NTNU
Det skapende universitet

Matematikk i programfaget Tegning og bransjelære for utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk

Lise Wærstad Utvik

Lektorutdanning med master i realfag

Innlevert: Juni 2012

Hovedveileder: Frode Rønning, MATH

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for matematiske fag

Forord

Denne masteroppgaven i matematikkdidaktikk markerer min avslutning på det femårige studiet på lektorutdanningen i realfag ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Arbeidet med masteroppgaven foregikk våren 2012, og denne prosessen har vært både spennende og lærerikt, samtidig som den også har vært krevende. Det er med uvurderlig støtte, hjelp og inspirasjon fra andre at jeg nå sitter her stolt og avslutter dette dokumentet. Jeg ønsker derfor å takke de følgende personer.

Først og fremst vil jeg takke min veileder Frode Rønning for verdifulle innspill og konstruktive tilbakemeldinger på arbeidet. Samtidig vil jeg takke deg mest av alt for å ha gitt meg inspirasjon med din entusiasme for, og kunnskaper i, fagfeltet matematikkdidaktikk. Jeg vil også takke min medstudent Thea Lien Espeland for god støtte under arbeidet. Du har alltid vært tilgjengelig som diskusjonspartner, både når jeg har hatt behov for å lufte frustrasjoner eller dele gleder på lesesalen. Samtidig vil jeg benytte anledningen til å takke for fem fine år sammen med deg på studiet. Videre vil jeg rette en spesiell takk til læreren og elevene som jeg gjennomførte undersøkelsen med. Takk for at dere stilte opp med godt humør og lot meg filme arbeidet deres. Til sist vil jeg takke mine nærmeste som har støttet meg gjennom hele utdanningen. Tusen takk til mine foreldre og tre søsken for at dere alltid har hatt troen på meg og for at dere støtter meg uansett hva. Dere er alle til stor inspirasjon for meg i livet mitt. En spesiell takk går til min kjære Magne som har bidratt med korrekturlesing, hjelp, støtte og oppmuntring gjennom hele arbeidsprosessen med masteroppgaven. Tusen takk for at du alltid er her for meg.

Trondheim, 1. juni 2012

Lise Wærstad Utvik

Sammendrag

Fokuset til denne studien er matematikk i programfaget Tegning og bransjelære for det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk. Målet er å synliggjøre matematikk som ligger til grunn her, samt å få en bedre forståelse for hvordan matematikkunnskaper brukes i kombinasjon med kunnskaper knyttet til programfaget. I undersøkelsesperioden ble det arbeidet med et prosjekt i praksisrelatert matematikk for yrkesfaget basert på arbeidstegninger av en enebolig. Studiens forskningsspørsmål er følgende: *Hvilke matematiske ressurser kan observeres, og hvordan brukes disse av læreren og elevene i prosjektarbeidet?, Hvilke forbindelser mellom matematikk og programfag fremgår i elevenes arbeid med prosjektet?* og til slutt *Hvilken opplevelse har elevene og læreren av bruken av matematikk i programfaget?* I studien er det benyttet kvalitative forskningsmetoder i form av observasjon og intervju av tre elever og deres lærer i programfaget. Datamaterialet består av videoopptak og ble samlet inn i løpet av prosjekt-periodens to uker. Analyse av data er gjort ved å ta utgangspunkt i et sosiokulturelt læringssyn. Det er videre brukt aktivitetsteori og semiotisk teori, i tillegg til teori knyttet til overføring av kunnskap mellom kontekster.

Resultatene fra studien viser at elevene og læreren benytter seg av en rekke matematiske ressurser, både intellektuelle og fysiske, i arbeidet med prosjektet gitt i programfaget. Flere av de matematiske tegnene og symbolene brukt i arbeidet er knyttet til programfaget og byggebransjen. Det som kjennetegner bruken av matematiske ressurser i prosjektarbeidet er at prosjektoppgavene håndteres og løses på en målrettet og effektiv måte, ofte ved hjelp av kalkulatoren som et medierende fysisk redskap. Samtidig indikerer resultatene at det er underforstått i kulturen tilhørende programfaget, hvilke måleenheter det refereres til, både når det gjelder arbeidstegningene og dialogene i klasserommet. Videre viser resultatene nødvendigheten av at elevene behersker samspillet mellom matematikk og programfag, siden

arbeidet avhenger av kunnskaper og redskaper knyttet til begge disse kontekstene. Resultatene fra intervjuet med læreren indikerer at han synes å oppleve at bruken av matematikk i programfaget hovedsakelig består i å gjøre utregninger knyttet til problemer og oppgaver innen programfag- og yrkeskontekster. Når det gjelder elevenes opplevelse til bruken av matematikk i programfaget fremstår den som at det knytter seg til fysiske reelle ting de kjenner fra kjente yrkessammenhenger, som blant annet boligen som arbeidstegningen representerer. På denne måten kan disse redskapene brukes for å mediere matematiske begreper. Resultatene gjengitt over bidrar til innsikt i hvordan matematikk brukes i programfaget Tegning og bransjelære, og kan videre benyttes for å tilpasse matematikk-undervisningen ved utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk.

Summary

The focus of this study is mathematics in the program subject Technical drafting and trade studies (Tegning og bransjelære) for the vocational education program Building and Construction (Bygg- og anleggsteknikk). The goal is to visualize underlying mathematics, as well as to gain a better understanding of how mathematical knowledge is used in combination with knowledge related to the program subject. In the survey period, the students worked on a project in practice related mathematics for the vocational subject, based on the blueprints of a house. The study's research questions are as follows: *Which mathematical resources can be observed, and how are they used by the teacher and the students in the project work?*, *Which connections between mathematics and the program subject appears in the students work with the project?* And finally, *Which experiences do the students and the teacher have of the use of mathematics in the program subject?* In the study, qualitative research methods have been used in the form of observation and interview of three students and their teacher in the program subject. The data consist of video recordings and were collected during the project period's two weeks. Analysis of data is done by taking a sociocultural view of learning. Furthermore, activity theory and semiotic theory are also used, in addition to theory related to the transfer of knowledge between contexts.

The results from the study show that the students and the teacher uses a range of mathematical resources, both intellectual and physical, in the work of the project given in the program subject. Several of the mathematical signs and symbols used in the work are related to the program subject and the construction industry. What characterizes the use of mathematical resources in the project is that the project exercises are handled and solved in a targeted and efficient way, often with the help of the calculator as a mediating physical tool. At the same time, the results indicate that the measurement units, which are referred to, are implied in the

culture associated to the program subject, both in terms of blueprints and the dialogs in the classroom. Furthermore, the results show the need for the students to master the interplay between mathematics and the program subject, since the work depends on the knowledge and tools related to both of these contexts. The results from the interview with the teacher indicate that he seems to experience that the use of mathematics in the program subject mainly consists of making calculations related to the problems and tasks within the program subject and vocational contexts. When it comes to the students experience with the use of mathematics in the program subject, it appears that it is related to real physical things they know from the familiar vocational relations, such as the house that the blueprints represent. In this way, these tools can be used to mediate mathematical concepts. The results described above contributes to the understanding of how mathematics are used in the program subject Technical drafting and trade studies, and may further be used to adapt the teaching of mathematics in the vocational education program Building and Construction.

Innhold

Vedlegg

Kapittel 1

Innledning

1.1 Bakgrunn for studien

På videregående gikk jeg på studieretningen Formgivningsfag og opplevde at fellesfagene var adskilt fra studieretningsfagene. Spesielt husker jeg at timene med matematikk var alt for teoretiske og fantes ikke knyttet til studieretningen. Jeg var så heldig å finne motivasjon og interesse for matematikk i etterkant av mine to år på denne studieretningen, men dessverre opplevde ikke alle mine klassekamerater dette. Et par av dem slet så mye med matematikk-faget at det endte med at de ikke fikk fullført videregående, og de deler dermed skjebnen med mange andre elever i videregående opplæring. Problematikken med det høye frafallet fra videregående opplæring vies mye plass i offentlig debatt. Årsakene til frafallet kan være mange og komplekse, men mange elever ytrer at de opplever enkelte deler av fellesfagene i opplæringen som lite relevant for det yrkesvalget de har tatt (Kunnskapsdepartementet, 2008b). Nylig har Kunnskapsdepartementet kommet med et tiltak for å minke dette frafallet og øke andelen ungdommer som fullfører og består videregående opplæring. Det blir kalt Ny GIV - overgangsprosjektet. Det er på de yrkesfaglige utdanningsprogrammene at frafallet er størst, og ett av tiltakene prosjektet har for å øke gjennomføringen innen disse er å arbeide for å skape mer relevans og yrkesretting av fellesfagene. Hvorfor? - fordi "en opplæring som oppleves som relevant for den enkelte elev og er rettet mot elevenes fremtidige yrkesliv, vil kunne bidra til at elevene får økt forståelse for fagenes viktighet, økt motivasjon for læring og økt fagkunnskap." (Kunnskapsdepartementet, 2011). Med yrkesretting av fellesfagene menes da at undervisningen i størst mulig grad skal ha relevans for de aktuelle yrkesutøvelsene, i tillegg til at det også innebærer " å forklare hvordan kompetanser fra fellesfaget blir brukt og kommer til nytte i opplæringen i programfagene og i yrkesutøvelsene innenfor de relevante yrker." (Kunnskapsdepartementet, 2008a, s. 80). Med andre ord handler yrkesrettingen ikke bare om programfagets rolle i fellesfaget, men også fellesfagets rolle i programfaget.

Karakterstatistikk viser at fellesfaget matematikk er spesielt utfordrende for yrkesfagelevene. Mange elever strever så mye med matematikkfaget at de stryker i det i likhet med mine klassekamerater. I fellesfaget Matematikk 1P på yrkesfag var det i skoleåret 2009/2010 ca 8 % av elevene som fikk standpunktkarakteren 1, og av de som var oppe til eksamen strøk 17 % (Utdanningsdirektoratet, 2010a). Fra praksis har jeg erfaring med at mange elever har vanskeligheter med å se nytteverdien av matematikk, og jeg opplevde ofte å få spørsmålet ”Hva skal jeg med dette?”. Som fremtidig matematikklektor i den videregående skole er jeg overbevist om at matematikk kan gjøres interessant og oppleves relevant for alle elever. Alle trenger ikke nødvendigvis like matematikk, men det viktige er at elevene kommer seg gjennom faget og lærer den nødvendige kunnskapen som kreves for deres fremtidige yrke. Det unike med elever på et yrkesfaglig utdanningsprogram er at de hovedsakelig er der fordi de liker praktisk arbeid, og har interesse for det utdanningsprogrammet kan tilby eller for det yrket de utdanner seg til. Samtidig vil elevene ha felles erfaringer fra programfags-undervisningen, og dette gir unike muligheter for å knytte matematikk mot situasjoner og problemer som elevene kan kjenne seg igjen i. Jeg tror det er meget viktig at elevene får oppleve at matematikk er en viktig del av både programfagene og deres fremtidige yrker. Det kan være vanskelig for elevene å se koblingen mellom matematikkfaget og programfagene, og det er ingen selvfølge at de klarer å overføre kunnskaper de har tilegnet seg i undervisningen av matematikk til programfagene. For å kunne tilrettelegge en matematikk-undervisning som fremmer denne overføringen, vil det være viktig å skaffe informasjon om hvilke matematiske kunnskaper som er viktige, og hvordan disse brukes på de yrkesfaglige utdanningsprogrammene.

Læringsteorien som ligger til grunn i denne studien er den sosiokulturelle. I et sosiokulturelt perspektiv på læring vektlegges det at kunnskap konstrueres gjennom samhandling med andre mennesker og i en kontekst (Dysthe, 2001). Et sentralt aspekt er at læring er situert i sosiale kontekster; tenking, kommunikasjon og fysiske handlinger er situert i kontekster, og måten en resonnerer og løser problemer på må ses i sammenheng med konteksten det foregår i, samt redskapene som er tilgjengelige der. Med redskaper menes fysiske så vel som intellektuelle redskaper. Det grunnleggende i et sosiokulturelt perspektiv på læring er at disse redskapene medierer virkeligheten for mennesker; vi håndterer omverdenen og gjør våre erfaringer ved hjelp av medierende redskaper (Säljö, 2001). Et grunnleggende spørsmål for å forstå læring og utvikling som Säljö (2001) trekker frem, er hvordan mennesker tar til seg tenkemåter og ferdigheter og klarer å bruke dem i nye sammenhenger. Det engelske begrepet ”transfer” brukes om overføring av kunnskaper mellom forskjellige situasjoner og problemer (Säljö, 2001). Hvordan kunnskap tilegnet i en situasjon gjør seg gjeldende eller ikke i andre situasjoner har ifølge Carraher og Schliemann (2002) lenge blitt sett på som et av de viktigste problemene når det gjelder læring. Ulike kontekster vil inneha ulike aktiviteter og rammebetingelser, og vil dermed medføre ulike kunnskaper (Säljö, 2001).

I læreplanverket for Kunnskapsløftet er det å kunne regne en av fem grunnleggende ferdigheter. De grunnleggende ferdighetene inngår i arbeidet med alle fag, og er integrert i kompetansemålene. De skal bidra til utvikling av fagkompetansen samtidig som de er en del av denne fagkompetansen (Utdanningsdirektoratet, 2012). På denne måten kreves det at elevene klarer å bruke matematikk i forskjellige kontekster og sammenhenger, som blant annet programfagsundervisningen. Kunnskap elevene tilegner seg i skolen er situert, og ikke alltid enkelt å overføre til andre miljøer (Säljö, 2001). Nunes, Schliemann og Carraher (1993) har forsket på blant annet gateselgere, skoleelever, fiskere og snekkere når det gjelder hvordan de løste matematikkoppgaver med forskjellige kontekster. Gateselgerne klarte å løse utregningsproblemer knyttet til salg i gatemarkedet, men de slet med å løse samme type problemer tatt ut av sin kontekst. Når det gjelder undersøkelsen av snekkerne, viste det seg at de brukte problemløsningsstrategier nært relatert til den sosiale situasjonen hvor de hadde lært matematikk og til oppgaven de skulle løse. De prøvde å skape mening til oppgavene de fikk, og arbeidet nært til situasjonen. Suksessfull læring og problemløsning i hverdagslivet kan mulig forklares med bevaring av mening gjennom aktiviteter som er en del av situasjonene i hverdagslivet (Nunes et al., 1993). For at det elevene lærer i skolen skal være relevant for aktiviteter utenfor seg selv, trenger man ifølge Evans (1999) en redegjørelse for hvordan denne kunnskapen kan brukes i, eller overføres til, andre kontekster. For å bygge broer mellom praksiser som for eksempel skolematematikk og en yrkesbransje, må en prøve å identifisere områder hvor arbeidspraksisen utenfor skolen kan nyttig overlappe eller relatere med skolematematikk, blant annet ved å beskrive praksisene involvert og analysere forskjeller og likheter mellom disse (Evans, 1999).

Flere forskere har sett på bruken av matematikk på arbeidsplasser opp mot matematikk i skolekonteksten (Pozzi, Noss, & Hoyles, 1998; Williams & Wake, 2002, 2007a, 2007b; Williams, Wake & Boreham, 2001). Wedege (2005) mener det er vanskelig å avdekke matematikk på arbeidsplasser fordi den er skjult i regler, prosedyrer, redskaper og organisering på arbeidsplassen. Matematikken på arbeidsplasser er infiltrert i andre aktiviteter på arbeidsplassen; matematikk er situert i arbeidspraksisen og vil dermed ikke være helt ren (Wedege, 2005; Williams & Wake, 2002, 2007a). Forskningen til Pozzi et al. (1998), Williams og Wake med Boreham (Williams & Wake, 2007a, 2007b; Williams, Wake, & Boreham, 2001) bruker aktivitetsteori for å avdekke denne skjulte matematikken i arbeid som sykepleie, på metallverksted og i industriell kjemi. Leont'ev (1979) ses på som grunnleggeren av aktivitetsteorien. Han hevder at menneskelig aktivitet alltid skyldes et motiv, og det er handlinger som oversetter aktivitetens motiv til en realitet. Videre gjennomføres hver handling for å oppnå resultater, altså ligger det spesifikke mål til grunn for disse. Operasjoner er hjelpemidler for gjennomføring av handlingen, og disse operasjonene har betingelser gitt fra omstendighetene (Leont'ev, 1979). Arbeidsmatematikk skiller seg fra skolematematikk ved at det brukes forskjellige løsningsmetoder og aktiviteter som er begrenset til, og tilpasset mål og begrensninger i, arbeids- og skolekulturen (Williams et al., 2001). Matematikk og programfag er to forskjellige aktivitetssystem, og vil dermed ha forskjellige motiv, mål og betingelser, på samme måte som skolematematikk og arbeidsmatematikk vil ha det.

Matematikk karakteriseres av den store betydningen semiotiske representasjoner har. Den eneste måten å ha tilgang til matematiske objekter og håndtere de, er å bruke tegn, symboler og semiotiske representasjoner (Duval, 2006). Et tegn er noe som står for noe annet, det tjener til å formidle kunnskap om en annen ting og representerer derfor denne (Peirce, 1998). Matematiske tegn er instrumenter for å kode og beskrive matematisk kunnskap; de er bærere av kunnskap og redskap for kommunikasjon (Steinbring, 2005). Et tegn har ifølge Steinbring (2005, 2006) to funksjoner: en semiotisk funksjon, altså noe som står for noe annet, og en epistemologisk funksjon - det inneholder kunnskap om det som det står for. Peirce (1998) klassifiserer tre typer tegn: ikoner, indekser og symboler. Ikoner, eller likheter, tjener til å formidle ideer om ting ved å herme etter dem, som for eksempel en tegning av et hus. Indekser kan ses på som indikasjoner, de viser noe om ting ved at de er fysisk knyttet til dem. Eksempelvis vil et vater indikere når en vegg står rett. Symboler kalles også generelle tegn, og symbolbruk vil da si at symbolet assosieres med dets mening. Et eksempel på symbol kan være $sin(x)$ (Peirce, 1998). Tegn har ikke mening i seg selv, denne må skapes av brukeren gjennom mediering mellom tegn/symbol og objekt eller referansekontekst. Denne medieringen er avhengig av matematisk kunnskap eller begrep. Koblingen mellom det matematiske tegnet, objektet/referansekonteksten og medieringen mellom disse representerer Steinbring (2005, 2005) i den epistemologiske trekanten. Denne beskrives nærmere i teorikapittelet.

Det er viktig at elevene klarer å benytte matematikk i yrkessammenheng. Jeg synes det vil være interessant å undersøke hvordan elevene klarer å nyttiggjøre seg kunnskaper de har knyttet til matematikk i programfagssammenheng.

1.2 Forskningsspørsmål

Studiens fokus er bruk av matematikk i yrkesfagundervisning. Formålet med studien er å avdekke matematikk som ligger til grunn i denne ved å identifisere språk, tegn, symboler og redskaper av matematisk karakter som elever og lærer anvender. Det inkluderer også bruk av redskaper knyttet til yrkesfaget for å løse problemer av matematisk art. Som en samlebetegnelse velger jeg å kalle disse for matematiske ressurser. Med andre ord er målet å synliggjøre matematikk som ligger til grunn, og forklare hvordan denne brukes i kombinasjon med kunnskaper fra yrkesfaget. I den forbindelse har jeg gjennomført en kvalitativ undersøkelse ved det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk. Valget av forskningsdesign har grunnlag i forskningsparadigmet studien plasserer seg i, som her er det konstruksjonistiske. Her ses virkeligheten på som sosialt konstruert av menneskene som er aktive i forskningsprosessen. Samtidig vil ikke virkeligheten være absolutt, da det ikke eksisterer noen objektiv virkelighet (Mertens, 2010; Robson, 2002). Ved å ta utgangspunkt i elever som følger programfagsundervisning i Tegning og bransjelære, har jeg gjennom metodene observasjon og intervju av elever og faglærer samlet informasjon om deres bruk av, og tanker om, matematikk i undervisnings- og læringssituasjoner i programfaget. I undersøkelsesperioden skulle de arbeide med et prosjekt i praksisrelatert matematikk for bruk i yrkesfaget, hvor arbeidstegninger av en enebolig var en sentral del. Ved å ta utgangspunkt i relevant teori søker jeg innsikt i hva som kjennetegner bruken av matematikk i programfaget ved å analysere innsamlet datamateriale basert på prosjektet. I søken etter ønsket innsikt vil jeg formulere følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvilke matematiske ressurser kan observeres, og hvordan brukes disse av læreren og elevene i prosjektarbeidet?*
2. *Hvilke forbindelser mellom matematikk og programfag fremgår i elevenes arbeid med prosjektet?*
3. *Hvilken opplevelse har elevene og læreren av bruken av matematikk i programfaget?*

Målet med studien er altså å få en dypere innsikt i hvordan elever og lærer benytter matematikk i programfagsundervisningen, i tillegg til å få et innblikk i forbindelser mellom matematikk og programfag. Jeg håper denne innsikten kan føre til kunnskap i hvordan matematikk og programfag henger sammen, og hvor det er naturlig å gjøre koblinger til programfaget i matematikkundervisningen. Som fremtidig matematikklektor mener jeg bevisstheten om hvordan matematikk benyttes i programfaget vil gi didaktiske implikasjoner for undervisningen med at den i større grad vil oppleves som relevant for elevene, og på denne måten være enklere å overføre til programfaget og videre i yrkeslivet.

1.3 Kapitteloppbygging

Masteroppgaven består av totalt syv kapitler. Innledningsvis har jeg introdusert bakgrunn for studien, avgrenset problemområdet og definert forskningsspørsmålene. I Kapittel 2 presenteres det teoretiske rammeverket for studien, hvor jeg først utdyper den sosiokulturelle læringsteorien med fokus på medierende redskaper og situert læring. Videre fremstiller jeg aktivitetsteorien og teori knyttet til overføring av kunnskaper. Deretter følger semiotisk teori, og til slutt presenteres relevante studier. Kapittel 3 gir en innføring i det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk, samtidig som jeg legger frem hvilken matematikk som hører med utdanningsprogrammet. Videre fremstiller jeg matematikk-innholdet i noen av prosjektets deloppgaver, i tillegg til å avklare nødvendige begreper knyttet til programfaget. Den valgte metodologi for studien beskrives grundig i Kapittel 4. Kapittelet starter med en beskrivelse av forskningsdesignet til studien, samt hvilke metoder som er blitt brukt. Deretter ses det på utvalg for studien, etterfulgt av en beskrivelse av gjennomføringen av undersøkelsen. Dernest betraktes studien opp mot etiske problemstillinger. Til slutt gir jeg en presentasjon av hvordan datamaterialet er blitt analysert med fokus på beskrivelsen av analyseverktøyet. Datamaterialet blir i Kapittel 5 analysert ved bruk av analyseverktøyet presentert i det foregående kapittelet. Analysen er delt inn i to deler, hvor den første tar for seg analyse av syv situasjoner som fant sted i observasjonen av elevene og læreren. Den andre delen omhandler analyse av intervju med læreren og videre intervjuene med elevene. Diskusjon av resultatene i lys av forskningsspørsmålene, samt tidligere studier, presenteres i Kapittel 6. Her diskuteres også metodikken jeg har brukt i denne studien, samt studiens analyseverktøy. I det siste kapittelet, Kapittel 7, oppsummeres resultatene fra studien og det avsluttes så med en perspektivering.

Kapittel 2

Teoretisk rammeverk

I dette kapittelet vil jeg presentere det teoretiske rammeverket for studien min. Her starter jeg med å introdusere behaviorismen og konstruktivismen kort, da dette er to hovedretninger som har vært dominerende når det gjelder læringssyn. Deretter vil jeg gå dypere inn på den sosiokulturelle læringsteorien som utgjør grunnfundamentet i studien. Her er medierende redskaper og situert læring svært viktige og relevante begreper. Videre vil jeg gi en beskrivelse av aktivitetsteorien, i tillegg til teori knyttet til overføring av kunnskaper, som begge utgjør en sentral del i analysearbeidet. Innenfor matematikk er tegn, symboler og semiotiske representasjoner meget viktige, og dermed utgjør semiotisk teori en del av det teoretiske rammeverk for denne studien. Her vil den epistemologiske trekanten til Steinbring (2005, 2006) beskrives grundig, da analyseverktøyet i studien bygger på denne. Til slutt følger en presentasjon av tidligere forskning som det vil være aktuelt å se studien i lys av.

2.1 Sosiokulturell teori

Det finnes mange forskjellige teorier om læring, som alle søker å forklare hvordan individer tilegner seg kunnskaper, kompetanser og ferdigheter. Det vitenskapelige studiet av læring har vært dominert av to hovedretninger: den ene er metaforen om læring som overføring mellom individer, og den andre er læring som følge av individets deltakelse. Behavioristiske teorier dominerte læringspsykologien i mange tiår, og ser på kunnskap som objektivt gitt og at den bygger på empirisk erfaring. Det vil si at kunnskapen finnes utenfor individet og læring er å bygge på de fysiske erfaringer individet gjør. Kunnskapen kan deles opp i små deler, avgrenses og overføres mellom individene. Det behavioristiske synet på læring har hatt stor påvirkning på undervisningen i de fleste land. Elevene lærer grunnleggende fakta litt etter litt gjennom en undervisning som er eksplisitt og organisert sekvensielt, avgrenset og hierarkisk.

Etter hvert forventes det så at elevene er i stand til å tenke og reflektere, og at de er i stand til å bruke det de har lært. Slike kognitive aktiviteter ses på som utilgjengelige for studier som tar i bruk objektive metoder (Dysthe, 2001). Studiet av menneskelig tenking, kognitivismen, kom i følge Dysthe (2001) på banen som et alternativ til behaviorismen i 1940 årene. Kognitivismen er individorientert, og læring ses på som en utvikling av mer komplekse mentale modeller. Den viktigste læringsforståelsen innenfor kognitive teorier er konstruktivistisk læringsteori (Dysthe, 2001). Istedenfor å se på læring som at individene passivt tar imot og absorberer informasjon, kan læring fra et konstruktivistisk perspektiv ifølge Dysthe (2001) ses på som en aktiv prosess der individet tar imot informasjon, tolker den, og setter den sammen med tidligere kunnskap, for så å reorganisere de mentale strukturene dersom det er nødvendig for at den nye forståelsen skal passe inn. Gjennom sine aktiviteter konstruerer individet selv sin forståelse av omverdenen (Säljö, 2001). Kognitivismens individsentrering og fokusering på de mentale sidene ved læring kritiseres som ensidig, og de siste tiårene har det blitt lagt mer vekt på de sosiale og kulturelle kontekstene hvor de individuelle konstrueringene av kunnskap tar sted. Mange kognitivister flyttet fokuset fra individet til læringsfellesskapet, og et sosiokulturelt læringssyn vokste frem (Dysthe, 2001).

I et sosiokulturelt perspektiv på læring hevdes det at kunnskap konstrueres gjennom samhandling med andre mennesker og i en kontekst (Dysthe, 2001). Det er gjennom kommunikasjon at individet blir delaktig i kunnskaper og ferdigheter, og det er slik det lærer seg å anvende ressurser, som informasjon og erfaringer, for å løse problemer og håndtere situasjoner på en egnet og tjenlig måte. Hva som er relevante måter vil variere fordi problemer og situasjoner kan ses, og forstås, på forskjellige måter alt etter hvilken sosial kontekst en befinner seg i. På denne måten vil læring være situert i sosiale kontekster, og det er et sentralt aspekt i den sosiokulturelle læringsteorien (Säljö, 2001). Læring er med andre ord et integrert og uadskillelig aspekt av sosial praksis (Lave & Wenger, 2003). I tillegg spiller redskaper en viktig rolle i dette synet på læring. Med redskaper "menes de ressursene, så vel språklige (eller intellektuelle) som fysiske, som vi har tilgang til, og som vi bruker når vi forstår vår omverden og handler i den." (Säljö, 2001, s. 21). Tenking, kommunikasjon og fysiske handlinger er situert i kontekster, og måten en resonnerer og løser problemer på må ses i sammenheng med konteksten det foregår i, samt redskapene som er tilgjengelige der. Individet, den sosiale praksisen og redskapene bestemmer hverandre og er derfor like viktige komponenter for å forstå menneskers handlinger (Säljö, 2001).

2.1.1 Medierende redskaper

Noe som skiller den sosiokulturelle teorien fra andre teoretiske perspektiver på læring er dens vektlegging av kulturelle redskaper. Säljö (2001) bruker begrepet *kultur* som en samlebetegnelse på ressurser som finnes hos individet, i sosiale interaksjoner og i den materielle omverdenen. Kultur er skapt av mennesker og eksisterer mellom menneskene og omverdenen. Den inneholder ideer, holdninger, kunnskaper og andre ressurser som mennesket kan erverve seg gjennom interaksjon med denne omverdenen (Säljö, 2001). De intellektuelle og fysiske redskapene, eller artefaktene som Säljö (2001) også betegner dem, viser vår evne til å samle erfaringer og å kunne dra nytte av dem til våre ønskede og passende formål. Det viktigste intellektuelle redskapet mennesket har er språket. Det er en ressurs vi benytter oss av for å kommunisere om verden og våre tanker. Gjennom språket samler vi erfaring og innsikt, og erverver kunnskap, i tillegg til å kommunisere disse med hverandre. Den grunnleggende egenskapen ved språket er dets evne til å skape flere betydninger. Relasjonen mellom språklige uttrykk og de fenomenene eller objektene disse refererer til, det vil si språkets semiotiske funksjon, er fleksibel. I tillegg til å referere til et fenomen eller objekt, vil det språklige uttrykket også betegne betydning og innhold. Språket gir oss mulighet til å kunne betegne virkeligheten på en fleksibel måte, og medfører at det vi sier vil være noe annet enn et nøytralt bilde av omverdenen. Andre intellektuelle redskaper er formler, regler, begreper og lignende. Eksempelvis vil Pytagoras' læresetning for en snekker være en ressurs for å sikre at hjørnene på et bolighus blir 90 grader, slik at veggene blir rette. I kulturen inngår også alle de fysiske redskapene som vår verden er fylt med. Disse materielle redskapene er gjenstander eller produkter mennesker har utviklet og produsert som ressurser for spesifikke formål. Eksempler er linjal som instrument for lengdemåling, bil som fremkomstmiddel, hammer som verktøy og datamaskin som instrument for informasjonsbearbeiding. Fysiske redskaper er blitt utviklet som hjelpemidler til å håndtere problemer hvor menneskets styrke eller evne ikke strekker til, og opp gjennom historien har stadig flere menneskelige innsikter, kunnskaper og kompetanser blitt flyttet ut i, og bygd inn i, fysiske redskaper. Samtidig som mennesker utvikler nye fysiske hjelpemidler, kan nye intellektuelle kunnskaper utvikles. På denne måten vil utviklingen av fysiske redskaper skje parallelt med utviklingen av intellektuelle redskaper. Menneskene har med redskaper bygd opp en kollektiv kunnskap, og denne bringer oss forbi grensene som våre biologiske intellektuelle og fysiske forutsetninger og yteevne avgjør. Denne samlingen av ressurser er blitt skapt gjennom kommunikasjon, og det er gjennom kommunikasjon at de vil utvikles og bli ført videre (Säljö, 2001).

Det grunnleggende i et sosiokulturelt perspektiv på læring er, i følge Säljö (2001), at både de fysiske og de intellektuelle redskapene medierer virkeligheten for mennesker; vi håndterer omverdenen og gjør våre erfaringer ved hjelp av medierende redskaper. Selve begrepet *mediere* kommer fra det tyske ordet "vermitteln" som betyr å formidle. Det innebærer at menneskers tenking og forestillinger er skapt og påvirket av vår kultur og dens redskaper. På denne måten utgjør redskapene bindeleddet både mellom mennesker, og mellom mennesker og omverdenen. Tenkingen hos individet foregår hverken bare i hjernen eller bare i redskapet; bruken av intellektuelle og fysiske redskaper er nemlig integrert i hverandre. Det er via et redskap at tenkingen kommer i kontakt med omverdenen, med andre ord medierer det omverdenen. Redskapene har i seg selv ingen nytteverdi, men de vil være svært kraftfulle i hendene på den kompetente brukeren (Säljö, 2001). Når det gjelder de fysiske redskapene er det ifølge Säljö (2001) slik at vellykkede artefakter ofte fungerer slik at de underliggende teknikkene og prosedyrene er usynlige, og de kan dessverre fremstå som uforståelige for brukeren. Et beskrivende eksempel er kalkulatoren som artefakt. Menneskelig kunnskap og innsikt om desimaltallsystemet, prosedyrer for de fire regneartene, samt regning med kvadratrot, prosent og logaritmer er bygd inn i redskapet. Ved å trykke på tastene kan en gjøre ulike matematiske utregninger gjennom å benytte seg av kunnskaper og innsikter skapt av mennesker tilknyttet sosiokulturelle praksiser, uten selv å inneha forståelse for de matematiske begrepene og prosedyrene som ligger bak. Algoritmene er bygd inn i kalkulatoren og gjør at en kan utføre store mengder utregninger uten anstrengelse. Allikevel er det viktig å forstå prinsippene som gjelder om hvordan de matematiske operasjonene fungerer for å kunne benytte hensiktsmessig operasjon i et bestemt matematisk problem. I likhet med fysiske redskaper vil også intellektuelle redskaper kunne endre vår arbeidsevne, tidsbruk og kunnskapsbase. Læring i et sosiokulturelt perspektiv vil dermed være et spørsmål om hvordan vi tilegner oss ressurser, både praktiske og intellektuelle, fra omgivelsene og kulturen (Säljö, 2001).

2.1.2 Situert læring

I et sosiokulturelt læringssyn er et individs tenking, kommunikasjon og fysiske handlinger situert i kontekster (Säljö, 2001). Det finnes ingen nøytral kontekst eller situasjon, og menneskelige handlinger må alltid ses relativt til konteksten de skjer i, da enhver situasjon har en sosial ramme: "Vi handler med utgangspunkt i våre kunnskaper og erfaringer og det vi bevisst eller ubevisst oppfatter at omgivelsene krever, tillater eller gjør mulig i en bestemt virksomhet" (Säljö, 2001, s. 131). På denne måten vil ikke læring bare være et spørsmål om å beherske kunnskaper og ferdigheter, det er også nødvendig å kunne avgjøre for hvilke situasjoner disse er hensiktsmessige og produktive å bruke. Konteksten vil være avgjørende for hvordan et individ forholder seg til et problem eller en oppgave. Denne konteksten kan for eksempel være fysisk, kognitiv eller kommunikativ, eller en kombinasjon. En spesifikk person eller objekt kan betegnes på mange forskjellige måter alt etter hvilket forhold en har til personen eller objektet, hvilken situasjon en befinner seg i, og en mengde andre kontekstuelle faktorer. Vi fremstiller personen eller objektet på den måten som vil være relevant eller interessant i den bestemte situasjonen. For eksempel kan en stein fungere som en pynte-gjenstand eller en målstolpe, slik at hva som er interessant ved den vil variere mellom forskjellige situasjoner. Steinen er ikke en pyntegjenstand eller en målstolpe i seg selv, disse funksjonene skapes som en del av menneskelig kontekstualisering (Säljö, 2001). Situasjonen og konteksten der individet lærer vil ikke bare påvirke læringen; den er en viktig del av det som blir lært. På denne måten vil ferdigheter og kunnskaper, og dermed læring, være tett sammenvevd med selve læringssituasjonen (Dysthe, 2001). Med andre ord vil aktør, sosial praksis og verden konstituere hverandre gjensidig (Lave & Wenger, 2003).

