge (dele af) materialet:

Der deltog to grupper med hver to elever og en gruppe med tre elever i afprøvningen.

Fra interview med eleverne efter afprøvningen fremgik det, at de generelt set ikke havde været glade for deres matematikundervisning. „matematikundervisning på sin r.. er kedeligt og svært for nogen“.

Derimod var eleverne glade for den type undervisning, der var i KLUMP-projektet. Eleverne sagde, at de gerne ville have, at undervisningen altid var på denne måde, hvor undervisningen kombineres mellem matematiklokale og murerhal. Eleverne var også glade for at arbejde i grupper. Det virkede bedre, sagde de, var sjovere og var som at gå på arbejde. Som en elev sagde om to-lærerundervisningen: „I har ramt hovedet på sømmet“.

Vinkelmur = Murerfaget + Matematikfaget



Lærer: Det var godt begge lærere var med i murerhallen, for eleverne havde brug for os begge to.

Titel på undervisningsforløbet:

Materialer til vinkelmur:

Hvilke materialer skal bruges? Hvor meget skal Byggemarkedet have for materialerne?
Hvordan får vi materialerne hjem på en trailer?

Undervisningsforløbet er afprøvet på:

Mureruddannelsens G2 forløb på Tradium

Tema:

Brobygning mellem matematikfag og murerfag

Anbefalet varighed i lektioner:

4

Beskrivelse til læreren:

Matematiklærer og murerlærer motiverer eleverne og gør matematikken meningsfuld ved at bygge bro i autentiske, praktiske mureropgaver om opmåling af vinkelmur, indkøb af materialer samt materialeprisberegning.

FAGLIGE EMNER:

- Halvstens-, helstens- og hulmur, måling, areal, hele tal, hele sten, trekvarte sten, halve sten, kvarte sten, spild, trailer, paller.
- Pris pr. stk, rabatsystem med procenter, moms, teknik til momsberegninger, skitsetegning, vægt, rumfang, samt (i en ekstraopgave) massefylde.

Formelle mål:

Mureruddannelsens G2 forløb.

Læringsmål:

Eleverne skal have viden om murerfaglige og matematiske begreber. Eleverne skal anvende begreberne i en praktisk sammenhæng.

Indhold:

Planlægning af murerarbejde, inklusive materialelære samt indkøb og transport af materialer.

Metoder og undervisningsprincipper i forløbet:

Hvilke undervisningsprincipper og metoder arbejdes der med i læringsaktiviteten?

- Introduktion til dagens opgave fra de to lærere
- Dialogisk undervisning
- Genopfriskning af murerfaglige begreber
- Opgaveløsning på holdet og i små grupper

Lærernes rolle:

- Vise at de interesserer sig for hinandens fag og for at bygge bro mellem teori og praksis og mellem matematik og håndværksfag.
- Gå i ping-pong med hinanden og med eleverne.
- Gøre undervisningen praksisnær.

Undervisningsrum:

Undervisningen foregår i murerhallen, hvor der er opstillet en muret vinkelmur. Desuden forestillede lærere og elever sig, at de var i et Byggemarked, og at de havde taget en trailer med fra Tadium.

Differentiering:

Der er en ekstraopgave om massefylde.

Læg mærke til:

Der er mange matematikbegreber og mange murerbegreber i spil.

Undervisningsplan for vinkelmur

- Introduktion til projektet
- Introduktion til dagens opgave
- Materiale beregning – vinkelmur

Allerførst kigger vi på materialeberegningen.

BEREGNING AF STENFORBRUG

Antal m²: _____ m²

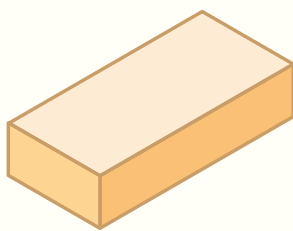
Antal sten: _____ stk.

MURSTEN

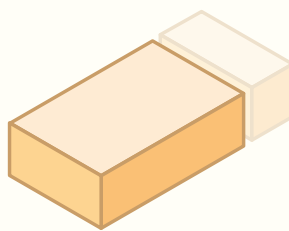
Halvstensmur: 65 mursten pr. m²
Helstensmur: 130 mursten pr. m²
Hulmur: 130 mursten pr. m²

Vi vil i fællesskab beregne, hvor mange sten der skal indkøbes til vores vinkelmur ud fra de ovenstående informationer, som vi har fået i teori. Herunder husker vi, at vi altid arbejder med forbrug af hele sten, så altså ingen decimaltal!

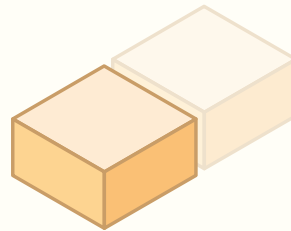
Efter dette gentager vi de forskellige navne for murstenens størrelse:



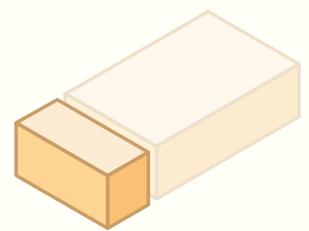
Hel
228 × 108 × 54 mm



Trekvart
168 × 108 × 54 mm



Halv
108 × 108 × 54 mm



Kvart (petring)
48 × 108 × 54 mm

Eleverne skal herefter finde ud af det virkelige forbrug til deres mur ud fra deres arbejde i murerhallen.

- Hele sten
- Trekvarte sten
- Halve sten
- Kvarte sten

Vi snakker herefter om, om tallene passer, samt om spild – og om procentregning.

Procentregningen fører os over i næste opgave, hvor vi skal snakke om indkøbspriser, rabatter og moms.

Indkøb af materialer

Forestil jer, at Byggemarkedet som I køber murstenene hos, tager 6 kr. stk. for en rød mursten.

HVAD KOSTER MURSTENENE TIL VINKELMUREN?

Byggemarkedet har dog et rabatsystem, der gør, at man får rabat, hvis man køber mere end 50 sten.

HVAD KOSTER MURSTENENE EFTER RABAT?

Over 50 sten	10% rabat på hele prisen
Over 100 sten	15% rabat på hele prisen
Over 150 sten	20% rabat på hele prisen

Prisen på mursten er uden moms.

Moms i Danmark er 25%, som lægges oven i prisen uden moms.

HVAD BLIVER PRISEN PÅ MURSTENENE MED MOMS?

Vægt og fragt af materialer – 'trailer begrænsning'

I vælger, at I selv fragter stenene fra byggemarkedet til byggepladsen. Tradium har en trailer med følgende mærkning på:



Eftersom I kender målene på stenene, kan I prøve at veje en af stenene.

Når I kender vægten, vil I kunne regne ud, hvor mange sten, der må lastes på den ovenstående trailer.

HVOR MANGE STEN KAN I FRAGTE TIL BYGGEPLADSEN PÅ ÉN GANG?

Husk at stenene skal kunne være der både i forhold til vægt og i forhold til plads.

Oftest fragtes stenene på paller, så disse skal også regnes med.

TEGN TIL SIDST EN SKITSE AF PLACERINGEN AF MURSTENENE PÅ TRAILEREN.

Ekstra opgaver:

Hvad er massefylden på den sten, som I arbejder med?

Såfremt murstenene nemt kan være på traileren, skal eleverne regne på, hvor mange halvmure, de kan fragte sten til – på én gang.

Evaluering af afprøvningen og tips til andre:

Lærerne var enige om, at der skal bygges bro mellem murerfaget og matematikfaget.

Lærerne vurderede det som rigtig fint, at både matematik- og faglærer var til stede i murerhallen, idet eleverne havde brug for guidning på begge dele.

Lærerne fornemmede, at det betød meget for eleverne at se de to lærere sammen.

Lærerne vurderede, at det var godt der blev arbejdet i meget lang tid med materialeberegning. Det var godt, at der blev sat flere matematikvinkler på, for det virkede til at give god mening for eleverne i denne sammenhæng. Eleverne bød fint ind på opgaverne, og de fleste var engagerede.

Lærerne opfordrede til at være opmærksom på, at det giver lidt uro at være i hallen, for eleverne kan hurtigt blive afledt af, at der sker så meget andet i hallen. Men det hjalp på elevernes koncentration at tage nogle stole med ind i hallen til eleverne, både når de skulle se på beregninger på en tavle, og når de sammen med de nærmeste kammerater skulle lave beregninger.

Lærerne fortalte, at man i afprøvningen af materialet nåede at snakke om forskellen på at lægge moms til og trække fra, at snakke om at gange med 1,25 eller 0,80, og at snakke om hvorfor det virker at gange med 1,25 og 0,8. Man nåede også en gennemgang af massefylde.

Endelig fandt lærerne også ud af, at det ikke gav mening for eleverne at tegne en skitse af en mulig placering af murstenene på traileren, mens eleverne opholdt sig i murerhallen og forestillede sig et besøg på Byggemarked. Det ville nok give mere mening at tegne en skitse udenfor, hvor eleverne kunne stå ved siden af en trailer.

Tømrer



GF2: Matematikkens metoder i værkstedet

Titel på læringsaktivitet

Matematikens metoder i værkstedet

Læringsaktiviteten foregår på:

GF2 tømreruddannelsen

Tema:

Matematisk forholdsregning

Varighed:

8 lektioner

Beskrivelse til eleverne:

Du skal igennem et forløb med at arbejde med tre matematik-metoder til at løse en praktisk opgave. Opgaven skal sammen med de tre metoder hjælpe dig fremadrettet til at forenkle brugen af matematik og give dig en hurtig løsning.

MATEMATISKE METODER:

- 3-4-5 kanten
- Radius og grademåler
- Brøgstokken

Praktiske opgave er en labyrint, som løses med de ovenstående metoder. For at nå i mål i labyrinten er det vigtigt at benytte alle tre metoder korrekt, og målet vil med det samme vise, om du har været nøjagtig nok.

Læringsmål

KOMPETENCEMÅL:

Matematik BEK nr 555, bilag 12

2.1.2 genkende matematikken i praktiske situationer
(tankegangs- og repræsentationskompetence)

2.2.1 Tal- og symbolbehandling

Niveau F

1 Almindelige regneoperationer med tal og konkrete formeludtryk

2 Overslagsregning

6 Forholdsregning

7 Anvendelse af regnetekniske hjælpemidler

2.3.1 Geometri

Niveau F

4 Pythagoras' læresætning

Indhold:

Denne opgave har til formål at nedbryde elevers modstand imod matematikken og derved bygge bro imellem matematikken og praksis.

Metoder:

LÆRERROLLEN

Læreren præsenterer de tre metoder på tavlen, samt instruerer undervejs i det praktiske. Læreren bidrager til den positive samtale om, hvordan matematikken kan hjælpe eleven til at nå bedre eller endda hurtigere i mål på en arbejdsplads og derved fremstå som en vigtig kompetence for en evt. virksomhed.

ELEVROLLEN

Eleverne lytter til et oplæg i teori om de tre metoder, derefter under vejledning forsøger eleverne at passe metoderne ind i deres opgave og lægge en plan for udførelse. Eleverne skal i Praktisk skalere deres opgave op i målestok og udføre opgaven i stor skala. Eleverne skal undervejs i hele opgaven have dialog indbyrdes og med læreren om metoderne, og eleverne skal tilvænne sig udtryk og termer, som kan være med til at støtte deres faglighed.

ORGANISERING

Opgaven er delt i 3 segmenter.

- Teoretisk oplæg med præsentationen af metoder på tavle.
- A4 labyrint udleveres og løses (heri ligger en plan for opgaven).
- Praktisk udførelse af samme opgave på A4, men nu skal den skaleres op med et målestoksforhold.

UNDERVISNINGSRUM

- Første segment – Teoretisk – Oplæg på tavle kan foregå i teorilokale men også på tavle i værksted.
- Læreren skal have adgang til tavle, skriveredskab, tavlelineal og en tommestok. Eleven skal blot lytte og kigge med.
- Andet segment – Opgaven – Dette løses på et A4 papir og kræver blot et underlag.
- Eleven skal have egne skriveredskaber, lineal og grademåler og skal have udleveret A4 papir.
- Tredje segment – Praktisk – Denne del foregår i værkstedet for at opnå skala.
- Eleven skal fortsat bruge egne skriveredskaber og lineal og skal nu have egen tommestok. Skolen skal stille 2m retholt, 5m båndmål og gulvplads til rådighed, svarende til skala af opgaven.

Evaluering:

Ved afslutning af opgaven evalueres for klassen. Læreren vil med eksempler få dialogen til at fremstå positiv, om hvordan matematikken kan gøre os mere løsningsorienterede. Det forventes ikke, at eleven har opnået en specifik kunnen. Derimod forventes en anden holdning til matematikken, om hvad matematikken kan gøre for os, hvis vi bruger den og taler om den oftere.

Opgaver

En PLAN tegning – med 3-4-5 kanten

HVAD ER EN RET VINKEL?

En ret vinkel, er betegnelsen for to linjer, sider eller flader, der mødes i 90° .

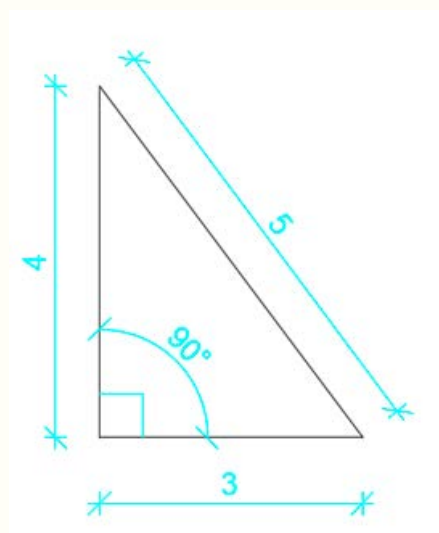
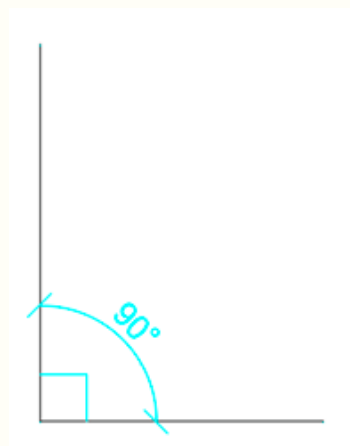
HVAD ER EN 3-4-5 KANT?

En 3-4-5 er en retvinklet trekant, hvor sidelængderne i trekanten måler 3,4 og 5.

En simpel multiplisering af sidelængderne kan bruges til at konstruere en 'kæmpe vinkel'. Værdierne 3,4 og 5 kan nemlig ganges op til den ønskede størrelse af 'benene' på den rette vinkel, alt efter behov.

Eks. $3 \times 40 = 120$, $4 \times 40 = 160$ og $5 \times 40 = 200$.

Nu har man altså en 3-4-5 kant der er ganget op med 40. Hvis man bruger disse sidelængder i cm, kan man lave en tommestoks størst mulige vinkelrette trekant. Trekanten forbliver nemlig retvinklet, såfremt vi ganger begge de korte sider og hypotenusen med samme faktor, for eksempel når vi ganger med 40.



Opgave

Du skal nu tegne nedenviste tegning, kun ved brug af blyant, tommestok og selvfølgelig 3-4-5 kanten.

HVORDAN GØR VI I PRAKSIS?

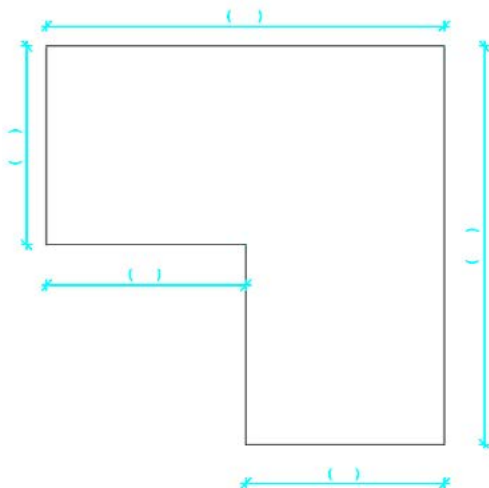
I praksis skalerer vi det bare op – Det kunne være i målestok 2:1, 5:1, 10:1 eller endda 20:1. Tag nu dine to tegninger fra tidligere opgave og regn dem om.

OPGAVE I PRAKSIS

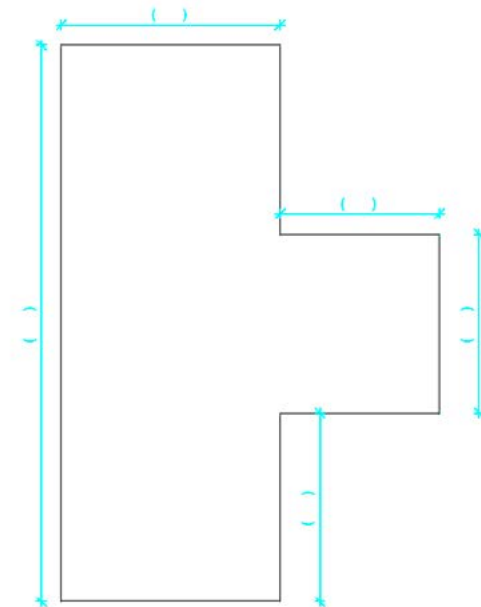
Find sammen i grupper af 2 eller 3 – Find et ledigt værkstedsgulv. I skal bruge jeres tommestok, blyant og en rulle malertape. På gulvet markerer I nu jeres start på en PLAN tegning i målestokket, som I har omregnet til. Brug malertape til at markere på, så vi har pæne gulve til de næste, der skal bruge det.

Opgave 1.a (regnes i 5:1)

Mål er opgivet i (mm)

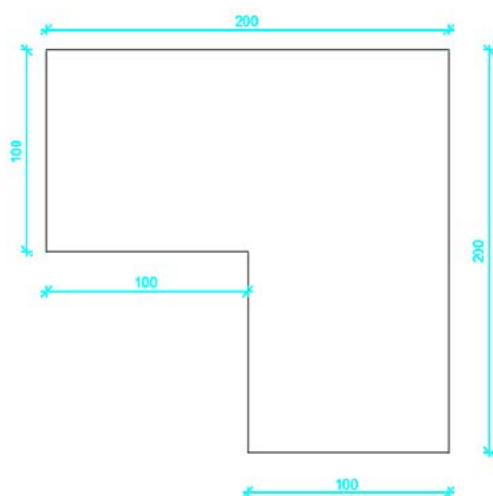


Opgave 1.b (regnes i 10:1)

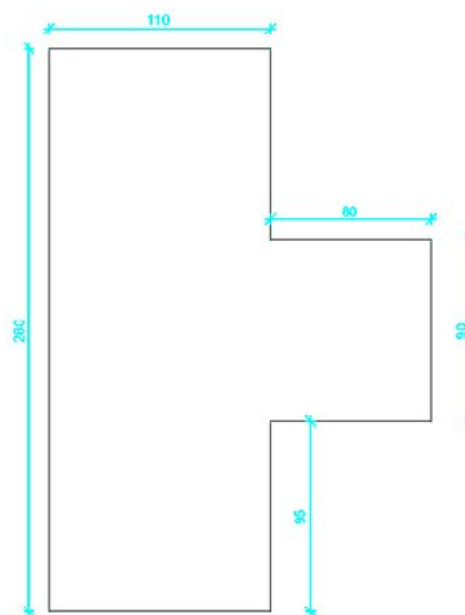


Opgave 1.a (tegnes på A4)

Mål er opgivet i (mm)



Opgave 1.b (tegnes på A4)



Opgave 1.a tegnes med hjørne og ellers nødvendige markeringer og skal godkendes af underviser. Kontrolleres med krydsmål. Når godkendt, fjernes tape, inden næste opgave påbegyndes.

Opgave 1.b tegnes ligeledes med hjørne og ellers nødvendige markeringer og skal godkendes af underviser. Kontrolleres med krydsmål. Når godkendt, fjernes tape, inden næste opgave påbegyndes.

En PLAN tegning - med grademåler

HVAD ER GRADER?

Når vi taler om grader i matematikken, refererer vi normalt til vinkler. En vinkel er den måde to linjer mødes på, og graden angiver, hvor meget de er drejet i forhold til hinanden. Tænk på det som at dreje en pil rundt om et punkt. En fuld cirkel repræsenterer 360 grader, og hver grad dividerer cirklen i lige store dele. Så hvis du har en vinkel på 90 grader, svarer det til en fjerdedel af en cirkel, mens en vinkel på 180 grader er halvvejs rundt. Grader er en praktisk måde at måle og beskrive vinkler på i matematikken.

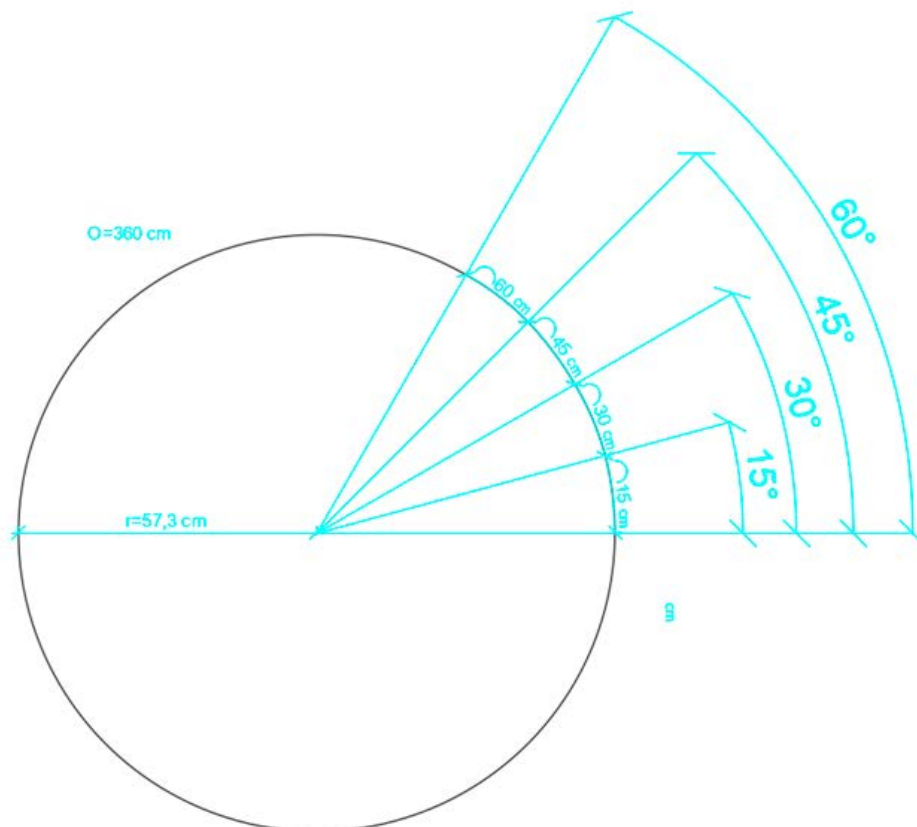
KAN VI LAVE EN GRADEMÅLER?