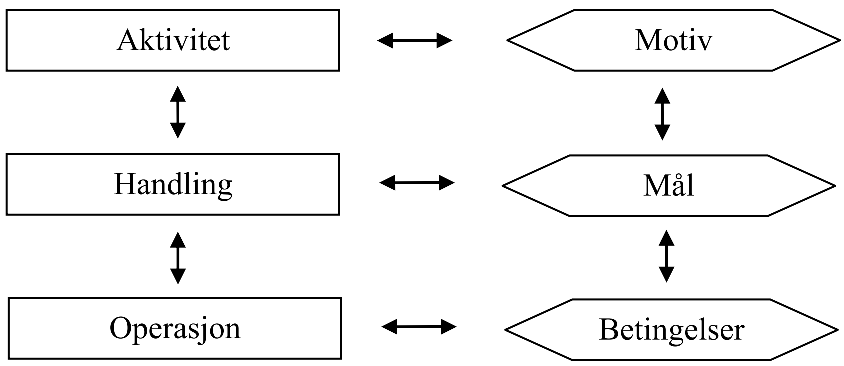
2.2 Aktivitetsteori

Læring handler om å bli delaktig i kunnskaper og ferdigheter, og kunne beherske disse på en produktiv og hensiktsmessig måte innenfor nye sosiale praksiser (Säljö, 2001). Prosessen hvor individet forsøker å bli en del av et praksisfellesskap betegner Lave og Wenger (2003) som *legitim perifer deltakelse*. Ifølge dem er legitim perifer deltakelse en måte å forstå læring på, det er et begrep ment for å beskrive deltakelse i sosial praksis med læring som en integrert del. Ved deltagelse i de sosiale praksisene i praksisfellesskapet lærer den nyankomne å beherske kunnskaper og ferdigheter, og vil etter hvert kunne bli en del av praksisfellesskapet. For eksempel er barn legitim perifere deltakere i voksne sin sosiale verden. Mesterlære er et annet typisk eksempel på et praksisfellesskap. Her er lærlingene legitime perifere deltakere; de lærer seg et spesialisert yrke. Etter hvert danner lærlingene seg en oppfattelse om hva som konstituerer fellesskapets praksis. Det vil blant annet være rollene til personene som inngår her, hvordan mestere snakker og oppfører seg, hvilke redskaper som benyttes, samt hvilke mål og forventninger som inngår. Til slutt vil lærlingen selv kunne bli en mester, og vil da være en fullverdig deltaker av praksisfellesskapet (Lave & Wenger, 2003).

Utviklingspsykologen Leont'ev har utviklet en begrepsramme som går under betegnelsen aktivitetsteori, eller virksomhetsteori som Säljö (2001) kaller det. Säljö (2001) hevder at teorien kan ses på som "et forsøk på å systematisere forståelsen av menneskelige handlingers situerte natur og beskrive dem som deler av kontinuerlige sosiale praksiser i samfunnet." (s. 140). Ifølge Engeström (2001) startet utviklingen av aktivitetsteorien med arbeidet til Vygotsky, hvor ideen om mediering var sentral. Hans idé om en mediert handling blir uttrykt som en sammenheng mellom subjektet, objektet og medierende artefakter. På denne måten må individets handlinger forstås i sammenheng med de kulturelle hjelpemidlene som benyttes. Leont'ev bygde videre på arbeidet til kollegaen og lærermesteren Vygotsky med å utvikle en idé om en mer kompleks mediert handling. Vygotsky fokuserte på individets handling, mens Leont'ev skilte mellom en individuell handling og en kollektiv aktivitet (Engeström, 2001).

Leont'ev (1979) mener at vår kunnskap om verden medieres gjennom vår interaksjon med den, og sentralt i denne prosessen er menneskelig *aktivitet*. Han mener at det er *motiv* som gir aktivitet en spesifikk retning og skriver at "[t]here can be no activity without motive." (Leont'ev, 1979, s. 59). Ulike aktiviteter har forskjellige motiv som enten er materielle eller ideelle. Videre utgjør *handlinger* de grunnleggende komponentene til aktiviteter; de oversetter aktiviteten til virkelighet og realiserer den. På denne måten vil aktivitet kun eksistere i form av en eller flere handlinger. Disse handlingene gjennomføres for å oppnå et resultat og de er dermed underlagt, og rettet mot, spesifikke *mål*. I tillegg til sitt tilsiktede aspekt, det vil si hva som må gjøres for å oppnå målet, har handlingen også et operativt aspekt som går på hvordan det kan gjøres. Sistnevnte er ikke definert av målet til handlingen, men avgjøres ut fra de objektive omstendighetene handlingen utføres i. Handlingene gjennomføres ved hjelp av *operasjoner*, og disse operasjonene vil avhenge av *betingelsene* gitt fra omstendighetene. Det er dermed fullt mulig å gjennomføre en og samme handling med ulik sammensetning av operasjoner (Leont'ev, 1979). I følge Leont'ev (1979) kan forskjellen mellom handlinger og operasjoner vises ved hjelp av materielle objekter. En kalkulator er et eksempel på et materielt redskap hvor operasjoner er krystalliserte, det vil si at de er innebygd i denne. For å gjennomføre handlingen "å løse et regneproblem" trykker en på de aktuelle knappene på kalkulatoren. Gitt at en behersker redskapet, så blir tastingen på de aktuelle knappene operasjoner som trengs for å utføre handlingen. Hadde kalkulatoren ikke vært tilgjengelig så ville operasjonene for å løse regneproblemet blitt annerledes, for eksempel ved å regne ut for hånd med penn og papir. Et poeng med for eksempel tasting på kalkulator for å gjøre utregninger er at disse kan utføres automatisk når en har gjort det mange nok ganger. Slik er det for alle operasjoner, deres skjebne er at de før eller senere blir automatisert, og deres bruk vil ikke lenger tenkes over (Leont'ev, 1979).

Leont'ev (1979) sin teori består av de tre begrepene *aktivitet*, *handling* og *operasjon*. Til disse knyttes henholdsvis *motiv*, *mål* og *betingelser*. Det kan ses på som et hierarkisk system med tre forskjellige nivå, og min fremstilling av disse er presenter i Figur 1 under.



Figur 1: Egen fremstilling av Leont'evs aktivitetsteori (1979).

Aktivitetsteorien til Leont'ev er utviklet ytterligere. Engeström (2001) hevder at dagens aktivitetsteori kan oppsummeres ved hjelp av fem prinsipper. Det første prinsippet er at enheten for analyse er et aktivitetssystem som er kollektivt, artefaktmedierende og objektorientert (Engeström, 2001). Dette praksisfellesskapet vil ikke nødvendigvis bety en veldefinert og identifiserbar gruppe med sosialt synlige grenser. Det trenger heller ikke være snakk om samtidig tilstedeværelse (Lave & Wenger, 2003). Aktivitetssystemet må videre ses i sammenheng med sine relasjoner til andre aktivitetssystemer (Engeström, 2001). Eksempler på aktivitetssystemer er institusjonen ”skole”, vitenskapen ”matematikk” og yrket ”tømrer”. Forskjellige aktivitetssystemer representerer kunnskaper og tjenester som mennesker etterspør og trenger, og utgjør dermed deler av samfunnet hvor de bidrar til å løse ulike oppgaver (Säljö, 2001). Det andre prinsippet omhandler at et aktivitetssystem alltid innehar flere meninger, tradisjoner og interesser (Engeström, 2001). For eksempel vil elever og lærere i skolen ha forskjellige meninger om hva som er lærerike undervisningsmetoder. Videre utgjør aktivitetssystemets historiske eksistens det tredje prinsippet. Aktivitetssystemet blir formet over lengre tid og må derfor forstås opp mot sin egen historie (Engeström, 2001). Det er en historisk utviklet aktivitet (Säljö, 2001). Fjerde prinsipp er at motsetninger i, og mellom, aktivitetssystemer spiller en sentral rolle i utvikling og endring av aktivitetssystemer (Engeström, 2001). Det femte og siste prinsippet Engeström (2001) trekker frem er at aktivitetssystemer kan gjennomgå ekspansive endringer, de kan endres kvalitativt.

Aktivitetssystemene utgjør en overordnet sammenheng hvor menneskers handlinger finner sted. Sosiale handlinger må derfor forstås ut fra de tre nivåene *aktivitetssystem*, *handlinger* og *operasjoner*. Mennesker utfører handlinger motivert ut fra at de tilhører miljøet som aktivitetssystemet utgjør, og disse handlingene vil følge fremgangsmåter, regler, begreper, redskaper, forventninger og logikk som er gjeldende i dette. På denne måten vil handlingene bidra til å utvikle og reprodusere aktivitetssystemet; det er et produkt av menneskelige handlinger (Säljö, 2001). Aktivitetssystemer innehar sine egne diskurser, og med *diskurs* mener Säljö (2001) bestemte kommunikative og argumentative mønstre. Det inkluderer hvilke forklaringer, intellektuelle redskaper, begreper og beskrivelser som benyttes innenfor en praksis. På denne måten vil det påvirke måten en ser på og forklarer hendelser, fenomener og objekter. Læring vil da også handle om å bli skolert i forskjellige diskursive systemer, som en videre benytter seg av for å handle og kommunisere med i forskjellige aktivitetssystemer. Det å kunne handle innenfor et aktivitetssystem krever at en er kjent med, og kan bruke, de ressursene som er tilgjengelige i dette. For eksempel når snekkeren skal bygge et hus må han lese arbeidstegninger og instruksjoner, og er da avhengig av å ha kjennskap til begreper innen praksisen, i tillegg til regler om hvordan slike dokumenter skal leses og tolkes (Säljö, 2001).

2.3 Overføring av kunnskap

Et grunnleggende spørsmål for å forstå læring og utvikling som Säljö (2001) trekker frem er hvordan mennesker tar til seg tenkemåter og ferdigheter, og klarer å bruke disse i nye sammenhenger. Dette spørsmålet er sentralt med tanke på det sosiokulturelle synet på læring som situert i kontekster. I stor grad handler læring om å tilegne seg informasjon, ferdigheter og forståelse. Men det er ikke nok; en må også kunne avgjøre hvilken informasjon, hvilke ferdigheter og hvilken forståelse som er hensiktsmessig og relevant å anvende i ulike situasjoner og innenfor forskjellige aktivitetssystemer. Som sagt utgjør skolen et eget aktivitetssystem, slik at kunnskap elevene tilegner seg gjennom aktivitetene her er situert, og denne vil ikke nødvendigvis være enkel å overføre til andre situasjoner (Säljö, 2001). Begrepet *transfer* brukes om overføring av kunnskaper mellom forskjellige situasjoner og problemer (Carraher & Schliemann, 2002; Evans, 1999; Säljö, 2001). Jeg velger videre å benytte meg av ordet *overføring* for dette begrepet. Evans (1999) omtaler overføringen av kunnskap mellom situasjoner som ”building bridges”, altså som å bygge broer mellom praksiser. Hvordan kunnskap tilegnet i en situasjon gjør seg gjeldende, eller ikke, i andre situasjoner har ifølge Carraher og Schliemann (2002) lenge blitt sett på som et av de viktigste problemene når det gjelder læring. Ifølge Evans (1999) kan overføring av kunnskap skje mellom blant annet skolekontekst og hverdags- eller arbeidskontekst. Matematikk påstås å ha nytteverdi i andre fag og situasjoner utenfor skolen, ikke bare i matematikkfaget selv. Det settes spørsmålstegn ved hvorvidt dette faktisk er mulig. Selv om overføring er problematisk hevder Evans (1999) at det er mulig, men samtidig er det vanskelig å forutse og kontrollere. Carraher og Schliemann (2002) stiller seg tvilende til teorien om overføring mellom praksiser. De hevder at læring avhenger av tidligere kunnskap, læring og erfaring, og at denne teorien ikke gir et solid grunnlag for å forklare situasjoner hvor elevers læring påvirkes av hva de allerede vet. Videre mener de at overføring antyder at læring fra én situasjon passivt bæres over til en annen situasjon så fort den lærende har gjenkjent likhetene mellom situasjonene. Den lærende har ikke et lager av kunnskap som han kan benytte i lignende situasjoner. Forkunnskap justeres, tilpasses og kunnskapen skapes i den aktuelle situasjonen (Carraher & Schliemann, 2002). Ifølge Carraher og Schliemann (2002) er det denne aktive modifiserings-prosessen av kunnskap til situasjonsforholdene som overføringsteorien mangler, slik at teorien vil gi et snevert bilde av hvordan læring faktisk foregår.

Evans (1999) mener broer mellom forskjellige praksiser kan bygges ved å beskrive disse praksisene og analysere deres relaterte diskurser både når det gjelder likheter og forskjeller. På denne måten kan en identifisere punkter hvor for eksempel matematikk i skolen og arbeidslivet overlapper og er forbundet med hverandre. Evans (1999) påpeker at selv om elever kan se ut til å overføre både ideer, følelser og lignende fra en situasjon til en annen, så er det ikke nødvendigvis det læreren ønsker at de skal overføre. Subjektet er involvert i konstruksjon av kontekster, og subjektets opplevelse av konteksten kan derfor variere. Skolerte personer kan for eksempel bruke skolediskursen som en basis for konteksten når de skal løse problemer i andre situasjoner. Dette avgjøres av personens opplevelse av konteksten. For eksempel kan to personer befinne seg i samme kontekst, men kaller opp og benytter seg av ulike praksiser (Evans, 1999).

2.4 Semiotisk teori

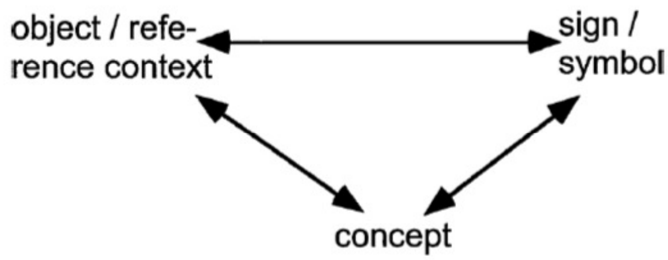
Semiotikk er læren om tegn. En av hovedpionerene innen semiotikk er den amerikanske filosofen Charles Sanders Peirce (Store norske leksikon, 2011). Peirce (1998) definerer tegn på følgende måte: ”A *sign* is a thing which serves to convey knowledge of some other thing, which it is said to *stand for* or *represent*.” (s. 13, utheving i original). Et tegn er altså noe som står for noe annet, som kalles et objekt, og tjener til å formidle kunnskap om det. Han klassifiserer tre typer tegn: *ikoner*, *indekser* og *symboler*. Et ikon står for et objekt ved å ligne på det, som for eksempel bilder, gestikulering, geometriske figurer og diagrammer. Ikoner tjener til å formidle ideer om objekter ved å herme etter dem, og de fleste vil dermed være etterligninger av det objektet de står for. En indeks står for et objekt enten gjennom en fysisk forbindelse med det, eller fordi det får oss til å rette oppmerksomheten av tankene på det. Indekser kan ses på som indikasjoner; de indikerer noe om objektet. Dette kan for eksempel være piler, målebånd, peking med finger, navn, ord som ”det” eller markering av et punkt på en figur med ”punkt A”. Et symbol står for et objekt som konvensjon eller definisjon, for eksempel de fleste vanlige ord, sin(x), f ’(x) og 2 + 2. Symbolet i seg selv identifiserer ikke objektet, det er tegn som assosieres med dets mening eller betydning ved bruk (Peirce, 1998). Ifølge Williams og Wake (2002, 2007a) vil matematiske tegn kunne inneha forskjellig mening for brukeren i skole- og arbeidskonteksten. I skolesetting vil disse tegnene ha en symbolsk, eller konvensjonell, mening mens i arbeidssettingen vil tegnene ofte forstås som indekser (Williams & Wake, 2002).

I likhet med tegn generelt fungerer matematiske tegn som redskap for kommunikasjon; de kommuniserer matematisk kunnskap. I tillegg er de instrumenter for å kode og beskrive matematisk kunnskap, operere med matematisk kunnskap og generalisere den (Steinbring, 2006). Det er gjennom matematiske tegn, symboler og symbolsystemer at undervisning og læring av matematikk tar sted (Nührenbörger & Steinbring, 2009). Steinbring baserer seg på Peirces semiotikk men skiller kun mellom matematiske *tegn* og *symboler*. Ifølge Steinbring (2005) må et tegn forstås som et gitt materielt objekt, hvor tegnet er viktig med hensyn på dets semiotiske funksjon og ikke som et objekt. Tegnets semiotiske funksjon er at det står for, eller har referanse, til noe annet. Et matematisk tegn kan for eksempel være et tall, en bokstav, en tegning, et diagram, en gest eller lignende (Steinbring, 2005, 2006). På denne måten vil matematiske tegn kunne være både ikoner og indekser ut fra Peirces inndeling. Et symbol vil også ha den samme semiotiske funksjonen som et tegn, det vil si referere til noe annet. Men et symbol karakteriseres hovedsakelig av den egenskapen at det i seg selv inneholder en indre relasjonell struktur. For eksempel kan symbolet ”€ 17,05” representere en viss mengde penger, altså står det for noe annet. Samtidig vil symbolet indikere en matematisk struktur, nemlig posisjonssystemet (Steinbring, 2005). Både matematiske tegn og symbol har i tillegg til sin semiotiske funksjon også en epistemologisk funksjon, det vil si rollen som bærer av matematisk kunnskap. De inneholder matematisk kunnskap om det som de står for, og denne kunnskapen er ikke gitt, den må tolkes og videre forstås av brukeren (Steinbring, 2005, 2006). Med andre ord kan ikke et individ tilegne seg matematisk kunnskap ved ren avlesning av matematiske tegn og symboler. Form og struktur til slike matematiske tegn og symboler har utviklet seg historisk, og er i stor grad konvensjonell og objektiv. Det krever erfaring og kunnskap å vite hvordan de skal leses, tolkes og brukes, slik at prosessen med å utvikle matematisk kunnskap vil skje i kulturelle miljø eller kontekster. I skolekonteksten brukes både det naturlige språket og direkte visning ved peking som hjelpemidler av elever og lærere for å utveksle og erverve matematisk kunnskap. På denne måten er de foreløpige former av interaktivt produserte tegn og symboler som har til hensikt å kode og utvikle matematiske begreper. Elevene vil, og må, konstruere egne betegnelser for å konstruere matematiske tegn og symboler i situerte kontekster, fordi de ikke har til rådighet ferdige, generelle og passende tegn. Samtidig brukes også de mer profesjonelle formene for matematiske tegn og symboler, det vil si de som er blitt utviklet over lang tid i akademiske miljøer. I klasserommet vil det derfor kunne observeres et mangfold av ulike former for matematiske tegn og symboler som for eksempel verbale formuleringer, kommunikasjon ved hjelp av å vise og referere, tall, bokstaver og operasjonstegn, samt ligninger, tabeller, diagrammer og grafer (Steinbring, 2006). Matematisk kunnskap vil derfor kunne observeres som mangfoldig til tross for at matematikk ses på som objektiv og universell (Steinbring, 2005).

For å få en bedre forståelse for hva som er det spesielle ved matematiske tegn og symboler, mener Steinbring (2006) at det må ses i lys av den epistemologiske naturen ved matematisk kunnskap. Det er en viktig forskjell mellom matematisk kunnskap og kunnskaper i andre vitenskaper som for eksempel fysikk og biologi. Fenomener og objekter i fysikk og biologi vil være tilgjengelig ved bruk av instrumenter som for eksempel mikroskop og måleapparat, eller ved hjelp av andre forestillinger. Matematikk består av abstrakte relasjoner og strukturer, og de matematiske objektene vil ikke kunne oppleves eller observeres ved hjelp av slike instrumenter. De er ikke empiriske ting som en kan se eller ta på. Den eneste måten man kan komme i kontakt med, og håndtere, de abstrakte matematiske objektene er gjennom bruk av tegn, symboler og semiotiske representasjoner som blant annet figurer, tall, diagrammer, grafer og likninger (Duval, 2006). På denne måten vil tegn og symboler være medierende redskaper for å få tilgang til de matematiske objektene. Tegn og symboler relaterer seg til en universell matematisk begrepsmessig idé, og både Duval (2006) og Steinbring (2005, 2006) understreker at disse aldri må forveksles med hverandre. Med andre ord, de matematiske objektene må ikke ses på som identiske med de tegn, symbol eller semiotiske representasjoner en benytter seg av for å nå disse (Duval, 2006).

Tidlig i skolen lærer elever i matematikkundervisning at konkrete objekter ikke er interessante i seg selv, men fordi de synliggjør matematiske ideer og strukturer (Steinbring, 2006). Eksempelvis at det matematiske tegnet "4" kan representere en fysisk samling av fire objekter. Den semiotiske rollen til tegnet "4" vil da være at det står for disse fire objektene som en merkelapp, og på den måten kunne erstatte den konkrete samlingen av disse. Samtidig har tegnet "4" en epistemologisk rolle, det inneholder matematisk kunnskap, som i denne konteksten er at det står for en idé om en mengde av fire elementer. Ved å etablere slike relasjoner mellom tegn og referanseobjekt i eksempler som elevene gis i den sosiale konteksten, lærer de hvordan disse skal tolkes, som her at tegnet "4" står for en idé om en mengde av fire elementer. I en annen referansekontekst kan det samme tegnet for eksempel relateres til det fjerde elementet i en tallfølge (Nührenbörger & Steinbring, 2009). Videre kan tegnet "4" relateres til symbolet "1 + 3" eller " 2 · 2", som da står for hver sin abstrakte begrepsmessige idé om addisjon og multiplikasjon.

For at matematiske begrep skal begripes og utvikles er de avhengige av tegn og symboler siden disse er uunngåelige og uunnværlige for å erverve matematisk kunnskap (Steinbring, 2005, 2006). Steinbring (2006) påpeker at "these signs do not have a meaning of their own, this has to be produced by the learner by means of establishing a mediation to suitable *reference contexts*." (s. 135, utheving i original). Et tegn, eller symbol, vil ikke inneha noen mening i seg selv, denne meningen må hvert enkelt individ skape ved å danne en kobling mellom tegnet/symbolet og en passende referansekontekst; altså mediere mellom tegnet/symbolet og referansekonteksten. I stedet for en slik referansekontekst kan det også være et fysisk eller mentalt objekt. På denne måten er tegnene/symbolene avhengig av objektene/referansekontekstene slik at de kan tolkes og skapes mening om. Både tegnene/symbolene og objektene/referansekontekstene representerer mentale ideer om matematiske strukturer og relasjoner. En fleksibel skifting mellom referansekontekst og tegnsystem er dermed mulig, og det å utvikle matematisk forståelse i samspillet mellom dem krever evnen til å overføre relasjoner fra en referansekontekst eller et objekt, ukjent eller kjent, til et tegn- eller symbolsystem (Steinbring, 2005, 2006). Men medieringen mellom disse er ikke helt tilfeldig eller upåvirket. For at tegnet/symbolet skal bli et ekte matematisk tegn/symbol, må medieringen reguleres av den epistemologiske naturen ved matematisk kunnskap og den påvirkes av grunnleggende matematiske begreper (Steinbring, 2006). På samme tid vil den epistemologiske begrensningen av matematisk kunnskap muliggjøre at en ny og mer generell matematisk kunnskap kan konstrueres gjennom medieringen mellom tegn/symbol og objekt/referansekontekst. Det er dermed nødvendig å inneha et begrepsgrunnlag for å kunne videreutvikle de matematiske begrepene. Det matematiske begrepet er avhengig av objektet/referansekonteksten for å kunne legemliggjøre strukturer eller relasjoner mellom objektet/referansekonteksten og tegnet/symbolet. (Steinbring, 2005, 2006). Det triangulære samspillet mellom matematiske tegn/symbol, objekt/referansekontekst og den begreps-avhengige medieringen mellom disse, representerer Steinbring (2005, 2006) i den epistemologiske trekanten. Denne er representert i Figur 2 under.



Figur 2: Den epistemologiske trekanten (Steinbring, 2006, s. 135).

Den epistemologiske trekanten utgjør et balansert og gjensidig støttende system, hvor ingen av de tre hjørnene er eksplisitt gitt eller fast bestemte. Hensikten med den epistemologiske trekanten til Steinbring (2005, 2006) er å modellere den semiotiske medieringen mellom objekt/referansekontekst og tegn/symbol under de epistemologiske påvirkningene av matematisk kunnskap. Trekanten fungerer som et teoretisk verktøy for å kunne analysere koblingen mellom ukjente matematiske tegn/symboler og delvis kjente referansekontekster, med de fundamentale matematiske begrepene som ligger til grunn for medieringen mellom disse (Nührenbörger & Steinbring, 2009). Elevene må selv være aktive for å konstruere, tolke og forstå matematisk kunnskap, og den epistemologiske trekanten kan fungere som et hjelpemiddel for å undersøke hvordan dette skjer. Gjennom å analysere matematiske kommunikasjonsprosesser mellom elever og lærere innen undervisning kan en bedre forstå hvordan matematisk kunnskap konstrueres hos elevene. (Nührenbörger & Steinbring, 2009; Steinbring, 2005). Ved hjelp av elevenes representasjoner av matematiske relasjoner og strukturer som er konstruert i disse interaksjonene, vil den matematiske kunnskapen som ellers ville vært usynlig gjøres tilgjengelig for andre (Steinbring, 2005).

Den epistemologiske trekanten som et verktøy for analyse kan videre utvikles. Ifølge Steinbring (2005, 2006) kan det settes opp en følge, eller kjede, av epistemologiske trekanter som tilsvarer en interaksjons- eller læringsprosess, for å beskrive utviklingen til tolkningene gjort av den lærende, med andre ord for å beskrive utviklingen i en læringsprosess. I den pågående utviklingen av matematikkunnskap hos eleven, vil elevens tolkninger av tegn-systemene og valg av referansekontekster utvikles eller videre generaliseres. Konkrete objekter vil etter hvert bli erstattet med mentale objekter i økende grad (Steinbring, 2005, 2006). Farrugia (2007) har med utgangspunkt i den epistemologiske trekanten til Steinbring sett på hvordan slike trekanter kan fremstilles i kjeder. Hun fokuserer på hva elevene sier og hvordan ordene gis mening, slik at begrepshjørnet i Steinbring sin epistemologiske trekant gitt i Figur 2 er byttet ut med ordet mening. Her blir meningsutvikling, eller kunnskapsutvikling, illustrert ved at flere epistemologiske trekanter settes i sammenheng. Tegn- eller symbol-hjørne i den første trekanten fungerer som en referansekontekst, eller et objekt, i den påfølgende trekanten, som igjen kan kobles til en ny trekant. For hvert ledd i kjeden av epistemologiske trekanter vil den matematiske forståelsen være oppgradert eller utviklet (Farrugia, 2007). Teorien om de epistemologiske kjedene Steinbring og Farrugia legger fram kan knyttes opp mot teori presentert i delkapittel 2.3, hvor Evans (1999) hevder at broer mellom forskjellige praksiser kan bygges ved å analysere deres relaterte diskurser med tanke på likheter og forskjeller. Evans (1999) påpeker at det da vil være viktig å se på systemer av tegn, språk og meningsdannelse som benyttes i diskursene. Det kan analyseres ved å se på relasjonene av betydning mellom objektene som betegnes, for eksempel antall fingre, og det som objektene betegnes med, for eksempel tall. Han viser til studier som fremstiller slike relasjoner i flere steg som kjeder av mening, der det i hvert delsteg vil være slik at det som betegnet objektet fra det foregående steget, blir det nye objektet som så knyttes til en ny betegnelse (Evans, 1999). Med det teoretiske verktøyet Steinbring har utviklet, vil det kunne tilsvare å se på relasjoner mellom objekter/referansekontekster og tegn/symboler. Dermed vil prinsippet til kjeden Evans refererer til være lik prinsippet til utviklingskjedene til Steinbring og Farrugia. Ifølge Evans (1999) kan den samlede kjeden fremstille broen som trengs for å kunne gå mellom diskurser. Det kan da for eksempel være overføring mellom skolepraksis og yrkes- eller hverdagspraksis. Videre påpeker han at siden tegn og symboler kan inneha ulike betydninger for en person i forskjellige praksiser, og for forskjellige personer innenfor en praksis, så kan det hende at overføring av den tiltenkte kunnskapen ikke skjer (Evans, 1999).

2.5 Relevante studier

Jeg har ikke lyktes i å finne konkrete relevante studier som tar for seg matematikk på yrkesfaglige utdanningsprogrammer, men jeg vil her gjengi studier som ser på forskjeller mellom skolematematikk og matematikk utenfor skolekonteksten som forskjellige hverdags- og yrkespraksiser.

Nunes et al. (1993) presenterer i boken ”Street Mathematics and School Mathematics” en rekke studier på bruken av matematikk i ulike kontekster. De har studert anvendelsen av matematikk hos mennesker i Brasil med yrker som gateselgere, snekkere, bønder og fiskere i tillegg til elever i skolen. Noen av elevene arbeidet i tillegg til å gå på skolen. Når det gjaldt yrkesgruppen snekkere, undersøkte de hvordan både disse og snekkerlærlinger løste en oppgave som gikk ut på å finne ut hvor mye tre som behøvdes for å bygge fem senger ut fra en tegning av en seng med tilhørende mål. Det var en typisk oppgave for snekkerne, da deres arbeidsoppgaver bestod i å bygge møbler ut fra tegninger. Lærlingenes arbeidsoppgaver bestod hovedsakelig i å kutte deler til møbler fra en stor treblokk, da ut fra tegninger av møbler med tilhørende lister over tilhørende deler. Snekkerne klarte å benytte seg av sin erfaring for å representere problemet i henhold til hvilke standarddeler de trengte, mens lærlingene som stort sett hadde erfaring med store treblokker og volumkalkulering i klasse-rommet, tolket spørsmålet som at de skulle regne seg frem til en stor treblokk hvor de så kunne kutte alle delene fra. Å finne volumet av treblokk som var nødvendig ville krevd en multiplikativ strategi, men lærlingene benyttet seg av to forskjellige additive strategier. Den første gikk ut på at de adderte alle dimensjonene og svaret ble da gitt i meter, kvadratmeter eller kubikkmeter, alt etter hvilke dimensjoner de hadde tatt utgangspunkt i. På denne måten involverte strategien tap av mening. Den andre gikk ut på at de adderte lengdene, breddene og tykkelsen av alle delene som tre separate operasjoner. Svarene var da henholdsvis lengden, bredden og tykkelsen av en stor treblokk. Selv om de opprettholdt dimensjonene til en stor treblokk, var også denne strategien ukorrekt. Lærlingene benyttet seg kun av skolealgoritmer, som for eksempel en prosedyre for å gå fra enheter til tiende- eller hundredeler, eller disse i kombinasjon med mentale utregninger som vil si utregning med penn og papir. Til sammenligning benyttet nesten alle snekkerne seg av en kombinasjon, eller kun mentale utregninger. Til tross for de ulike utrengningsstrategiene som snekkerne og lærlingene brukte var de like effektive (Nunes et al., 1993). Denne situasjonen viser ifølge Nunes et al. (1993) bruken av to typer representasjoner: representasjon av problemsituasjon og representasjon av matematiske relasjoner. En god problemløser må kunne koble disse, og sammenligningen mellom lærlingene og snekkerne viser at matematikk lært i hverdagsliv kan resultere i en bedre utførelse i problemløsning enn skolelæring vil gjøre. De benyttet seg av strategier nært knyttet til den sosiale situasjonen hvor de hadde lært matematikk og til oppgaven de skulle gjennomføre, og på denne måten reflekterte strategiene deres forskjellige arbeidsoppgaver i den sosiale konteksten. Matematisk kunnskap bærer altså merker av den sosiale situasjonen hvor den benyttes (Nunes et al., 1993).

Rønning (2010) har gjennomført en undersøkelse av en matematikkundervisningsøkt hvor elever på 4. årstrinn skulle lage vaffelrøre, og matematikken var da hovedsakelig knyttet til måling. Her fokuserer han på prosessen der elevene skulle avgjøre korrekt mengde melk i røren og hvilke spenninger som kunne observeres som et resultat av elevenes og lærerens motstridende mål i denne diskursive praksisen. Elevene hadde litermål tilgjengelig, hvor det var angitt mål for hver desiliter. Melken kom i kartonger som var markert med ”1/4 liter”, og hver elevgruppe skulle finne ut hvor mange kartonger de trengte for å måle ut 15 desiliter melk. Elevene leste tegnet ”1/4 liter” på forskjellige måter, og mange av dem koblet ikke en klar mening til det. Ett par av gruppene (fire grupper totalt) løste måleoppgaven med å bruke litermålet som medierende artefakt, og for dem var det da ikke relevant å kjenne betydningen av tegnet. De benyttet seg av en hverdaglig måte å løse problemet på, det vil si å helle melk i litermålet inntil indekstegnet peker på 15 dl, altså 1 liter pluss 5 desiliter. Læreren syntes å ønske at elevene skulle løse problemet på en matematisk måte, det vil si koble én liter med fire melkekartonger, og videre 15 desiliter med seks melkekartonger ved for eksempel å etablere relasjonen $6 \cdot 1/4 = 1{,}5$ (liter). Alle elevgruppene klarte å finne løsningen på det praktiske problemet å finne korrekt mengde melk, og visste da indirekte hvor mange melkekartonger de trengte. Rønning (2010) bruker aktivitetsteori for å beskrive disse to situasjonene. Han oppfatter at hovedmotivet for undervisningsøkten var å produsere vaffelrøre, og dette vil da avgjøre retningen for aktiviteten. Aktiviteten består av mange forskjellige handlinger som kan kobles til spesifikke mål. Fra situasjonen som oppstod i klasserommet tolker han det dit hen at det er en spenning mellom lærerens og elevenes mål, og at denne skyldes at undervisningsøkten opererer på grensen mellom en skolepraksis og en hverdagspraksis. De medierende redskapene fra hverdagspraksisen gir en alternativ måte å løse problemet på, og når elevene løste problemet på denne måten slet læreren med å beholde elevenes motivasjon til å løse den i en matematisk kontekst (Rønning, 2010).

Williams et al. (2001) har i sin studie benyttet seg av aktivitetsteori som teoriverktøy for å forstå vanskeligheten en elev har når hun benytter seg av matematikk for å gi mening til sin arbeidspraksisplass. Studien tar utgangspunkt i en situasjon hvor eleven skal gjennomføre et kjemieksperiment på et industrielt kjemisk laboratorium. I løpet av eksperimentet ble data logget med hensyn på tid, og dette ble vist grafisk. Eleven hadde vanskeligheter med å tolke grafen som var resultatet av hennes forsøk, selv om hun var kjent med grafer fra skolen og kunne tolke og bruke de der. Problemene eleven opplevde med å bruke matematikk for å gi mening til grafen brukt på arbeidsplassen, viser hvordan bruken av graf i skolen og på en arbeidsplass kan være forskjellige. Selv om bruken av grafer skjer i begge kontekstene, har de utviklet seg forskjellig. Bruken av graf i det kjemiske laboratoriet krever erfaring og kjennskap til konvensjoner brukt i denne yrkessammenhengen. Skolen og arbeidsplassen er to ulike sosiale kontekster, de er aktivitetssystemer med forskjellige mål (Williams et al., 2001). Hensikten med grafer i matematikkfaget på skolen er i følge Williams et al. (2001) å gi et redskap for å studere funksjoner. Eleven kommer fra skolen til laboratoriet, og bringer dermed to forskjellige aktivitetssystemer sammen. Hun tar med seg det symbolske redskapet ”graf” i tillegg til andre deler av aktivitetssystemet. Derfor opplevde hun motsetninger når hun prøvde å skjønne grafen i laboratoriet, siden dette utgjør et annet aktivitetssystem organisert etter andre formål. Symboler har forskjellige betydninger alt etter hvilken kontekst de befinner seg i, så selv om grafen brukes i begge kontekstene vil dens betydning være forskjellig i disse (Williams et al., 2001). Williams et al. (2001) har altså observert at bruken av matematikk på arbeidsplasser har utviklet seg forskjellig fra den matematikk elevene lærer i skolen.