Selvfølgelig, lad os se nærmere på det! En cirkel med en omkreds på 360 cm kan faktisk bruges som en grademåler, og her er hvordan det fungerer:

Vi ved, at en cirkel har i alt 360 grader, uanset størrelsen af cirklen. Når omkredsen er 360 cm, kan vi tænke på det som om, at vi bevæger os rundt om cirklen og måler vores bevægelse i grader.

Så hvis vi for eksempel begynder at gå langs omkredsen af cirklen og når tilbage til vores startpunkt, har vi faktisk bevæget os rundt om cirklen i 360 grader. Dette kan hjælpe os med at visualisere og forstå, hvordan cirklen kan fungere som en grademåler.

På den måde kan en cirkel med en omkreds på 360 cm være et praktisk redskab til at afsætte grader på.



Men for at kunne lave en cirkel med en omkreds på 360 cm, skal vi bruge en radius af sådan en cirkel.

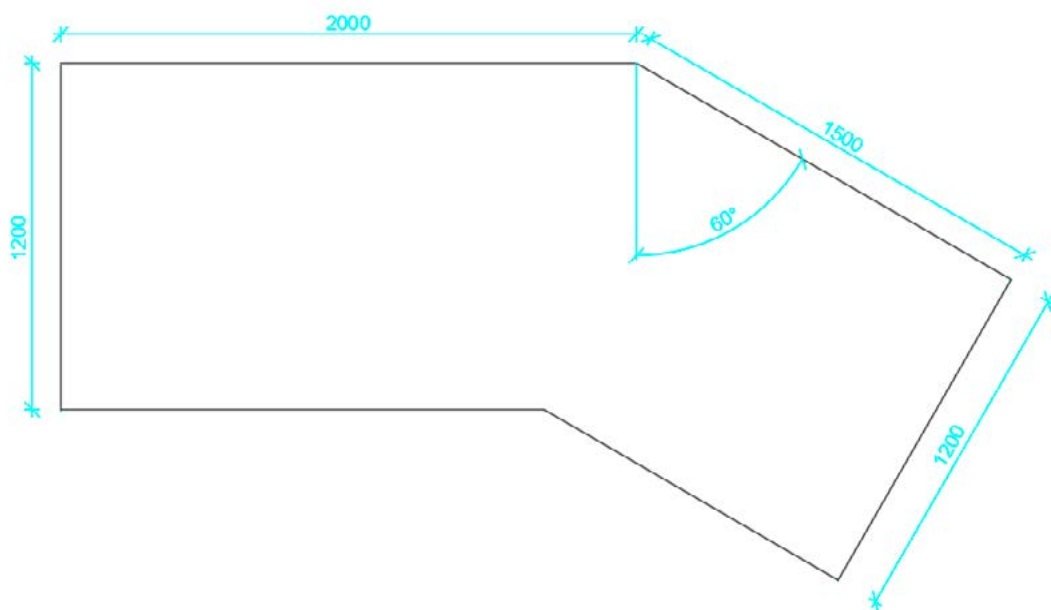
$$\text{Eks. } 360 / (2 \times \pi) = 57,3$$

altså er radius lig med 57,3 cm på en cirkel med en omkreds på 360 cm.

Sættes cirklen med centrum i hjørnet af en vinkel, kan cirkel „slaget“ nu måles med tommestok, og hver centimeter sidestilles med en grad.

Opgaven

Find igen et ledigt værkstedsgulv og konstruér nu nedenstående tegning i 1:1 målestok (mm).



Brug udelukkende tommestok, blyant og malertape, for at skabe PLAN tegningen. Det skal ligeledes tegnes med hjørne og øvrige nødvendige markeringer, og tegningen skal godkendes af underviser. Tegningen kontrolleres med krydsmål. Når tegningen er godkendt, fjernes tape, og du er færdig.

Du har nu brugt matematik i dit håndværk! Når man tænker på håndværk, er det ikke altid, at matematik umiddelbart springer i øjnene. Men faktisk spiller matematik en rigtig vigtig rolle i mange håndværksfag.

Det at have styr på matematikken kan virkelig åbne døre og gøre dig til en endnu bedre håndværker. Uanset om det er at beregne mængder af materialer, dimensioner på konstruktioner eller endda planlægge en optimal arbejdsproces – matematikken er uundværlig.

Så grib chancen og dyk ned i matematikkens verden, det vil kunne åbne op for helt nye muligheder og gøre dig til en endnu dygtigere håndværker.

Evaluering af afprøvningen og gode råd og inspiration til lærere og elever, der vil bruge (dele af) materialet

- Forløbet 'Matematikkens metoder i værkstedet' blev planlagt af faglærer og matematiklærer i fællesskab. Da forløbet blev afprøvet, var de begge til stede sammen.
- Dokument Forløb med en PLAN tegning 3-4-5-trekant.
- Der er fotos fra gennemførelse af undervisningsforløb om opmåling og afsætning af grund. Pythagoras anvendes først inde til teoretisk gennemgang og så arbejdes uden for med at sætte ved hjælp af Pythagoras.
- Matematikken bliver mindre abstrakt, når man ser det i virkeligheden.
- Eleverne forstår bedre vigtigheden af matematikken.
- God feedback fra eleverne.
- Ifølge udsagn i interviews med eleverne, har de fået større forståelse mellem matematikken og de tømrerfaglige mål. Eleverne blev engagerede, når matematikken skulle passe ude i virkeligheden. De var glade for at se matematikken ude, i stedet for i en bog. Først arbejdede eleverne indenfor med papir (med 3-4-5 trekant) – og derefter udenfor for at sætte grund af.
- Eleverne oplevede, hvor svært det er at skalere op – og de lærte at håndtere det. Eleverne fik på den måde et forhold til matematikken.
- Udenfor forstod eleverne vigtigheden af matematikken og fik lyst til den. Matematikken blev mindre abstrakt og mere håndgribelig.
- Brobygning mellem fag er også brobygning mellem lærere. Hvis skoler vil have to-lærer ordning til at fungere som i dette projekt, så skal skolerne sætte tid af til det i skemaerne.

HF: Matematisk opsnøring

Undervisningsplan

Titel på læringsaktivitet

Matematisk opsnøring

Læringsaktiviteten foregår på:

Tømreruddannelsen H3

Tema: Matematisk opsnøring

- 3-4-5 trekant
- Pythagoras

Varighed:

2*4 lektioner

Beskrivelse til eleverne:

Afdække hvilke matematiske temaer der findes i tegningslæren, bjælkelagsopgaven, og skæreøvelser.

Emner i matematikken der hænger sammen med tegningslæren.

- Cirkler
- Trekanter
- Prismer
- Målestoksforhold
- Brøker
- Vinkler
- Areal
- Mængdeberegning

Læringsmål:

Målet er at lave et færdigt produkt, som underviserne kan tage ned fra hylden og bruge i undervisningen. Produktet skal skabe sammenhæng og forståelse for anvendelsen af matematik i de praktiske fag. Ved at lave praksisnære øvelser er målet at afmystificere matematikken og at motivere eleverne til at anvende matematik som ethvert andet værktøj fra værktøjskassen.

Motivationen styrkes ved at have tydelige mål og anvendelsesmuligheder. Eleverne skal kunne se formålet med at arbejde med faget for at blive dygtigere. Der skal tages udgangspunkt i det, som eleverne allerede ved. Lektionerne starter med en afklaring af, hvad eleverne allerede ved om matematik, også af det, som de måske ikke selv er klar over, at de ved: nemlig al den matematik, som eleverne har opnået igennem interesser, fritidsjob med mere. Eleverne bliver på den måde klar over, hvor meget matematik de allerede anvender.

Indhold:

Temaerne er:

1. MATEMATIK TEGNINGSLÆRE, SKÆREØVELSER

- Geometri i tegningslæren: afsætning af vinkler, geometriske figurer, parallelforskydning, inddelinger (brøker), geometriske begreber, trekanten. Målestoksforhold.

2. MATEMATIK BJÆLKELAG

- 3-4-5 Pythagoras, afsætning af rette vinkler i praksis. Mængdeberegning, arealberegning, beregning af omkostninger f.eks. pr. m², beregning af rumfang og vægt, inddeling af bjælkelag. Kotehøjder.

Metoder:

Tanken er at lave et plug and play produkt, som underviserne kan tage i anvendelse.

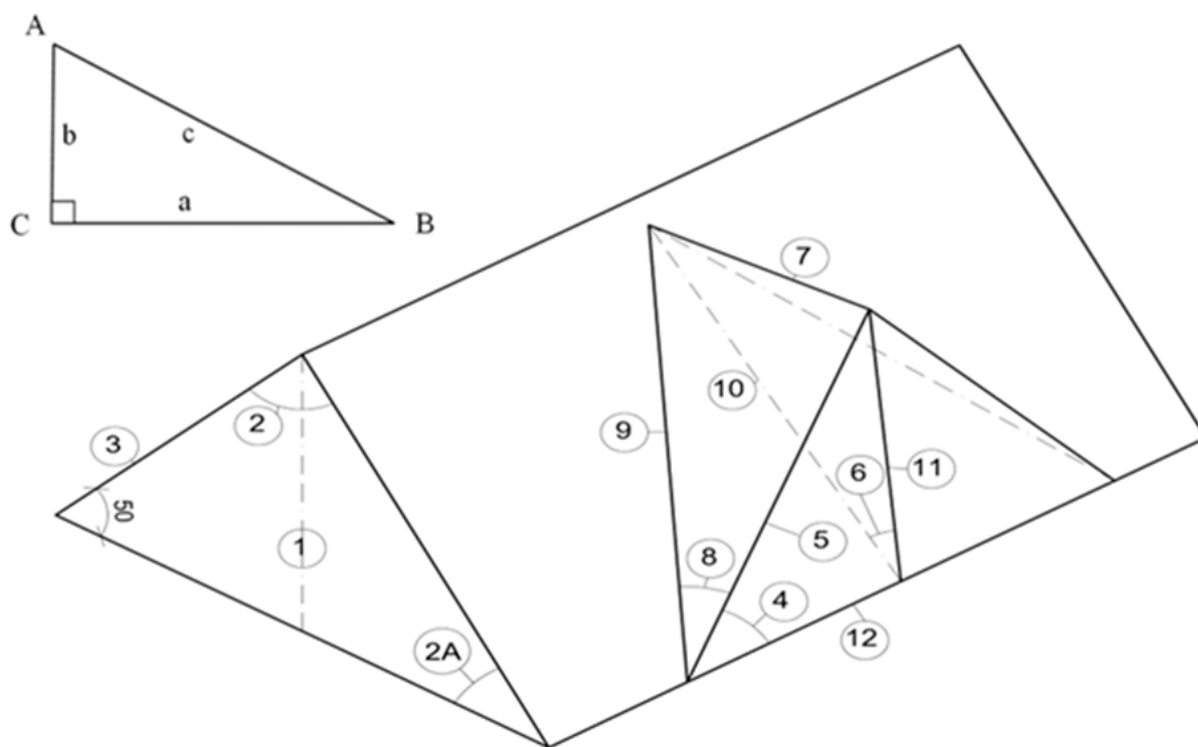
- Motivation gennem praktisk anvendelse.
- Motivér eleverne, facilitér forløbet.
- Stil spørgsmål i værkstedet og besvar dem i matematik.
- Opgave til eleverne: Lav et tilbud til kunden.

Evaluerings:

Skema til kontrol og opmåling

Opgaver til matematisk opsnøring i tømrerfaget

Trekantsberegning Til Proceskontrol og materialeopmåling.