I likhet med studien til Williams et al. (2001) benytter Pozzi et al. (1998) aktivitetsteori i sine analyser. De ser på hvordan sykepleiere bruker sine matematiske ressurser til å forstå problemstillinger i sitt yrke. Fokuset deres var å avdekke aktiviteter som inneholdt både synlig matematikk, det vil si gjenkjennelige matematiske operasjoner, i tillegg til aktiviteter som involverte matematisering av sykepleiernes profesjonelle yrke. Med matematisering menes en mengde av relasjoner mellom ressurser og aktiviteter som er operasjonaliserte for å nå et bestemt mål ved yrket (Pozzi et al., 1998). Pozzi et al. (1998) finner blant annet at sykepleierne benytter seg av en modell over væskebalanse til pasienter. Modellen er ikke i seg selv forklarende, og det oppstår et problem når en av sykepleierne prøver å forstå den siden dens bruk var ukjent for henne. De numeriske strukturene i modellen er skjult; den er matematisert. Det ble ikke stilt spørsmål ved tapet av den matematiske synligheten, for den var blitt en del av rutinen til sykepleierne. Modellens hensikt var å effektivisere sykepleiernes arbeidsoppgaver. Mange yrker inneholder slike kulturelle produkter, eller redskaper, og de fungerer som ressurser for arbeiderne innenfor denne konteksten. Redskapene er innarbeidet i, og formet av, kulturen de er en del av. De er formet av mål i arbeidskulturen og benyttes for å effektivisere arbeidet. Imidlertid kan deres matematiske innhold være skjult for den som bruker dem, fordi de inneholder krystalliserte operasjoner (Pozzi et al., 1998). Pozzi et al. (1998) hevder at et behov for å synliggjøre matematikken i slike artefakter er uunngåelig. For eksemplet med sykepleierne kan dette være når væskebalansemodellen gir data som ikke stemmer, når en trenger å kommunisere den med andre, eller når tolkningene av modellen fremprovoserer en konflikt mellom arbeidskollegaer. Det er nødvendig å forstå slike modeller for å kunne vurdere deres styrker og svakheter, slik at de kan benyttes hensiktsmessig (Pozzi et al., 1998).

Kapittel 3

Utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk

I dette kapittelet vil jeg gi en kort innføring i oppbyggingen av utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk. Her vil også matematikk i utdanningsprogrammet inngå. Videre presenterer jeg de aktuelle deloppgavene i prosjektet som danner grunnlaget for analyse-kapittelet. Jeg vil da redegjøre for det matematikkfaglige innholdet i til sammen syv av de tretten deloppgavene i prosjektet. Samtidig blir begreper som er knyttet til programfaget avklart når de er en del av oppgavetekstene.

3.1 Generell informasjon om utdanningsprogrammet

Bygg- og anleggsteknikk er et av de ni yrkesfaglige utdanningsprogrammene i norsk videregående skole. ”Utdanningsprogrammet omfatter produksjon, oppføring, ombygging og vedlikehold av bygninger og anlegg med tilhørende tekniske installasjoner.” (Kursbeskrivelser, udatert). Bygninger kan være alt fra hus til kjøpesentre og sykehus, og anlegg kan blant annet være veier, bruer, tunneler, demninger og kraftverk (Rolfsen, 2006). Alle elever som velger dette utdanningsprogrammet starter med Bygg- og anleggsteknikk på videregående trinn 1. Når de har fullført og bestått det første året, kan de gå videre på videregående trinn 2 med ett av totalt fem programområder. Videre kan de så fortsette med påbygging til generell studiekompetanse på videregående trinn 3 i skolen, eller de kan velge å få opplæring i en bedrift. Opplæringen i bedrift varer normalt i to år og fører til fagbrev eller svennebrev. Et alternativ til programområdene er særløp som starter etter videregående trinn 1, og vil etter normalt tre år føre til fagbrev eller svennebrev (Utdanningsdirektoratet, 2011). Se Tabell 1 for en fullstendig oversikt over valgmuligheter innen utdanningsprogrammet.

Tabell 1: Utdanningsprogram for Bygg- og anleggsteknikk (tilpasset etter Utdanningsdirektoratet, 2011).

Utdanningsprogram for Bygg- og anleggsteknikk						
	Programområder	**Programområder**				
Videregående trinn 1 (Vg1)	Videregående trinn 2 (Vg2)	Videregående trinn 3 (Vg3) eller opplæring i bedrift			Fører til	Yrkesbetegnelse
1. år	2. år	3. år	4. år	5. år		
Bygg- og anleggsteknikk	Anleggsteknikk	Anleggsmaskinførerfaget			Fagbrev	Anleggsmaskinfører
		Asfaltfaget			Fagbrev	Asfaltør
		Banemontørfaget			Fagbrev	Banemontør
		Fjell- og bergverksfaget			Fagbrev	Fjell- og bergverksarbeider
		Vei- og anleggsfaget			Fagbrev	Vei- og anleggsfagarbeider
	Byggteknikk	Betongfaget			Fagbrev	Betongfagarbeider
		Murerfaget			Svennebrev	Murer
		Stillasbyggerfaget			Fagbrev	Stillasbygger
		Tømrerfaget			Svennebrev	Tømrer
	Klima-, energi- og miljøteknikk	Rørleggerfaget			Svennebrev	Rørlegger
		Taktekkerfaget			Fagbrev	Taktekker
		Ventilasjons- og blikkenslagerfaget			Svennebrev	Blikkenslager
	Overflateteknikk	Industrimalerfaget			Fagbrev	Industrimaler
		Malerfaget			Svennebrev	Maler
		Renholdsoperatørfaget			Fagbrev	Renholdsoperatør
	Treteknikk	Limtreproduksjonsfaget			Fagbrev	Limtrearbeider
		Trelastfaget			Fagbrev	Fagoperatør i trelastfaget
		Trevare- og bygginnredningsfaget			Svennebrev	Trevaresnekker
	Alle program-områder unntatt særløp	Vg3 påbygg til generell studiekompetanse			Generell studiekompetanse	
	Særløp:					
	Feierfaget				Svennebrev	Feier
	Glassfaget				Fagbrev	Glassfagarbeider
	Isolatørfaget				Fagbrev	Isolatør
	Steinfaget				Fagbrev	Steinfagarbeider

Når det gjelder fagfordeling ved Bygg- og anleggsteknikk på videregående trinn 1, er det i tillegg til fellesfagene norsk, engelsk, matematikk, naturfag og kroppsøving, obligatorisk med de to programfagene Produksjon samt Tegning og bransjelære. Samtidig skal elevene velge seg et prosjekt til fordypning. Timetall for programfaget Produksjon er 337 årstimer og for programfaget Tegning og bransjelære er det 140 årstimer. Disse programfagene utfyller hverandre og må ses i sammenheng. Programfaget Produksjon tar for seg produkter og tjenester som er sentrale innenfor bygg- og anleggsbransjen. Her møter elevene varierte arbeidsoppgaver knyttet til bygninger og anlegg, og disse innebærer planlegging, gjennomføring, dokumentasjon og vurdering av arbeidet. Anvendelse av verktøy og maskiner, samt materialer som tre, betong, enkelte metaller og kjemiske stoffer er sentralt her. Samtidig vil praktisering av helse, miljø og sikkerhet, samt kvalitetssikring, være naturlige og viktige deler av programfaget Produksjon. I programfaget Tegning og bransjelære møter elevene enkle tegninger og dokumentasjoner av produkter som produseres innen bygg- og anleggsbransjen. Praktisk bruk av måleverktøy, IKT-baserte tegneprogrammer og kalkulasjons- og beregningsprogrammer er sentrale deler av programfaget. Samtidig vil regelverk og tiltak knyttet til helse, miljø og sikkerhet være viktig. Forhold mellom de forskjellige yrkene innenfor bygg- og anleggsbransjen, både når det gjelder organisering og produksjon, inngår også i programfaget. Opplæring i felles programfag skal bidra til å legge grunnlag for samfunnets behov for kompetanse når det gjelder bygninger og anlegg med deres tilhørende tekniske installasjoner. De skal gi elevene grunnleggende ferdigheter i bygg- og anleggsteknikk, og fungere som en bred inngang til bygg- og anleggsfagene. Samtidig skal de bidra til allmenndanning, i tillegg til å danne grunnlag for elevenes videre valgte utdanning og yrker (Utdanningsdirektoratet, 2006).

3.2 Matematikk i utdanningsprogrammet

Matematikk er som nevnt et obligatorisk fellesfag ved Vg1 Bygg- og anleggsteknikk. Siden det er et yrkesfaglig utdanningsprogram vil elevene kunne velge mellom fagene Matematikk 1P-Y og Matematikk 1T-Y, det vil si henholdsvis praktisk og teoretisk matematikk. Timetallet for begge fagene er 84 årstimer, det vil si tre skoletimer i uka (Utdanningsdirektoratet, 2010b). På videregående trinn 2 er ikke matematikk en del av fagsammensetningen, slik at de elevene som velger å ta fagbrev eller svennebrev vil kun møte matematikkfaget på videregående trinn 1. Elevene i utvalget til studien fulgte faget Matematikk 1P-Y. Se delkapittel 4.3 for mer informasjon om utvalget.

I læreplanen til felles programfag inngår de grunnleggende ferdighetene *å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig*, *å kunne lese*, *å kunne regne* og *å kunne bruke digitale verktøy* i Bygg- og anleggsteknikk. De grunnleggende ferdighetene er integrert i kompetansemålene, og bidrar til utvikling i tillegg til å være en del av fagkompetansen (Utdanningsdirektoratet, 2006). I Bygg- og anleggsteknikk vil den grunnleggende ferdigheten *å kunne regne* innebære "å beregne tid, pris, vekt, volum, mengde, størrelser og masser. I tillegg er målestokk, måltaking og beregning av vinkler knyttet til konstruksjoner sentralt" (Utdanningsdirektoratet, 2006, s. 2).

3.3 Det matematikkfaglige innholdet i prosjektoppgavene og tilhørende begrepsavklaringer knyttet til programfaget

Studien baserer seg på et prosjekt i programfaget Tegning og bransjelære som handler om praksisrelatert matematikk for bruk i yrkesfaget. Prosjektet består av to deler, med hver sin tilhørende oppgave, og knytter seg hovedsakelig til henholdsvis byggteknikkdelen og anleggsteknikkdelen av utdanningsprogrammet. Studien tar for seg første del av prosjektet gitt som Oppgave 1 i Vedlegg 2. Oppgaven består av 13 deloppgaver betegnet med bokstavene A til M. Disse baserer seg på autentiske arbeidstegninger av en enebolig, se Vedlegg 3. Arbeidstegningene er beskyttet i henhold til lov om opphavsrett, og jeg har fått tillatelse til å bruke disse i masteroppgaven fra firmaet som har laget de. I tillegg har læreren skissert og gjort utregninger på en av disse arbeidstegningene, og denne betegner jeg som hjelpetegningen (også gitt i Vedlegg 3). Det er viktig å påpeke at arbeidstegningene opprinnelig har papirstørrelse A3, slik at de vil være noe uklare i vedlegget. I det følgende presenteres fremgangsmåter for å finne løsninger til syv av deloppgavene: A, B, D, E, G, H og K. Det har grunn i at analysen i Kapittel 5 baserer seg på elevenes arbeid med disse. Fremgangsmåtenes tilhørende utregninger er gitt i Vedlegg 4. Samtidig redegjøres det for det matematikkfaglige innholdet i deloppgavene i tillegg til at eventuelle yrkesfaglige begreper forklares der det er antatt nødvendig. Eventuelle forkunnskaper i matematikk og kompetansemål for matematikk nevnes kort der jeg mener det er hensiktsmessig.

3.3.1 Deloppgave A

Denne oppgaven går ut på å finne ut hvor mange kvadratmeter vegg nord-, øst-, sør- og vestside på eneboligen har. Fasadene til eneboligen er gitt i arbeidstegning 1 og 2, og er fremstilt i Figur 3 under.

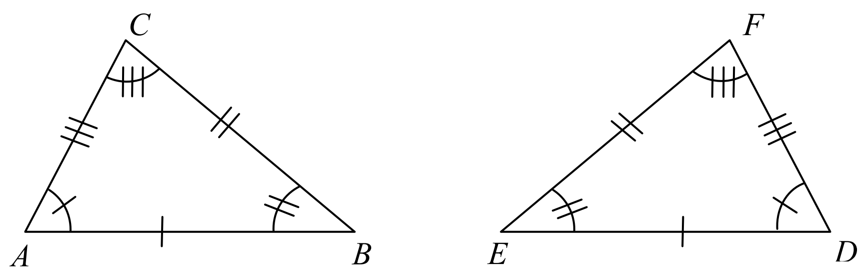
Figur 3: Fasadene til henholdsvis nord-, øst-, sør- og vestside av boligen hentet fra arbeidstegning 1 og 2.

Fasadene til øst- og vestside er like i den forstand at de vil ha like mange kvadratmeter vegg, altså samme areal. Hver av disse sidene kan ses på som bestående av to rettvinklede trekanter og ett rektangel slik hjelpetegningen er utformet. Videre kan sørside ses på som ett rektangel og nordside som samme rektangel i tillegg til en trekant. På denne måten kan spørsmålet om hvor mange kvadratmeter vegg sidene har besvares ved å se på det som arealberegning av rektangler og trekanter. Alle mål som trengs for disse arealberegningene er gitt i arbeidstegningene foruten høydene til trekantene. Begge høydene kan finnes ved å benytte seg av oppgitte vinkler i arbeidstegning 4 sammen med tangensfunksjonen. Fremgangsmåten for å finne høyden til en av de rettvinklede trekantene besvares i deloppgave B, og vil derfor gjennomgås i delkapittel 3.3.2.

Å kunne regne ut areal av geometriske figurer som trekanter og rektangler er, i tillegg til kompetansemål for Matematikk 1P-Y, også forkunnskap elevene er ment å inneha fra før ut fra tidligere kompetansemål for matematikk i grunnskolen (Utdanningsdirektoratet, 2010b). Areal av områder i Euklidsk geometri, altså den geometrien elever møter i skolen, defineres ut fra arealet til et rektangulært område. Det er gitt ved å multiplisere lengden med bredden til området, og Venema (2006) kaller dette det Euklidske arealpostulat[1]. En hvilken som helst rettvinklet trekant kan sammen med sin kongruente kopi danne et rektangel, og dermed vil arealet av en rettvinklet trekant være halvparten av rektanglets areal. Et triangulært område korresponderende til en rettvinklet trekant har altså areal lik ½ multiplisert med basen og høyden til trekanten (Venema, 2006). De to rettvinklede trekantene i hjelpetegningen til prosjektet er kongruente og en kan dermed se på disse som ett rektangel, og regne ut deres totale areal ved å regne ut arealet til rektangelet de former. En bakenforliggende matematisk kunnskap som ligger til grunn for denne utregningen side-vinkel-side-postulatet[2], som også betegnes med SAS. Ifølge Venema (2006) er dette ett av de mest grunnleggende teoremer i geometri. Det sier at hvis to sider og vinkelen mellom disse i en trekant er kongruent med to sider og vinkelen mellom de i en annen trekant, så er trekantene kongruente. For en mer teoretisk beskrivelse av teoremet, ser jeg det som nødvendig å definere hva kongruente trekanter er. Først trengs en kort beskrivelse av hva kongruente sider og kongruente vinkler betyr. De to punktene *A* og *B*, inkludert alle punkter mellom, betegnes med segmentet $\overline{\mathrm{AB}}$, og avstanden mellom de to punktene *A* og *B* er da lik lengden på segmentet. Segmentene $\overline{\mathrm{AB}}$ og $\overline{\mathrm{CD}}$ er kongruente hvis de har samme lengde, og det skrives $\overline{\mathrm{AB}} \cong \overline{CD}$ (Venema, 2006,

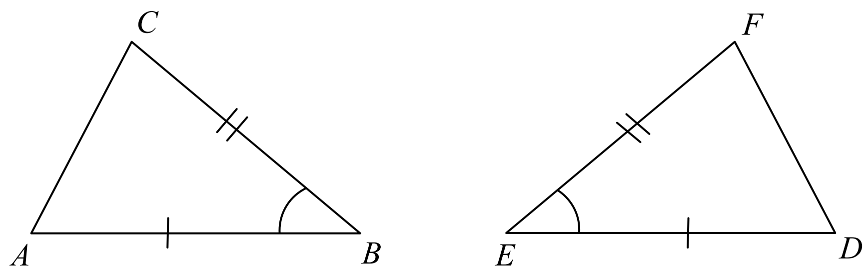
[1] Egen oversettelse fra engelsk: The Euclidean Area Postulate.
[2] Egen oversettelse fra engelsk: The Side-Angle-Side Postulate.

s. 58). Videre er to vinkler $\angle BAC$ og $\angle EDF$ kongruente hvis $\mu(\angle BAC) = \mu(\angle EDF)$, hvor μ betegner vinkelmålet. Dette skrives $\angle BAC \cong \angle EDF$ (Venema, 2006, s. 69). To trekanter er kongruente dersom det er en korrespondanse mellom hjørnene i den første trekanten og hjørnene i den andre trekanten (det vil si en korrespondanse mellom $A \leftrightarrow D$, $B \leftrightarrow E$ og $C \leftrightarrow F$ i Figur 4) slik at korresponderende vinkler er kongruente og korresponderende sider er kongruente. Notasjon for kongruente trekanter er $\Delta ABC \cong \Delta DEF$ (Venema, 2006, s. 85). Se Figur 4 for en fremstilling av slike kongruente trekanter.



Figur 4: Kongruente trekanter (Venema, 2006, s. 85).

Med denne teoretiske bakgrunnen kan jeg presentere side-vinkel-side-postulatet. Det sier at dersom to trekanter ΔABC og ΔDEF er slik at $\overline{AB} \cong \overline{DE}$, $\angle ABC \cong \angle DEF$ og $\overline{BC} \cong \overline{EF}$ så er $\Delta ABC \cong \Delta DEF$, det vil si kongruente (Venema, 2006, s. 86). Følgende figur beskriver disse betingelsene:

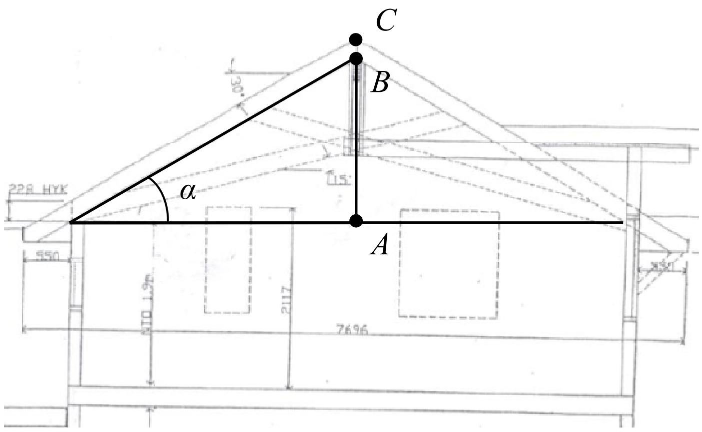


Figur 5: Side-vinkel-side trekantbetingelser (Venema, 2006, s. 86).

Ut fra dette teoremet er dermed de to rettvinklede trekantene i hjelpetegningen kongruente, og former et rektangel med areal lik lengde multiplisert med bredde. En annen, og mye enklere, måte å regne ut arealet på øst- og vestside av boligen er å se på sidene som sammensatt av ett rektangel og en trekant. På denne måten kan man bare regne ut arealet på trekanten ved å multiplisere basen med høyden og videre multiplisere med ½. Det står ingenting i kompetansemålene for matematikk i læreplanen om hvorvidt kongruente trekanter eller side-vinkel-side-postulatet er noe elevene skal kjenne til.

3.3.2 Deloppgave B

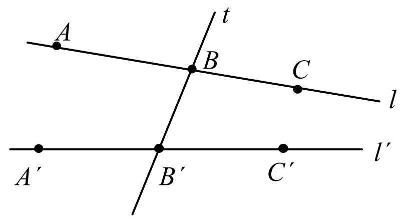
Oppgaven går ut på å finne høyden fra topp toppsvill til topp møne. For å kunne løse oppgaven kreves det altså at en kjenner til de yrkesfaglige begrepene topp toppsvill og topp møne. Begrepet topp toppsvill er knyttet til bindingsverket hos trehus, det vil si husets "skjelett". Dette bindingsverket består blant annet av vertikale stendere og horisontale sviller i topp og bunn (Bolig-abc, udatert). I Figur 6 under er topp toppsvill i boligen merket med den horisontale linjen gjennom punktet *A*. Begrepet møne står for skjæringen mellom to skrå takflater, slik at topp møne vil være det øverste punktet i denne skjæringen (Bolig-abc, udatert). Topp møne i boligen i er merket av med punktet *C* i Figur 6.



Figur 6: Bolighuset i arbeidstegning 4 med referansepunkter, vinkel, linje og trekant.

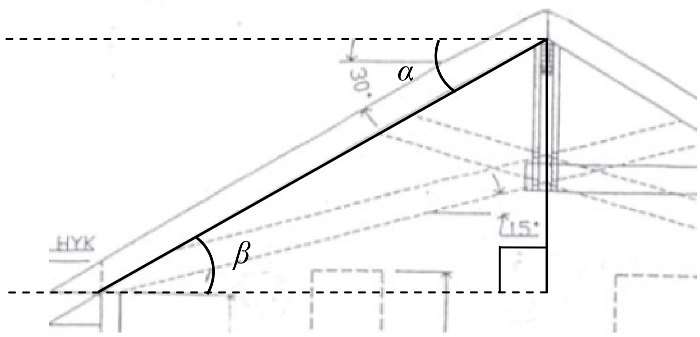
Oppgaven består med andre ord i å finne høyden fra punkt *A* til punkt *C* i denne figuren. Fremgangsmåten for å løse oppgaven kan da ses på som sammensatt av to deler. Først å finne avstanden fra topp toppsvill til underkant møne, det vil si avstanden fra punktet *A* til *B*, for deretter å finne avstanden fra underkant møne til topp møne, det vil si avstanden fra punktet *B* til *C*. Den første avstanden tilsvarer høyden til trekanten skissert i Figur 6, og for å finne denne høyden er en avhengig av å kjenne vinkelen α. Da må en benytte kunnskap om at når to parallelle linjer skjæres av en tversgående linje, så er begge parene av alternerende indre vinkler kongruente (Venema, 2006, s. 137). Dette er et av de grunnleggende teoremene innen Euklidsk geometri, og Venema (2006) betegner det som "Converse to Alternate Interior

Angles Theorem". Definisjonen på alternerende indre vinkler er følgende: Hvis to distinkte linjer l og l' skjæres av en tversgående tredje linje t i henholdsvis punktet B og punktet B', så vil det dannes fire indre vinkler nemlig $\angle ABB', \angle A'B'B, \angle CBB'$ og $\angle C'B'B$. Se Figur 7 under. De to parene $\{\angle ABB', \angle BB'C\}$ og $\{\angle A'B'B, \angle B'BC\}$ kalles da alternerende indre vinkler (Venema, 2006, s. 107).



Figur 7: Referansepunkt og referanselinjer knyttet til definisjon av alternerende indre vinkler (Venema, 2006, s. 107).

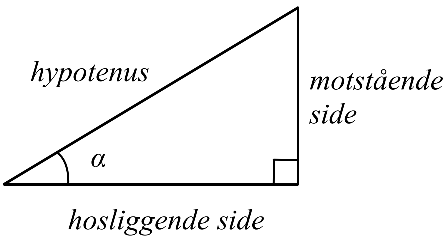
Når linjene l og l' er parallelle vil disse parene av alternerende indre vinkler være kongruente. I deloppgaven vil disse parallelle linjene kunne ses på som de stiplede linjene i Figur 8. Ut fra teoremet vil dermed vinklene i figuren merket α og β være alternerende indre vinkler og derfor kongruente. Siden taket har 30 graders helning så vil vinkelen til venstre hjørne av trekanten også være 30 grader. Samtidig er det gitt at nedre høyre hjørne i trekanten er 90 grader, da den tversgående linjen mellom de parallelle linjene står vinkelrett på begge.



Figur 8: Kongruente vinkler i arbeidstegning 4.

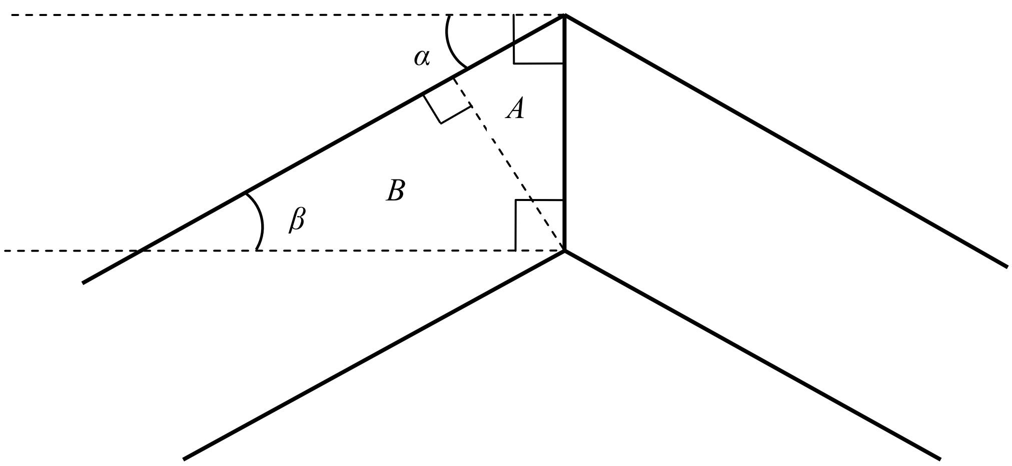
Siden lengden på grunnlinjen til trekanten gitt i Figur 6 er kjent, altså lik halve husbredden, kan en finne høyden til trekanten ved å bruke tangensfunksjonen. De trigonometriske funksjonene er ikke en del av pensum for faget Matematikk 1P-Y, som elevene i utvalget følger. Elevene har derfor på forhånd fått en kjapp innføring i disse i programfaget, siden de er nødvendige for å løse flere av deloppgavene i prosjektet her. De trigonometriske funksjonene brukes ofte til å uttrykke forholdet mellom sidene og vinklene i en rettvinklet trekant, og ved hjelp av forholdstall kan ukjente vinkler eller sider i en slik trekant regnes ut (Adams, 2006). Hvis α er en av de to spisse vinklene i en rettvinklet trekant, så refererer en ofte til de tre sidene av trekanten som hosliggende side (siden nærliggende vinkelen α), motstående side (siden motsatt eller ovenfor vinkelen α) og hypotenus, se Figur 9. Da vil følgende forholdstall være gjeldende (Adams, 2006, s. 53):

$$\cos\alpha = \frac{\textit{hosliggende side}}{\textit{hypotenus}},\ \sin\alpha = \frac{\textit{motstående side}}{\textit{hypotenus}},\ \tan\alpha = \frac{\textit{motstående side}}{\textit{hosliggende side}}.$$



Figur 9: Rettvinklet trekant med tilhørende sidebetegnelser knyttet til de trigonometriske funksjonene.

For videre å finne høyden fra underkant møne til topp møne er det nødvendig å vite tykkelsen på takbjelken, eller overgurten som den betegnes med (se delkapittel 3.3.7 for en forklaring av dette begrepet). Denne er 300 millimeter, noe elevene fikk oppgitt fra læreren. Geometriske forhold må da avklares i takbjelken ved først å benytte ”Converse to Alternate Interior Angles Theorem” på takbjelken. Da vil vinklene betegnet med α og β i Figur 10 under være kongruente, og lik 30 grader.



Figur 10: Geometriske forhold i takbjelken på bolighuset.

Ved å trekke en normal fra øvre side av takbjelken ned til det nedre krysningspunktet for takbjelkene, sitter man igjen med to trekanter betegnet *A* og *B* i Figur 10. Ut fra vinkelsumpostulatet[3], som sier at for alle trekanter er vinkelsummen lik 180 grader (Venema, 2006, s. 120), vet man at den siste vinkelen i trekant *B* i figuren er 60 grader, da de to andre til sammen er 120 grader. Trekanten sammensatt av trekantene *A* og *B* i figuren er rettvinklet, og denne vinkelen består av to vinkler fra hver av disse trekantene. Siden det allerede er konstatert at vinkelen i trekant *B* er 60 grader vil vinkelen i trekant *A* være 30 grader, og det er nettopp sistnevnte vinkel som er nødvendig for å finne høyden fra underkant møne til topp møne. Videre løsning av oppgaven vil da kunne gjøres med bruk av de trigonometriske funksjonene sinus eller cosinus.

3.3.3 Deloppgave D

Denne oppgaven dreier seg om å regne ut hvor mange kvadratmeter vindu og dør som går bort i hver av fasadene til boligen. For å kunne regne ut dette må det tas utgangpunkt i to tabeller på arbeidstegning 6 og 8, gitt i Figur 11 under.

Dører i 1.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
D2	2	9x21 H spalte
D5	1	9x21 V spalte
D17	1	17x21 skyved.
D42	1	10x21 H
D52	1	9x21 H

Vinduer i 1.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
V12	1	5x12
V15	4	11x12
V28	1	5x12 Y
V32	2	5x16 Y
V82	1	9x16 Y
V83	1	14 x16 Y

Dører i 2.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
D8	2	6x21 H spalte
D11	1	6x21 V
D12	1	6x21 V spalte
D14	1	6x20 V spalte

Vinduer i 2.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
V5	2	11x6
V12	1	5x12
V13	1	9x12
V15	3	11x12
V55	2	5x8

Figur 11: Tabeller for vinduer og dører i første og andre etasje i boligen gitt i arbeidstegning 6 og 8.

I tabellene er det oppgitt hvor mange vinduer og dører det er av hver type i begge etasjene. I arbeidstegning 6 og 8 er alle dører og vinduer i boligen betegnet med henholdsvis dør- og vindusnummer. Under beskrivelse i tabellene oppgis tallstørrelser uten måleenhet til dørene og vinduene. I byggebransjen brukes modulsystemet for målsetting av dører og vinduer, og

[3] Egen oversettelse fra engelsk: Angle Sum Postulate.

det vil være dette målesystemet som tallstørrelsene måles i. En modul betegnes 1 M (jeg velger videre å skrive *M*), og er en enhet som tilsvarer 100 millimeter (Rolfsen, 2006). For å løse deloppgaven må det tas utgangspunkt i både arbeidstegning 6 og 8 med tilhørende tabeller da det er det totale arealet til dørene og vinduene til hver av fasadene i boligen en skal finne. Hvert vindu og hver dør har form som et rektangel, og det vil da være snakk om å regne ut areal av rektangler.

3.3.4 Deloppgave E

Deloppgaven går ut på å finne ut hvor mange løpemeter av 19 mm · 148 mm dobbelfals utvendig kledning, det vil si panel, som går med på hver av fasadesidene i boligen. Det er en liggende kledning med dobbelt høvlet fals, det vil si to utbøyinger høvlet inn i panelet, slik at panelene kan skjøtes sammen i hverandre (MAXBO, 2012). Se Figur 12 for et slikt panel. Løpemeter, betegnet LM (jeg velger videre å skrive *LM)*, er en "betegnelse på byggevarer som har en pris per meter" (Bolig-abc, udatert), men når det gjelder lengde så vil en løpemeter tilsvare en meter.

Figur 12: Dobbelfalspanel (MAXBO, 2012).

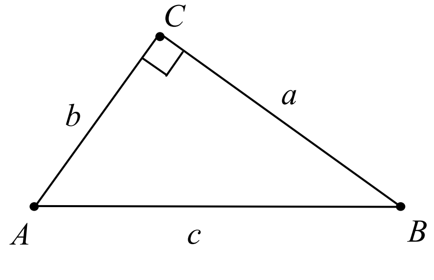
For å løse deloppgaven er det nødvendig å vite hvor mye panelene overlapper hverandre. Denne informasjonen er ikke oppgitt, og oppgaven baserer seg dermed på at overlappet måles ved å sette sammen to biter panel av typen 19 mm · 148 mm dobbelfals utvendig kledning. Elevene har tilgjengelig en plate med størrelse én kvadratmeter og tre biter panel av denne typen. For å vite hvor mye veggflate som skal dekkes av panel må en benytte seg av løsningen fra deloppgave A og D. Etter å ha målt overlappet mellom panelene kan en så regne ut, eller måle, hvor mange løpemeter panel som går med på hver kvadratmeter, og videre multiplisere dette med arealet til veggen som skal dekkes med panel, for hver av boligens fire sider. Svaret vil kun være tilnærmet siden panelet fås i visse standardstørrelser, og når veggen dekkes av panel må både lengden og bredden på panelet tilpasses etter veggen.

3.3.5 Deloppgave G

Denne oppgaven handler om å finne ut hvor mange kvadratmeter ytterveggtykkelsen utgjør av grunnflaten på boligen. Grunnflaten vises i arbeidstegning 5 og har form som et rektangel. Samme arbeidstegning viser lengde og bredde på grunnflaten samt tykkelsen på ytterveggene. For å finne ut hvor mye denne ytterveggtykkelsen stjeler fra grunnflaten kan en enten regne ut arealet innenfor ytterveggene og så trekke det fra det totale arealet på grunnflaten, eller så kan en regne ut arealet av ytterveggene. Det er i begge tilfellene snakk om arealberegning av rektangler.

3.3.6 Deloppgave H

Denne deloppgaven går ut på å vise hvordan diagonallengden i boligen kan finnes, og i tillegg ber den om å beskrive flere måter å finne denne på. Diagonallengden i boligen er oppgitt i arbeidstegning 5, og løsningen er dermed kjent på forhånd. Diagonalen deler den rektangulære grunnflaten til boligen i to rettvinklede trekanter. En fremgangsmåte for å finne diagonallengden er å bruke Pytagoras' teorem, siden begge katetsidene i trekanten er gitt ut fra arbeidstegningen. Pytagoras' setning skal elevene kjenne til, da det er et eget kompetansemål i læreplanen for matematikk etter 10. årstrinn, samtidig som det er et kompetansemål for 1P-Y (Utdanningsdirektoratet, 2010b). Pytagoras' teorem gjelder for alle rettvinklede trekanter. Hvis en rettvinklet trekant ΔABC med rett vinkel ved hjørne C og lengden av sidene BC, AC og AB er betegnet med henholdsvis a, b og c, så er $a^2 + b^2 = c^2$ (Venema, 2006, s. 143). En slik trekant er fremstilt i Figur 13 under.

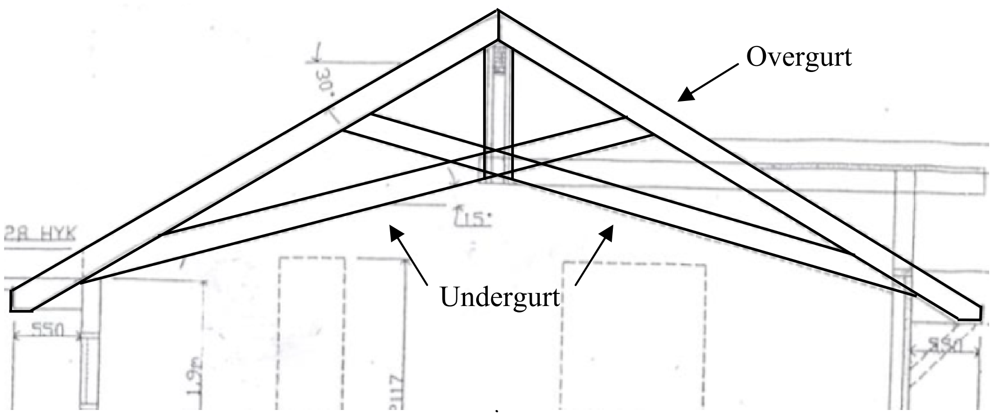


Figur 13: Figur tilhørende Pytagoras' teorem (Venema, 2006, s. 143).