Benævnelser, formler og indtastning			
Del Nr.	Navn	Formel:	Indtast mål på:
1	Højde		
2	Lodsmig		
2A	Taghældning på hovedspær		
3	Tagfladens bredde		
4	Kvistens taghældning		
5	Bredde på kvistens tagflade		
6	Lodsmig på kvist		
7	Kip på kvist		
8	Oversmig på kvist		
9	Sand længde plankekels profil		
10	Højde på plankekels profil		
11	Højde på kvist		
12	Bredde på kvist		

Mål					
	Højde:	Bredde:	Vinkel v:	Vindel l:	Sand længde:
Opgave:					
1 udmidtling					
Hovedspær					
Tilbygning					
Plankekel					
				Kontrolleret	
2 udmidtling					
Hovedspær					
Tilbygning					
Plankekel					
				Kontrolleret	
1 plakekel					
Hovedspær					
Tilbygning					
Plankekel					
				Kontrolleret	
2 plankekel					
Hovedspær					
Tilbygning					
Plankekel					
				Kontrolleret	
3 plankekel					
Hovedspær					
Tilbygning					
Plankekel					
				Kontrolleret	
Praktikopgave					
Hovedspær					
Tilbygning					
Plankekel					

GF: Tømrervirksomhed

Undervisningsplan

Titel på læringsaktivitet

Tømrervirksomhed

Læringsaktiviteten foregår på:

GF2 tømrer

Tema:

Prissætning og indkøb til tømrervirksomheden

Varighed:

8 lektioner

Beskrivelse til eleverne:

Du skal igennem et forløb af 8 lektioners arbejde med nogle matematiske metoder til at løse en praktisk opgave. Opgaven skal sammen med de tre metoder hjælpe dig fremadrettet til at forenkle brugen af matematik og give dig en hurtig løsning.

MATEMATISKE METODER:

- Prissætning
- Forholdsregning
- Procent
- Tak og Algebra

Den praktiske opgave er en faktura som løses med de ovenstående metoder. For at nå i mål med fakturaen er det vigtigt at benytte alle fire metoder korrekt, samt målet vil med det samme vise, om du har været nøjagtig nok. Desuden et besøg hos virksomheden Carl Ras for prissætning.

Læringsmål:

Du skal lære at bruge matematik i praksis til at løse konkrete opgaver i en tømrervirksomhed. Gennem arbejdet med prissætning og fakturering opnår du en forståelse for, hvordan matematiske metoder gør dit arbejde mere effektivt og professionelt.

Faglige mål (med reference til bekendtgørelse nr. 555, bilag 12):

- (2.1.2) Du kan genkende matematik i praktiske situationer – fx i forbindelse med tilbudsgivning og materialeberegning.
- (2.2.1) Du kan anvende tal og symboler korrekt i beregninger og enkle udtryk.
- Du kan bruge følgende metoder og værktøjer:
 - Almindelige regneoperationer (plus, minus, gange, dividere)
 - Overslagsregning (at kunne vurdere et resultat uden præcise tal)
 - Forholdsregning (fx beregning af pris pr. enhed)
 - Procentregning (fx rabat eller moms)
 - Brug af lommeregner og digitale værktøjer som Excel

MÅL MED OPGAVEN:

Du skal gennemføre en praktisk opgave, hvor du udarbejder en faktura. Den kræver, at du anvender alle fire metoder nævnt ovenfor. Når fakturaen er korrekt lavet, vil det automatisk vise, om du har været præcis nok i dine beregninger.

KOMPETENCEMÅL:

Matematik BEK nr. 555, bilag 12

- 2.1.2 Genkende matematikken i praktiske situationer (tankegangs- og repræsentationskompetence)
- 2.2.1 Tal- og symbolbehandling

NIVEAU F

- (1) Almindelige regneoperationer med tal og konkrete formeludtryk
- (2) Overslagsregning
- (6) Forholdsregning
- (7) Anvendelse af regnetekniske hjælpemidler

Indhold:

Denne opgave har til formål at nedbryde elevers modstand imod matematikken og derved bygge bro imellem matematikken og praksis. Endvidere at give en praktisk tilgang omkring. Undervisningen i form af et besøg på virksomheden Carl Ras.

Metoder:

Der arbejdes med opgaven som en case og i praksisnære rammer, da de er på besøg i Carl Ras.

LÆRERROLLEN

Læreren præsenterer de forskellige metoder på tavlen, samt instruerer undervejs i det praktiske. Læreren vil bidrage til den positive samtale om, hvordan matematikken kan hjælpe eleven til at nå bedre eller endda hurtigere i mål på en arbejdsplads og derved fremstå som en vigtig kompetence for en evt. virksomhed.

ELEVROLLEN

Eleven skal lytte til et oplæg i teori om de forskellige arbejdsmetoder, derefter under vejledning forsøge at passe metoderne ind i sin opgave og lægge en plan for udførelse. Eleven skal i praktik udarbejde en faktura og prissætte de mange produkter som findes hos Carl Ras. Eleven skal undervejs i hele opgaven have dialog med sine kollegaer og læreren om metoderne og tilvænne sig udtryk og termer som kan være med til at støtte deres faglighed.

ORGANISERING – OPGAVEN ER DELT I 3 SEGMENTER.

- Teoretisk oplæg med præsentationen af metoder på tavle
- Skema/faktura
- Besøg hos Carl Ras

UNDERVISNINGSRUM

- Første segment – Teoretisk – Oplæg på tavle kan foregå i teorilokale men også på tavle i værksted.
 - Læreren skal have adgang til tavle, skriveredskab og excel.
 - Eleven skal blot lytte og kigge ned.
- Andet segment – Opgaven – Dette løses ved besøg hos Carl Ras.
 - Eleven skal have egne skriveredskaber og have udleveret A4-papir.
- Tredje segment – Praktisk – Denne del foregår i værkstedet/klassen.
 - Eleven skal fortsat bruge egne skriveredskaber, lommeregner og fakturaskema i word.

Evaluering:

Til slut evalueres opgaven på klassen. Læreren vil med eksempler få dialogen til at fremstå positiv om hvordan matematikken kan gøre os mere løsningsorienterede. Det forventes ikke, at eleven opnår nogen kunnen men derimod en anden holdning til matematikken, og hvad den kan gøre for os, hvis vi bruger den og taler om den oftere.

Opgave: Udforskning af Værktøj hos Carl Ras

Opgavebeskrivelse:

I skal besøge Carl Ras i Randers, hvor I vil få muligheden for at udforske butikken og blive klogere på det værktøj, som en tømrer bruger i sit daglige arbejde. Opgaven vil bestå af to dele:

1. Fyld en værktøjskasse med håndværktøj (Budget: 4.000 kr)
2. Fyld en firmabil med elværktøj og diverse udstyr (Budget: 75.000 kr)

Formålet med opgaven er at give jer en forståelse af, hvilket værktøj en tømrer har brug for, hvad værktøj koster, og hvorfor det er vigtigt at passe på sit værktøj. Under besøget skal I tage billeder og notere priser og overvejelser, som I kan bruge til den skriftlige opgave.

Del 1: Fyld en tømrers værktøjskasse

- Opgave: I skal udvælge håndværktøj til en værktøjskasse, som en tømrer vil bruge til almindelige tømreropgaver.
- Budget: 4.000 kr.
- Instruktioner:
 - Bevæg jer rundt i butikken og vælg det håndværktøj, I mener er mest nødvendigt for en tømrer.
 - Tag billeder af de værktøjer, I vælger, og notér prisen for hvert værktøj.
 - Sørg for at holde jer inden for budgettet.
- Overvejelser
 - Hvilke opgaver skal tømreren kunne udføre med værktøjet?
 - Hvilke værktøjer er absolut nødvendige, og hvilke er „nice-to-have“?
 - Hvorfor har I valgt det specifikke værktøj?

Del 2: Fyld en firmabil med elværktøj og diverse

- Opgave: Forestil jer, at I skal udstyre en firmabil med elværktøj og andet udstyr, som en tømrer skal bruge til sine opgaver.
- Budget: 75.000 kr.
- Instruktioner:
 - Bevæg jer rundt i butikken og vælg det elværktøj og udstyr, I mener er nødvendigt.
 - Tag billeder af de værktøjer og udstyr, I vælger, og notér prisen for hvert produkt.
 - Sørg for at holde jer inden for budgettet.
- Overvejelser:
 - Hvilke opgaver skal tømreren kunne løse med elværktøjet?
 - Er der specifikke mærker eller kvaliteter, I går efter?
 - Hvordan prioriterer I udvalget inden for budgettet?

Efter besøget på Carl Ras:

I skal bruge sidste to lektioner på at samle jeres notater, billeder og overvejelser til en skriftlig opgave (det er tilladt at bruge sin tid uden for skole inden aflevering).

- Indhold i skriftlige opgave:
 - Beskrivelse af det håndværktøj, I valgte til værktøjskassen, samt begrundelse for jeres valg.
 - Beskrivelse af det elværktøj og udstyr, I valgte til firmabilen, samt begrundelse for jeres valg.
 - Overvejelser om pris vs. kvalitet – hvordan påvirker prisen jeres valg?
 - Refleksion over, hvorfor det er vigtigt at passe på sit værktøj.
- Aflevering: I skal aflevere (DATO) ved slutningen af dagen.

Formål med Opgaven:

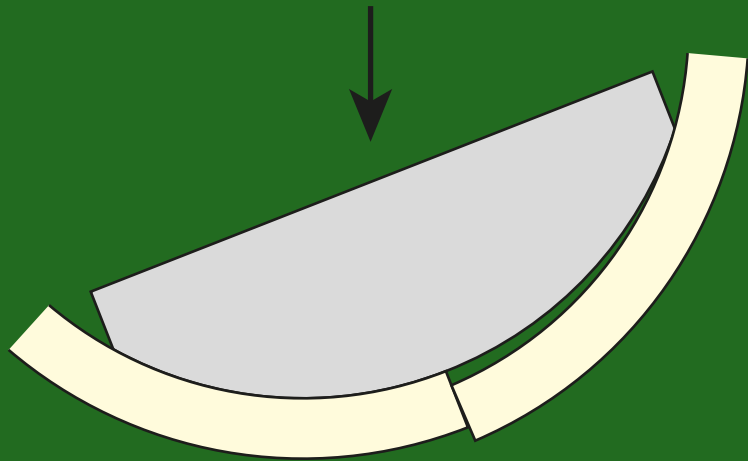
- Få kendskab til det værktøj, som tømrere anvender i deres daglige arbejde.
- Lære at prioritere og træffe valg indenfor et givent budget.
- Få indsigt i omkostningerne ved værktøj og betydningen af at vedligeholde det.

Evaluerings af afprøvningen og gode råd og inspiration til lærere og elever, der vil bruge (dele af) materialet

Evalueringen havde fokus på

- At forløbet tager både teori og praksis seriøst og bygger bro mellem dem.
- At forløbet sigter mod større forståelse hos eleverne.
- At vise at matematik er vigtig for at få gode håndværkere.
- Bæredygtighed.

Smed



Anvendelse af valeskabelon



Undervisningsplan

Titel på undervisningsforløbet:

Smed – valsning matematik

Målgruppen for undervisningsforløbet:

GF2 smed

Tema:

Valsning

Anbefalet varighed i lektioner:

6-8 lektioner

Beskrivelse til læreren:

INDLEDENDE TANKE

I lektionerne skal der arbejdes undersøgende med matematik, der ikke kan undværes i smedeværkstedet. I vores opgave, forholdet imellem diameter og omkreds og undersøgende tilgang til forholdet imellem cylinderens volumen og andre værdier (r , d og højde, middeldiameter og vægt.)

Denne viden skal efterfølgende bruges til at udregne mål på en allerede eksisterende opgave på gf2 i værkstedet. Værkstedopgaven skal omskrives således, at der fjernes mål og lægges benspænd ind, der skal løses matematisk.

Formelle mål:

1. Almindelige regneoperationer med tal og konkrete formeludtryk
2. Overslagsregning
3. Procentregning
4. Rentesregning
5. Forholdsregning.
6. Løsning af ligninger af første grad
7. Anvendelse af regnetekniske hjælpemidler

GEOMETRI:

1. Enkle og sammensatte plangeometriske figurer
2. Rumlige figurer
3. Masse og massefylde
4. Målestoksforhold
5. Pythagoras' læresætning
6. Trigonometri i retvinklede trekanter

LÆRINGSMÅL:

For at få det optimale forbuk er det nødvendigt at fremstille en valeskabelon med den aktuelle radius. Der gives tal for rumfang og diameter, så eleverne selv skal beregne omkreds og højde for at kunne klippe pladen op inden valsning.

Beregning af middeldiameter / den indvendige radius til eventuelt forbuk.

Indhold

Ved valsning af emner, der skal være helt runde, er det nødvendigt at forbukke. Som tommelfingerregel kan man sige, at den halve afstand fra midten af den ene undervalse til midten af den anden er forbukkemålet.

Metoder og undervisningsprincipper i forløbet

Snor, tommestok, skydelærer + diverse værktøj.

Lærerrollen:

Vejleder og brobygger mellem udregningsopgaver og praktisk valsning på værkstedet

Deltagerrollen:

Eleverne inddeles i grupper.

De får at vide, at de skal beregne 3 vægte på havetromlen (kun tromlen).

1. Når den er tom
2. Når den er fyldt med vand
3. Når den er fyldt med sand

Organisering:

Sæt eleverne sammen i grupper og bed dem om at stille spørgsmål til havetromlen og fang matematikken i deres spørgsmål.

SPØRGSMÅL:

"Nu er I smede. Hvad kunne være interessant at vide, hvis vi skulle fremstille sådan en havetromle, som vi kigger på?"

Konkurrence om, hvem kommer tættest på vægten. Tromlen vejes derefter i værkstedet.

Undervisningsrum:

Smedeværksted

Differentiering:

Opgaver

Forløbsplan: Lektionsplan for lektion 2-3 i forløbet.

1. INTRODUKTION (5-10 MINUTTER) I KLASSEN

- **Mål:** På baggrund af det mindmap, som blev lavet sidste lektion med deres erhvervsunderviser, skal vi have vækket interessen for kendskab til forholdet imellem omkreds og diameter (π)
- **Aktivitet:** ruller igen havetromlen ind og sætter deres mindmap op på tavlen. Matematiklæreren anerkender forslag, men laver særligt nedslag på de matematik-relevante input på mindmappet.

2. GENNEMGANG OG UNDERVISNING (10 MINUTTER) I VÆRKSTED

- **Mål:** At få det gjort klart, at til næste øvelse er det okay at være lidt eksperimenterende og have en undersøgende tilgang til opgaven. Evt. få tydeliggjort, at selvom vi er i værkstedet skal læreren stadig kunne formidle foran klassen en gang imellem, og det gør vi foran whiteboardet.
- **Aktiviteter:** Vi står i værkstedet foran whiteboard og læreren forklarer, at der ligger en række værktøjer på bordet, som eleverne må anvende til at løse kommende opgave. Der vises også, hvordan eleverne skal skrive deres gruppes resultater op på tavlen.

3. PRAKTISK ANVENDELSE (20 MINUTTER) I VÆRKSTED

- **Mål:** Eleverne skal afprøve forskellige måder at finde diameter, omkreds og højde på de forskellige cylindre. Samtidig skal eleverne få et fælles sprog og opfattelse af begreberne cylinder, cylinderrør, diameter, radius, højde (længde) og omkreds.
- **Aktiviteter:** Eleverne arbejder i grupper om at finde diameter, omkreds og højde på de fremlagte cylindre. De bestemmer selv hvordan, men der er fremlagt snor, skydelære, tomme stok og lommeregner. Resultater skrives ind i skema på tavle.

4. OPFØLGNING (10-15 MINUTTER)

- **Mål:** Eleverne vidensdeler omkring deres metode, og de opdager måske nye sammenhænge eller andre strategier, end de selv havde tænkt.
- **Aktiviteter:** Eleverne fremlægger kort deres metode for resten af klassen. De kan evt. vise, hvordan de har målt, og hvilke mål de har fundet, og de kan evt. forklare, hvordan de kom frem til resultaterne.

5. ØVELSE MED π (10 MINUTTER) I VÆRKSTED

- **Mål:** kendskab til sammenhængen imellem omkreds og diameter (π) samt opnå sikkerhed i anvendelse af omkredsformlen.
- **Aktiviteter:** Omkredsformlen præsenteres, og vi isolerer π på tavlen henholdsvis π og diameter. Herefter skal eleverne undersøge om de 2 isolationer passer, ved at de måler på de forskellige cylindre og indsætter i deres π -formel og i deres diameter-formel.

6. EVALUERING OG FEEDBACK

- **Mål:** Kort at få lidt respons om undervisningens opbygning, give lidt ris/ros til eleverne alt efter timens udfald, da dette for nogle vil være en ny måde at skulle have matematik på.
- **Aktiviteter:** Kort snak i plenum på værkstedet, foran whiteboard.

7. DIFFERENTIERING

- **Mål:** Sikre at lektionen imødekommer alle elevers behov og læringsniveauer.
- **Aktiviteter:** Aktiviteten gør plads til differentiering ved, at der er metodefrihed. Læreren har mulighed for at støtte udfordrede elever med en meget visuel tilgang til opgaven, hvorefter de måske nemmere kan forstå de andre – og måske smartere – metoder ved fremlæggelserne afslutningsvis.

8. MATERIALE OG RESSOURCER

- **Mål:** At have alt klart.
- **Aktiviteter:** 8 stykker murersnor på ca. 1 m længde, tommestok, skydelære + div. måleværktøj som værkstedet har tilgængeligt. Nok forskellige cylindre at måle på alt efter klassen størrelse.

Lektionsplan for lektion 4-5 i forløbet

1. INTRODUKTION (5 MINUTTER) I VÆRKSTED FORAN WHITEBOARD

- **Mål:** Gøre det klart at de ikke kan undvære viden om omkreds, diameter og middeldiameter når de skal valse.
- **Aktivitet:** Læreren fremviser en valset cylinder, viser kort, hvor diameter og omkreds er på cylinderen. Viser med at papir at længden på papiret bliver omkredsen, når den vales.

2. GENNEMGANG OG UNDERVISNING (5 MINUTTER) FORAN WHITEBOARD

- **Mål:** Gøre det klart, at nu SKAL de bruge omkredsformlen til at beregne deres forventede diameter og generelt sætte dem ind i næste øvelse.
- **Aktiviteter:** opdele dem i 3-mandsgrupper vise dem 3-trinsopgaven som står skrevet på whiteboardet.
 - Klip strimler af 2-3 mm. plade. 20 mm brede men på en tilfældig længde over 400 mm.
 - Beregn hvilken værdi i forventer at få efter valsning.
 - Vals strimlerne og mål diameter, passede jeres beregnede diameter?

3. PRAKTISK ANVENDELSE (40 MINUTTER)

- **Mål:** Eleverne valser og anvender omkredsformel, men skulle gerne finde ud af, at de ikke får den beregnede diameter efter valsning.
- **Aktiviteter:** grupper valser en tilfældig cylinder hver, ved at gennemarbejde de 3 punkter som står beskrevet på whiteboardet.

4. OPFØLGNING OG UNDERVISNING (10-15 MINUTTER)

- **Mål:** At give dem kendskab til middeldiameter
- **Aktiviteter:** Først snak i plenum om, hvorfor deres beregnede diameter ikke passede. Derefter introduceres begrebet middeldiameter. Der tegnes på whiteboard og vises på cylinder.
- **Middeldiameter.** (tegnes på tavlen)
 - Middeldiameter = udvendig diameter-materialetykkelse
 - Middeldiameter = indvendig diameter+materialetykkelse
- Efter gennemgang måler eleverne om det kan passe at det er middeldiameteren som de har beregnet. Deres udvendige målte diameter skulle gerne være lig deres udregnede diameter + en materialetykkelse.

5. EVALUERING OG FEEDBACK (10 MINUTTER)

- **Mål:** Vurdere om eleverne har opsamlet den viden om middeldiameter som var tiltænkt lektionen.
- **Aktiviteter:** De bliver sat til 2 og 2 at diskutere følgende
- Der skal vales en cylinder af 5 mm. plade, med en indvendig diameter på 450 mm. hvor lang skal pladen klippes før valsning?
- Læreren cirkulerer og kan indgå i diskussionerne, før han endeligt, gennemgår det på tavlen.

6. MATERIALE OG RESSOURCER

- **Mål:** Identificer de nødvendige materialer og ressourcer for at gennemføre lektionen.
- **Aktiviteter:**
 - whiteboard + tusser.
 - lommeregner
 - 2-3 mm. plade til opklipning.
 - Diverse. maskiner til opklipning og valsning.

Evalueringskriterier (mål og proces):

Opgaver

Løbende feedback:

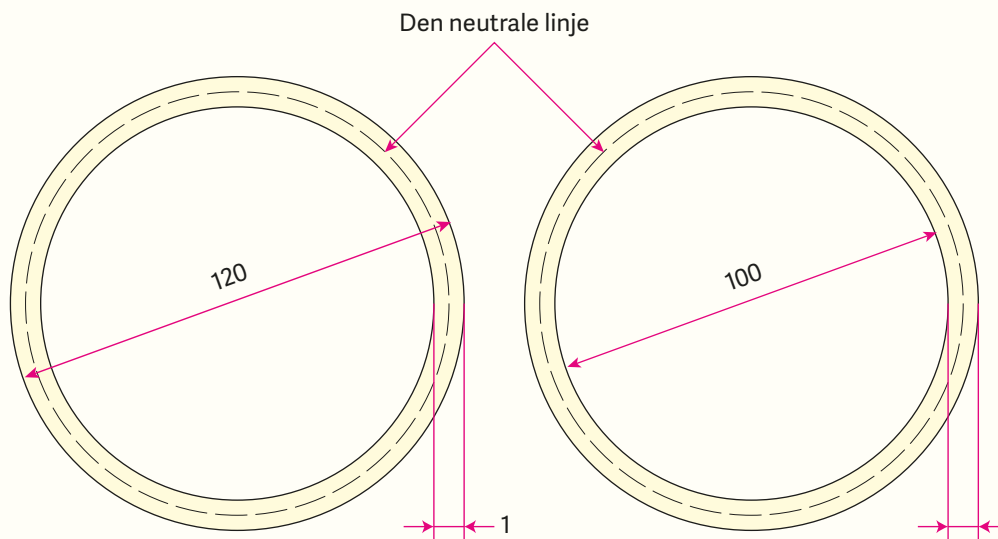
Opgaver

Opsamlende/afsluttende evaluering:

På værkstedet

Opgaver til valsning smedefaget

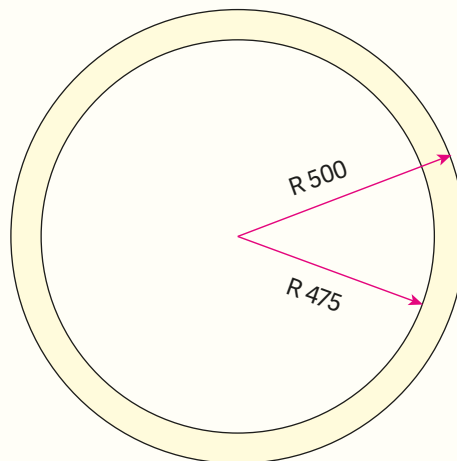
Lige så snart materialetykkelsen er større end en mm, skal man beregningsmæssigt tage udgangspunkt i materialets neutrale linje – også kaldet middeldiameteren. Den neutrale linje befinder sig midt i materialet og kan findes ved, at man ved udvendig målsætning trækker en halv materialetykkelse fra i hver side, og ved indvendig målsætning lægger en halv materialetykkelse til i hver side.