En annen fremgangsmåte er å bruke de trigonometriske funksjonene. For å finne den ukjente vinkelen ved et av trekantenes hjørner vil den inverse funksjonen til tangensfunksjonen være hensiktsmessig å benytte fordi en kjenner både motstående og hosliggende side til det valgte hjørnet. Den inverse funksjonen til tangensfunksjonen betegnes som $\tan^{-1}$, og defineres av Adams (2006, s. 192) som: $\alpha = \tan^{-1}(x) \leftrightarrow x = \tan(\alpha)$. Her er α vinkelen til det valgte hjørnet ($-90° < \alpha < 90°$), og x er lik motstående side dividert med hosliggende side.

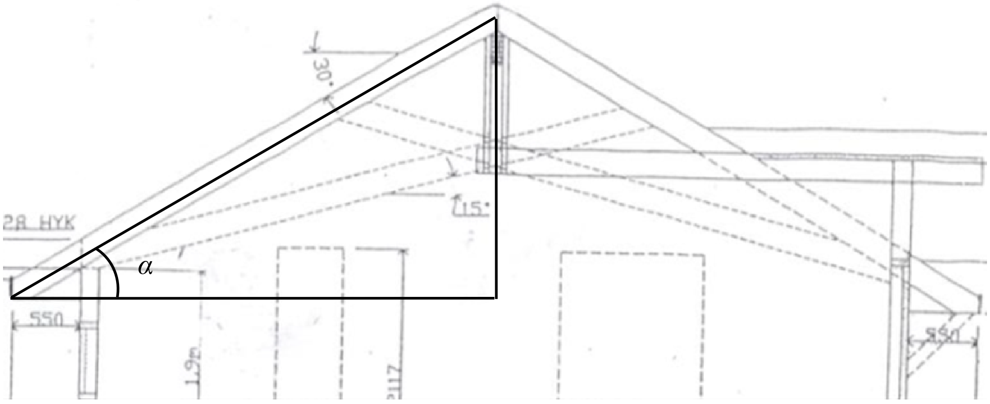
3.3.7 Deloppgave K

I deloppgave K skal det regnes ut hvor lang overgurten i saksetakstolen er. For å kunne løse oppgaven er det nødvendig å vite hva de yrkesfaglige begrepene overgurt og saksetakstol betyr. En takstol er en konstruksjon som er selvbærende, og har til hensikt å overføre krefter fra takflaten til ytterveggene (Bolig-abc, udatert). I dette tilfellet er takstolen formet som en saks bestående av to øvre og to nedre bjelker, derav navnet saksetakstol. Overgurten er de øverste bjelkene mens undergurten er de nederste bjelkene i takstolen, se Figur 14 under.



Figur 14: Saksetakstol i boligen på arbeidstegning 4 med tilhørende overgurt og undergurt.

Overgurten er loddkappet på begge endene, det vil si kappet loddrett av. Den nedre enden på overgurten er dessuten kappet slik at endepunktet blir vinkelrett, og dermed vil ikke overgurten være like lang på oversiden og undersiden. Lengden på overgurten blir i dette tilfellet lengden på dens overside, det vil si den lengste siden. For å finne ut lengden på overgurten kan en ta utgangspunkt i trekanten gitt i Figur 15 på neste side.



Figur 15: Arbeidstegning 4 med referansetrekant og tilhørende vinkel.

Lengden på hypotenusen til trekanten i Figur 15 tilsvarer lengden på oversiden av overgurten, og er dermed lik lengden på overgurten. Trekanten i figuren er rettvinklet og lengden på grunnlinjen kan en finne ved å benytte mål av husbredde og utstikk gitt i arbeidstegning 4. Samtidig vet en vinkelen α i trekanten, og kan dermed benytte cosinusfunksjonen for å finne hypotenusen.

Kapittel 4

Metodologi

I følgende kapittel vil jeg beskrive hvordan jeg har gått frem for å belyse forsknings-spørsmålene mine. Først presenterer jeg det overordnede designet for den kvalitative forskningen, og kommer her tilbake til forskningsparadigmet som ligger til grunn for denne. Videre beskrives metodevalgene observasjon og intervju grundig. Deretter gjør jeg rede for utvalget, samt gjennomføring av observasjonene og intervjuene med læreren og elevene. I kapittelet redegjør jeg også for etiske betraktninger knyttet til forskningen. Deretter presenteres en forklaring av hvordan jeg har gått frem i analysearbeidet av datamateriale, i tillegg til en beskrivelse av tilhørende analyseverktøy. Avslutningsvis gjør jeg en vurdering av studien i forhold til dens validitet og reliabilitet.

4.1 Forskningsdesign

Planleggingen av forskningen avhenger av forskningsdesignet, altså hvordan en går frem for å belyse forskningsspørsmålene. Ifølge Cohen, Manion og Morrison (2011) vil forsknings-designet avhenge av forskningsspørsmålene en stiller, formålet med forskningen og hvilket forskningsparadigme en befinner seg innenfor. Så hvordan forskeren ser på verden har innvirkning på alle avgjørelsene som tas i forskningsprosessen, inkludert metodevalg. Det vil dermed være viktig å plassere forskningen innenfor et forskningsparadigme, altså måten en ser på verden på (Mertens, 2010). Mertens (2010) definerer fire hovedparadigmer: det positivistiske, det konstruksjonistiske[4], det transformative og det pragmatiske. Jeg plasserer denne forskningen innenfor det konstruksjonistiske paradigmet, hvor virkeligheten ses på som

[4] Jeg benytter begrepet konstruksjonistisk selv om en oversettelse fra engelsk ville vært konstruktivistisk. Det er gjort for å skille dette forskningssynet på virkeligheten fra den konstruktivistiske læringsteorien.

sosialt konstruert av menneskene som er aktive i forskningsprosessen. Virkeligheten er ikke absolutt, så det eksisterer ikke en objektiv virkelighet (Mertens, 2010; Robson, 2002).

Hensikten med studien er å undersøke elevenes og lærerens bruk, og oppfatning, av matematikk i programfaget Tegning og bransjelære. På denne måten kan formålet beskrives som en blanding av eksplorativ og deskriptiv, det vil si utforskende og beskrivende. Jeg ønsker å utforske hva som skjer i undervisningen og søker ny innsikt om bruken av matematikk i denne, og dette er egenskaper ved eksplorative studier. Samtidig ønsker jeg å fremstille hendelser og situasjoner knyttet til elevenes kunnskaper, noe som er egenskaper ved deskriptive studier (Robson, 2002). For å kunne gjøre dette har jeg valgt å gjennomføre en kvalitativ undersøkelse, altså en undersøkelse som har til hensikt å gi en grundig beskrivelse av det som undersøkes (Mertens, 2010). En sentral egenskap ved kvalitativt design er at det muliggjør fleksibilitet, det vil si at designet vil utvikle og utfolde seg mens forskningen foregår. På denne måten vil blant annet teori, forskningsspørsmål og metode utvikles underveis i studien (Robson, 2002). Det vil kunne være forskjellige måter å bruke matematikk i undervisningssammenheng, og det strekker seg fra hvordan elevene og læreren omtaler matematiske begreper og ressurser til hvilke fremgangsmåter de benytter, som igjen avhenger av hvilken matematisk kunnskap de innehar. Det vil da være hensiktsmessig å bruke metoder som muliggjør mangfoldige perspektiver, da studiens mål er å forstå de mangfoldige sosiale konstruksjonene av kunnskap og forståelse (Mertens, 2010; Robson, 2002). Det vil ifølge Robson (2002) da være naturlig å bruke forskningsmetoder som observasjon og intervju. I studien har jeg derfor valgt å bruke observasjon og intervju samt innsamling av skriftlig datamateriale for å innhente flere perspektiv. På denne måten vil jeg få innblikk i hvordan læreren og den enkelte elev snakker om, uttrykker seg om, og bruker matematikk i programfaget. Innenfor det konstruksjonistiske forskningsparadigmet er virkeligheten kontekstavhengig, og konteksten vil derfor være en viktig del av datamaterialet (Mertens, 2010). Det kvalitative designet tillater meg å observere elevene i deres naturlige omgivelser, nemlig i konteksten programfagsklasserommet. Forskningsstrategien kan dermed ses på som en casestudie, hvor en søker detaljert kunnskap om et fenomen eller en case i sin egen kontekst (Robson, 2002). Ifølge Robson (2002) er det vanlig å bruke casestudie når casen som utforskes er vanskelig å skille fra dens kontekst. Typisk gjøres innsamling av informasjon ved hjelp av flere datakilder (Robson, 2002), i likhet med mine metodevalg. Elevenes og lærerens bruk av matematikk i prosjektet til programfaget kan da ses på som casen, og dets kontekst vil være programfagsklasserommet.

4.2 Metode

Instrumentene jeg benyttet meg av for innsamling av data var i hovedsak observasjon, men også intervju. For å skaffe mer innsikt i elevenes fremgangsmåter og bruk av matematikk i prosjektet, samlet jeg i tillegg inn skriftlig datamateriale i form av elevenes skisser på arbeidstegninger og deres besvarelser på PC dersom de var tilgjengelig.

4.2.1 Observasjon

Observasjon er en av de vanligste metodene innenfor kvalitativ forskning (Mertens, 2010; Robson, 2002). Det er da menneskelig oppførsel som oppstår i sin naturlige form, og i deres meningsfulle omgivelser, som er fokus for observasjonene (Mertens, 2010). På denne måten kan jeg som forsker personlig og direkte se hva elevene og læreren foretar seg, og høre det de sier (Robson, 2002). Elevenes og lærerens handlinger og utsagn er sentrale aspekter i denne studien, siden jeg ønsker å finne ut hvordan de omtaler og bruker matematikk i programfaget, og dermed var observasjon et naturlig valg. En stor fordel med observasjon er nettopp det at den er så direkte. Jeg ser på hva som skjer i arbeidet med prosjektet istedenfor å gå via elevenes og lærerens syn og oppfattelser. En ting er hva man sier, en annen ting er hva man faktisk gjør. Observasjon vil dermed gi informasjon om hva som foregår i situasjonen (Mertens, 2010; Robson, 2002), og denne informasjonen vil inneholde både språklige og visuelle data (Cohen et al., 2011). På den annen side er observasjon tidkrevende, noe som kan bli et praktisk problem. Samtidig kan jeg som observatør påvirke elevene og situasjonen under observasjonen, siden jeg vil være et uvant element i klasserommet. Dette kan da medføre at datamaterialet ikke vil gi et korrekt bilde av programfagsundervisningen. Med andre ord kan jeg ikke vite sikkert at informasjonen jeg fremskaffer ville vært den samme om jeg ikke hadde vært tilstede (Mertens, 2010; Robson, 2002). Derfor hadde jeg på forhånd, før observasjonene fant sted, bestemt meg for å delta minst mulig i situasjonene i klasserommet. Dette kan betegnes som en passivt deltakende observatør, da jeg vil være tilstede i klasserommet uten å involvere meg direkte med elevene. Etter kort tid allerede under første observasjonstime ble det mer naturlig for meg å være en aktivt deltakende observatør, det vil si mer involvert i elevenes aktiviteter (Mertens, 2010). Grunnen til det var at elevene arbeidet med oppgavene individuelt og dermed ikke snakket med hverandre, og jeg ønsket å høre hvordan de tenkte når de løste prosjektoppgavene. Følgelig deltok jeg aktivt med å stille elevene spørsmål tilknyttet oppgavene. Ifølge Robson (2002) kan det være vanskelig å holde den todelte rollen som observatør og deltaker. For å unngå å påvirke elevenes bruk av matematikk i oppgavene fokuserte jeg på å ikke hjelpe dem med matematikken som lå til grunn for disse.

Observasjonene var semi-strukturert i den forstand at jeg på forhånd hadde laget meg noen få observasjonskategorier (Cohen et al., 2011). Disse omhandlet tema for oppgavene, hvilke matematiske tegn og symboler som ble brukt, samt hvordan elevene og læreren kommuniserte matematikk. For å registrere observasjonene hadde jeg planlagt å filme prosjektarbeidet i klasserommet med videokamera i tillegg til å ta feltnotater knyttet til observasjons-kategoriene. Når det gjaldt å ta feltnotater ombestemte jeg meg allerede første observasjons-time, da jeg så det på som viktigere å konsentrere meg fullt og helt om hva læreren og elevene sa og gjorde. Grunnen til at jeg valgte å benytte videokamera for å registrere observasjonene er hovedsakelig fordi det er et meget nyttig verktøy for å fange opp både verbale og ikke-verbale data, som for eksempel ansiktsuttrykk, gestikulering og peking. Samtidig vil det kunne vise utvikling i situasjoner og interaksjoner som jeg som observatør kan gå glipp av der og da, men som vil være viktig i analysen av observasjonene i etterkant. Videoopptak muliggjør også repetert visning i ettertid av observasjonene, slik at jeg kan gjøre nøyaktige nedskivinger i etterkant. Lydopptak som verktøy ville gjort det mulig for meg å høre på opptaket flere ganger slik at jeg kunne gjort transkripsjoner av det i etterkant. Men det unike med videoopptak er at i tillegg til å få med hva som ble sagt, vil det også gjøre det mulig å få med hva som ble gjort i situasjonene. Et lydopptak vil kun gjengi hva som ble sagt, og ville derfor ikke gi samme informasjon om situasjonene. På denne måten vil transkripsjonene av observasjonene inneholde mye mer informasjon, og dermed gi et mer nøyaktig bilde av situasjonene (Cohen et al., 2011). Ved å ta feltnotater underveis gjennom observasjonene ville jeg ikke kunne registrere situasjonene på en så detaljert måte som videokamera ville gjort. Cohen et al. (2011) påpeker at selv om data fra videoopptak er rik i detaljer, så er de også selektive med tanke på hvor videokameraet fokuserer i klasserommet. De utvalgte elevene jeg ønsket å filme i prosjektarbeidet ble derfor samlet rundt pulter i det ene hjørnet i klasse-rommet, slik at jeg kunne fokusere videokameraet hit. I utgangspunktet planla jeg at videokameraet skulle stå på stativ, men fordi elevene i stor grad benyttet seg av arbeids-tegningene og pekte på disse i arbeidet valgte jeg å håndholde videokameraet for å få med dette. På denne måten kunne jeg fokusere videokameraet på situasjoner som omhandlet dialoger med, og mellom, de utvalgte elevene og læreren. Fokuset vil altså være bestemt av meg, og vil dermed ikke være helt nøytralt. Men siden videoopptaket muliggjør detaljerte transkripsjoner, så kan min subjektive vinkling på situasjonene reduseres. Det er også viktig å være klar over at videokamera i klasserommet kan virke forstyrrende på elevene (Cohen et al., 2011). Jeg påpekte for elevene at det kun var jeg som skulle se videoopptakene i etterkant for å berolige dem om at de ikke ville ses av andre. På denne måten ønsket jeg at elevene skulle se på videokameraet som mindre skummelt, og etter hvert ikke bry seg om det. Etter en vurdering av disse mulige ulempene med bruk av videokamera under observasjonene valgte jeg å bruke det siden jeg anså det som nødvendig for å kunne svare på forskningsspørsmålene til studien. Videokameraet hadde i tillegg til en opptaksfunksjon også en kamerafunksjon. Jeg brukte denne til å ta fotografi av relevante fysiske ting i klasserommet. Slike fotografier bærer informasjon som ord alene ikke kan gi (Cohen et al., 2011). Disse fotografiene er viktig for å gi en nøyaktig beskrivelse av hvordan de fysiske redskapene tilgjengelig i klasserommet så ut.

4.2.2 Intervju

Intervju som forskningsmetode er mye brukt i sosialforskning, og vil typisk involvere forskeren som stiller spørsmål og mottar svar fra personene som intervjues (Robson, 2002). Det muliggjør at respondentene får diskutere og fortelle om deres oppfatninger og tolkninger av situasjoner fra verden de lever i ut fra deres eget synspunkt (Cohen et al., 2011). I studien har jeg valgt å gjennomføre både elevintervju og lærerintervju, da det å spørre elevene og læreren direkte om meninger og synspunkter som omhandler matematikk i programfaget vil være viktig i søken etter svar på ett av mine forskningsspørsmål. En stor fordel med intervju som redskap for datainnsamling er at det er fleksibelt, det vil si at det muliggjør endringer underveis (Cohen et al., 2011; Robson, 2002). Ved å være tilstede ansikt til ansikt med de intervjuede kan forskeren tilpasse spørsmålene til dem. Samtidig kan forskeren komme med oppfølging av interessante responser i tillegg til å kunne undersøke underliggende motiver, holdninger og lignende som ligger bak handlingene og utsagnene deres (Robson, 2002). Ifølge Robson (2002) er det vanlig å skille mellom strukturerte, semistrukturerte og ustrukturerte intervju, med andre ord mellom intervjuets grad av struktur. Både når det gjelder lærer- og elevintervjuene i denne studien er de semistrukturerte. Det vil si at spørsmålene er definerte på forhånd, men ordlyd og rekkefølge kan bli tilpasset underveis. I tillegg er det mulig å tilføye og eventuelt fjerne spørsmål hvis det viser seg å være hensiktsmessig (Robson, 2002). Det var nettopp det at jeg kunne følge opp interessante responser til elevene og læreren som avgjorde strukturen på intervjuene. Selv om intervjuene kan gi rik informasjon til studien er de også meget tidkrevende, samtidig som det er en risiko for at jeg som forsker misforstår eller gjør mistolkninger av det den intervjuede sier (Cohen et al., 2011; Robson, 2002). Både læreren og elevenes synspunkter om bruken av matematikk i programfaget er viktig for studien, og derfor anså jeg det som en nødvendighet å gjennomføre intervju med dem. Det at intervju er tidkrevende både når det gjelder planlegging, forberedelse og ikke minst transkribering, hadde innvirkning på antall respondenter jeg valgte. For å effektivisere tidsbruken valgte jeg å gjennomføre gruppeintervju med tre elever. Samtidig åpner gruppeintervju for diskusjon mellom elevene og flere versjoner av respons, og dermed mer utfyllende svar til spørsmålene. På den annen side kan en elev dominere når der gjelder hyppighet og varighet av responser. Gruppeintervju kan også medføre gruppetenking, det vil si at individer med forskjellige syn ikke forteller sine meninger eller synspunkter foran resten av gruppen (Cohen et al., 2011). Siden jeg ikke kjente elevene så jeg på det som hensiktsmessig å gjennomføre gruppeintervju med dem, av den grunn at det kanskje ikke ville føles så ukomfortabelt for den enkelte elev dersom det var flere tilstede.

For å gi en mest mulig nøyaktig gjengivelse av intervjuene i etterkant, valgte jeg, i likhet med observasjonene, å bruke videokamera av samme grunn. Jeg mener det vil være viktig å få med informasjon om ikke-verbal aktivitet, som gestikulering, knyttet til utsagnene hos læreren og elevene dersom det fant sted. Når det gjelder gruppeintervjuene med elevene var det en fordel å bruke videokamera siden et videoopptak viser hvem som sier hva, noe som kan være vanskelig å avgjøre kun ut fra stemmene til elevene. Det gjorde det mulig for meg å kunne konsentrere meg om utsagnene til elevene og læreren, og samtalen mellom oss i stedet for å notere. Samtidig ser jeg på det som et tiltak for at jeg skal unngå å gjøre mistolkninger av elevenes og lærerens utsagn under intervjuet.

4.3 Utvalg

Fokuset i studien min har endret seg underveis, men utgangspunktet mitt var at jeg ønsket å undersøke matematikkens rolle i et yrkesfaglig utdanningsprogram i den videregående skole. Høsten 2011 gjennomførte jeg en liten pilotstudie med et utvalg elever på det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk. Det var en kvalitativ studie basert på intervju av tre elever, samt analyse av oppgaver i lærebok for Matematikkfaget 1P-Y som elevene fulgte. Jeg så da på hvilke matematiske kunnskaper elevene mente var relevante i yrkesfaglig sammenheng, og koblingen lærebokoppgavene har til yrkesfaget når det gjelder disse kunnskapene. Siden jeg allerede var kjent med det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk ble dette et naturlig valg, og jeg fikk gjennomføre undersøkelsen med en annen klasse på samme skole som utvalget i pilotstudien. Klassen bestod av totalt 16 elever. Utvalget mitt kan dermed beskrives som et bekvemmelighetsutvalg[5] siden det involverte å velge den nærmeste tilgjengelige klassen (Robson, 2002). Siden studien er kvalitativ og går i dybden på datamaterialet, anså jeg 16 elever som for stor gruppe. Jeg valgte videre ut tre elever som det endelige utvalget til undersøkelsen, og valget ble gjort på grunnlag av at det var de jeg fikk tillatelse[6] fra i tide. De tre elevene har jeg gitt de fiktive navnene Jonas, Magnus og Steinar.

Som beskrevet i delkapittel 3.1, følger elevene på utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk to programfag: Produksjon, samt Tegning og bransjelære. På forhånd bestemte jeg meg for å ta utgangspunkt i programfaget Tegning og bransjelære. Det var flere grunner til dette. For det første skjer undervisningen i et klasserom, og vil derfor være lettere å observere enn undervisning på et stort verksted, hvor elevene vil være mer spredt. Videre var programfaget knyttet til tegning innen yrkesfaget, og dermed noe kjent for meg da jeg på videregående gikk studieretningen Tegning, form og farge. Samtidig visste jeg ut fra læreplanen til programfaget at elevene brukte matematikk her, og dermed var jeg sikret å kunne observere matematikk i anvendelse, noe som var nødvendig for studien.

4.4 Gjennomføring

4.4.1 Observasjon

Elevene følger programfaget Tegning og bransjelære i fem undervisningstimer[7] per uke. I samråd med veileder bestemte jeg meg for å observere undervisningen av programfaget over to uker, noe som tilsvarer ti undervisningstimer. Undervisningen foregår vanligvis torsdager og fredager, og er lagt opp som økter på henholdsvis tre og to timer. Læreren som skulle være med på undersøkelsen, deler undervisningen i programfaget med en annen lærer, så tidspunktet for undervisningen ble noe endret i disse to ukene slik at jeg fikk være tilstede i hans

[5] Egen oversettelse fra engelsk: convenience sampling.
[6] Med tillatelse mener jeg underskrevet samtykkeerklæring.
[7] Med undervisningstime menes en økt på 45 minutter.

undervisning. I de to ukene skulle klassen arbeide med første del av prosjektet i praksisrelatert matematikk for bruk i yrkesfaget, beskrevet i delkapittel 3.3. De to første undervisningstimene jeg observerte ble det ikke tid til at elevene fikk arbeide med prosjektet, men læreren fikk informert dem om at de skulle arbeide med første del av prosjektet i to uker og at de individuelt skulle levere inn skriftlig besvarelse på Fronter[8] etter denne perioden. Læreren gjennomgikk oppgavene i prosjektet kjapt for elevene, hvor han presenterte de ulike arbeidstegningene, leste opp oppgavene og forklarte ukjente begreper. Matematikklæreren til klassen hadde blitt presentert prosjektet fra programfaglæreren, og satte av to undervisningstimer i matematikk hvor elevene kunne arbeide med prosjektet, siden han så at det baserte seg på matematiske utregninger. Det ble avtalt med matematikklæreren at jeg kunne observere elevene i disse to matematikktimene, slik at jeg fikk observert totalt ti undervisningstimer.

De ti undervisningstimene, altså åtte timer i programfaget og to timer i matematikkfaget, med observasjon forløp likt. Med det mener jeg at Jonas, Magnus og Steinar satt sammen rundt tre pulter i det ene hjørne av klasserommet og arbeidet med deloppgavene i prosjektet. Jeg satt sammen med dem og holdt videokameraet i hånden og filmet sekvenser av hendelser hvor elevene snakket med hverandre, meg eller læreren om oppgavene.

4.4.2 Intervju

Før datainnsamlingen fant sted hadde jeg på forhånd planlagt å gjennomføre til sammen tre intervju: to intervju med en elevgruppe og ett intervju med programfaglæreren. Første observasjonsøkt forhørte jeg meg med de tre elevene i utvalget og læreren om de ønsket å være med på intervju. Responsen var positiv; de var gjerne med på dette. Det ble så avtalt at jeg kunne gjennomføre de to intervjuene med elevene på slutten av observasjonsøktene de to fredagene jeg var tilstede. Med læreren avtalte jeg intervju etter siste observasjonsøkt, slik at jeg kunne få hans inntrykk av prosjektet etter perioden elevene hadde jobbet med det.

Gruppeintervjuene med Jonas, Magnus og Steinar fant sted i naborommet til klasserommet. Intervjuspørsmålene er gitt i Vedlegg 5. Varigheten på de to intervjuene var henholdsvis 25 og 15 minutter, og ble tatt opp med videokamera som stod på stativ rettet mot elevene. Ved starten av begge intervjuene presiserte jeg for elevene at videoopptaket kun ville bli sett av

[8] Fronter er den digitale læringsplattformen lærere og elever bruker på denne skolen.

meg. Samtidig informerte jeg dem om at dersom utsagnene ble tatt med i masteroppgaven min, så ble de anonymisert slik at ingen vil kunne spore de tilbake til dem. På slutten av hvert intervju spurte jeg dessuten elevene om de ønsket å se transkripsjonene av intervjuet, slik at de kunne fjerne noe dersom det skulle være ønskelig. Ingen av elevene så på det som nødvendig. Intervjuet med programfaglæreren fant sted i klasserommet etter siste observasjonsøkt. De tilhørende intervjuspørsmålene er gitt i Vedlegg 6. Intervjuet varte 30 minutter, og ble tatt opp med videokamera. I likhet med elevintervjuene informerte jeg læreren om at videoopptaket kun ville bli sett av meg, at utsagn brukt i masteroppgaven ville bli anonymisert og at jeg kunne sende han transkripsjonen av intervjuet. Han ønsket ikke å lese transkripsjonene.

I etterkant av observasjonene og intervjuene sendte læreren meg elevenes arbeidstegninger som de hadde skrevet på og Steinar sin skriftlige besvarelse. Jonas og Magnus leverte ikke inn skriftlig besvarelse.

4.5 Etiske betraktninger

Som forsker har jeg et ansvar for at studien foregår i tråd med god forskningsetisk praksis. Jeg vil i det følgende gjøre rede for hvilke etiske hensyn jeg har tatt. Fordi videoopptakene fra observasjonene og intervjuene av elevene og læreren ble behandlet og lagret på PC, utløser studien meldeplikt etter personopplysningsloven. Studien er meldt inn til, og godkjent av, Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste, NSD.

Informert samtykke er ifølge Cohen et al. (2011) et av de grunnleggende begrepene innen utdannings- og sosialforskning. Det vil si at deltakerne må gis informasjon om studien og ut fra denne selv få avgjøre hvorvidt de ønsker å være med i studien. Det ble gitt informasjonsbrev med samtykkeerklæring til alle elevene i klassen. Dette er gitt i Vedlegg 1, og skolen er her gitt et fiktivt navn. Siden elevene er under myndighetsalder ble det bedt om at foreldre eller foresatte i samråd med eleven skulle signere på godkjenningsslippen hvorvidt eleven ønsket å delta i studien. Elevene ble dessuten informert om studien muntlig da jeg møtte klassen første gang. Både den skriftlige og muntlige informasjon ble gitt på en nøytral måte for å unngå press om deltakelse og informerte om at deltakelse i studien var frivillig. De ble dessuten informert om formål til studien og metodebruk (NESH, 2009).

Ifølge den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora har personene som deltar i forskningen krav på at all informasjon som de gir om personlige forhold blir behandlet konfidensielt, det vil si holdes skjult for uvedkommende (NESH, 2009). Da det i hovedsak er regulert av loven om personvern (NESH, 2009), er navnene i datamaterialet anonymisert slik at ingen kan koble det med deltakernes identitet. Både elevene, læreren og skolen er derfor gitt pseudonymer, altså fiktive navn. Samtidig har jeg fjernet sensitiv informasjon i arbeidstegningene. På denne måten vil deltakernes identitet forbli skjult.

4.6 Analyse av datamaterialet

4.6.1 Behandling av datamaterialet

Datamaterialet i studien er kvalitativt og består hovedsakelig av videoopptak og noe skriftlig elevarbeid. Kvalitativ dataanalyse involverer å organisere og presentere data, bemerke mønster eller kategorier, i tillegg til å forklare og skape mening av data (Cohen et al., 2011). Etter hver gjennomført uke i datainnsamlingsperioden så jeg gjennom videoopptakene for å få en oversikt over helheten. De ble så transkribert rett etterpå, og i transkripsjonene skrev jeg ned så mye som mulig av kommunikasjonen som omhandlet oppgavene i prosjektet, det vil si både verbal og ikke-verbal kommunikasjon. Jeg har valgt å skrive transkripsjonene på bokmål, selv om den verbale kommunikasjonen i videoopptakene foregikk med dialekt. Det er gjort med hensikt å gjøre det lettere å lese transkripsjonene. Det er innholdet i utsagnene som ses på, og dette vil være det samme på bokmål. Transkripsjonene kan ikke gi en fullstendig beskrivelse av virkeligheten, og i følge Cohen et al. (2011) er det derfor viktig at de inneholder flere typer data. Jeg fulgte derfor transkripsjonskonvensjoner som å notere pauser og avbrytelser, tone og volum på stemmen til den som snakker, gestikulering og peking (Cohen et al., 2011). Transkripsjonskodene jeg har benyttet meg av er følgende:

- [ ] betegner ikke-verbal aktivitet eller mine tolkninger av hva eleven eller læreren refererer til når de sier ”den”, ”det” og lignende. For eksempel hvis eleven peker på taket av boligen på en av arbeidstegningene, så vil det i transkripsjonen stå [peker på taket av boligen i tegning #], hvor # erstattes med aktuell arbeidstegning (1 – 9).
- (…) betyr at deler av utsagn er utelatt.

- ( ) blir brukt når den som snakker mumler eller for eksempel har en oppgitt tone, og det vil da stå aktuell merknad inni disse parentesene.
- *Pause* vil si at det er stille en stund eller at det snakkes om andre ting enn prosjektoppgavene
- To punktum etter utsagn, "..", betyr at den som snakker bruker ett par sekunder på å fullføre setningen.
- Tre punktum etter utsagn, "…", betyr at den som snakker ikke fullfører setningen.
- Tall erstatter muntlig tale av tall, likeså vil desimaltall betegnes med tall og komma. Måten elevene og læreren sier tallene på anser jeg ikke som viktig i studien, og jeg har derfor valgt å gjengi dem med tallsymboler.
- Bokstaver angitt i kursiv refererer til muntlig tale av måleenhet, som for eksempel *m* hvis denne bokstaven sies muntlig og refererer til meter.

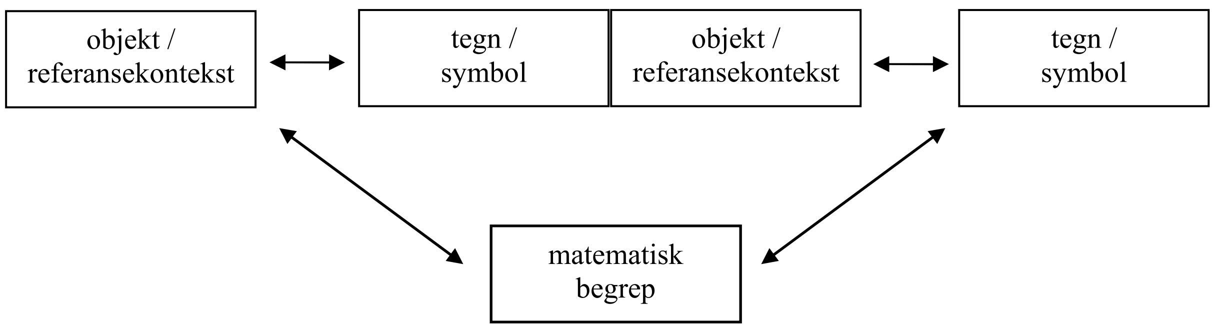
Etter at transkripsjonene av intervjuene og observasjonene var fullført, startet jeg med å lese gjennom transkripsjonstekstene. I intervjutranskripsjonene markerte jeg utsagn som jeg så på som interessante i den forstand at de kunne brukes for å belyse forskningsspørsmålene. Disse ble videre analysert ved hjelp av analyseverktøyet beskrevet i neste delkapittel. I analysen er utsagn knyttet til læreren og elevene betegnet med henholdsvis IL.# og IE.#, hvor disse merknadene står for Intervju og Lærer/Elev, nummerert med #. Når det gjelder behandlingen av observasjonstranskripsjonene var den mer omfattende. Jeg startet med å bruke fargekoder på dialoger jeg mente kunne være aktuelle for å belyse forskningsspørsmålene. Jeg brukte da to farger for å markere ord, tegn/symboler og setninger som inneholdt informasjon knyttet til teoretisk matematikk eller til programfaget, dersom det var tilfelle. På denne måten kunne jeg se når de matematiske ressursene som ble benyttet var knyttet til programfaget. Deretter noterte jeg i margen tanker rundt hva som skjedde i de enkelte sekvensene, hva elevene sa, og dessuten hva disse utsagnene tok for gitt når det gjaldt matematisk kunnskap. Videre valgte jeg ut de dialogene som var mest interessante i forhold til fokus for studien, og det ble da naturlig å inndele disse etter hvilken deloppgave de handlet om. På denne måten ble det skriftlige elevarbeidet også filtrert, da ved å ta med bevarelsen eller skissene på arbeids-tegningen knyttet til deloppgaven til eleven eller elevene som førte dialogen. Ved å se dialogsekvensene i lys av det skriftlige elevarbeidet ble det lettere å forstå hva elevene mente med de forskjellige utsagnene. De aktuelle deloppgavene med tilhørende relevante dialog-sekvenser og skriftlig elevarbeid utgjorde til slutt syv situasjoner. Hver og en situasjon ble så beskrevet og tolket, for til slutt å bli analysert ved hjelp av analyseverktøyet gitt på neste side. Utsagnene gitt i de syv situasjonene er betegnet med S# etterfulgt av nummerering, der S# står for Situasjon 1-7.

4.6.2 Analyseverktøy

Analyse av datamaterialet er nødvendig fordi data alene ikke snakker for seg selv. Det er jeg som forsker som må formidle underliggende informasjon som ligger skjult i datamaterialet (Robson, 2002). For å undersøke forskningsspørsmålene mine har jeg derfor benyttet det jeg mener er et passende analyseverktøy for å få frem den underliggende informasjonen i datamaterialet som kan belyse disse. Analyseverktøyet er utviklet og tilpasset med utgangspunkt i det teoretiske rammeverket som ble presentert i Kapittel 2. Hovedinndelingen i analysen går mellom observasjoner med tilhørende skriftlig elevarbeid, og intervjuene med elevene og læreren. Videre inndeling i analyse av observasjoner med besvarelsene går som sagt mellom situasjoner som omhandler forskjellige deloppgaver fra prosjektet. Når det gjelder analyse av intervjuene blir det et naturlig skille mellom intervjuene med elevene som en del, og intervjuet med læreren som en annen del.