Opgave

- Beregn klippelængden og den indvendige radius til eventuelt forbuk, alle diametrene er angivet som udvendige.
- D-Diameter, T-Pladetykkelse, R-Radius

1. D = 950 mm.
T = 25 mm.
R =



= _____

2. $D = 1210 \text{ mm.}$
 $T = 10 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
3. $D = 1850 \text{ mm.}$
 $T = 20 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
4. $D = 215 \text{ mm.}$
 $T = 1.5 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
5. $D = 700 \text{ mm.}$
 $T = 5 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
6. $D = 450 \text{ mm.}$
 $T = 3 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
7. $D = 950 \text{ mm.}$
 $T = 25 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
8. $D = 1210 \text{ mm.}$
 $T = 10 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
9. $D = 1850 \text{ mm.}$
 $T = 20 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
10. $D = 215 \text{ mm.}$
 $T = 1.5 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
11. $D = 700 \text{ mm.}$
 $T = 5 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____
12. $D = 450 \text{ mm.}$
 $T = 3 \text{ mm.}$
 $R =$ = _____

Evaluering af afprøvningen og gode råd og inspiration til lærere og elever, der vil bruge (dele af) materialet

- Samarbejde mellem matematiklærer og faglærer er meget vigtig. I denne afprøvning mødte matematiklæreren (som i øvrigt også er smed) op i værkstedet.
- Der er vigtigt med gode undervisningslokaler.
- Introduktion til eleverne er vigtig.
- I afprøvningen blev der optaget 23 korte videoklip fra undervisning i værkstedet, hvor matematiklæreren underviser, og faglæreren er til stede.
- Dette materiale kan bruges til at vise matematiklærere, der ikke plejer at gå i værksteder, nogle autentiske eksempler på, hvordan samarbejde mellem fag- og matematiklærer kan lade sig gøre.
- Materialet kan vise eksempel på valsning. Det er en pointe, at matematiklæreren faktisk ikke på forhånd var klar over, at en plade bliver længere, når den vales. Det kan også være tilfældet for andre matematiklærere.
- Det kræver store forberedelser, hvor to lærere samarbejder om at integrere matematik i værkstedsundervisningen om at valse en plade.
- Projektet har været øjenåbner for samarbejde på tværs.
- Det kan være svært at få alle elever med samtidigt. Det kan være svært at differentiere undervisningen.

EI



Undervisningsplan

Titel på undervisningsforløbet:

Føleropgave til automattekniker. Browser-opgave til it-supportere. Lederopgaver til elektrikere.

Lineære sammenhænge i el-relateret arbejde. Fx lineære sammenhænge mellem temperatur og modstand i vand. Fx lineære sammenhænge mellem åbne vinduer i en browser og forbrugt RAM.

Undervisningsforløbet er afprøvet på:

- Elektrikeruddannelsen niveau GF2 på Tradium.
- Automatteknikeruddannelsen på Tradium.
- It-supporteruddannelsen på Tradium.

Tema:

Brobygning mellem matematikfag og el-fag

Anbefalet varighed i lektioner:

5

Beskrivelse til læreren:

Forløbene er planlagt for at motivere eleverne og for at gøre matematikken meningsfuld ved at bygge bro mellem på den ene side begreber og genstande i el og på den anden side begreber og beregninger i matematik. Forløbet er blevet planlagt og afprøvet med lærerkompetencer i både matematik og el – i dette tilfælde af en hybridlærer, der har begge kompetencer.

UDGANGSPUNKTERNE ER

- Til føleropgave: to forskellige følere i en elkedel og en føler i en gryde med vand
- Til lederopgave: forskellige slags elektriske komponenter
- Til browseropgave: tre forskellige browsere.

Eleverne udfører eksperimenter, foretager målinger og behandler måledataene med matematiske beregninger og grafer.

EMNER:

El-fagligt arbejdes der med serie- og blandede elektriske forbindelser. Begreberne modstand, temperatur, åbne vinduer i en browser, effektivitet, måleinstrumenter (temperaturmåler, modstandsmåler, multimeter), udførelse af målinger og forståelse af tegninger over eleforbindelser.

Matematikfagligt arbejdes der med indsætning af måledata i et skema, beregning på data samt forståelse og vurdering af beregningsresultater, brøkgregning, potens, ligningsløsning samt med notation for endelige summer.

Formelle mål:

Forløbets formelle mål er relateret til grundfagsbekendtgørelsen, Bilag 12 afsnit 2.2.1 Tal og symbolbehandling.

Der arbejdes fagligt med serie og blandede elektriske forbindelser.

- Brøkgregning
- Potens
- Ligningsløsning
- Notation for endelige summer

Læringsmål:

Eleverne skal have viden om el-mæssige sammenhænge og matematiske sammenhænge (lineær funktion). Eleverne skal forstå, hvad de matematiske grafers skæring med y-aksen betyder el-mæssigt.

Indhold:

Eksperimenter som udgangspunkt for at eleverne kan uddybe deres teoretiske viden både om det erhvervsfaglige og om det matematiske.

Metoder og undervisningsprincipper i forløbet:

Hvilke undervisningsprincipper og metoder arbejdes der med i læringsaktiviteten?

- Ugesedler
- Introduktion til dagens opgave
- Indgangsvinklen er faglig, hvor der på tavle/PowerPoint gives eksempler på modstande og deres konfiguration i et praktisk perspektiv, fx:
 - Kortslutning tæt på og langt fra forsyningskilden
 - Overbelastning ved kobling af flere parallelt forbundne komponenter (modstande)
 - Spændingsdeler i en automations-sammenhæng
- Dialogisk undervisning
- Eksperimenter: Undersøgende, hvor opgaverne i udgangspunktet udføres i praksis, med opstillinger og målinger
- Beregninger/regneregler indføres induktivt i forbindelse med præsentationen
- Matematisk modellering
- Løbende feedback i forbindelse med arbejdet med opgaverne. Eleverne bruger hinanden, ChatGPT og læreren
- Gruppearbejde med 2-3 personer

De to læreres (eller hybridlærerens) rolle:

- Vise at der er sammenhæng mellem matematik og håndværksfag.
- Gå i ping-pong med hinanden og med eleverne.
- Gøre undervisningen praksisnær.

Elevforudsætninger:

De forudgående 4 lektioner inden dette forløb er brugt på forløbsbeskrivelse, test for elevernes faglige niveau, undervisning i simple regneoperationer og regneregler. Forudgående har eleverne i forbindelse med deres erhvervsfaglige grundfag, brugt tid på at regne på serie- og blandede forbindelser, og eleverne kender Ohms lov ved forløbets begyndelse.

Elevernes forberedelse:

Der anvendes ugesedler, som eleverne skal læse inden undervisningsgangen. På disse ugesedler findes der videomateriale og nogle få teoretiske øvelser der skal gennemgås i forbindelse med undervisningen.

Undervisningsrum:

Teorilokalet, hvor der er elektriske komponenter – modstande med farvekoder, multimeter, modstande, transformere, følere – hentet fra værkstedet.

Vær også opmærksom på:

For det første kan niveauet visse steder i materialet måske være for højt. Overvej derfor, når du tilpasser materialet til dine elever, om du skal sætte niveauet lidt ned.

For det andet blev browseropgaven planlagt, fordi ikke alle elever på holdet var fra el-faget, som undervisningsforløbet ellers oprindeligt var planlagt til. Det blev hurtigt i afprøvningsgangen klart, at det ikke var optimalt for holdets it-supportelever kun at have fokus på el. It-supporteleverne tabte motivation.

Læg mærke til

Når evu-eleverne har undervisning i niveau på et grundfag, skal de opleve, at der er en grund til det. Eleverne skal se, at det giver mening i erhvervsfagene.

Undervisningsplan for Føleropgave til automatteknikere

Introduktion:

I skal finde den lineære regneforskrift for to temperaturfølere.

Materialer:

Elkedel, temperaturmåler, multimeter og to temperaturfølere der skal undersøges.



Fremgangsmåde:

I skal have to (t;R) – punkter for hver føler, hvor t er temperatur i grader, mens R er modstand i ohm.

Mål starttemperaturen for vandet I kedlen, og noter modstanden. Varm nu op til mindst 80°C og noter modstanden her.

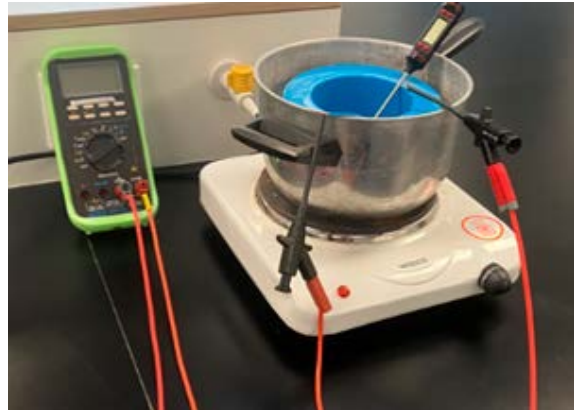
Sæt måledata ind i skemaet og find den lineære regneforskrift for de to følere, og lad os snakke lidt om skæringspunktet med y-aksen.

Føler 1		Føler 2	
t	R	t	R

Undervisningsplan for Ledninger og varme til elektrikere

Introduktion

I dette eksperiment skal vi vise, at modstanden i ledere vokser med temperaturen.



Fremgangsmåde:

Husk der skal vand i beholderen, inden der varmes!

Varm langsomt op, således vi kan antage at lederen har samme temperatur som vandet.

Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Modstand [Ω]

Udarbejd den lineære regneforskrift for punktet med den laveste temperatur, og punktet med den højeste temperatur.

Passer de andre punkter på linjen?

Undervisningsplan for Browser til it-supportere

Læg mærke til, at denne undervisningsplan ikke nåede at blive afprøvet, mens KLUMP-projektet foregik. KLUMP-projektgruppen vurderer ikke desto mindre, at planen har gode potentialer for at sammenkoble it-support og matematik, og derfor indgår planen i materialet.

Introduktion

I skal finde den lineære regneforskrift for forskellige browsere.

MATERIALER:

PC, Chrome, Firefox, Opera

Fremgangsmåde:

I skal have to (n;R) – punkter for hver føler. Hvor n er antal åbne vinduer, mens R er det forbrugte antal RAM, målt i MB. Man kan se de forbrugte antal RAM i joblisten.



For sammenligningen er det vigtigt, at det er faner fra de samme hjemmesider i alle browsere, og at man er placeret på det samme vindue under målingerne.

Firefox		Opera		Chrome	
n	R	n	R	n	R

Hvilken browser er mest effektiv?

Opgave: RAM-forbrug for kørende programmer

Du arbejder som IT-supporter, og en af dine opgaver er at overvåge, hvor meget RAM (Random Access Memory) der bliver brugt, når flere programmer startes på en computer.