Analysen av observasjonene vil belyse to av de tre forskningsspørsmålene mine, og disse er følgende: *Hvilke matematiske ressurser kan observeres, og hvordan brukes disse av læreren og elevene i prosjektarbeidet?* og videre *Hvilke forbindelser mellom matematikk og programfag fremgår i elevenes arbeid med prosjektet?* Analyseverktøyet jeg benytter for denne delen er hovedsakelig aktivitetsteori og en egen tilpasset versjon av Steinbring (2005, 2006) sin epistemologiske trekant. Jeg prøver å forstå utsagn og handlinger til læreren og elevene ved å se de i tilknytning til aktivitetssystemene matematikk og programfag, fordi studien legger til grunn det sosiokulturelle synet på læring hvor individers tenking, kommunikasjon og handlinger ses på som situerte i kontekster (Säljö, 2001). Jeg vil se dette i sammenheng med miljøet som aktivitetssystemet utgjør, da ved å bruke begrepene aktivitet, handling og operasjon med deres tilhørende begrep motiv, mål og betingelser utviklet av Leont'ev (1979). Samtidig benytter jeg begrepet medierende redskaper med referanse til Säljö (2001) for å identifisere hvilke intellektuelle og fysiske redskaper som blir benyttet i prosjektarbeidet. I disse inngår også bruken av tegn som ikoner, indekser og symboler hentet fra inndelingen til Peirce (1998), og videre matematiske tegn og symboler sett i lys av teori til Steinbring (2005).

Når det gjelder analyseverktøyet jeg har utviklet med utgangspunkt i teori fra Steinbring (2005, 2006) om den epistemologiske trekanten, er dets hovedhensikt å vise hvordan elevene benytter seg av kunnskaper knyttet til matematikk for å løse deloppgavene i prosjektet gitt i programfaget. På denne måten er det snakk om overføring av kunnskaper mellom de to aktivitetssystemene, og Evans (1999) omtaler en slik overføring av kunnskap mellom situasjoner som å bygge broer mellom dem. Han mener at broer mellom forskjellige praksiser kan bygges ved å beskrive praksisene involvert og analysere deres relaterte diskurser, og jeg har derfor forsøkt å identifisere punkter hvor matematikk som aktivitetssystem er forbundet med programfaget som aktivitetssystem i prosjektarbeidet (Evans, 1999). Jeg ser da på hvilket aktivitetssystem elevenes bruk av kunnskaper tilhører, og fokuserer da på relasjonene til betydninger av tegnene og symbolene som elevene uttrykker. Samtidig ser jeg på elevenes meningsdannelse som synes å forekomme i de tilhørende diskursene til matematikk og programfag. Ved å sette opp en kjede av epistemologiske trekanter som viser en interaksjons- eller læringsprosess hos eleven, kan jeg ut fra teorien til Steinbring (2005, 2006) beskrive utviklingen til tolkningene eleven har gjort. I likhet med Farrugia (2007) fokuserer jeg da på hva elevene sier og hvordan de gir ordene mening, og på denne måten vil trekantkjeden illustrere en meningsutvikling. Ifølge Evans (1999) vil en slik samlet kjede fremstille broen som behøves for å gå mellom de to aktivitetssystemene programfag og matematikk. På denne måten vil jeg da vise på hvilken måte elevenes arbeid med prosjektet forbinder disse. Se min fremstilling av den epistemologiske trekantkjeden i Figur 16 under.



Figur 16: Min fremstilling av den epistemologiske trekantkjeden som analyseverktøy.

Intervjuanalysen vil belyse det siste forskningsspørsmålet mitt: *Hvilken opplevelse har elevene og læreren av bruken av matematikk i programfaget?* Analyseverktøyet vil da hoved-sakelig være aktivitetsteori samt begrepet medierende redskaper, og vil benyttes på samme måte som i analysen av observasjonene beskrevet over.

4.7 Validitet og reliabilitet

For å kvalitetssikre arbeidet mitt har jeg fokusert på at studien i størst mulig grad skal være gyldig, troverdig og til å stole på. I den anledning vil det være viktig å vurdere studiens validitet og reliabilitet. Validitet handler om hvorvidt funnene i studien faktisk omhandler det de fremstår å være om, med andre ord om funnene beskriver fenomenet som undersøkes (Cohen et al., 2011; Robson, 2002). Reliabilitet handler om studiens pålitelighet i forhold til hvordan den er utformet for å besvare forskningsspørsmålene, og er knyttet til påliteligheten til måleinstrumentene som blir brukt. Trusler mot validiteten og reliabiliteten til studien kan aldri fjernes helt, men det er visse forholdsregler forskeren kan ta for at truslene kan reduseres (Cohen et al., 2011). Jeg vil her redegjøre for tiltak jeg har gjort underveis i forskningen for å sikre størst mulig validitet og reliabilitet i studien.

Når det gjelder validitet vil jeg ta for meg to undergrupper: indre- og ytre validitet. Den indre validiteten omhandler troverdigheten til studien (Mertens, 2010). Et av tiltakene mot trusler knyttet til den indre validiteten til studien er å være involvert med utvalget over lengre tid (Mertens, 2010; Robson, 2002). Selv om jeg kun var involvert i klassen over to uker var jeg tilstede i alle undervisningstimer hvor elevene arbeidet med første del av prosjektet. Fordi forskningsspørsmålene mine hovedsakelig fokuserer på bruken av matematikk i programfaget i denne prosjektperioden, mener jeg min tilstedeværelse gjennom hele perioden medvirker til å redusere trusler mot den indre validiteten. Når det gjelder datainnsamlingen har jeg som sagt brukt observasjon og intervju i tillegg til elevenes skriftlige arbeid. Det å bruke flere metoder for å samle data, og sjekke informasjonen opp mot hverandre, kalles datatriangulering. Dette gjør at resultater fra den ene metoden kan støtte opp om resultatene fra den andre metoden, og er da et tiltak knyttet til validiteten (Mertens, 2010; Robson, 2002). Samtidig kan det skriftlige datamaterialet, i form av de tre elevenes skisser på arbeidstegningene og besvarelsen til den ene eleven, gjøre at forståelsen min, og analysen jeg har gjort av elevenes fremgangsmåter til oppgavene ut fra dialogene, underbygges. På denne måten kan mistolkninger unngås. Et annet tiltak jeg gjorde når det gjelder den indre validiteten, var å gi elevene og læreren mulighet til å lese transkripsjonene fra intervjuene (Mertens, 2010; Robson, 2002). På denne måten kan de stryke utsagn de ikke ønsker at jeg skal ta med i studien, for eksempel på grunn av at de føler seg feilsitert. Hverken lærer eller elevene ønsket det. Jeg har dessuten vært meget nøyaktig på å dokumentere prosessen, hva som er elevenes eller lærerens utsagn, og hva som er mine tolkninger. Ytre validitet refererer til overførbarheten av funnene, det vil si i hvor stor grad resultatene kan generaliseres til andre situasjoner. I kvalitative studier er ikke dette så aktuelt som for kvantitative studier, men det er allikevel et meget relevant spørsmål. I kvalitative studier er spørsmålet om generaliserbarhet knyttet til settingen, personene og situasjonene heller enn studien som helhet. Det er da snakk om generaliserbarhet som gjenkjennbarhet av lignende mønster mellom den aktuelle studien og andre kontekster, og ansvaret ligger hos leseren, da det handler om å kjenne seg igjen i beskrivelser gitt i studien og kunne bruke det til egne situasjoner. Det er derfor viktig at forskeren sørger for en detaljert, rik og grundig beskrivelse slik at leseren kan avgjøre hvorvidt forskningsresultatene er generaliserbare til andre situasjoner (Cohen et al., 2011). Elevene i utvalget representerer ikke en annen gruppe utenom dem selv, og utvalget vil derfor ikke være representativt for populasjonen det tas fra (Cohen et al., 2011; Robson, 2002), og med populasjon mener jeg da alle elever ved utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk. Jeg ønsker å få en bedre forståelse rundt forskningsspørsmålene mine og målet er derfor ikke å generalisere funnene. Men det er allikevel viktig for meg at studien kan bidra til forskningsfeltet. Derfor har jeg fokusert på å gi detaljerte og grundige beskrivelser gjennom hele dette dokumentet, slik at leseren har mulighet til å kunne knytte disse beskrivelsene og resultatene til egne situasjoner.

For at studien skal være pålitelig må det gjøres tiltak mot reliabilitetstrusler. Robson (2002) trekker frem at det er viktig at forskeren er grundig, forsiktig og ærlig i forskningen, samtidig som at dette kommer frem gjennom forskningsrapporten. Både når det gjelder utvelgelsen og analyseringen av data, er det en potensiell risiko for at forskerens subjektive syn kan medføre at utvalgte data ikke er representative for situasjonene, er overanalysert eller mistolket (Cohen et al., 2011). Jeg har derfor fokusert på å være nøyaktig og grundig gjennom hele forsknings-prosessen, blant annet ved å presentere utsagn fra elevene og læreren slik at leseren ser hvilke utsagn jeg har gjort tolkningene ut fra. På denne måten vil fakta, altså data, være skilt fra tolkninger. Reliabilitet er knyttet til påliteligheten til måleinstrumentene som blir brukt, og siden dette er en kvalitativ studie, vil jeg som forsker være en del av måleinstrumentet. Dermed vil mine forutinntatte holdninger og meninger kunne utgjøre en potensiell trussel mot studiens reliabilitet, både når det gjelder innvirkningen det kan ha på datainnsamling og for analysen av datamaterialet (Robson, 2002). Tiltak jeg har gjort under observasjonene og intervjuene er å prøve å inneha en så nøytral holdning som mulig og unngå å stille ladede eller ledende spørsmål til elevene og læreren.

Kapittel 5

Resultat og analyse

I dette kapittelet presenteres resultatene og analysene jeg har gjort av datamaterialet bestående av videoopptak fra observasjonene og intervjuene med elevene og læreren. Første del av kapittelet er knyttet til observasjonene, og her analyseres totalt syv situasjoner som oppstod. Jeg presenterer da dialoger og eventuelle skriftlige elevarbeid og analyserer disse ved bruk av analyseverktøyet presentert i delkapittel 4.6.2. Den siste delen av kapittelet består av analyse av intervjuene med læreren og elevene.

5.1 Observasjon

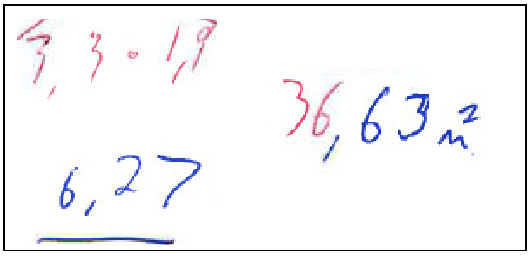
5.1.1 Situasjon 1

Denne situasjonen tar for seg forklaringen til Magnus om hvordan han har løst deloppgave A. Oppgaven er: *Hvor mange kvadratmeter vegg har nord-, øst-, vest- og sørside på eneboligen?* I forkant av situasjonen har Magnus svart på denne, og i sekvensen gitt under forklarer han for meg hvordan han gikk frem for å finne hvor mange kvadratmeter vegg øst- og vestside på eneboligen har. Fasaden til disse sidene har samme areal. I forklaringen viser han til hjelpetegningen, som er gitt i Vedlegg 3.

S1.1	Magnus	Først så fant jeg ut lengden på siden og bunnen, så ganget jeg de sammen..så ble det 30,36. Også måtte jeg finne ut den der [peker på høyre trekant på hjelpetegningen]. Først fant jeg ut lengden der, at det var 1,9 oppover.
S1.2	Lise	Hvordan fant du ut det?
S1.3	Magnus	Eh..det var 3,3 ganger tan eller hva det nå var det het..og da fikk jeg det. Her tok jeg bare og delte det [viser til 6,6] på 2, så fikk jeg midt på. Så tok jeg det [viser til 1,9] og ganget med 3,3, så delte jeg det svaret på 2.

S1.4	Lise	Hvorfor delte du på 2?
S1.5	Magnus	Fordi det er en trekant.
S1.6	Lise	Tok du med begge trekantene da?
S1.7	Magnus	Nei, stemmer..da blir det feil.
S1.8	Lise	Hva hadde skjedd om vi satt sammen de 2 trekantene?
S1.9	Magnus	Da får vi en dobbelt så stor..trekant (spørrende tone).
S1.10	Lise	Et rektangel?
S1.11	Magnus	Ja, stemmer. Så siden vi har 2 trekanter her, så trenger vi ikke… Fordi de er like store.
S1.12	Lise	Hvordan vet du at de er like store?
S1.13	Magnus	Fordi det er like lang høyde på begge sidene liksom..og når du deler den [viser til 6,6] på 2, så må de jo være like lange og.
S1.14	Lise	Da har du kanskje funnet hele veggen?
S1.15	Magnus	Ja..da fikk jeg 36,63..det skal vel være riktig.
S1.16	Lise	Hva er måleenheten på det?
S1.17	Magnus	Det er *m* i andre..areal.

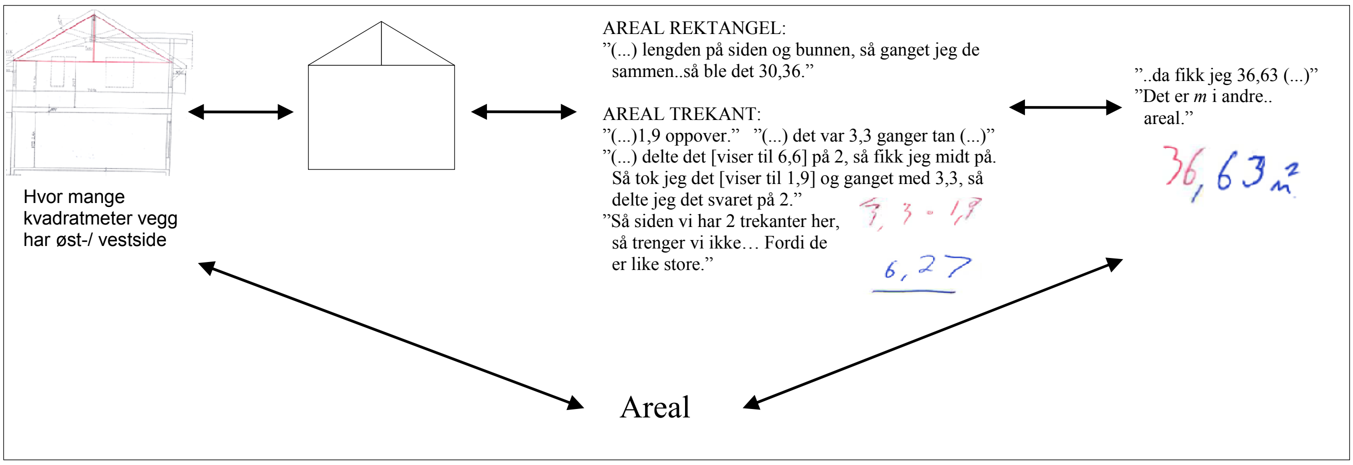
Magnus har skrevet følgende på arbeidstegningen når det gjelder denne oppgaven:



Figur 17: Utsnitt av Magnus sin arbeidstegning med utregninger til deloppgave A.

Magnus starter med å fortelle at han først ganget lengden på siden med lengden på bunnen, og jeg oppfatter det slik at han referer til arealet av rektanglet i boligen på hjelpetegningen. I samme ytring (S1.1) forteller han at han måtte finne ut arealet av høyre trekant i boligen på hjelpetegningen, og må da først finne høyden til denne. Videre sier han at han fant høyden ved å gange 3,3 med "tan", og henviser da til halve husbredden. For å finne arealet til trekanten forteller Magnus i ytring S1.3 at han ganget høyden med halve husbredden og deretter delte på to. Når jeg spurte Magnus om han tok med begge trekantene, sier han i ytring S1.7 at det blir feil. Med det oppfatter jeg at han mener det blir feil å dele på to siden det er to trekanter i boligen på hjelpetegningen, og ikke bare en. Det har grunn i ytring S1.11 hvor Magnus sier at disse trekantene er like store. Til slutt oppgir Magnus veggens totale areal med måleenhet *m* i andre, som da er arealet i kvadratmeter til rektanglet og de to trekantene til sammen.

For å finne arealet på øst- og vestvegg til boligen tolker jeg at det første steget Magnus gjør, er å se på disse veggene som at de er satt sammen av ett rektangel og to trekanter, det vil si tre geometriske figurer. På denne måten kan han regne ut arealet av hver av disse, og begynner med arealet til rektangelet ved å trekke ut mål fra arbeidstegningene. Høyden til trekantene i boligen på hjelpetegningen regnet han ut ved hjelp av den trigonometriske funksjonen tangens. For å finne grunnlinjen til trekanten tok Magnus utgangspunkt i arbeidstegningene ved å hente målet for bredden på huset for deretter å halvere det. Dermed kunne arealet til trekanten regnes ut ved å multiplisere høyden med bredden for så å dividere på to. Magnus har kun tatt utgangspunkt i en av trekantene, og oppfatter etter hvert i sekvensen at arealet til begge trekantene må tas med i det totale regnskapet for hele veggens areal. Siden de to trekantene er like store, som en følge av at de har like lange sider ved trekantens rette vinkel, kan en se på de som ett rektangel og regne ut arealet deretter. Som en konsekvens trenger ikke Magnus å dividere på to. Det totale arealet til rektanglet og de to trekantene han finner tilsvarer arealet til øst- eller vestvegg i boligen. På denne måten har han hentet ut relevant informasjon fra arbeidstegningene, og ved hjelp av matematiske kunnskaper klarer han å løse oppgaven og står igjen med svaret til denne. Den matematiske kunnskapen Magnus uttrykker gjennom denne sekvensen kan fremstilles i en epistemologisk trekantkjede (Steinbring, 2005, 2005). Med utgangspunkt i tolkningene av elevens ytringer har jeg konstruert en slik trekant-kjede, gitt i Figur 18.



Figur 18: Epistemologisk trekantkjede for Magnus sin løsning av deloppgave A.

Den epistemologiske trekantkjeden kan ses på som en overgang, eller bro, fra programfaget til matematikk (Evans, 1999). Magnus benytter seg av matematiske kunnskaper knyttet til geometriske figurer, trigonometri og arealberegning av trekant og rektangel. De er intellektuelle redskaper knyttet til diskursen matematikk (Säljö, 2001). Ved å relatere husveggen til de geometriske figurene trekant og rektangel, og trekke ut relevante mål fra arbeidstegningene, klarer han å regne ut arealet til disse slik at han finner arealet på husveggen. Magnus benytter seg av kunnskaper i lesing av arbeidstegninger knyttet til programfaget for å hente disse målene og knytte de opp mot korrekt måleenhet. Når det gjelder utregningen av høyden til trekanten ved hjelp av tangensfunksjonen, synes det som at Magnus ikke er helt fortrolig med denne med tanke på det han forteller i ytring S1.3, altså følgende: ”Eh..det var 3,3 ganger tan eller hva det nå var det het (...)”. For det første betegner han tangensfunksjonen med ”tan”, og for det andre sier han ingenting om hva han benytter den på. På hjelpetegningen har læreren vist hvordan utregningen av høyden kan gjøres, og denne er presentert i Figur 19 under.

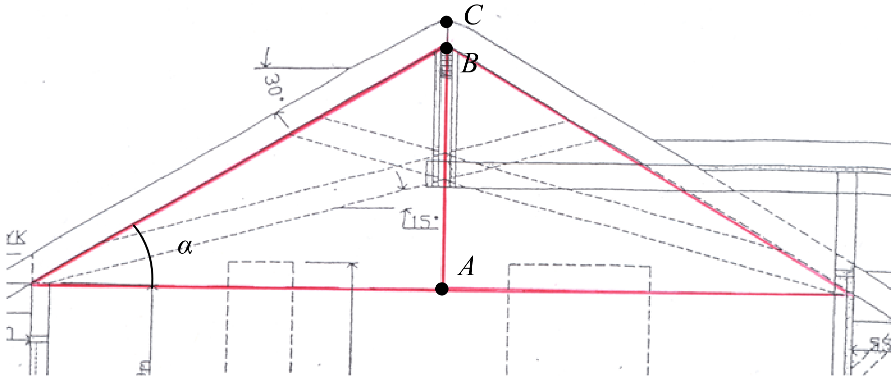
$$3{,}3m \cdot \boxed{\text{tan}}\, 30 = \underline{1{,}9m}$$

Figur 19: Utregning fra hjelpetegningen.

I figuren er tangensfunksjonen fremstilt som en tast på kalkulatoren. På denne måten fremstår den som et tegn heller enn et symbol, som den egentlig er. ”Tan” er da en indeks (Peirce, 1998). Jeg tolker det som Magnus benytter tangensfunksjonen på kalkulatoren som et medierende fysisk redskap (Säljö, 2001), men ikke skjønner matematikken som ligger bak. Med den innebygde funksjonen i kalkulatoren gjennomfører han operasjonen med å trykke på den aktuelle tasten, som er en måte å finne høyden til trekanten og videre utføre handlingen å finne arealet av veggen på boligen (Leont’ev, 1979). Ifølge Säljö (2001) er det ofte slik at de vellykkede artefaktene fungerer slik at de underliggende prosedyrene er usynlige. Selv om tangensfunksjonen kan synes å fremstå som uforståelig for Magnus, klarer han å benytte seg av den ved hjelp av kalkulatoren. Siden han befinner seg i programfagskonteksten vil det viktigste være at det fungerer, siden målet for handlingen (Leont’ev, 1979) er å komme frem til arealet på veggen. Videre synes Magnus å være klar over at to trekanter er like store, det vil si kongruente, dersom to sider og mellomliggende vinkel i begge trekantene er kongruente. Selv om han ikke begrunner hvorfor de to trekantene er like store, behersker han å bruke dette intellektuelle redskapet fra matematikk når han skal regne ut det totale arealet til de to trekantene. Dette arealet adderes med arealet til rektangelet, og ved matematiske utregninger finner Magnus det totale arealet av de geometriske figurene. Svaret han får vil da være det samme som antall kvadratmeter vegg på øst- eller vestside av boligen. Arbeidstegningene er fysiske redskaper tilhørende programfaget, og dessuten byggebransjen, og ved å benytte disse sammen med de intellektuelle redskapene knyttet til matematikk, forbinder Magnus program-faget med matematikk. Med andre ord benytter han seg av redskaper og diskurser han kjenner fra begge disse aktivitetssystemene (Säljö, 2001). En viktig presisering er at antall kvadratmeter er knyttet til den virkelige boligen, og dermed vil det reelle huset egentlig være første ledd i trekantkjeden gitt i Figur 18. På denne måten vil det være snakk om en oppgave knyttet til tre forskjellige kontekster, eller aktivitetssystemer: byggeplassen, programfaget og matematikk. Jeg tolker denne situasjonen som at Magnus lykkes i å overføre overnevnte matematiske kunnskaper til programfaget for å løse oppgaven gitt her; med andre ord skjer det en overføring av kunnskaper (Carraher & Schliemann, 2002; Evans, 1999). Videre kan så løsningen av deloppgaven knyttes opp mot boligen på byggeplassen.

5.1.2 Situasjon 2

Situasjonen omhandler Steinars løsning av deloppgave B, som går ut på følgende: *Regn ut hvor høyt det er fra topp toppsvill til topp møne*. De yrkesfaglige begrepene er forklart i delkapittel 3.3.2. Situasjonen består av to sekvenser inkludert den skriftlige besvarelsen til Steinar. Den første tar for seg en dialog mellom Steinar og læreren om hvordan han kan finne høyden fra underkant møne til topp møne på hjelpetegningen, det vil si avstanden mellom punkt *B* og *C* i Figur 20. Den andre sekvensen er en dialog mellom Steinar og meg, hvor han forklarer meg hvordan han har løst deloppgaven. Imellom disse sekvensene har Steinar løst oppgaven alene. Han har da benyttet seg av trekanter som han har tegnet på en arbeidstegning og et kladdeark, se Figur 21 og 22. I utsagnene henvises det til hjelpetegningen, men i ytring S2.8 refererer Steinar til arbeidstegning 4. Siden disse tegningene er like benytter jeg meg av Figur 20 under for å henvise til hvor det pekes underveis i dialogene.



Figur 20: Hjelpetegningen med tilhørende referansepunkter og referansevinkel.

S2.1 Steinar Men det jeg lurer på er, hva er avstanden derifra [peker på punkt *B* i Figur 20] og dit [peker på punkt *C* i Figur 20]?

S2.2 Lærer Først må du vite dimensjon på denne [peker på venstre takbjelke i hjelpetegningen]..og dimensjonen på overgurten her, det er 300..det er en K-bjelke som er brukt. Så kan du tegne deg opp et bilde da, og forstørre bildet her [henviser til området ved punktene *B* og *C* i Figur 20]. Også, det eneste du vet da, det er at du har den 30 graders vinkelen her [peker på vinkelen α i Figur 20], sant ja? Så må du finne ut her oppe [peker på området ved punktene *B* og *C* i Figur 20] hvordan du skal løse det, for du får en annen grad oppe her.

S2.3 Steinar Ja, for du har 30 over her [peker på området ved punktene *B* og *C* i Figur 20].

S2.4 Lærer Ja, så må du finne siden der [peker på linjen mellom punktene *B* og *C* i Figur 20]. Du kan jo tegne opp et forstørret bilde av det. Så er det bare å prøve Steinar, det er fint ja.

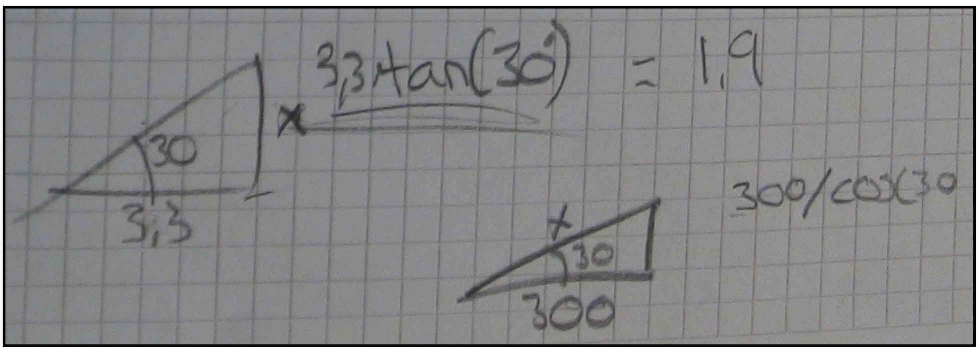
Pause

S2.5 Lise Kan du forklare meg hvordan du løste oppgaven?

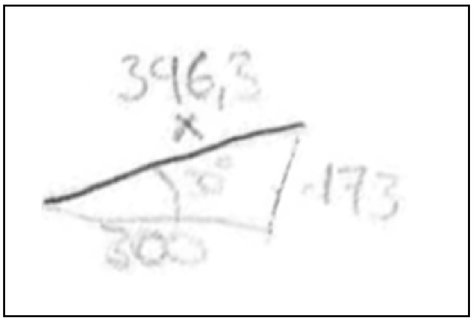
S2.6 Steinar Hvis jeg vet siden der [peker på grunnlinjen i trekanten til høyre i Figur 21] og vet graden, så for å finne ut siden der [peker på *x* i trekanten til høyre i Figur 21] tar jeg 300 delt på cosinus til 30.

S2.7 Lise Hvordan vet du det?

S2.8 Steinar Jeg vet at topp toppsvill er her [peker på den horisontale linjen gjennom punktet *A* i Figur 20], også topp møne her [peker på punkt *C* i Figur 20]. Jeg visste ikke avstanden her [peker på linjen mellom punktene *B* og *C* i Figur 20], men så fikk jeg vite av læreren at bordet har en bredde på 300 millimeter, også så visste jeg at det var 30 grader snitt her [peker på området ved punktene *B* og *C* i Figur 20] fordi taket ligger i 30 grader. Så bruke jeg den formelen her [peker på utregningen, se Figur 21], at 3,3 ganger tangens til 30 for å finne ut den der [peker på *x* i trekanten til venstre i Figur 21]. For å finne ut den der [peker på linjen mellom punktene *B* og *C* i Figur 20] så brukte jeg bare Pytagoras. Da tok jeg 173 i andre pluss 300 i andre..blir 346,3 i andre.



Figur 21: Steinar sitt kladdeark med skisserte trekanter.



Figur 22: Utsnitt av Steinar sin arbeidstegning med skissert trekant.

Topp toppsvill til toppunkt himling:
3,3 x tan(30) = 1,9 m

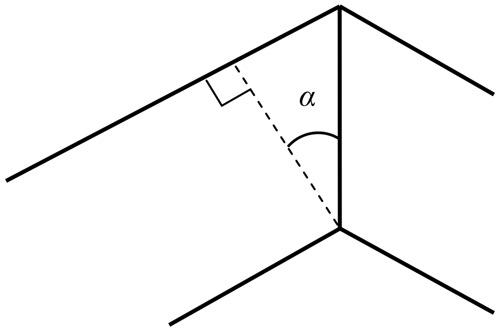
Toppunkt himling til toppunkt gurt:
300 x tan(30) = 173
$300^2 + 173^2 = 119929$
kvadratrot av 119929 = 346,3 mm

1900 + 346,3 = 2246,3 mm = 2,25 m

Figur 23: Steinar sin besvarelse på deloppgave B.

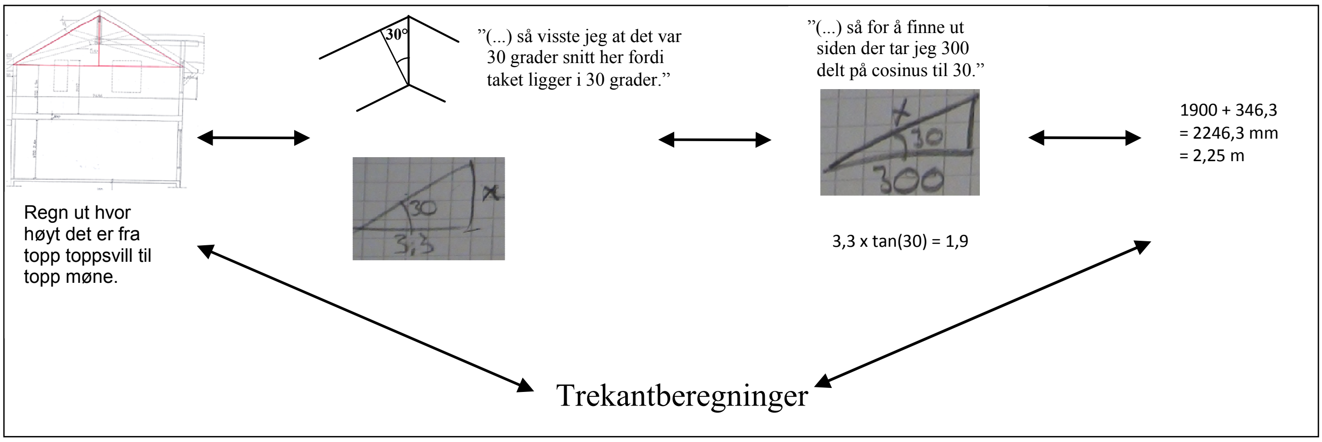
Når det gjelder besvarelsen gitt i Figur 23 må det nevnes at Steinar i starten av prosjektet blandet det yrkesfaglige begrepet himling med underkant møne, og dermed står det himling istedenfor underkant møne i besvarelsen hans. Han har dessuten skrevet toppunkt gurt istedenfor topp møne, men overgurt er det samme som takbjelke, så jeg forstår det slik at han refererer til samme del.

Steinar starter med å spørre læreren om avstanden fra underkant møne til topp møne (S2.1). Læreren veileder Steinar med å forklare at han først må vite dimensjonen på takbjelken. Siden denne ikke er gitt i arbeidstegningene, opplyser læreren at den er 300 uten å si noe om måleenhet. Videre forklarer læreren hvilke vinkler de vet på grunnlag av takvinkelen som er 30 grader. Det var ikke mulig å se fra videoopptaket i etterkant hvilken vinkel de refererer til i ytring S2.2, S2.3 og S2.8 når de peker på området ved punktene *B* og *C* i Figur 20. Jeg oppfatter det slik at både lærer og Steinar her refererer til vinkelen betegnet α i Figur 24 på neste side. Læreren oppfordrer dessuten Steinar til å tegne et forstørret bilde av området hvor takbjelkene møtes for å kunne finne avstanden fra underkant møne til topp møne, og jeg tolker det slik at han da mener noe lignende som Figur 24.

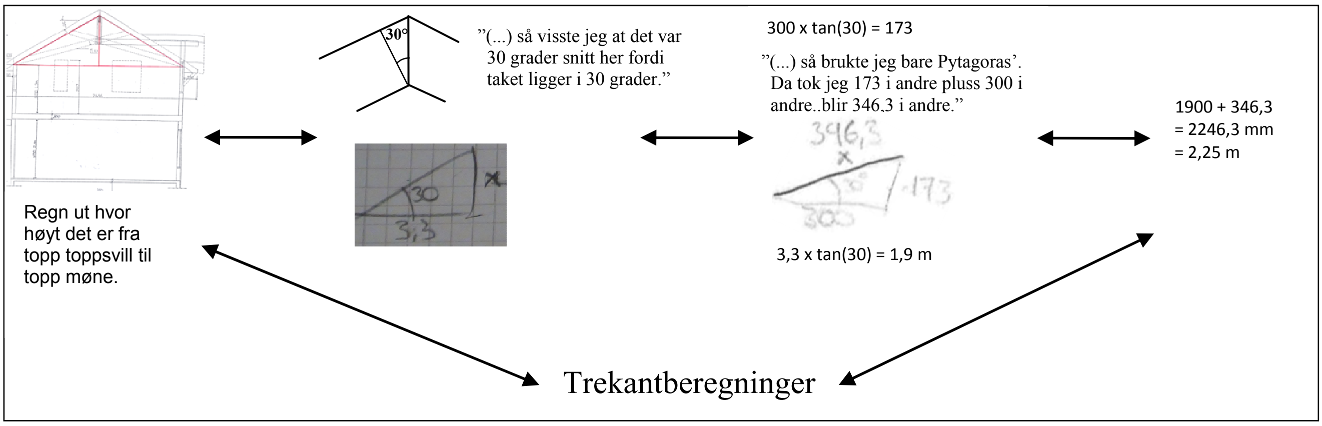


Figur 24: Vinkelen som læreren og Steinar referer til i ytring S2.2, S2.3 og S2.8.

For å finne høyden fra topp toppsvill til topp møne, ser det ut til at det første steget mot løsning Steinar gjør er å se på denne høyden som satt sammen av to høyder som han må finne. Det vil si høyden fra topp toppsvill til underkant møne og videre fra underkant møne til topp møne, altså avstanden fra punkt *A* til punkt *B* og avstanden fra punkt *B* til punkt *C* i Figur 20. I dialogen refererer Steinar til to av trekantene han har tegnet, begge gitt i Figur 21, som da hver representerer en av disse to høydene. I begge trekantene er den ene vinkelen 30 grader, og Steinar synes å begrunne det med at taket står i 30 grader (ytring S2.8). I ytring S2.8 forteller Steinar at han har funnet høyden fra topp toppsvill til underkant møne ved hjelp av tangensfunksjonen. Når han skal forklare for meg hvordan han fant avstanden fra underkant møne til topp møne forteller han egentlig to forskjellige fremgangsmåter. I ytring S2.6 sier han at han har brukt cosinusfunksjonen for å finne avstanden, mens i ytring S2.8 forteller han at han brukte Pytagoras' teorem. I den sistnevnte måten er det gitt at han har brukt tangensfunksjonen først siden han allerede vet begge katetene når han skal finne hypotenusen, som da er avstanden. Det er denne utregningsmåten han har skrevet i besvarelsen sin gitt i Figur 23. Ved å ta utgangspunkt i utsagnene til Steinar, trekantene han har tegnet, samt besvarelsen hans, fremstiller jeg de to fremgangsmåtene som to epistemologiske trekantkjeder hvor de matematiske kunnskapene i bruk kommer frem (Steinbring, 2005, 2006). De epistemologiske trekantkjedene er gitt i Figur 25 og 26 på neste side.



Figur 25: Epistemologisk trekantkjede for Steinar sin første fremgangsmåte for å løse deloppgave B.



Figur 26: Epistemologisk trekantkjede for Steinar sin andre fremgangsmåte for å løse deloppgave B.

De to epistemologiske trekantkjedene gitt i Figur 25 og 26 viser begge fire ledd som er basert på en arbeidstegning av boligen, Steinar sine skisserte trekanter, matematiske tegn og symboler, og til slutt tallsvar med tilhørende måleenhet. Steinar medierer mellom referanse-konteksten og tegn/symbol i hver av to påfølgende ledd, og denne medieringen påvirkes av det matematiske begrepet trekantberegning (Steinbring, 2005, 2006). Forskjellen mellom de to trekantkjedene er leddet bestående av matematiske tegn og symboler; mer presist hvordan Steinar har gått frem for å finne høyden fra underkant møne til topp møne. I stedet for å gå via tangensfunksjonen og Pytagoras’ teorem vist i Figur 26, har han som det fremgår i Figur 25 benyttet seg av cosinusfunksjonen og løser oppgaven med færre utregninger. Begge de epistemologiske trekantkjedene viser at Steinar har hentet ut relevant informasjon fra den første referansekonteksten, nemlig arbeidstegningen av boligen, og med sin matematik-kunnskap gjort matematikk ut av denne informasjonen. Etter hvert blir referansekontekstene figurer og matematiske tegn og symboler, med andre ord er det en økende grad abstraksjon i forhold til arbeidstegningen. De epistemologiske trekantkjedene kan derfor ses på som en overgang fra programfaget til matematikk (Evans, 1999). Steinar har omgjort oppgaven gitt i programfaget til et matematisk problem, og kan da benytte de intellektuelle redskapene tilhørende matematikk (Säljö, 2001). Av slike mener jeg at geometri og trigonometri er fremtredende. Det at han ser at vinkelen i trekantene han har tegnet opp er 30 grader krever en god del matematisk kunnskap. Steinar synes å være klar over hvilke geometriske forhold han kan bruke, selv om de ikke uttrykkes i forklaringene. Han begrunner ikke sammenhengene, men han kjenner dem og er i stand til å bruke dem på en hensiktsmessig og tilfredsstillende måte i oppgaven. Det samme gjelder de trigonometriske funksjonene, samt Pytagoras' teorem som han benytter seg av. Dette er konsistent med den aktuelle kulturen han befinner seg innenfor, nemlig programfaget. Poenget er at det er nok å kunne bruke dem korrekt her, for målet med handlingen (Leont'ev, 1979) er å vite avstanden fra topp toppsvill til topp møne, og ikke å begrunne matematikken som ligger til grunn slik det kunne ha vært i et annet aktivitetssystem. I denne kulturen synes det dessuten som at det er underforstått hvilke måleenheter læreren og Steinar snakker om. For eksempel sier læreren at takbjelkens mål er 300, og mener da egentlig 300 millimeter. Dette går igjen i utregningene til Steinar, for her oppgir han kun måleenhet på svaret og ikke på utregningene. Jeg tolker situasjonen bestående av dialogene, besvarelsen og trekantskissene som at Steinar lykkes i å overføre de overnevnte matematiske kunnskapene til programfaget for å løse den aktuelle oppgaven gitt i denne konteksten (Evans, 1999).

5.1.3 Situasjon 3

Denne situasjonen omhandler deloppgave D, og tar for seg en dialog mellom Steinar og læreren etterfulgt av flere dialoger mellom Steinar, Magnus og meg. Oppgaven er følgende: *Hvor mange kvadratmeter vindu og dør går bort i hver av fasadene?* For å kunne regne ut dette må det tas utgangpunkt i de to tabellene på arbeidstegning 6 og 8, se Figur 27 på neste side, i tillegg til vinduene og dørene på bolighuset som fremstilles i arbeidstegningene. For en forklaring til tabellene og hvordan oppgaven kan løses, se delkapittel 3.3.3. Størrelsen på vinduene og dørene er oppgitt uten måleenhet, men i byggebransjen er det underforstått at de er målsatt i modulsystemet hvor en modul, betegnet 1 *M*, er en enhet som tilsvarer 100 millimeter (Rolfsen, 2006). I det følgende kommer jeg til å presentere de enkelte dialogene hver for seg.

Dører i 1.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
D2	2	9x21 H spalte
D5	1	9x21 V spalte
D17	1	17x21 skyved.
D42	1	10x21 H
D52	1	9x21 H

Vinduer i 1.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
V12	1	5x12
V15	4	11x12
V28	1	5x12 F
V32	2	5x16 F
V82	1	9x16 F
V83	1	14 x16 F

Dører i 2.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
D8	2	8x21 H spalte
D11	1	8x21 V
D12	1	8x21 V spalte
D14	1	8x20 V spalte

Vinduer i 2.etj.		
Nr	Stk	Beskrivelse
V5	2	11x6
V12	1	5x12
V13	1	9x12
V15	3	11x12
V55	2	5x8

Figur 27: Tabeller for vinduer og dører i første og andre etasje i boligen gitt i arbeidstegning 6 og 8.

Den første dialogen er mellom Steinar og læreren. Steinar har startet på oppgaven og oppdager at størrelsene i tabellene mangler måleenhet. Han roper til læreren som står en annen plass i klasserommet om hvilken måleenhet han skal bruke. Læreren er opptatt og svarer at han skal bruke modul som er gitt med *M*, og at han skal komme og hjelpe etterpå.

S3.1 Steinar Det står ikke noen *M* her da.

S3.2 Lærer Ja, men det er bare fordi det ikke er satt inn..det går dem ut fra at vi kan, ikke sant? 1*M* er lik 10 centimeter..modul.

S3.3 Steinar Så da blir det 5 ganger 12 *M* [peker på tabell på tegning 6].

S3.4 Lærer Det blir 50, eller hvis du tar meter da så blir det 0,5 meter ganger 1,2 meter.

S3.5 Steinar Ja.

S3.6 Lærer Du var med på den ja, bra! Da har du det klart da.

S3.7 Steinar Ja, 0,5 ganger 1,2.

Når læreren kommer til Steinar starter han med å si at det ikke står noen *M* i tabellene, og læreren forteller at måleenheten *M*, for modul, ikke er satt inn i tabellene siden det er noe som det forventes at man kan. Videre opplyser læreren at 1 *M* er lik 10 centimeter, og med å ta utgangspunkt i størrelsen til *V*15 (vindu nummer 15) på arbeidstegning 6 følger Steinar opp med å si at arealet da blir fem ganget med tolv *M* for dette vinduet. Læreren forteller i ytring S3.4 at det da blir 50, uten å si noe om måleenhet, og jeg antar at det da er snakk om centimeter. Samtidig sier han at hvis en gjør om til meter, så blir det 0,5 meter multiplisert med 1,2 meter. Dialogen avsluttes med at Steinar viser at han har forstått hva læreren snakker om, og svarer da at det blir 0,5 ganget med 1,2, uten å si noe om hvilken måleenhet det er snakk om. Videre arbeider Steinar med oppgaven alene og etter en stund når han er ferdig får han spørsmål fra Magnus om hvordan deloppgaven skal løses. Dialogen mellom Steinar og Magnus gjengis i det følgende:

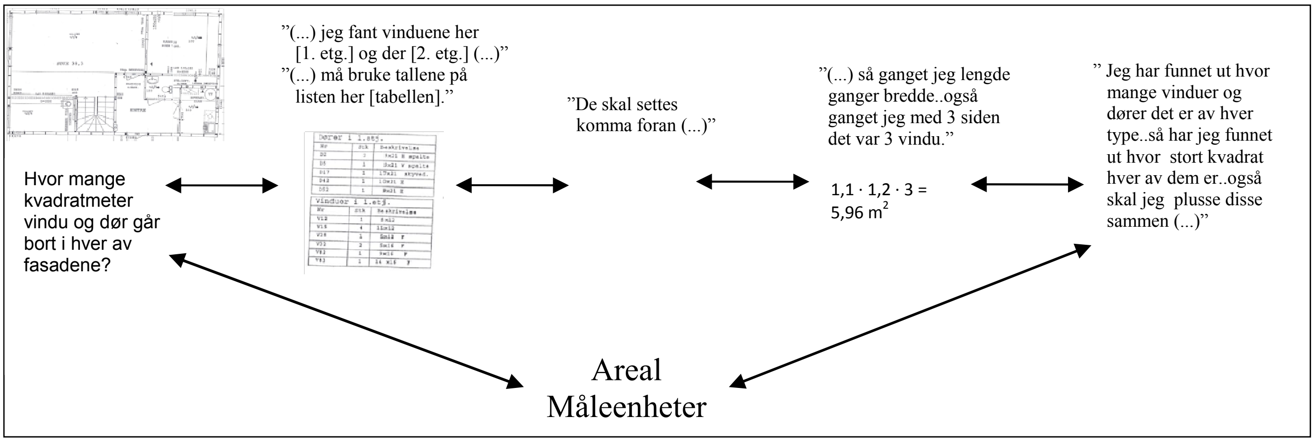
S3.8	Magnus	Hva skal jeg gjøre på *D*?
S3.9	Steinar	Når du skal sette opp på PC så skriver du øst, vest, nord og sør..så regner du ut hvor mange kvadratmeter det er med vindu og dør på hver side..også summere alt til slutt. Så på tegningen her [viser tegning 6], det her er første etasje. Der ser du at vinduet på [peker på venstre side av boligen på tegning 6]..er det vest?
S3.10	Magnus	Dette er vest ja.
S3.11	Steinar	Ser du vinduet her, *V*, vindu [peker på vinduet på venstre side av boligen på tegning 6] og *D*, dør [peker på døren på venstre side av boligen på tegning 6]. *V*15 står det her..så ser du her [peker på tabell på tegning 6], så ser du *V*15..4 stykk på hele første plan.
S3.12	Magnus	Åja (lystig tone).
S3.13	Steinar	Og her [peker på tabell på tegning 6] står det 11 ganger 12, og det er..det er på en måte sånn modul som det heter..så 11 *M* er det samme som 1,1 meter..12 *M* er det samme som 1,2 meter.
Pause		
S3.14	Steinar	På første siden da..så har du *V*15 her [viser tegning 6]..og i andre etasjen så har du 2 stykker.. så i stedet for å regne ut 3 ganger, så skriver du bare 1,1 ganger 1,2 ganger 3.
S3.15	Magnus	Ja, det var ikke så dumt.
S3.16	Steinar	Du må alltid se på begge arkene her [viser tegning 6 og 8].

Ytring S3.8 - S3.16 viser utdrag av dialogen mellom Magnus og Steinar, hvor Steinar hjelper Magnus med hvordan han kan gå frem for å løse oppgaven. Steinar forteller Magnus i ytring S3.9 at han må skrive øst, vest, nord og sør i dokumentet på PC, og regne ut hvor mange kvadratmeter vindu og dør det er på hver av disse sidene. Samtidig sier han at disse må summeres opp til slutt, og med det tolker jeg det som han refererer til at arealet på dørene og arealet på vinduene skal adderes sammen i hver av disse sidene. Steinar tar utgangspunkt i vestside på bolighuset i arbeidstegning 6, og kobler tegnet *V* med vinduet og tegnet *D* med døren på denne siden (se ytring S3.11). Videre forteller han at dette vinduet er betegnet med *V*15, og henviser så til tabellen på samme arbeidstegning som sier at det er fire slike vindu på hele første plan. Magnus følger opp med "Åja" i ytring S3.12, en bekreftelse til Steinar om at han henger med. Videre fortsetter Steinar med å forklare at det i tabellen står elleve ganget med tolv, og refererer da fortsatt til vindu *V*15, og at disse størrelsene er oppført i modul. Dermed vil da elleve *M* og tolv *M* være det samme som henholdsvis 1,1 meter og 1,2 meter. Etter en kort pause på ett par minutter hvor Magnus studerer arbeidstegningene, fortsetter Steinar med å fortelle om antall vinduer det er i første og andre etasje av vindusnummer 15 (ytring S3.14). Til slutt presiserer han for Magnus at det er viktig å se på begge arbeidstegningene. Etter samtalen med Steinar fortsetter Magnus med oppgaven for seg selv. Etter at han er ferdig spør jeg hvordan han har løst oppgaven, og samtalen mellom oss er gjengitt under i ytring S3.17 - S3.30. Steinar er også med i denne samtalen.

S3.17	Lise	Hva gjorde du?
S3.18	Magnus	Du har arealet på døra, og arealet på *V*15..må bruke tallene på listen her [peker på tabell på tegning 6]. Når jeg fant vinduene her [peker på vinduet på venstre side av boligen på tegning 6] og der [peker på de to vinduene på venstre side av boligen på tegning 8]..så ganget jeg lengde ganger bredde..også ganget jeg med 3 siden det var 3 vindu.
S3.19	Lise	Hva med benevning?
S3.20	Steinar	1,1 meter ganger 1,2 meter ganger 3.
S3.21	Magnus	Å, må jeg gjøre det og (spørrende tone) [han har skrevet $1{,}1 \cdot 1{,}2 \cdot 3 = 5{,}96\ m^2$, legger til *m* bak 1,1 og 1,2 samt 3].
S3.22	Steinar	Ikke meter bak 3..da blir det jo tredimensjonalt!
Pause		
S3.23	Magnus	Jeg har funnet ut hvor mange vinduer og dører det er av hver type..så har jeg funnet ut hvor stort kvadrat hver av dem er..også skal jeg plusse disse sammen etterpå.
S3.24	Lise	De målene der [peker på tabell på tegning 6], gjør du om på dem?
S3.25	Magnus	De skal settes komma foran eller hva det nå var..jeg husker ikke hva det var Steinar sa.
S3.26	Lise	Hvilke mål står de i?
S3.27	Magnus	Meter tror jeg.
S3.28	Lise	Meter?
S3.29	Magnus	Nei..Steinar, hvilke mål står de vinduene i?
S3.30	Steinar	De står i modul..10 modul… Eller 1 modul er 10 centimeter..vindu- og dørmodul.

Magnus starter med å forklare at han brukte tabellen på arbeidstegning 6, og ved å finne ut hvor mange vindu det var på venstre side av boligen, altså vestre vegg, kunne han multiplisere lengde med bredde for å finne arealet av de tre vinduene betegnet *V*15 (se ytring S3.18). Når han snakker om at han fant vinduene i første og andre etasje er det snakk om vindu nummer 15, betegnet *V*15. Vindusnummeret finner han igjen i tabellen på arbeidstegning 6. Ved å ta utgangspunkt i tabellen som en referansekontekst, leser han av denne slik at han finner lengde og bredde på vinduene, og bruker matematisk kunnskap om areal for å regne ut hvor mange kvadratmeter disse tre vinduene utgjør på vestvegg av boligen. Når jeg spør om benevning, det vil si måleenhet, kommer Steinar inn i samtalen med å si at det var 1,1 meter ganget med 1,2 meter og videre ganget med 3 (ytring S3.20). Magnus uttrykker i ytring S3.21 at han ikke har skrevet ned måleenhet på utregningene sine. Etter et par minutter fortsetter Magnus med å fortelle meg en oppsummering om hvordan han har løst oppgaven, der han sier at det totale arealet til alle typer vinduer og dører kan regnes ut ved å bruke addisjon. Når jeg spør om han gjør om på målene i tabellen på arbeidstegning 6, svarer han usikkert i ytring S3.25 at de skal settes komma foran. Når det gjelder måleenhet på disse sier Magnus i ytring S3.27 at han tror det er meter. Han tviler noe og spør derfor Steinar, og får til svar at de står i modul og at en modul er lik 10 centimeter (ytring S3.30).

Steinar og Magnus tar utgangspunkt i arbeidstegning 6 og 8 og knytter vinduene og dørene i boligen her med deres størrelser gitt i tilhørende tabeller. Ved å gjøre om fra måleenheten modul til meter kan Magnus regne ut arealet til de enkelte vinduene og dørene ved å se på dem som rektangler. Ved å ta utgangspunkt i forklaringene til Magnus om hvordan han har løst oppgaven, fremstiller jeg denne fremgangsmåten som en epistemologisk trekantkjede som viser de matematiske kunnskapene han bruker (Steinbring, 2005, 2006). Trekantkjeden er gitt i Figur 28. Selv om denne tar utgangspunkt i Magnus sine forklaringer, vil den også kunne gjenspeile kunnskapsutviklingen (Farrugia, 2007) til Steinar ut fra hans forklaringer gitt til Magnus.



Figur 28: Epistemologisk trekantkjede for Magnus sin løsning av deloppgave D.

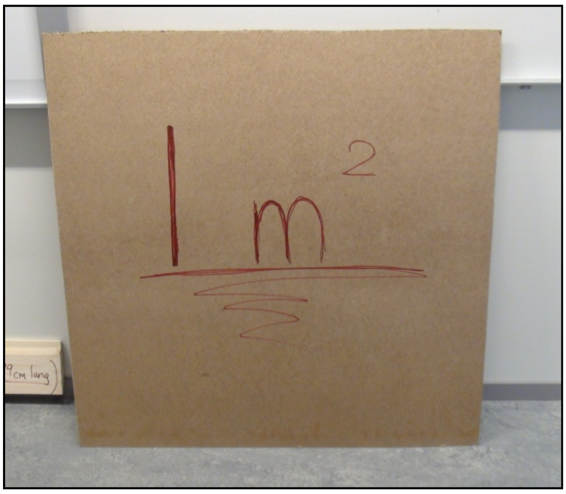
Den epistemologiske trekantkjeden viser hvordan Magnus klarer å knytte matematisk kunnskap til kunnskap han har fra programfaget, det vil lesing av arbeidstegninger. På denne måten løser han problemer i programfaget ved hjelp av matematisk kunnskap i tillegg til kunnskap knyttet til programfaget; han forbinder de to kontekstene. Trekantkjeden kan dermed ses på som en bro mellom programfaget og matematikk (Evans, 1999).

Alle dialogene i Situasjon 3 baserer seg på måleenheten modul. Det er fordi størrelsene til vinduene og dørene gitt i tabellene som elevene må ta utgangspunkt i for å løse oppgaven har denne måleenheten. Det er ikke opplyst i tabellene, og læreren forteller i ytring S3.2: "(...) det går dem ut fra at vi kan (...)". Med "dem" tolker jeg det som han refererer til skaperne av arbeidstegningene. De som lager arbeidstegningene forventer at yrkesarbeiderne i byggebransjen behersker modulsystemet; det tas for gitt i aktivitetssystemet og det er dermed nødvendig at elevene lærer seg dette. På denne måten er *M* et symbol som tilhører programfaget og dessuten yrkesretninger innen byggebransjen. Det er et kulturelt betinget symbol, altså situert kunnskap (Säljö, 2001) tilhørende programfaget og byggebransjen. Med symbol mener jeg da et tegn som inneholder en struktur, slik Steinbring (2005) definerer det. Enheten *M* er ikke kjent fra matematikk, så den må oversettes fra programfaget til matematikk ved å benytte kjente måleenheter. Her er det da to kulturer som møtes: matematikk og programfag. Én *M* er som sagt en måleenhet som tilsvarer 100 millimeter, eller tilsvarende 10 centimeter som læreren og elevene benytter. Modul er kun et lengdemål, og brukes ikke som basis for arealenhet. Elevene er dermed nødt til å benytte seg av enheter fra matematikk, som blant annet meter, for å kunne regne ut arealet til vinduene og dørene i oppgaven. Ut fra dialogene, da hovedsakelig ytring S3.13 og S3.30, synes det som at Steinar behersker overgangen fra enheten modul i programfaget til enhetene meter og centimeter i matematikk. Utsagnene til Magnus i ytring S3.25 og S3.27 tolker jeg som at han sliter noe med denne overgangen. Når Steinar i ytring S3.13 forteller at "(...)11 *M* er det samme som 1,1 meter..12 *M* er det samme som 1,2 meter.", og Magnus senere forteller i ytring S3.25 at "De skal settes komma foran (...)", tolker jeg det som at Magnus oppfatter Steinars utsagn som at omgjøringen fra modul til meter gjøres ved å sette komma foran det siste sifferet i det aktuelle tallet. På denne måten har Magnus lært seg en regel for å gå fra måleenheten modul til meter.

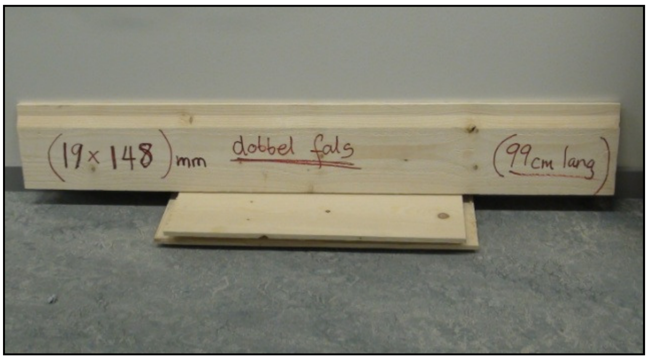
I tillegg til modulenheten må elevene benytte seg av tegnene *V* for vindu og *D* for dør, da vinduene og dørene i bolighuset og tabellene er betegnet med tegn som blant annet *V*15 og *D*2. De er kun merkelapper og fungerer som indekser siden de indikerer hvilket vindus- eller dørnummer det enkelte vindu eller den enkelte dør har (Peirce, 1998). I likhet med modulenheten er dette situert kunnskap knyttet til programfaget og dessuten byggebransjen. *V* og *D* er kulturelle betingede tegn, og bruken av disse må beherskes for å løse oppgaven. Både Magnus og Steinar synes å oppfatte at de må knytte vinduet på boligen i arbeidstegningen betegnet *V*15 til tabellen med samme tegn for å kunne regne ut dets areal. I likhet med de foregående situasjonene viser denne situasjonen at elevene klarer å forbinde matematikk til programfaget, og på denne måten løse problemet gitt i programskonteksten.

5.1.4 Situasjon 4

Denne situasjonen handler om Steinars løsning av deloppgave E. Oppgaven går ut på å finne *hvor mange LM med (19·148)mm dobbelfals utvendig kledning som går med på hver av fasadesidene*. For en forklaring av begrepet løpemeter, se delkapittel 3.3.4. Med andre ord hvor mange løpemeter av panel med tykkelse 19 millimeter og bredde 148 millimeter som trengs for å dekke hver av de fire veggene til boligen. Det er ikke informert om hvor mye panelet overlapper hverandre, og siden dette er nødvendig informasjon for å løse oppgaven må det måles fysisk. Elevene har tilgjengelig tre biter med oppgitte type panel i tillegg til en plate på én kvadratmeter, se Figur 29 og 30 under. Situasjonen består av to dialoger i tillegg til Steinars besvarelse. Den første dialogen er mellom Steinar og læreren, og den andre er mellom Steinar og meg.



Figur 29: Plate stilt opp i klasserommet som måler en kvadratmeter

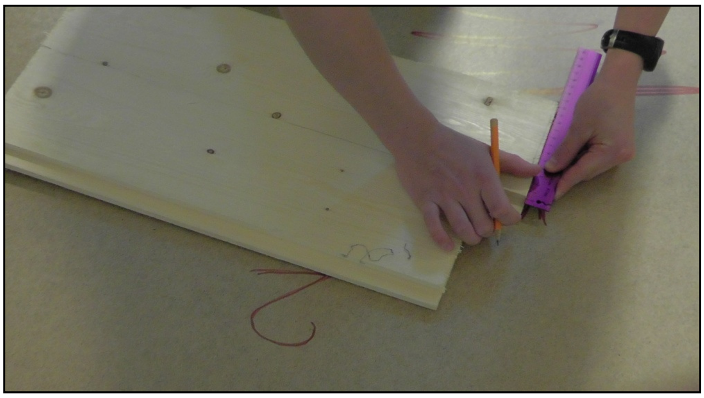


Figur 30: To av de tre panelbitene stilt opp i klasserommet.

S4.1	Steinar	Jeg er på *E* nå.
S4.2	Lærer	Finn ut hvor mange løpemeter med 19 ganger 148 millimeter dobbelfals utvendig kledning som går med på hver av fasadesidene. Ok, da kan du se på panelet som ligger i klasserommet.
S4.3	Steinar	Men hør her nå..jeg har kvadraten på huset..også må jeg ta den kvadraten og trekke fra dører og vinduer.
S4.4	Lærer	Helt riktig.
S4.5	Steinar	Så dele på 148, for da får du hvor mange rader det blir oppover veggen.

S4.6 Lærer Ja, men det blir ikke helt riktig da, for da vil du komme litt i mangel..for husk på når du legger sammen panel, så får du ikke 148 for du har overlappen på panelet, og den må du vite..det kan du finne på panelet.

I starten av samtalen med læreren forklarer Steinar hvordan han har tenkt å løse oppgaven. Han forteller i ytring S4.3 at han har kvadraten på huset, altså arealet på veggene, og kan da trekke fra kvadraten av dører og vinduer, det vil si arealet av disse. For å finne ut hvor mange rader av panel det går på husveggen, forteller Steinar i ytring S4.5 at han kan dele på 148, det vil si bredden til panelet i millimeter. Denne fremgangsmåten benytter seg kun av informasjon gitt i oppgaveteksten, samt løsningen fra deloppgavene A og D. Læreren forklarer Steinar at med denne løsningsmåten ville han komme frem til for lite panel til å kunne dekke husveggene, siden panelet overlapper hverandre (ytring S4.6). Med denne informasjonen i bakhånd går Steinar bort til panelbitene som ligger i klasserommet og måler med linjal hvor bred panelet er uten overlappet, se Figur 31. Bredden av panelet uten overlapp målte han til å være 13 centimeter.



Figur 31: Steinar har satt sammen to panelbiter og måler bredden på den ene uten dens overlappdel med den andre.

Etter å ha målt bredden av panelet arbeider Steinar videre med oppgaven. Når han var ferdig med å løse den, spurte jeg om han kunne forklare hvordan.

S4.7 Steinar På *E* så skulle jeg finne ut hvor mange løpemeter, eller hvor mange meter med panel det ble på bygget..og da tok jeg først og regnet ut hvor mange meter det ble for hvert kvadrat, ved at jeg delte 1 meter på bredden av planken..for å finne ut hvor mange meter med panel det ble hvert kvadrat. Da fikk jeg 7,7. Så tok jeg hele kvadratet av huset..og så trakk jeg fra arealet fra dør og vindu..også tok jeg det svaret og ganget med 7,7 så fikk jeg svaret.

S4.8 Lise I løpemeter?

S4.9 Steinar De sier løpemeter, men det er det samme som meter da.

I ytring S4.7 forklarer Steinar hvordan han løste oppgaven. Han forteller at han delte én meter på bredden av planken for å finne ut hvor mange meter med panel det går på hvert kvadrat. Med bredden på planken antar jeg at han mener bredden av panelet uten overlappdelen, som han på forhånd hadde målt. Videre forteller Steinar at han tok hele kvadratet av huset og trakk fra arealet av dørene og vinduene, og så ganget det med 7,7 som da var antall meter med panel per kvadrat. Svaret han da fikk var oppgitt i løpemeter, som han i ytring S4.9 forteller er det samme som meter.

Hele huset = 178,04 m²
Dør og vindu = 18,95 m²

178,04 – 18,95 = <u>159,09 m²</u>

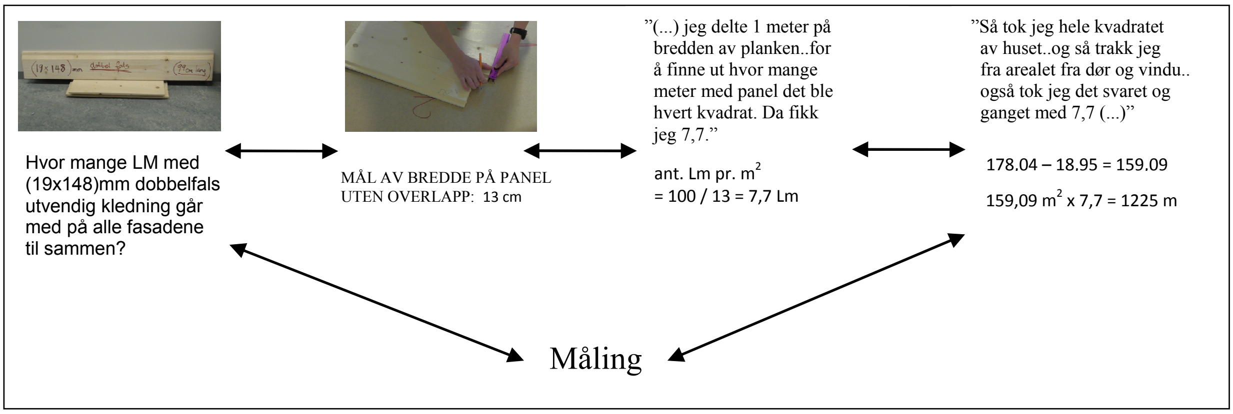
Utregning for ant. Lm pr. m² = 100 / 13 = <u>7,7 Lm</u>
159, 09 m² x 7,7 = <u>1225 m</u>

Figur 32: Steinars besvarelse på deloppgave E.

Ut fra dialogen mellom Steinar og læreren kan det synes som de befinner seg i to forskjellige kulturer, eller aktivitetssystemer, med hver sin løsningsstrategi. Steinar forklarer en fremgangsmåte som er matematisk, og som ikke baserer seg på praktisk kunnskap fra programfaget og byggebransjen. Læreren informerer han om at dette ikke vil gi en korrekt løsning på grunn av at panelene overlapper hverandre. Jeg tolker dette som at Steinar ikke er en fullverdig deltaker av det praksisfellesskapet læreren tilhører. Lave og Wenger (2003) beskriver prosessen hvor individet forsøker å bli en del av praksisfellesskapet som legitim perifer deltakelse. Steinar er en nyankommen i praksisfellesskapet ”byggebransjen”, som programfaget er en del av, og må derfor lære seg å beherske kunnskaper og ferdigheter tilhørende dette. Læreren veileder Steinar i praksisfellesskapet ved å si at det må tas hensyn til overlappet mellom panelene, og ved å sette sammen flere panelbiter kan Steinar måle dette med hjelp av en linjal. På denne måten fungerer panelbitene og linjalen som medierende fysiske redskaper (Säljö, 2001) for Steinar, slik at han kan løse deloppgaven på en korrekt måte innen programfaget. Med en ren matematisk fremgangsmåte ville oppgaven ikke vært løsbar, den er avhengig av den fysiske representasjonen av to sammenkoblede panelbiter for å finne overlappet.

Etter at Steinar har målt overlappet benytter han seg av sine matematiske kunnskaper, det vil si intellektuelle redskaper (Säljö, 2001) som blant annet divisjon, for å finne ut hvor mange løpemeter panel som går på en kvadratmeter. I ytring S4.7 oppgir han dette delsvaret som 7,7 uten måleenhet. I besvarelsen har han skrevet 7,7 *Lm*, og dessuten *Lm* pr. m^2. Den korrekte måleenheten er *LM* pr. m^2. Løpemeter er en egen måleenhet i programfaget, og dessuten i byggebransjen. Elevene må derfor lære seg å bli kjent med symbolet for løpemeter, det vil si *LM*, og at det betegner pris per meter byggevare. Steinar sier i ytring S4.9 at ”(...) løpemeter, men det er det samme som meter da.”, og har på denne måten oversatt begrepet fra programfaget (og byggebransjen) til matematikk. Det synes som Steinar ikke tar hensyn til den virkelige konteksten, nemlig byggeplassen hvor veggene til huset skal dekkes med panelet. Teoretisk vil det gå 7,7 løpemeter med panel på en kvadratmeter, men i praksis vil det minst forbrukes åtte. Grunnen er at panelet kommer i standardlengder, og hvis man dekker en kvadratmeter vegg ville en fått avskjær av disse lengdene. Disse avskjærene vil ikke være brukbare fordi de vil være for korte. På denne måten synes det som Steinar har gått tilbake til å være i konteksten matematikk. Videre benytter han seg av løsningene fra deloppgavene A og D for å finne det totale arealet av vegg som skal dekkes med panel. Til slutt ble så dette arealet multiplisert med antall løpemeter panel som går på en kvadratmeter, og svaret han fikk er da antall løpemeter som går med på alle de fire husveggene totalt. Dette viser at Steinar ikke tar hensyn til hele oppgaveteksten når han løser oppgaven, siden oppgaven egentlig går ut på å finne hvor mange løpemeter panel som går med på hver av de fire veggene på boligen. Det samsvarer med konteksten han synes å befinne seg i, nemlig matematikk, for svaret han finner er en korrekt matematisk løsning på oppgaven. For den virkelige konteksten, det vil si byggeplassen, ville det ikke vært mulig å regne ut et eksakt svar uten å ta hensyn til hvilke standardlengder panelet kommer i, hvor vinduene og dørene er plassert på veggen og lignende. Læreren fortalte meg dessuten at panelet krymper innendørs, slik at målingen elevene har gjort av paneloverlappet ikke vil være helt korrekt. Programfaget som aktivitetssystem baserer seg blant annet på matematikkulturen fra skolen, i tillegg til den praktiske kulturen på byggeplassen. I disse inkluderes da deres diskurs, redskaper og fremgangsmåter (Säljö, 2001). På denne måten vil det være vanskelig å vite for elevene om hvorvidt oppgaven skal løses med forbindelse til byggeplassen. Det vil være nødvendig for elevene som fagpersoner å inneha kunnskap fra alle tre kulturene dersom det var snakk om en reell situasjon hvor de skulle bestilt et visst antall løpemeter panel til en bolig.

I den muntlige samtalen med både meg og læreren bruker Steinar betegnelsen kvadrat, se ytring S4.3 og S4.7. Det kommer tydelig frem at han da mener kvadratmeter, siden han i den skriftlige besvarelsen skriver m^2. Samtidig sier både Steinar og læreren 148 om bredden på panelet (ytring S4.5 og S4.6), det vil si tall uten måleenhet. Her er det klart at de mener 148 millimeter. Videre bruker ikke Steinar måleenhet på utregningene sine i besvarelsen. Jeg tolker det dit hen at kulturen i programfaget tillatter at måleenhet ikke oppgis på størrelser, da det synes å være underforstått både for eleven og læreren hvilken måleenhet de snakker om. Fremgangsmåten Steinar har valgt for å løse oppgaven kan fremstilles i en epistemologisk trekantkjede. Med utgangspunkt i Steinars utsagn og utregninger i denne situasjonen har jeg konstruert en slik kjede i Figur 33, som da viser kunnskapene han benytter seg av (Steinbring, 2005, 2006).