Du observerer følgende:

- Når der er 3 programmer startet, bruger computeren 4 GB RAM.
- Når der er 7 programmer startet, bruger computeren 6 GB RAM.

Opgaveformulering:

1. Ud fra de to punkter $(x_1, y_1) = (3, 4)$ og $(x_2, y_2) = (7, 6)$, find den lineære funktion, der beskriver sammenhængen mellem antallet af startede programmer og x og det samlede RAM-forbrug y .
 - Beregn hældningen a (ændringen i RAM-forbrug pr. program).
 - Beregn skæringspunktet med y -aksen b (RAM-forbruget, når der ikke er startet nogen programmer).
2. Brug funktionen til at beregne, hvor meget RAM der bruges, når der er startet:
 - 5 programmer
 - 10 programmer

Bonus spørgsmål:

3. Hvis computeren maksimalt kan bruge 8 GB RAM, hvor mange programmer kan du så starte, inden du rammer grænsen?

Opgave: Spændingsfald i en elektrisk installation

Når strøm løber gennem en ledning, opstår der et spændingsfald. Spændingsfaldet afhænger af strømstyrken og længden af ledningen. Du skal som elektriker beregne spændingsfaldet i en installation med en kobberledning.

Du har målt følgende værdier:

- Når strømstyrken er **10 A**, er spændingsfaldet **1,5 V** over en ledning på 50 meter.
- Når strømstyrken er **20 A**, er spændingsfaldet **2,5 V** over samme ledning

Opgaveformulering:

1. Ud fra de to punkter $(x_1, y_1) = (10, 1,5)$ og $(x_2, y_2) = (20, 2,5)$, find den lineære funktion, der beskriver sammenhængen mellem strømstyrken x (i ampere) og spændingsfaldet y (i volt).
 - Beregn hældningen a (spændingsfald pr. ampere).
 - Beregn skæringspunktet med y -aksen b (spændingsfaldet, når strømstyrken er 0 A).
2. Brug funktionen til at beregne spændingsfaldet, når strømstyrken er:
 - 15 A
 - 25 A

Bonussspørgsmål:

3. Hvis det maksimalt tilladte spændingsfald er 3,5 V, hvad er den maksimale strømstyrke, du kan have i en installation med en kobberledning?

Opgave: Palletering med en robot

Du arbejder som automekaniker, og du skal programmere en robot til at palletere (stable) emner på en palle. Robotten lægger emner i en fast position på pallen, og du har observeret, at antallet af emner, robotten kan placere på pallen, afhænger af den tid, robotten bruger.

Du har følgende målinger:

- Efter 5 minutter har robotten placeret 15 emner på pallen.
- Efter 12 minutter har robotten placeret 36 emner på pallen.

Opgaveformulering:

1. Ud fra de to punkter $(x_1, y_1) = (5, 15)$ og $(x_2, y_2) = (12, 36)$, find den lineære funktion, der beskriver sammenhængen mellem tiden x (i minutter) og antallet af placerede emner y .
 - Beregn hældningen a (antal emner pr. minut).
 - Beregn skæringspunktet med y -aksen b (antal emner ved tiden 0 minutter).
2. Brug funktionen til at beregne, hvor mange emner robotten vil have placeret efter:
 - 8 minutter
 - 20 minutter

Bonussspørgsmål:

3. Hvis robotten skal placere præcis 100 emner, hvor lang tid vil det tage for robotten at færdiggøre opgaven?

Ugeseddel: Uge 1

Indhold og mål:

I denne første uge arbejder vi med beregninger på simple kredsløb (Serie og parallelle forbindelser).

- Kirchhoffs strøm- og spændingslov: (anvende og isolere ubekendte)
- Ohms lov: (anvende og isolere ubekendte)
- Brøkgregning: (sammenlægning af parallelle modstande)

Hjemmeforberedelse:

- Video omkring isolation af ubekendte i en ligning: YouTube-video
- (Brøkgregning): YouTube-video

Teoretiske øvelser:

Disse gennemgås af eleverne på klassen.

α) Isolér den ubekendte, argumenter matematisk.

$$22A = 10A + I_2$$

$$3 R_3 = 12\Omega$$

$$4U_1 = \frac{3}{4} 9 V$$

β) Bestem værdien, og argumenter matematisk.

$$\text{Forkort } \frac{6}{12}$$

$$\text{Adder } \frac{3}{5} \text{ og } \frac{1}{4}$$

$$\text{Find forskellen på } \frac{2}{3} \text{ og } \frac{5}{6}$$

Evaluering af afprøvningen og tips til andre, der vil bruge (dele af) materialet:

Underviseren udtaler, at set fra underviserperspektiv er KLUMP-projektets samarbejde mellem el-lærere og matematiklærere det eneste rigtige at gøre.

Der er altid gode muligheder for at synkronisere undervisningen i el-lære: fx kan man altid tidsmæssigt synkronisere undervisning i spændingsfald og undervisning i linjer, og det er godt, at eleverne ikke skal forholde sig til mange forskellige emner i løbet af en dag. Men endnu bedre end blot tidsmæssig synkronisering er det at udvikle forløb med materialer, der integrerer både el-lære og matematik: Ideerne i KLUMP giver sindssyg god mening, ifølge underviseren.

Det fungerede godt, at underviseren var hybrid med både el- og matematik-kompetencer. Underviseren udtalte håb om, at flere håndværksfaglærere tager linjefag i matematik.

Det var et benskænd i afprøvningen, at holdet tilfældigvis bestod af både elektriker- og datamatiker-elever og it-support-elever, for datamatikerne manglede nogle af de forudsætninger, som elektrikerne havde. Afprøvningen fungerede godt for elektriker-eleverne, mens datamatikerne og it-support-elever til tider lignede spørgsmålstegn.

Set med lærerøjne stod det klart, at også elever, der havde vanskeligheder med matematik, blev motiveret til at gå i gang af at se de elektriske komponenter og have dem i hænderne. Da det analytiske startede om at forstå og regne på måleresultater, så dukkede disse elevers tidligere matematikvanskeligheder op igen og gav store udfordringer, men trods alt gik også elever med matematikvanskeligheder i gang med opgaverne.

Niveauet er højt visse steder i materialet. **Overvej derfor**, når du tilpasser materialet til dine egne elever, om du skal sætte niveauet lidt ned.

Forløb om mikroplast når dæk slides ned



Titel på undervisningsforløbet:

Mikroplast når dæk slides ned

Undervisningsforløbet er afprøvet på:

Personvognsmekaniker med matematikniveau E

Tema:

Brobygning mellem matematikfag og auto-fag

Anbefalet varighed i lektioner:

4-5

Beskrivelse til lærerne:

Forløbet er planlagt for at motivere eleverne og for at gøre matematikken meningsfuld ved at bygge bro mellem på den ene side begreber og genstande i auto og på den anden side begreber og beregninger i matematik.

Udgangspunktet er to dæk – et dæk, som har nyt mønster og et dæk, som har samme mønster, men som er nedslidt. Eleverne undersøger dækkene ved hjælp af matematiske målinger og beregninger. Beregningerne perspektiveres: hvad betyder mikroplast fra dækkene for mekanikeren? Hvor mange kilo mikroplast havner i naturen udelukkende fra dæk, der slides ned.

EMNER:

Aflæsning og forståelse af symboler og tal på konkrete dæk og i tabeller fra internettet.

Mikroplast, dækblanding, materialeoplysninger, mønsterdybde, dækspor, sektionshøjde i %, TWI, R, pris

Længde, areal, rumfang, pris, enheder, omsætning mellem enheder, diameter, omkreds, procent, brug af formler, isolere i formler, ligningsløsning, måleredskaber

Formelle mål:

Læringsmål:

Eleverne får, genopfrisker og anvender viden og metoder fra auto og fra matematik

Indhold:

I en åben brainstorm om mikroplast, formulerer lærerne dette problem 'Hvis du nu skal regne på hvor mange kilogram dæk, hver bil taber, hvad skal du så vide?' Eleverne deltager aktivt i løsningen af problemet. Igennem løsningsprocessen introduceres/genopfriskes og anvendes erhvervsfaglige og matematiske begreber og metoder.

Eleverne slår yderligere relevante data op Nørregaard, P.J. m.fl. (2009). *Mekanikerens følgesvend*. (Tilgængelig med Uni-login på undervisningsbanken.dk fra Praxis-forlaget.)

Metoder og undervisningsprincipper i forløbet:

Hvilke undervisningsprincipper og metoder arbejdes der med i læringsaktiviteten?

- Opstart med brainstorm om mikroplast og dækstørrelser
- Introduktion til dagens opgave
- Indgangsvinklen er erhvervsfaglig
- Afprøvning af forskellige beregningsmetoder
 - omkreds: mål diameter med tommestok og brug formel ELLER mål omkreds med snor
 - materialerumfang: vals en ring med en diameter der er 16mm større end det slidte dæk ELLER brug andre metoder
- Undersøgende opgaver om den matematiske sammenhæng mellem diameter og omkreds med udgangspunkt i størrelsen på dæk og andre runde ting
- Dialogisk undervisning på hele holdet
- Gruppearbejde

De to læreres rolle:

- Vise at der er sammenhæng mellem matematik og håndværksfag
- Igangsætte elever til at undersøge
- Bringe elevernes forslag i spil
- Gøre undervisningen praksisnær
- Diskutere betydning af mikroplast

Elevforudsætninger:

Inden forløbet var der et kort introduktionsforløb til geometri (areal, rumfang, massefylde osv.)

Undervisningsrum:

Teorilokalet, hvor der er dæk og måleinstrumenter – hentet fra værkstedet, samt adgang til internet.

Vær også opmærksom på:

Dette forløb er udviklet til et hold, hvor der kun er auto-elever. Dele af forløbet skal tilpasses, hvis der er tale om et blandet hold eller andre fagretninger.

Læg mærke til: Der er mange begreber og termer i forløbet, både autofaglige og matematiske.

Projekt mikroplast		
Lektioner	Indhold	Mål
1. lektion	Opstart – brainstorm Første lektion afholdes efter eleverne har været igennem et kort introduktionsforløb til geometri (areal, rumfang, massefylde osv.) Brainstorm om mikroplast (padlet, post-it, tavle eller andet.) Alle svar til brainstorm afleveres til matematiklæreren efterfølgende. Spørgsmål til brainstorm: • Hvis jeg siger mikroplast, hvad tænker du så? • Hvad så hvis jeg siger mikroplast og mekaniker. Hvad tænker du så? • Hvad så hvis jeg siger mikroplast og dæk. Hvad tænker du så? • Hvis du nu skal regne på hvor mange kilogram dæk, hver bil taber, hvad skal du så vide?	Eleverne får sat ord på deres tanker om mikroplast og bliver sporet ind på emnet. En kort kobling til matematiske emner ifm. dækstørrelse.
2. lektion	Omkreds og diameter Brainstormen fra sidste lektion tages med videre og der kobles matematiske emner på. Mål på dæk (f.eks. 205/65/R16) kan også bringes i spil her. Arbejde med en undersøgende tilgang til forhold imellem diameter og omkreds. Eleverne spørges om hvordan de vil måle og beskrive størrelsen på dækkene. Medbring forskellige dæk. Bring elevernes forslag i spil. Efter undersøgelsen afprøves to forskellige metoder. Start med at måle diameteren på dækket m. tommestok og anvend formel til at regne omkreds. Tjek resultatet ved at måle omkreds med snor. Svar noteres enten på opgavearket 'dækopgave' eller på andre måder. Anden gang prøver man at starte med at måle omkreds, og vi isolerer fælles i formelen for at finde diameteren.	Eleverne træner deres måling og forståelse af forholdet mellem diameter og omkreds i en cirkel. Eleverne får genopfrisket ligningsløsning ved isolering i formel.