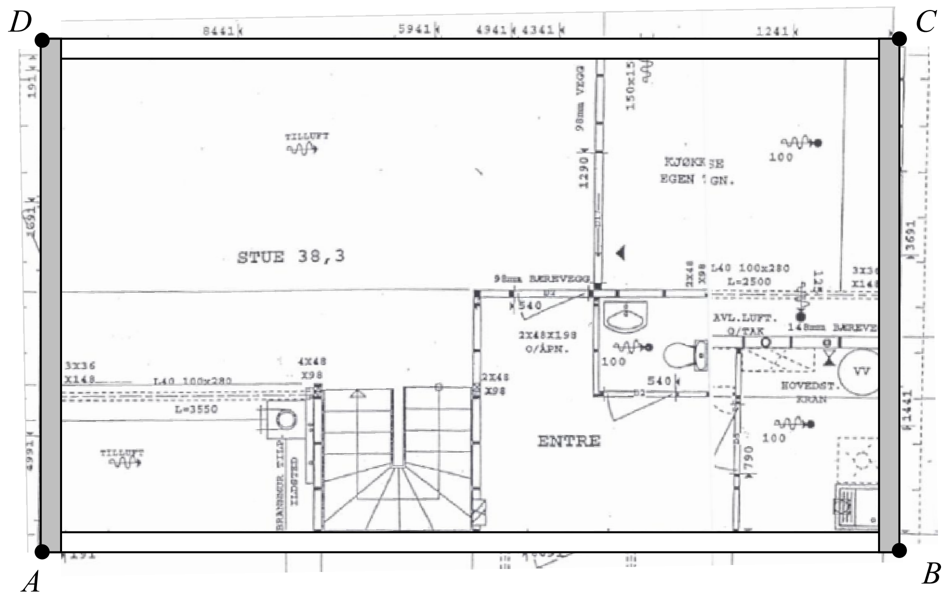


Figur 33: Epistemologisk trekantkjede for Steinar sin løsning av deloppgave E.

Trekantkjeden viser at ved å ta utgangspunkt i kunnskap knyttet til programfaget kan Steinar videre benytte sine matematiske kunnskaper for å løse oppgaven. Situasjonen viser at det vil være viktig å bruke både matematikkunnskaper og kunnskaper knyttet til programfag/byggebransjen for å løse denne oppgaven.

5.1.5 Situasjon 5

I denne situasjonen er det både Steinar, Magnus og Jonas sine fremgangsmåter for å løse deloppgave G som analyseres. Oppgaven går ut på å finne ut hvor mange kvadratmeter ytterveggtykkelsen utgjør av grunnflaten på boligen. Først presenteres en dialog mellom meg og Steinar hvor han forklarer hvordan han løste oppgaven. Deretter presenteres en dialog mellom Jonas, Magnus og meg hvor de diskuterer seg frem til en løsning sammen. Når det gjelder den første dialogen refererer Steinar til arbeidstegning 6, så jeg benytter meg derfor av Figur 34 for å henvise til hvor han peker i utsagnene. I tillegg er Steinar sin besvarelse tatt med i denne situasjonen.



Figur 34: Arbeidstegning 6 med tilhørende referansepunkter og referanseområder.

S5.1 Steinar Jeg ganget 150 millimeter med 6600, for da får jeg arealet herifra [peker på punkt *C* i Figur 34] til her [peker på punkt *B* i Figur 34]. Så det er arealet av veggen her [peker på høyre side av boligen på tegning 6], så ganget jeg med 2 for å få med denne siden her og [peker på venstre side av boligen på tegning 6]. Også gjorde jeg det om til kvadratmeter.

S5.2 Lise Hvordan gjorde du om til kvadratmeter?

S5.3 Steinar Når jeg ganget opp 150 millimeter med 6600 millimeter så får jeg jo svaret i kvadratmillimeter, så da må jeg gjøre om til kvadratmeter.

S5.4 Lise Hvordan gjør du det?

S5.5 Steinar Dele på 1000… Eller nei..på kvadrat må man jo trekke fra..eller flytte kommaet 2 ganger frem når du bytter om til neste.

S5.6 Lise Hva fikk du til svar da?

S5.7 Steinar Kortsiden til sammen ble 1,98 kvadrat og langsidene ble 3,24..og til sammen ble det 5,22 kvadrat..av hele flaten som er 73,26.

S5.8 Lise Det hørtes mye ut.

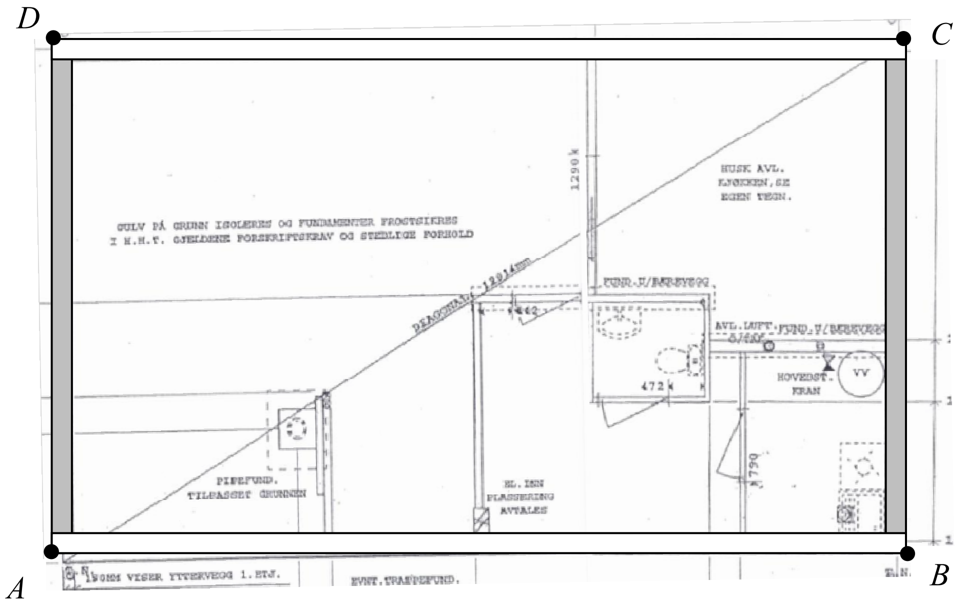
S5.9 Steinar Men se her da, jeg tar 150 ganger 6600, så ganger med 2..så flytter jeg kommaet 2..nå er det millimeter, neste centimeter, desimeter, meter [peker på svaret gitt i kalkulatoren]..1,98. Så ganger jeg 150 med 10800 som er lengden..for nå har jeg allerede med hjørnet her [peker på punkt *D* i Figur 34], så tar jeg bare lengden herifra [peker ved punkt *A* i Figur 34] som er 10800 og ganger med 2..så har du millimeter, centimeter, desimeter og meter [peker på svaret på kalkulatoren og fører pekefingeren to siffer frem ved hver måleenhet han sier], 3.24.

150 mm x 6600 mm x 2 = 1980000 mm² = 1,98 m²
150 mm x 10800 mm x 2 = 3240000 mm² = 3,24 m²
Sum: 1,98 m² + 3,24 m² = 5,22 m²

Figur 35: Steinar sin besvarelse på deloppgave G.

Steinar har allerede gjort oppgaven når jeg spør han om å forklare for meg. Han forteller i ytring S5.1 at han ganger lengden på den høyre veggen med veggens tykkelse for å finne arealet av denne. Samtidig ganger han dette med to for å få med arealet av både venstre og høyre vegg på arbeidstegning 6. Disse vises i grått i Figur 34. Videre forklarer Steinar at svaret han fikk er oppgitt i kvadratmillimeter og må gjøres om til kvadratmeter. Fremgangsmåten han bruker for omgjøringen mellom disse arealmåleenhetene er å flytte kommaet to plasser frem når det byttes om til neste måleenhet (ytring S5.5). I ytring S5.9 viser han hvordan han går mellom måleenhetene på kalkulatoren. Jeg forstår det slik at han her egentlig mener kvadratmillimeter, kvadratcentimeter, kvadratdesimeter og kvadratmeter. I samme ytring forteller Steinar hvordan han fant arealet på de lange veggene, det vil si de hvite områdene mellom punktene *A* og *B* samt *C* og *D* i Figur 34. I ytring S5.7 forteller han at løsningen på oppgaven var 5,22 kvadrat, og ut fra besvarelsen han har gitt (se Figur 35) fremgår det at det er snakk om kvadratmeter.

I tillegg til Steinar sin fremgangsmåte av oppgaven er også fremgangsmåten til Magnus og Jonas en del av Situasjon 5. Magnus og Jonas samarbeider med hverandre, og i motsetning til Steinar har de ikke gjort oppgaven på forhånd slik at dialogen mellom dem handler om måten de løser den på. I utsagnene refererer de til arbeidstegning 5, og jeg benytter meg dermed av Figur 36 gitt på neste side for å vise til områdene de henviser til.



Figur 36: Arbeidstegning 5 med tilhørende referansepunkter og referanseområder.

S5.10 Jonas — Trekke fra grunnflaten. Hm..bare å finne ut arealet av hver strek da [peker på hver av de fire veggene på boligen i arbeidstegning 5], så tar vi minus fra overflaten.

S5.11 Magnus — De er 150 millimeter brede..også blir det ganger lengden da.

S5.12 Jonas — Det er jo her ja [peker på punkt *B* i Figur 36], bare å ta 150 (blir avbrutt).

S5.13 Magnus — Også blir det ganger med lengden.

S5.14 Jonas — 150 sa du ja..ganger med hva..ehm [studerer tegning 5]..6450 da..det blir det! Så 6,450 (mumler) [skriver på kladdearket sitt].

S5.15 Lise — Hva finner du arealet av da?

S5.16 Jonas — Av bare denne biten [peker på høyre vegg på tegning 5]..og da har man igjen de andre bitene, og de må jeg ta etterpå. Men da ganger jeg med 2, for å ta med begge sidene.

S5.17 Magnus — Blir det ikke 6,3 da istedenfor 6,45 (spørrende tone), for du tar bort siste delen på nederste der da [refererer til området ved punkt *B* i Figur 36]..hvis ikke blir det jo feil.

S5.18 Jonas — Å, shit, da blir det jo feil da (oppgitt tone). Jeg trodde det var mellom her [peker på høyre vegg på tegning 5] da, så jeg tok herifra [peker på området ved punkt *B* i Figur 36] til hit da [peker på området ved punkt *C* i Figur 36].

S5.19 Magnus — Du må ta bort den siste delen [peker på punkt *B* i Figur 36]..så blir det lettere å regne ut de andre.

Pause

S5.20 Jonas — 1,89.

Pause

S5.21 Lise — Så for å finne de andre sidene da?

S5.22 Jonas — Vi vet jo bredden, også er jo lengden her [peker på nedre vegg på tegning 5].

S5.23 Lise — Fra?

S5.24 Jonas — Vi skal ta hele her [peker på nedre vegg på tegning 5], siden vi tok bare den lille delen her [peker på høyre vegg på tegning 5].

S5.25 Magnus [Regner ut på kalkulator]. Til sammen så ble det 5,22..til sammen..kvadratmeter som forsvant.

Dialogen starter med at Jonas i ytring S5.10 sier han vil finne ut arealet av hver vegg, og deretter ta grunnflaten de allerede har regnet ut i deloppgave F og trekke fra disse arealene. Han sier både grunnflaten og overflaten, men jeg forstår det slik at han mener grunnflaten, det vil si det totale flatearealet til boligen. Magnus hjelper til med å fortelle Jonas hvor brede veggene er, og at de må gange bredden med lengden på veggene. Ved å studere arbeidstegning 5 lokaliserer også Jonas bredden på veggene, og foreslår i ytring S5.14 at de ganger med 6450, eller 6,450. Han nevner ikke måleenhet på disse, men det er gitt fra arbeidstegningen at det er snakk om millimeter for tallstørrelsen 6450. Videre forteller Jonas at de ganger med to for å få med begge de korte veggene til boligen i arbeidstegning 5. I ytring S5.17 skjer det en endring i måten de velger å løse oppgaven på ved at Magnus påpeker at de må gange bredden med 6,3 isteden. Dette for å finne arealet på det grå området mellom punktene *B* og *C* i Figur 36. Magnus og Jonas blir enige om at dette er den beste måten å løse oppgaven på. I ytring S5.20 sier Jonas tallet 1,89 uten måleenhet, og med det refererer han da til tallsvaret for arealet til de to grå områdene gitt i Figur 36. Videre forteller Jonas at de finner lengden på de lange veggene til boligen i arbeidstegning 5. Ved å multiplisere denne lengden med bredden på veggen finner de så arealet veggene utgjør av grunnflaten, og med dette menes arealet av de to hvite områdene gitt i Figur 36.

Både Steinar, Magnus og Jonas tar utgangspunkt i arbeidstegning 5 og 6 når de skal løse oppgaven. De trekker ut relevant informasjon om bredde og lengde av veggene fra disse, og det synes som de ser på hver av de fire veggene som rektangler. Rektanglene kan ses på som matematiske tegn, eller mer presist ikoner, siden de står for området som ytterveggene utfyller av hele grunnflaten ved å ligne på disse (Peirce, 1998). På denne måten kan de bruke matematisk kunnskap om areal av de geometriske figurene rektangler for å regne ut hvor mange kvadratmeter ytterveggene utgjør av grunnflaten på boligen. Forskjellen i fremgangsmåtene til elevene kan ses ut fra Figur 34 og 36, hvor de tar utgangspunkt i forskjellige lengder på de fire rektanglene. Med andre ord trekker de ut forskjellige mål fra arbeidstegningene. Den største forskjellen mellom måtene elevene løser oppgaven på er hvilke måleenheter de benytter seg av i utregningene. Jonas og Magnus velger først å gjøre om bredden og lengden på veggene fra millimeter til meter, og benytter seg dermed av matematisk kunnskap om omgjøring mellom lengdeenheter. Når de regner ut arealet av rektanglene får de svaret i kvadratmeter. Steinar velger å regne ut arealet av rektanglene med bruk av måleenheten millimeter, og ender derfor opp med et svar gitt i kvadratmillimeter. På denne måten må han bruke matematisk kunnskap om omgjøring av arealenheter for å få dette svaret i kvadratmeter, som oppgaven etterspør. Ut fra dialogen mellom meg og Steinar synes det som at han har lært seg en egen prosedyre som han kan benytte seg av for å skifte mellom arealenheter. En vanlig representasjon for omgjøring mellom arealenheter er gitt i Tabell 2, og jeg antar at Steinar har sett noe lignende før. En regel for å skifte mellom arealenheter er da: flytte en rad mot høyre så må det multipliseres med 100, mens å flytte en rad mot venstre så må det divideres med 100. En tilsvarende regel finnes for å skifte mellom volumenheter, men da er det snakk om å multiplisere/dividere med 1000. Når jeg spurte Steinar om hvordan han gikk fra kvadratmillimeter til kvadratmeter sier han i ytring S5.5 at man da må ”Dele på 1000 (...)”, og det kan tolkes som han først tenkte på regelen for omgjøring mellom volumenheter. I samme ytring ombestemmer han seg og sier ”(...) på kvadrat må man jo trekke fra..eller flytte kommaet 2 ganger frem når du bytter om til neste”. Først skjønte jeg ikke hva han mente med å flytte kommaet to ganger frem, men med det han sier i ytring S5.9 ”(...) millimeter, centimeter, desimeter og meter.”, i tillegg til at han viser med pekefingeren hvordan han går to tallposisjoner til venstre på kalkulatoren, blir det klart for meg hva han mener. Se Figur 37 for hvordan jeg tolker prosedyren til Steinar. Jeg antar at han refererer til kvadratmillimeter, kvadratcentimeter, kvadratdesimeter og kvadratmeter i utsagnet.

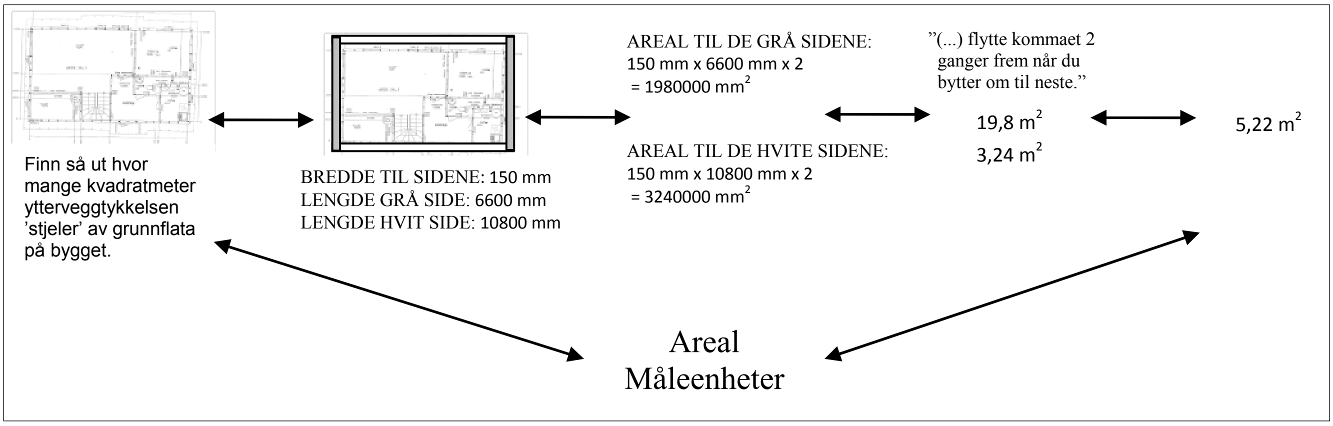
Tabell 2: Omregningstabell mellom arealenheter.

m^2	dm^2	cm^2	mm^2
1	100	10000	1000000
0,01	1	100	10000
0,0001	0,01	1	100
0,000001	0,0001	0,01	1

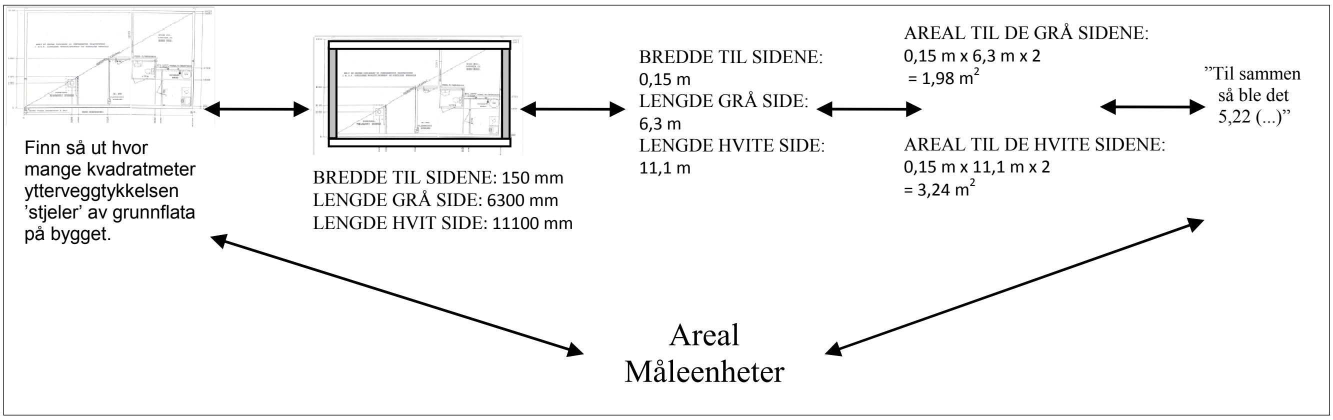
1980000,0	kvadratmillimeter
19800,000	kvadratcentimeter
198,00000	kvadratdesimeter
1,9800000	kvadratmeter

Figur 37: Tolkning av Steinar sin prosedyre for omgjøring mellom arealenhetene.

Steinar har med andre ord lært seg en prosedyre som er funksjonell, og som hjelper han til å skifte mellom arealenheter på en korrekt og effektiv måte. Det gjenspeiler kulturen i programfaget han befinner seg i, da det viktigste her er å få et korrekt svar og ikke hvordan en kommer frem til dette matematisk. De to fremgangsmåtene Steinar, samt Magnus og Jonas benytter seg av er like gode, og viser at de klarer å benytte seg av den overnevnte matematiske kunnskapen, det vil si intellektuelle redskaper i matematikk for å løse denne oppgaven tilhørende programfaget. Epistemologiske trekantkjeder for de to fremgangsmåtene er gitt i Figur 38 og 39 under. Det må påpekes her at tredje og fjerde ledd i trekantkjeden til Magnus og Jonas er konstruert ut fra mine tolkninger av hva de forteller i dialogen i tillegg til det jeg observerte. Grunnen til dette er at jeg ikke har besvarelsene deres å gå ut fra.



Figur 38: Epistemologisk trekantkjede for Steinar sin løsning av deloppgave G.

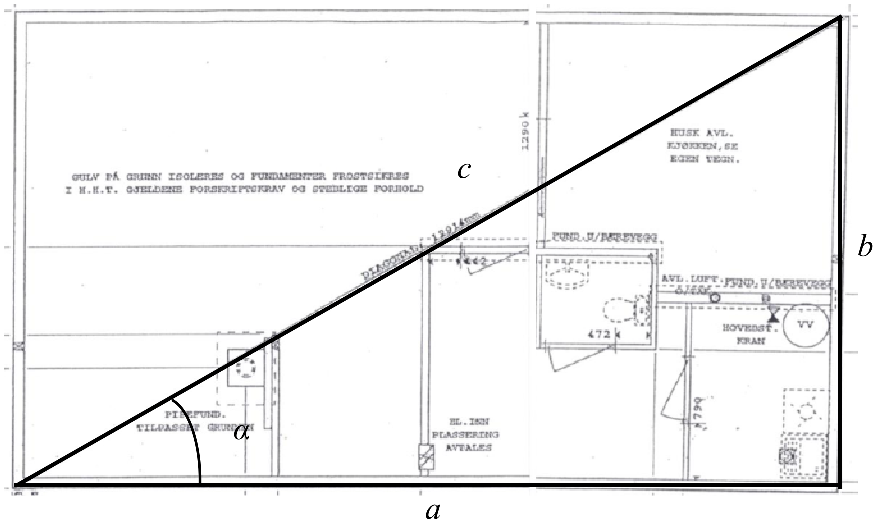


Figur 39: Epistemologisk trekantkjede for Jonas og Magnus sin løsning av deloppgave G.

De epistemologiske trekantkjedene viser hvordan elevene har gått fra referansekonteksten bestående av oppgave og arbeidstegning av huset, til en mer abstrakt fremstilling av arealet i matematiske symbol (Steinbring, 2005, 2006). De løser oppgaven i programfaget ved hjelp av kunnskaper de har i matematikk.

5.1.6 Situasjon 6

Denne situasjonen omhandler deloppgave H, som er følgende: *Diagonallengden i bygget er oppgitt. Dere skal nå vise hvordan dere kan komme fram til denne ved regning. Beskriv metoden dere nytter. Er det flere måter å beregne dette på?* Diagonallengden i boligen er da oppgitt i arbeidstegning 5. Situasjonen består av en dialog mellom Steinar og meg i tillegg til utdrag av en dialog mellom Magnus, Jonas og meg. Alle de tre elevene tar utgangspunkt i arbeidstegning 5 når de snakker, og for å vise hvor de peker underveis i ytringene benytter jeg meg av Figur 40 for å referere til dette. Fremgangsmåtene til Steinar blir fremstilt og analysert før dialogen mellom Magnus og Jonas presenteres og videre analyseres. Besvarelsen til Steinar er også en del av analysen.



Figur 40: Arbeidstegning 5 med tilhørende referanselinjer og referansevinkel.

S6.1	Steinar	Jeg brukte bare Pytagoras jeg. Katet i andre [peker på linje *b* i Figur 40] pluss katet i andre [peker på linje *a* i Figur 40] er hypotenus i andre [peker på linje *c* i Figur 40]. Nærliggende og hosliggende har ikke så mye å si her da..da tar jeg 6600 i andre pluss 11100 i andre og da får jeg et svar som jeg tar kvadratroten av, og da får jeg hypotenus.
S6.2	Lise	I millimeter?
S6.3	Steinar	I millimeter..fordi jeg ganger millimeter med millimeter, og da blir svaret millimeter.
S6.4	Lise	Hva fikk du til svar da?
S6.5	Steinar	Jeg fikk 12914, som var diagonalen.
Pause		
S6.6	Steinar	Da blir det *x* og vinkelen..da blir det shift og tan (mumling) [taster på kalkulatoren].
S6.7	Lise	Tan invers?
S6.8	Steinar	Så det er det det heter? Jeg finner vinkelen på diagonalen..altså for å finne vinkelen her [peker på vinkelen *α* gitt i Figur 40].

S6.9	Lise	Så tar du?
S6.10	Steinar	Kortsiden delt på langsiden..for å finne vinkelen. [Taster inn på kalkulator] 30,73. Da har jeg vinkelen, også har jeg siden der [peker på linje *b* i Figur 40]. Så tar jeg sinus..sinus 30,73 (Mumling) [taster på kalkulatoren og skriver ned på PC].

For å finne diagonalen kan man ved utregning bruke pytagoras:
$A^2 + B^2 = C^2$

$(6600 \text{ mm})^2 + (11100 \text{ mm})^2 = C^2 = 166770000 \text{ mm}^2$
$\sqrt{166770000\, mm^2} = \underline{\underline{12914 \text{ mm}}}$

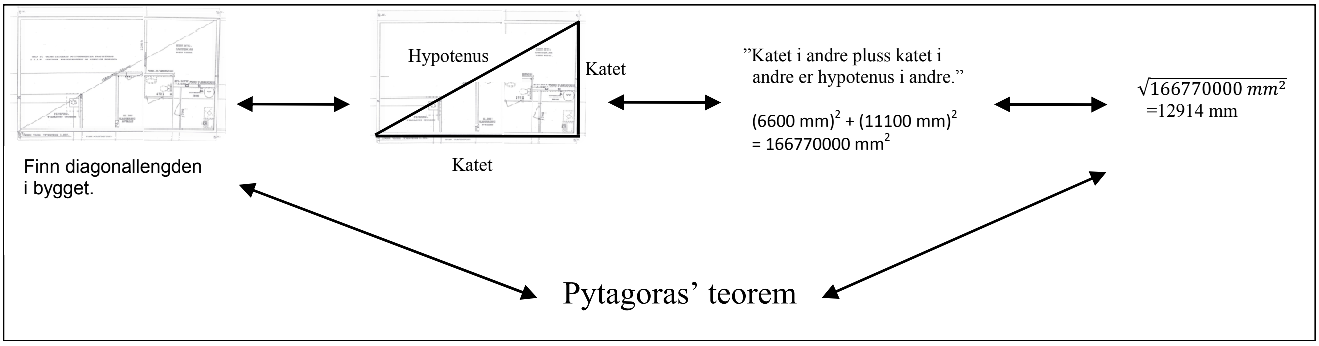
$\text{Tan}^{-1}(6600 \text{ mm}/11100 \text{ mm}) = 30{,}7354877$
$6600 \text{ mm}/\sin(30{,}73) = \underline{\underline{12914 \text{ mm}}}$

$\text{Tan}^{-1}(6600 \text{ mm} / 11100 \text{ mm}) = 30{,}7354877$
$11100 \text{ mm} / \text{Cos}(30{,}73) = \underline{\underline{12914 \text{ mm}}}$

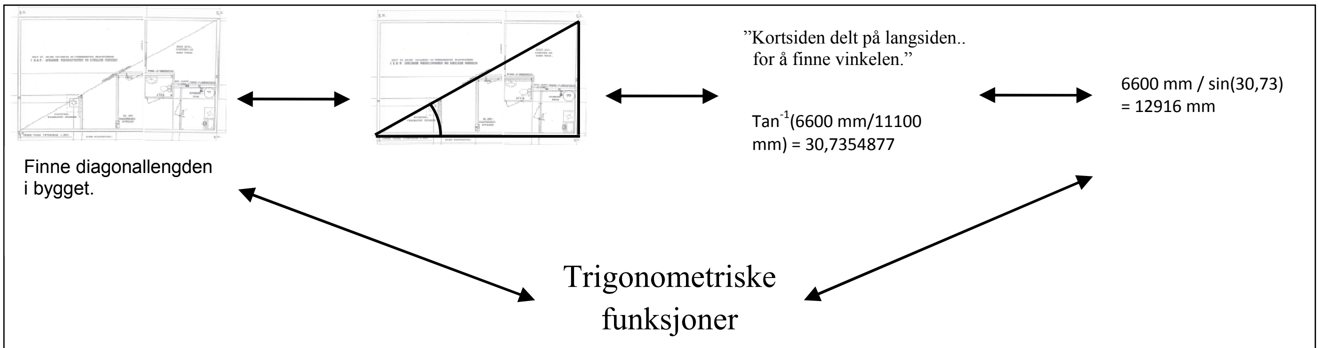
Figur 41: Steinar sin besvarelse på deloppgave H.

Steinar forteller to måter å løse deloppgaven på. I den første fremgangsmåten bruker han Pytagoras' teorem, og i ytring S6.1 betegner han de to veggene i boligen på arbeidstegning 5, altså linje *a* og *b* i Figur 40, med katet, og diagonalen mellom de (linje *c* i samme figur) som hypotenus. Videre forteller han hvilke mål han benyttet seg av fra arbeidstegningen for å regne ut hypotenusen, og at svaret av hypotenusens lengde vil være diagonalens lengde oppgitt i millimeter. Etter noen minutter fortsetter Steinar med forklaring av den andre fremgangsmåten for å finne diagonalen samtidig som han gjør tilhørende utregninger. I ytring S6.6 mumler han om en *x*, en vinkel og videre om at det blir "shift" og "tan". Jeg vil tro han refererer til hypotenusen når han snakker om x-en. Når han snakker om en vinkel, kommer det i ytring S6.8 frem at han henviser til vinkelen α gitt i Figur 40. Videre forteller han at ved å ta kortsiden, altså lengden på linje *b* i Figur 40, delt på langsiden, altså lengden på linje *a* i samme figur, så finner han vinkelen (ytring S6.10). Til slutt forteller Steinar at han benytter seg av sinusfunksjonen med denne vinkelen for å finne diagonalen.

Det synes som Steinar gjenkjenner en rettvinklet trekant i arbeidstegning 5, da han betegner dens sider som katet og hypotenus. Ved å ta utgangspunkt i denne trekanten benytter han så et av de intellektuelle redskapene fra matematikk (Säljö, 2001), nemlig Pytagoras' teorem, til å løse oppgaven. Kunnskap om hvordan han skal lese arbeidstegningen gjør at Steinar kan trekke ut relevante mål fra denne, og sammen med sine matematikkunnskaper klarer han å relatere diagonalen i boligen med hypotenusen i trekanten. Når Steinar skal løse samme oppgave på en annen måte, velger han å ta utgangspunkt i samme rettvinklede trekant og videre benytte seg av de trigonometriske funksjonene, som er et annet intellektuelt redskap fra matematikk. Det er da den inverse funksjonen av tangens, og videre sinusfunksjonen, det er snakk om. Steinar betegner den inverse funksjonen av tangens med "(...) shift og tan" (ytring S6.6), og jeg tolker det som at han knytter funksjonen med tastene "shift" og "tan" på kalkulatoren. På denne måten fungerer disse tastene som indekser, altså tegn som får brukeren til å tenke på det de betegner (Peirce, 1998). Operasjonen med å finne vinkelen er for Steinar da en prosedyre som er knyttet til det materielle redskapet kalkulatoren (Leont'ev, 1979). På samme måte benytter han seg av kalkulatoren når han skal regne ut sinus og cosinus til vinkelen han har funnet. Steinar behersker å bruke kalkulatoren med dens aktuelle innebygde funksjoner, slik at han kommer frem til en korrekt løsning til oppgaven på en effektiv måte. Så selv om Steinar benytter seg av matematiske kunnskaper, synes han fortsatt å være knyttet til programfagskonteksten, altså aktivitetssystemet hvor målet er (Leont'ev, 1979) å vise fremgangsmåten for å finne diagonalen heller enn å beskrive denne fremgangsmåten. Steinar sine to fremgangsmåter for å komme frem til løsningen av oppgaven presenteres hver for seg i hver sin epistemologiske trekantkjede i Figur 42 og 43. Konstruksjon av disse grunner seg på Steinar sine utsagn i tillegg til hans besvarelse.



Figur 42: Epistemologisk trekantkjede for Steinar sin første fremgangsmåte til deloppgave H.



Figur 43: Epistemologisk trekantkjede for Steinar sin andre fremgangsmåte til deloppgave H.

I samme undervisningsøkt som Steinar hadde løst deloppgaven, spurte Magnus Steinar om hvordan han kunne gå frem for å løse den. Steinar svarte at diagonalen til boligen kunne finnes ved å benytte seg av Pytagoras' setning. Da forteller Magnus følgende:

S6.11	Magnus	Jeg har aldri lært meg Pytagoras jeg..men vet sånn cirka hva det er da..det er liksom sånn at du har en trekant [tegner en trekant] også har du en firkant her, en firkant her og en firkant her [tegner en firkant på hver av trekantens sider]. Er det ikke det da?

Magnus var ikke kommet til deloppgave H på dette tidspunktet, og gikk derfor tilbake til arbeidet sitt med en annen deloppgave. Ved en senere undervisningsøkt skulle Magnus og Jonas løse denne deloppgaven sammen og Magnus foreslo at de skulle benytte seg av Pytagoras' setning. Dialogen mellom dem etter det er presentert med følgende sekvens:

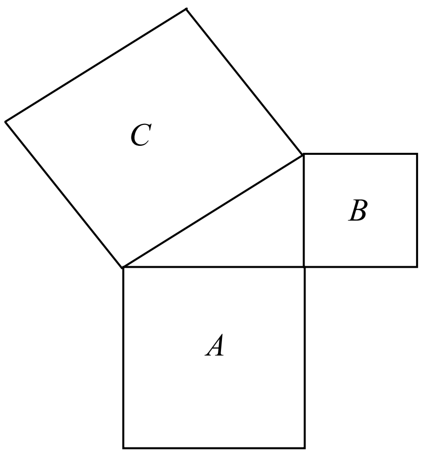
S6.12	Jonas	Ganger det her i andre [peker på linje *b* i Figur 40]..ganger det her i andre [peker på linje *a* i Figur 40]?
S6.13	Lise	Hva sier Pytagoras?
S6.14	Magnus	Det er noe sånt som lengden av den der [peker på linje *b* i Figur 40] og lengden av den der [peker på linje *a* i Figur 40] er like lang som den der [peker på linje *c* i Figur 40]. Det er noe med lengdene i hvert fall.
S6.15	Lise	Ja, du er inne på noe. Hva med lengdene?
S6.16	Jonas	Skal du ikke gange dem da? Huff altså..jeg skulle hatt matteboka (oppgitt tone).
S6.17	Magnus	Jeg husker ikke helt.

Etter hvert spør de Steinar om han kan forklare dem Pytagoras' setning. Steinar forklarer dem hva den går ut på, og knytter begrepene katet og hypotenus til arbeidstegning 5. Magnus og Jonas bruker det Steinar har forklart dem til å løse oppgaven, og ender opp med det korrekte svaret gitt med måleenheten meter. Etter de har løst oppgaven ved hjelp av Pytagoras' teorem spør jeg dem om de tror det finnes flere måter å gjøre det på, og får til svar at de ikke vet. Igjen henvender de seg til Steinar og følgende dialog fant sted:

S6.18	Steinar	Ja, det er cosinus eller.. tangens..nei, sinus.
S6.19	Magnus	Men sinus kan ikke jeg.
S6.20	Jonas	Cosnus og tangus og singus ja..hva skal jeg bruke det til da?
S6.21	Steinar	For å finne diagonalen.