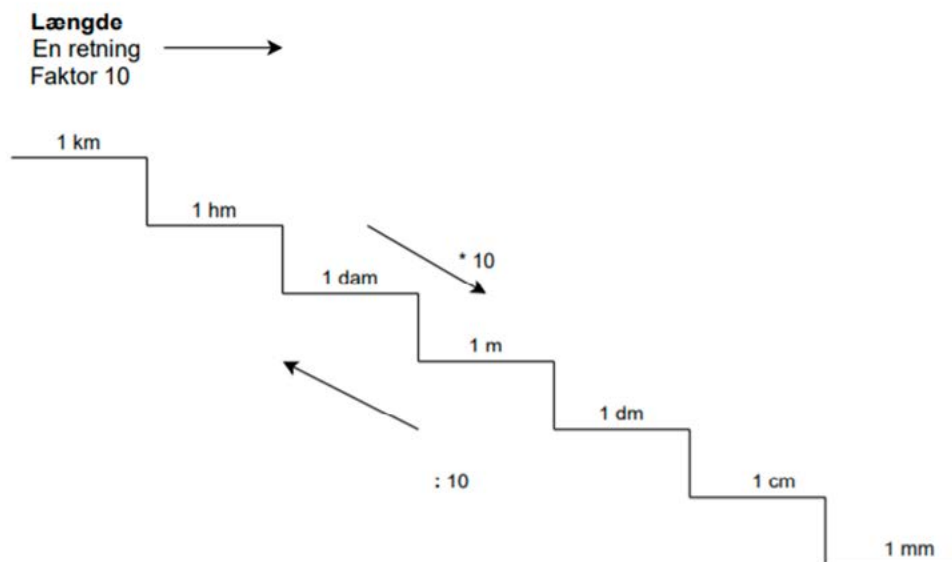
Omsætning mellem enheder

Længde:

Formel for udregning bliver:

Længden gange (eller dividere) med faktor 10 opløftet i antal hop.

$$\text{Resultatet} = \text{tal} \times 10^{\text{antal hop}}$$



Figur tegnet af Jette Schaarup (medforfatter). Kan også ses her:

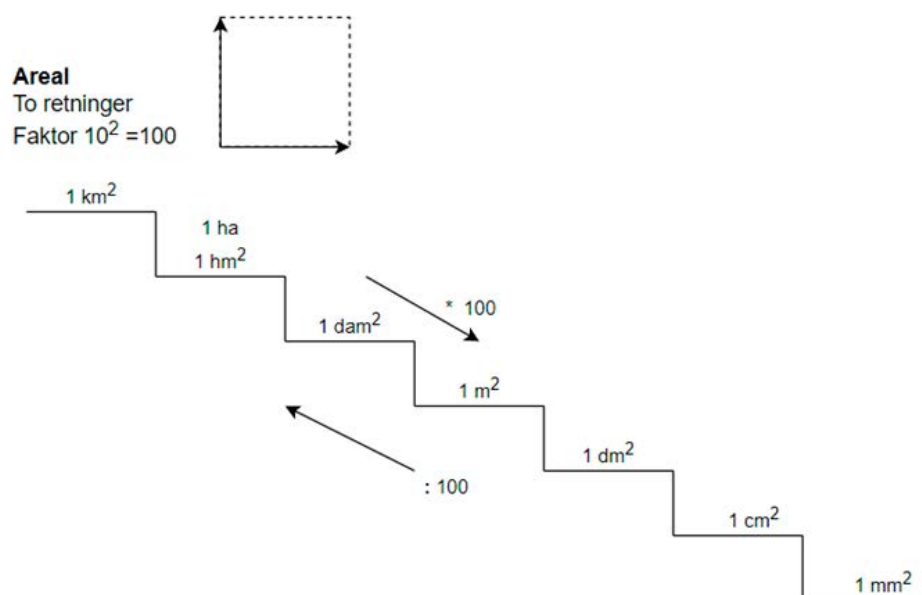
<https://matematikdidaktik.dk/tema/positionssystemer/kom-i-gang-med-positionssystemer-i-undervisningen>

Areal:

Formel for udregning bliver:

Areal gange (eller dividere) med faktor ($10^2 = 100$) opløftet i antal hop.

$$\text{Resultatet} = \text{tal} \times 100^{\text{antal hop}}$$



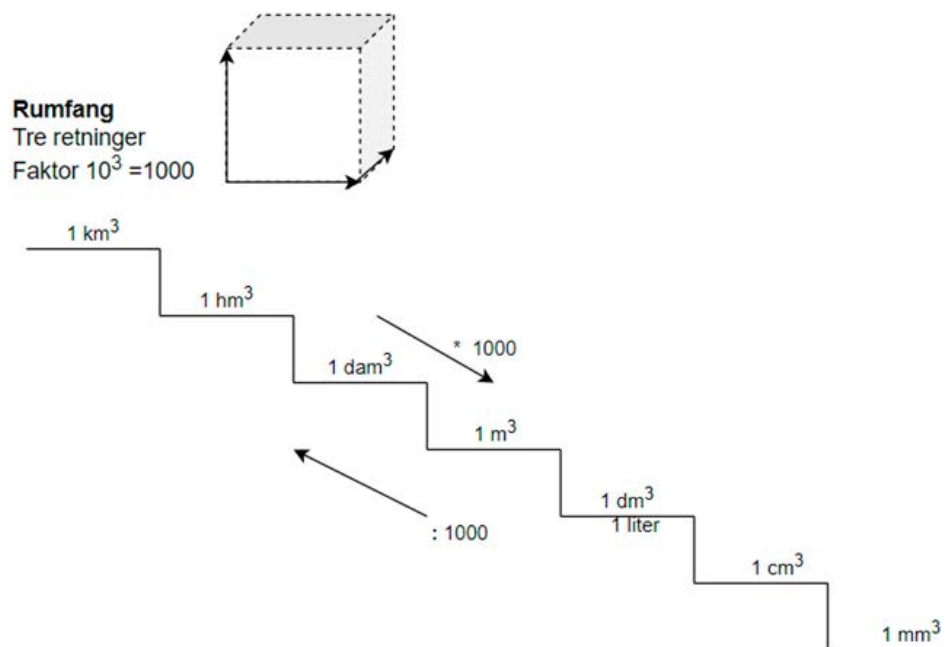
Figur tegnet af Jette Schaarup (medforfatter)

Rumfang:

Formel for udregning bliver:

Rumfang gange (eller dividere) med faktor ($10^3 = 1000$) opløftet i antal hop.

$$\text{Resultatet} = \text{tal} \times 1000^{\text{antal hop}}$$



Figur tegnet af Jette Schaarup (medforfatter)

Opgave

Hvor meget 'fylder' dækket?

Der kan vales en ring med en diameter, der er 16 mm større end det slidte dæk. Der kan også benyttes andre metoder til at illustrere cylinderrøret.

Eleverne skal i grupperne undersøge dækkets materialerumfang med målene på dækket.

Massefylde – hvad er det?

Hvor meget vejer det?

Der snakkes om materialer og enheder ifm. massefylde fælles på klassen.

Dækblanding (der bruges 1,1-1,2 g/cm³ som udgangspunkt)

Mål mønsterdybden på dækkene som du arbejder med eller efter egne erfaringer. (Hvor langt kører din bil på et sæt dæk?) Dækket har 8 mm mønster fra nyt. Hvor mange kilo mikroplast har du udledt til naturen på alle 4 dæk. (Vi fratrækker 10% til sporet på dækkene.)

HVIS EKSTRA TID – PERSPEKTIVERING.

Hvor mange dæk sælges der i Danmark årligt?

Hvor meget mikroplast bliver det til samlet set fra dækkene?

Opgave

Størrelsen på dæk, der ligger i klasselokalet



- 1 TWI (Tread Wear Indicator) = indstøbte advarselsfelter i dækmønsteret for lav mønsterdybde
- 2 Firmamærke
- 3 Belastningsindeks (88 = 560 kg.)
- 4 Dæktype
- 5 Dækkets bredde i mm
- 6 Dækkets sektionshøjde i % (højde / bredde = 70)
- 7 R 14 = radial type. Indvendig diameter i tommer (14)
- 8 Tubeless = slangeløs
- 9 Hastighedsindeks (H = maksimalt 210 km/t)
- 10 Varemærke

Opgave	Formler												
Mål størrelsen på dækket. <table border="1"> <tr> <td>Dækkets bredde</td><td></td></tr> <tr> <td>Sektionshøjden × 2</td><td></td></tr> <tr> <td>Indvendig diameter</td><td></td></tr> </table> Hvad er diameteren på et dæk som hedder 205/50-R15? <table border="1"> <tr> <td>Sektionshøjden</td><td></td></tr> <tr> <td>Indvendig diameter</td><td></td></tr> <tr> <td>Dækkets diameter er</td><td></td></tr> </table>	Dækkets bredde		Sektionshøjden × 2		Indvendig diameter		Sektionshøjden		Indvendig diameter		Dækkets diameter er		1 cm = 10 mm 1 tomme = 2,54 mm $\frac{\text{sektionshøjden}}{\text{Dækkets bredde}} 100 = \text{sektionshøjden i \%}$
Dækkets bredde													
Sektionshøjden × 2													
Indvendig diameter													
Sektionshøjden													
Indvendig diameter													
Dækkets diameter er													
Opgave	Notater												
Prøv at måle diameteren på dækket og omkredsen, og derefter dividere omkredsen med diameteren $\frac{O}{d} =$ Prøv at finde en anden rund ting og lave samme beregning. Hvad giver resultatet?													

Opgave 1-4: Pris og størrelse på dæk ud fra skriftlige informationer.

Dæk

(husk at skrive formlerne)

OPGAVE 1

Din bil skal snart synes, og skal derfor have fire nye dæk. Men du vil ikke bruge flere penge end højst nødvendigt. Dækstørrelsen er 165/70 R14.

Find prisen på nogle billige dæk, og beregn hvad de vil koste dig?

OPGAVE 2

Din onkel har en Audi A4 TDI, som han vil have nogle smartere dæk til. De nye dæk han vil have har betegnelsen 235/40 R18 91Y. Han vil kun have Michelin-dæk. Find en pris på hans nye dæk, og beregn hvad de vil koste din onkel.

OPGAVE 3

Hvor meget er en tomme i cm?

OPGAVE 4



På tegningen angives dækkes størrelse som 185/70 R14.

Hvad fortæller tallene – og hvad måles de i?

	Hvad fortæller tallene?	Hvad måles de i?
185		
70		
14		

Opgave 5-8: Størrelse på dæk, dels på dæk der ligger i klasselokalet, og dels ud fra skriftlige oplysninger i opgaven

OPGAVE 5

Mål med en almindelig lineal på et af dækkene, der ligger i klasselokalet. Hvilken størrelsesbetegnelse kan du beregne dækket til?

OPGAVE 6

Beregn diameteren på dækkene din onkel købte i opgave 2.

OPGAVE 7

De gamle dæk på onkels bil havde størrelsen 195/65 R15. Hvad var diameteren på dem?

OPGAVE 8

Har din onkels gamle og nye dæk samme omkreds?

Hvis nej – hvad har det betydning for?



Se de andre dele af projektet på hjemmesiden



novo nordisk
fonden



**NC
UM** | Nationalt Center
for Udvikling af
Matematikundervisning