Magnus forteller meg i ytring S6.11 at han aldri har lært seg Pytagoras' setning, men tror det dreier seg om en trekant med firkanter på hver sin side. Videre i en annen undervisningsøkt forteller han i ytring S6.14 at det handler om at de to korte lengdene i en rettvinklet trekant er like lange som den lengste lengden. Med andre ord har Magnus to forskjellige utsagn om hva Pytagoras' teorem går ut på. Jonas forteller i ytring S6.12 at de to korte lengdene i trekanten må opphøyes i andre og ganges med hverandre. Etter å ha fått hjelp av Steinar til å forklare Pytagoras' setning, klarer Magnus og Jonas å løse oppgaven. Videre hjelper Steinar de med å fortelle at de kan bruke sinus som en annen fremgangsmåte, selv om han først nevner cosinus og tangens. Magnus og Jonas uttrykker så at de ikke kan dette. De valgte å ikke løse oppgaven med denne fremgangsmåten.

Det synes som at Magnus og Jonas ikke klarer å løse oppgaven på egen hånd på grunn av at de ikke er i stand til å bruke den matematiske kunnskapen knyttet til Pytagoras' teorem i denne situasjonen. Med andre ord klarer de ikke bruke dette intellektuelle redskapet tilhørende matematikk som aktivitetssystem (Säljö, 2001). Selv om de klarer å lese arbeids-tegningen ved hjelp av kunnskaper knyttet til programfagskonteksten, er ikke dette nok; oppgaven er også avhengig av visse kunnskaper knyttet til matematikkonteksten. Når det gjelder Magnus sitt utsagn gitt i ytring S6.11: "(...) det er liksom sånn at du har en trekant også har du en firkant her, en firkant her og en firkant her." mens han skisserer opp en trekant med tilhørende firkanter, synes det som han prøver å gjenkalle matematikkunnskaper han har om Pytagoras' teorem knyttet til matematikkfaget i skolen. Jeg tolker utsagnet som at han kobler Pytagoras' teorem med en av dets illustrasjon. Illustrasjonen viser at arealet til kvadratet *A* addert med arealet til kvadratet *B* er lik arealet til kvadratet *C*, hvor disse kvadratene er gitt i Figur 44 under.

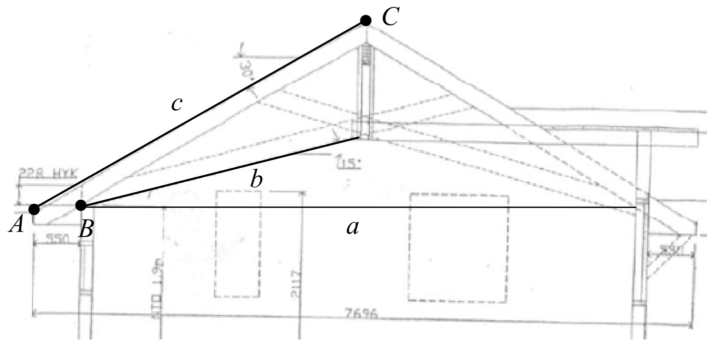


Figur 44: Egenskap ved rettvinklede trekanter.

Dette er kunnskap som antagelig ikke vil ha praktisk nytte i en slik situasjon som oppgaven er knyttet til, det vil si finne diagonalen i et bolighus. Jonas synes å være inne på noe når han snakker om at lengden til de korte sidene i trekanten må opphøyes i andre, og multipliseres med hverandre. Han sier ingenting om hva de to multipliserte lengdene tilsvarer, og det er derfor vanskelig å vite hva han mener. Det kan antas at han mener at ved å multiplisere lengden a i andre med lengden b i andre så får en lengden c i andre, med utgangspunkt i Figur 40. Det ville uansett ikke gitt korrekt svar. Videre synes det som Jonas ikke har tatt til seg de matematiske funksjonene og symbolene cosinus, tangens og sinus da han omtaler disse som ”Cosnus og tangus og singus (...)” (ytring S6.20). Både Pytagoras’ teorem og de trigonometriske funksjonene synes å være intellektuelle redskaper som Jonas og Magnus ikke i full grad klarer å benytte seg av. Overføringen av den tiltenkte kunnskapen mellom matematikk og programfag finner ikke sted (Evans, 1999), og dette hindrer dem i å løse oppgaven i programfaget. Oppgaven gitt i programfagskonteksten avhengig av å bli løst i et samspill med matematikk. Situasjonen med Jonas og Magnus er et eksempel på at det ikke dannes en bro mellom praksisene matematikk og programfag (Evans, 1999), og som en konsekvens kan ikke deloppgaven i prosjektet løses.

5.1.7 Situasjon 7

I denne situasjonen presenteres flere utdrag av en samtale mellom Magnus, Jonas og meg, hvor vi snakker om hvordan de kan løse deloppgave K. Denne oppgaven går ut på å regne ut hvor lang overgurten i saksetakstolen er. Se delkapittel 3.3.7 for en beskrivelse av de yrkesfaglige begrepene. I dialogene pekes det på deler i arbeidstegning 4, og referansepunkt og referanselinjer gis derfor i Figur 45 for å kunne henvise til dette. Jonas og Magnus er kommet like langt i oppgavene, og første utdrag av samtalen er fra når de skal ta fatt på deloppgave K.



Figur 45: Arbeidstegning 4 med tilhørende referanselinjer og referansepunkter.

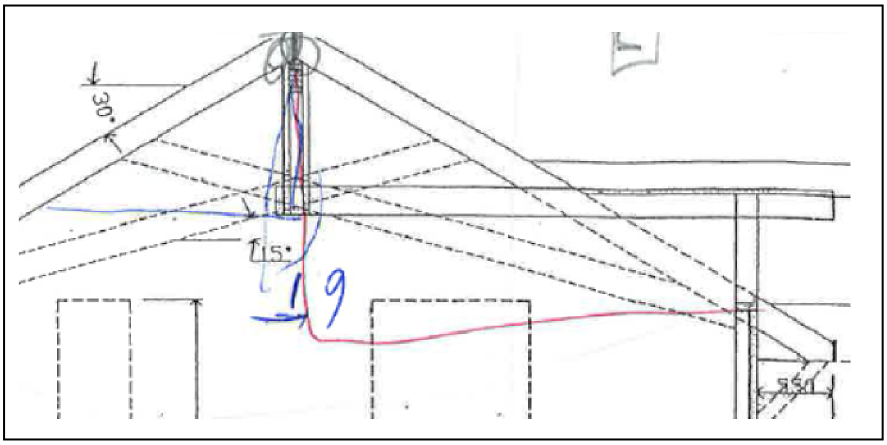
S7.1	Jonas	Prøv å regne ut saksetakstolen.
S7.2	Lise	Hva er saksetakstolen?
S7.3	Magnus	Taket..det som holder oppe taket.
S7.4	Lise	Så spør de om hvor lang overgurten er, hva er overgurten da?
S7.5	Magnus	Gurt? (overraskende tone). Har ikke hørt det før..vet ikke.
S7.6	Jonas	Har hørt det, men husker ikke jeg.

Magnus forteller i ytring S7.3 at saksetakstolen er det som holder taket oppe, og når jeg videre spør om hva overgurt er vet hverken han eller Jonas hva det er. De får hjelp av Steinar til å vise hvor overgurten er, i tillegg til at han forteller at den andre bjelken i saksetakstolen kalles undergurt. Etter at Magnus og Jonas har fått avklart hva som er overgurten i arbeidstegningen av boligen, spør jeg dem hvordan de så kan finne lengden på denne. Samtalen går som følger:

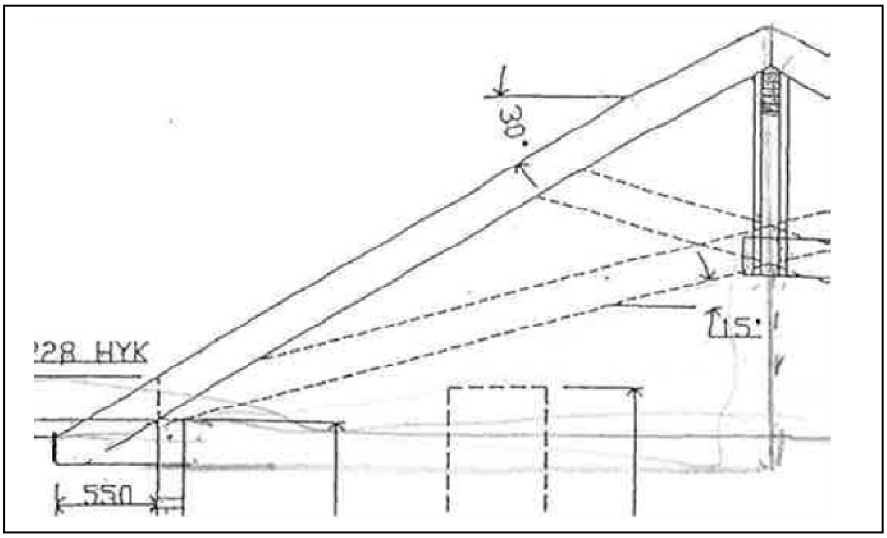
S7.7	Jonas	Det må ha noe å gjøre med gradene igjen da.
S7.8	Magnus	Det er 15 grader..det står her [peker på linje *b* i Figur 45]. Da må vi bruke tangens sikkert da.
S7.9	Lise	Hvis vi skal bruke cosinus, sinus eller tangens, hva må vi vite da?
S7.10	Magnus	Grader.
S7.11	Lise	Grader til?
S7.12	Magnus	Til det vi skal bruke det på.
S7.13	Lise	Til en trekant?
S7.14	Magnus	Ja.
S7.15	Lise	Hva er trekanten i dette tilfellet?
S7.16	Magnus	Hele trekanten blir bortover her [peker langs linje *a* i Figur 45].
S7.17	Jonas	Men det skal vi ikke finne ut.
S7.18	Lise	Det dere skal finne er lengden derifra [peker på punkt *C* i Figur 45] til dit [peker på punkt *A* i Figur 45].
S7.19	Magnus	Det er jo 30 grader oppå der da [peker på linje *c* i Figur 45].
S7.20	Jonas	Og trekanten blir..hm (blir avbrutt).
S7.21	Magnus	I så fall sånn da [former en trekant med blyanten på tegning 4, se Figur 46].
S7.22	Lise	Får vi lengden på hele taket da?
S7.23	Jonas	Blir det trekanten her da? [former en trekant med blyanten på tegning 4, se Figur 47].
S7.24	Magnus	Ja, det blir det.

Jonas forteller at fremgangsmåten for å finne lengden til overgurten må ha noe med grader å gjøre igjen. Magnus sier at det er 15 grader (ytring S7.8), og viser da til vinkelen på undergurten, altså linje *b* i Figur 45. Videre forteller Magnus at da må de benytte seg av tangens igjen. Jeg spør om hva man må vite når man skal bruke denne funksjonen i likhet med cosinus og sinus, og Magnus svarer da graderen til det en skal bruke den på (ytring S7.12).

Jeg antok at han da refererte til vinkelen i en trekant, og ved å spørre om han mener en trekant svarer han bekreftende. Magnus sier i ytring S7.16 at trekanten ligger bortover linje *a* i Figur 45, men Jonas er ikke enig. Jeg forteller så hvilken lengde oppgaven spør om, og Magnus forteller med ytring S7.19 at da er det snakk om 30 grader og skisserer en trekant på arbeidstegning 4, gitt i Figur 46. Når jeg spør om de da får hele den aktuelle lengden, skisserer Jonas en egen trekant på arbeidstegning 4, gitt i Figur 47. Magnus bekrefter at det er riktig.



Figur 46: Magnus sin skisserte trekant på arbeidstegning 4.



Figur 47: Jonas sin skisserte trekant på arbeidstegning 4.

Når de har skissert hver sin trekant på arbeidstegningene sine fortsetter dialogen med at de forsøker å finne høyden og grunnlinjen til disse trekantene.

S7.25 Jonas Ok, greit. Lengden er jo 3,3..pluss den yttergreien der [peker ved punkt *A* i Figur 45]..som er 550 [regner ut for hånd på kladdearket sitt].

S7.26	Magnus	Jeg kan ikke det der.
S7.27	Lise	[leser av svaret Jonas regnet ut] Da fant du 3,85 meter ja.
S7.28	Jonas	Og da vet vi lengden her [peker på grunnlinjen i trekanten han har skissert, Figur 47], også må vi finne ut lengden her [peker på høyden til trekanten han har skissert, Figur 47]..og det finner vi ut… Shit, hvordan (oppgitt tone)… Det lurer jeg på hvordan jeg kan finne ut.
S7.29	Magnus	Oppover her [peker på høyden til trekanten han har skissert, Figur 46] er det 1,9..dit [peker ved punkt *A* i Figur 45] og opp liksom.
S7.30	Jonas	Og vi har funnet lengden her [peker på grunnlinjen i trekanten han har skissert, Figur 47].
S7.31	Magnus	Nei, her fra [peker ved punkt *A* i Figur 45] har vi funnet ut.
S7.32	Jonas	Derifra?! (overasket tone med høyt volum).
S7.33	Magnus	Vi har ikke regnet med den durten der [peker på punkt *A* i Figur 45].
S7.34	Jonas	Jo, jeg har jo plusset på den! (høyt volum)
S7.35	Magnus	Ikke høyden. Vi må plusse på..nei, jeg vet ikke.

Jonas finner lengden på grunnlinjen til trekanten han har skissert på arbeidstegningen og forteller i ytring S7.28 at han videre må finne trekantens høyde også. Han sier at han ikke vet hvordan han kan finne denne og Magnus informerer da om høyden til sin trekant (ytring S7.29). Magnus sier videre at de ikke har funnet lengden til grunnlinjen i Jonas sin trekant, fordi de ikke har regnet med utstikket på takbjelken. Jonas er uenig og sier i ytring S7.34 at han har tatt med den, men det kommer så i ytring S7.35 frem at det er høyden på utstikket og ikke lengden Magnus mener. Videre fortsetter sekvensen med at Jonas og Magnus forsøker å finne høyden på trekanten Jonas har skissert. Etter hvert følger disse utsagnene:

S7.36	Jonas	1,9..ja..det er jo bare å ta 1,9 pluss 0,89..da får vi lengden her [peker på høyden til trekanten han har skissert, Figur 47].
S7.37	Lise	Blir det riktig lengde da?
S7.38	Jonas	Jeg vet ikke! (frustrert tone). Jammen det er jo halvparten..hvis du tar 89 i andre..nei, 89 pluss 89..og det svaret der tar du..1,9 minus det svaret jeg fikk til sammen.

Jonas forteller at høyden på trekanten han har skissert vil være lik 1,9, altså høyden til Magnus sin trekant, pluss 0,89 uten å si noe om måleenhet på disse målene (ytring S7.36). Videre snakker han om at han skal addere 0,89 med 0,89, og trekke det svaret fra 1,9 (ytring S7.38). Sekvensen med Jonas og Magnus fant sted i matematikktimen, og Jonas tok etter denne samtalen kontakt med matematikklæreren og fikk hjelp av han.

Jonas og Magnus synes å ikke ha kontroll på det yrkesfaglige begrepet overgurt, og trenger hjelp til å avklare det før de kan løse oppgaven. Videre diskuterer de seg frem til hvilken trekant de kan ta utgangspunkt i, og med en slik trekant benytter de seg av et medierende intellektuelt redskap fra matematikk (Säljö, 2001). Elevene klarer så å finne lengden på grunnlinjen til denne trekanten ved å benytte seg av kunnskap i avlesing av arbeidstegninger, som de har tilegnet seg i programfaget. Videre henger de seg opp i å finne høyden til trekanten, og det synes som de forsøker å gjette seg til den ved hjelp av mål fra arbeidstegningen. Jonas snakker om at høyden vil være det samme som "(...)1,9 pluss 0,89 (...)" (ytring S7.36), og jeg tolker det som at han mener høyden fra avskjæret på takbjelken til topp toppsvill. I arbeidstegning 4 er dette målet angitt som 89, og det menes da millimeter. Med 1,9 tolker jeg det som Jonas mener meter, og videre også refererer til meter når han sier 0,89. Siden 89 millimeter er lik 0,089 meter vil det da gi feil mål. Samtidig vil ikke denne fremgangsmåten føre til korrekt svar på oppgaven. Dersom elevene hadde behersket bruken av cosinusfunksjonen ville de kunne innsett at de ikke behøver høyden til trekanten, da de allerede har nok informasjon for å løse oppgaven. Mangelen på denne matematiske kunnskapen medfører at Magnus og Jonas prøver å benytte kunnskaper de har fra programfaget via avlesing av arbeidstegningen. Situasjonen viser at denne deloppgaven er et godt eksempel på hvordan elevene er nødt til å samvirke mellom de to forskjellige kulturene matematikk og programfag for å kunne komme frem til en korrekt løsning. Jonas og Magnus klarer ikke benytte seg av hensiktsmessige intellektuelle redskaper fra disse og klarer dermed ikke å løse oppgaven. Med andre ord skjer det ikke en overføring av nødvendige kunnskaper mellom matematikk og programfag (Evans, 1999).

5.2 Intervju

Utdrag av intervjuene presenteres og analyseres fortløpende.

5.2.1 Intervju med programfaglærer

Ved starten av intervjuet jeg hadde med læreren for programfaget Tegning og bransjelære, spurte jeg om han kunne fortelle litt om prosjektet som han kalte *miniprosjekt basert på praksisrelatert matematikk*. Han fortalte følgende:

IL.1 Lærer Hensikten med prosjektet når det ble laget, var jo å få relatert det inn i mot byggfaget på en sånn måte at elevene selv klarer å oppdage bruken av matematikk..og prøvde å lage oppgavene ut fra det. Samtidig skulle det være virkelighetsnært..fordi at en byggmester vil bruke samme utregningsmetodikken når han skal regne ut det han trenger til et bygg for eksempel. Så det er vinklet slik at det skal være mest mulig virkelighetsnært da..og da vil jo matematikken være en naturlig del å koble inn på akkurat de punktene.

Læreren sier at hensikten med prosjektet var å relatere det inn mot byggfaget på en slik måte at elevene selv oppdager matematikk. Videre forteller han at oppgavene i prosjektet skulle være mest mulig virkelighetsnært, og at matematikk derfor vil være en naturlig del. Han trekker frem at en byggmester vil benytte seg av samme type utregninger som prosjekt-oppgavene legger opp til når han skal sette opp et bygg. På denne måten synes det som at motivet for aktiviteten (Leont'ev, 1979), altså prosjektet, er at elevene selv oppdager matematikkens rolle i yrkesfaget. Dermed var det også nødvendig at oppgavene knyttet seg i størst mulig grad opp til virkelige handlinger i denne yrkesbransjen. Handlingene, altså de ulike deloppgavene i prosjektet, og deres relaterte mål (Leont'ev, 1979) vil dermed være tilnærmet lik som hos for eksempel en byggmester.

Videre i intervjuet spør jeg læreren om hva han legger i den grunnleggende ferdigheten *å regne* i programfaget, og svaret hans er gitt i ytring IL.2 under.

IL.2 Lærer Eh..de grunnleggende ferdighetene..jeg mener dem må være i stand til omgjøring av måleenheter, fra millimeter, centimeter, desimeter og opp i meter..å kunne omregningsformlene der, at de har pugget det såpass mye at de klarer den biten. Årsaken til at de må kunne det, er fordi at på tegninger så er det bestandig oppgitt i millimeter..og de skal klare å lese og tegne og skrive målene i millimeter, samt når dem regner så er det mye lettere for dem å bruke omregning til meter..så det ikke blir så store tall, for da faller de fort av lasset..for da får dem ikke mening i tallforståelsen opp mot virkeligheten.

I denne ytringen forteller læreren at elevene må beherske å kunne skifte mellom måleenheter, og trekker frem at det er fra millimeter, centimeter og desimeter til meter som er viktigst. Grunnen til det er at mål i arbeidstegninger er oppgitt i millimeter, og det vil være enklest for elevene å gjøre det om til meter, slik at tallstørrelsene ikke blir så store at de mister meningen til virkeligheten. Med dette tolker jeg at læreren mener at meter er den enkleste måleenheten å betjene og i tillegg lettest å relatere opp mot virkeligheten. Det skyldes nok at elevene trolig vil ha mer erfaring fra hverdagskonteksten med mål gitt i meter heller enn andre måleenheter. Når læreren sier at elevene må kunne omgjøringsformlene, tolker jeg det som han refererer til tabeller med lengdeenheter, arealenheter og volumenheter med tilhørende regler. Dette er fordi at han ved et senere tidspunkt under intervjuet trekker frem omregningen mellom måleenheter som meget viktig, og refererer til det som å flytte kommaet i overgangen fra for eksempel millimeter til centimeter. I et annet utsagn forteller læreren at elevene øver mye på målestokk i programfaget, fordi det er viktig at de får en forståelse for det og klarer å benytte seg av det korrekt. Han trekker også frem at elevene må være i stand til å kunne måle med tommestokk, og da er tallforståelse viktig. Tommestokk er et fysisk redskap som tilhører byggebransjen, og baserer seg på måleenheter og posisjonssystemet fra matematikk. Med andre ord er det viktig at elevene behersker omgjøring av, og behandling innen, måleenheter, samt bruk av målestokk, da de er operasjoner (Leont'ev, 1979) som kreves i programfaget og videre i yrkesbransjen. Dette grunner i at en betingelse for disse aktivitetssystemene er at tallstørrelsene for delene av en bygning i arbeidstegninger er gitt i millimeter. Samtidig er det oppgitt målestokk, altså hvor stor bygningen på tegningen er i forhold til virkeligheten. Det er altså nødvendig å beherske intellektuelle redskaper fra matematikk for å kunne knytte, eller mediere (Säljö, 2001), arbeidstegninger av bygg med deres virkelige bygninger.

Ut fra observasjonene av arbeidet med prosjektet fikk jeg inntrykk av at de trigonometriske funksjonene var meget sentrale. Det påvirket spørsmålet jeg stilte angående hvilke matematikkunnskaper utenfor pensum i skolefaget matematikk som trengs i programfaget.

IL.3	Lise	Synes du det er noen matematikkunnskaper elevene burde ha som de ikke har lært i matematikktimene? Det er vel kanskje litt med det her med cosinus og tangens?
IL.4	Lærer	hehe..ja jeg skulle til å si det..det er det jeg savner, for det er så mye bruk for..til oss. Og jeg ser ikke noe galt med at de kunne har lært den med en gang jeg..jeg ser ikke hvorfor de ikke kan lære den heller, for de har jo kalkulatorer med det på..og en trenger jo kanskje ikke gå så mye i dybden på hvordan trigonometrien virker, men sånn litte grann, sånn enkle ting som vi trenger kun til byggfaget synes jeg har vært på sin plass at dem har fått lært tidlig.

Læreren svarer bekreftende til meg med at han synes at kunnskaper knyttet til de trigonometriske funksjonene er viktig i programfaget, og skjønner ikke hvorfor elevene ikke lærer det. På et senere tidspunkt i intervjuet kommer læreren inn på trigonometrien igjen, da ved at han sier "(...) selv om det ikke er et læreplanmål, så er det jo ingenting som sier at du ikke kan trekke det inn." Han forteller at han ikke ser problemet med å lære elevene de trigonometriske funksjonene da de har tilgang til kalkulatorer. Disse funksjonene er innebygd i kalkulatoren, og ved å trykke på tastene kan en utføre operasjoner knyttet til trigonometriske utregninger (Leont'ev, 1979). Det synes som han ser på kalkulatoren som et fysisk redskap som i tillegg til matematikkonteksten også kan benyttes i programfagskonteksten. Læreren forteller at en ikke nødvendigvis trenger å gå i dybden på hvordan de trigonometriske funksjonene virker. Det synes som det viktigste er at elevene klarer å bruke de til utregninger knyttet til yrkesfaget. På denne måten vil det være konsistent med kulturene læreren representerer; det vil si programfaget og dessuten byggebransjen, siden motivet (Leont'ev, 1979) for det sistnevnte er å sette opp og renovere bygninger på en korrekt og effektiv måte.

Senere i intervjuet spør jeg læreren om hvilke forskjeller og likheter han tror det er i bruken av matematikk i programfaget mot bruken i matematikkfaget. Han fortalte da at den største forskjellen var hvor lang tid det blir brukt på matematikk. Samtidig sa han at han tror løsningsstrategiene i programfaget er enklere enn mange av de i matematikkfaget. Et par utdrag av de andre utsagnene hans presenteres med følgende:

IL.5	Lærer	(…) jeg kjenner jo matematikkboken, og jeg må si det at alt som står i matematikkboken er relevant for vår del..på byggfagsiden. Absolutt.
Pause		
IL.6	Lærer	(…) den matematikken som dem har i matematikkfaget, den blir jo, slik som jeg ser det hvert fall, den blir mye mere abstrakt. Altså eleven sitter ikke igjen med noen forståelse for... Jeg tror det er få som sitter igjen med den forståelsen av hva man kan bruke det her til..hva brukes det til.

Læreren forteller at han mener alt som står i læreboka for matematikkfaget til elevene er relevant for yrkesfaget. Videre forteller han at matematikk i matematikkfaget er mer abstrakt enn den i programfaget, og at han tror at det er få elever som skjønner hva de kan bruke matematikken de lærer i matematikkfaget til. Han påpekte senere i intervjuet at om han hadde vært elev selv, så hadde han nok hatt problemer med å forstå hva matematikken skal brukes til og sett dens nytteverdi. Læreren er godt kjent med matematikken som trengs i programfaget og videre i byggebransjen, og kjenner derfor dens nytteverdi. Elevene gjør ikke det, og det synes som om læreren ønsker å vise dem nytteverdien og viktigheten av matematikk i yrkesfaget ved hjelp av dette prosjektet. På denne måten vil elevene være ett steg nærmere på veien mot å bli fullverdige deltakere av praksisfellesskapet tilhørende yrket de utdanner seg til (Lave & Wenger, 2003). I programfaget tilegner elevene seg kunnskaper de behøver videre for yrket, og matematikk knyttet opp mot yrket er en viktig del av disse kunnskapene. I slutten av intervjuet påpeker læreren at hvis de starter med et slikt prosjekt tidlig i skoleåret, så vil det, i tillegg til å gagne programfaget, også være nyttig for matematikkfaget, i den forstand at det vil bli lettere for elevene å relatere det de lærer der til bruken i yrkesfaget, og dermed forstå matematikken bedre. Jeg tolker det som at læreren mener at det da vil være lettere for elevene å kunne overføre matematikkunnskaper mellom matematikkfaget og programfaget (Evans, 1999). Samtidig sier læreren at han tror det vil bli artigere for elevene med matematikk når de får se nytteverdien av det.

5.2.2 Intervju med elevene

I starten av det første intervjuet med elevene snakket vi en del om hvorfor de startet på Bygg- og anleggsteknikk, og om hvilke forventninger de hadde til utdanningsprogrammet. Steinar fortalte at han ønsket å utdanne seg til tømrer, Magnus ønsket å bli rørlegger mens Jonas tenkte på å kanskje bli feier. Med andre ord utdanner de tre elevene seg til forskjellige yrkesretninger. De var alle enige om at de forventet at skolehverdagen skulle være praktisk rettet opp mot yrkesfaget, inkludert matematikkfaget. Videre snakket vi om hvilket forhold de hadde til matematikk, hvor Steinar og Jonas svarte at de syntes det var greit nok. Magnus fortalte at han ikke var noe spesielt glad i det fordi han syntes det var vanskelig. Steinar forteller at han synes det er kjekt å få vite utregningsmetoder og formler som han tror han kan få bruk for senere. Samtidig sier han at han ikke har lært så mye nytt i matematikkfaget i forhold til hva han kunne fra før. Når jeg spør elevene om hvordan de synes programfaget har vært den første uken med prosjektet, får jeg et entydig svar: at det er mye bedre enn matematikkfaget. Steinar forteller videre at:

IE.1	Steinar	(…) jeg føler liksom jeg får utfordret meg på noe..også er det jo relatert til tegninger jeg vet og tror jeg kommer til å få bruk for senere.

Steinar synes ikke han lærer så mye nytt i matematikkfaget, og føler han har fått utfordret seg med prosjektet. Samtidig påpeker han at oppgavene i prosjektet er relatert til tegninger som han kan få bruk for senere. Det synes som han ser nytteverdien av prosjektet. Videre i intervjuet spør jeg om det er noen forskjell i hvordan de bruker matematikk i programfaget kontra når de bruker det i matematikktimene. Det var Steinar som stod for å svare på dette spørsmålet, og Jonas og Magnus sa seg enige. Med følgende presenteres utdrag fra samtalen:

IE.2	Steinar	I matematikktimene, da er det mye det samme. Men sånn som nå så er det relatert til mer praksis. (…) i bransjetimene har det vært mer relatert til tegninger og sånt som vi kommer til å få bruk for senere..mens i matten går vi gjennom mer formler og regnemåter for at det skal bli

enklere for oss senere.

IE.3	Lise	Hvordan da tenker du..enklere?
IE.4	Steinar	Nei altså..vi går mer gjennom den teoretiske biten i mattetimen da, og utregningen da..for at vi skal kunne det, slik at vi slipper å tenke så mye når vi skal utføre det senere.
Pause		
IE.5	Steinar	Da har vi noe å sammenligne det mot..for eksempel sånn som det eksemplet i stad da, med 50 kvadrat..på arket er det bare ett tall, men når du liksom ser det på ei tegning..så ser du for deg at det er en hel vegg.

Steinar forteller at i programfagtimene er matematikk mer relatert til praksis, slik som arbeidstegninger. Samtidig sier han at de går gjennom formler og regnemåter i matematikktimene for å lære det slik at de kan utføre det senere. Det synes som Steinar ser på disse timene som nødvendige for å lære matematikk som de videre kan benytte seg av i yrkesfaget. Videre forteller han at han kan relatere matematikk til reelle ting, og trekker frem et eksempel om at 50 kvadratmeter på arket kun er et tall, men ved å se det i relasjon til arbeidstegningene så kan han se for seg at det er en hel vegg. Dette handler om å se sammenhengen mellom tegn/symbol og objekt/referansekontekst, her henholdsvis 50 m^2 og vegg til bolig. Med andre ord å koble, eller mediere, disse med hverandre (Steinbring, 2005, 2006). Jeg tolker det som Steinar mener at forskjellen mellom matematikk i matematikkfaget og programfaget er at i sistnevnte kan han relatere det til fysiske ting han kjenner fra hverdags- og yrkesfagkontekst. Ved neste intervju tok jeg opp tråden og spurte elevene om hva matematikk i programfaget Tegning og bransjelære var. Da svarte Magnus at det var nyttig matematikk, og Steinar la til følgende:

IE.6	Steinar	Ja, det er jo mer relatert til..på en måte andre ting enn bare tall og bokstaver..tallet du får er kanskje lengden på en vegg eller noe sånt. (…) det blir jo mer konkret, du får liksom størrelsen på tallet..utregningen og svaret du får frem er lengden på ei side, istedenfor at det bare er et tall på en måte.
Pause		
IE.7	Steinar	Det er utregninger..det er svar..men jeg føler jeg kobler det mot noe helt annet enn et svar på en måte..det blir løsning på hvordan huset, eller prosjektet, skal se ut.

Steinar forteller i likhet med i ytring IE.2 og IE.5 at matematikken i programfaget kan relateres til noe annet, og trekker frem lengden på en vegg som et eksempel. Han sier at matematikk her ikke bare er tall og bokstaver, det kan ses i sammenheng med noe konkret. Videre forteller han at han kan koble svaret mot hvordan huset skal se ut. Selv om det var

Steinar som for det meste stod for snakkingen, oppfattet jeg det slik at Magnus og Jonas var enige med det han sa siden de nikket og kom med bekreftende setninger som blant annet ”Ja, enig.”. Det synes som at alle de tre elevene synes matematikk i programfaget er enklere enn matematikk i matematikkfaget fordi de kan relatere svarene de får til noe konkret; noe fysisk de kjenner til, som for eksempel et hus. Dette tolker jeg som at elevene synes det er lettere å forstå matematikk når det settes i en kontekst hvor de kan bruke de tilhørende fysiske redskapene for å mediere matematiske begreper og objekter for dem (Säljö, 2001). Jeg avsluttet intervjuet med å spørre elevene om hvilke tanker de hadde om matematikk når det gjaldt deres fremtidige yrke. De var alle enige om at det kom til å være viktig her, og Steinar kom med følgende utsagn:

IE.8	Steinar	(…) grunnen til at vi er med og lærer det vi lærer i matten er jo for at vi skal kunne bruke det uti yrket senere. For mye av den matten som vi..i hvert fall det vi har hold på med i bransjen nå, og litt av det vi har holdt på i mattetimene relaterer jo til det vi skal bruke senere.

Steinar forteller at matematikken de har lært i bransjen, altså programfaget Tegning og bransjelære, og til dels det de har lært i matematikktimene, relaterer seg til bruk i fremtidig yrke. På denne måten synes det som han vet viktigheten av matematikk han lærer i skolen med tanke på yrket han utdanner seg til. Steinar avslutter intervjuet med å si ”matte er jo noe vi kommer til å ha bruk for hver dag.”, og med det denne ytringen avslutter jeg dette kapittelet.

Kapittel 6

Diskusjon

I dette kapittelet vil studiens resultater diskuteres. Først diskuterer jeg resultatene fra studien opp mot forskningsspørsmålene og det teoretiske rammeverket. Samtidig drøftes resultatene i lys av tidligere studier. Diskusjon av resultatene fra observasjonene og intervjuene presenteres da hver for seg. Videre følger en diskusjon av metoden benyttet i studien, og til slutt i kapittelet presenteres en kort vurdering av studiens analyseverktøy.

6.1 Resultatene fra observasjonene i studien

I Kapittel 5 analyserte jeg dialoger som fant sted i klasserommet gjennom elevenes arbeid med deloppgavene fra prosjektet til programfaget Tegning og bransjelære. Det var totalt syv situasjoner som baserte seg på hver sin deloppgave, og resultatene herfra blir nå sett i lys av to av forskningsspørsmålene til studien. Det første er: *Hvilke matematiske ressurser kan observeres, og hvordan brukes disse av læreren og elevene og læreren i prosjektarbeidet?* Det andre er: *Hvilke forbindelser mellom matematikk og programfag fremgår i elevenes arbeid med prosjektet?* Diskusjonene presenteres i de to delkapitlene under.

6.1.1 Matematiske ressurser som brukes av elevene og læreren i prosjektarbeidet

Gjennom analyse av dialogene mellom elevene, læreren og meg, i tillegg til det skriftlige arbeidet tilgjengelig, har jeg identifisert en rekke matematiske ressurser i de syv situasjonene. Det er da snakk om intellektuelle og fysiske redskaper (Säljö, 2001) knyttet til både teoretisk matematikk og programfag. Elevene benytter seg av intellektuelle redskaper knyttet til matematikk, som blant annet geometri i form av figurer og vinkler, areal, Pytagoras' teorem og trigonometri. Når det gjelder tegn jeg har observert, synes det som at de geometriske figurene trekant og rektangel har vært sentrale i prosjektarbeidet. Blant annet fremstiller læreren den ene husveggen til boligen i hjelpetegningen som bestående av ett rektangel og to rettvinklede trekanter. Elevenes bruk av geometriske figurer for å fremstille deler av boligen har vært gjennomgående i alle de syv situasjonene. For eksempel i Situasjon 5 tolket jeg det som at elevene benyttet seg av fire rektangler for å se på de fire veggenes område på grunnflaten. Med Peirce (1998) sin tredeling av tegn klassifiseres geometriske figurer som ikoner, det vil si tegn som står for et objekt ved å ligne på det. De fire rektanglene er altså ikoner, de står for området ytterveggene fyller av grunnflaten ved å ligne på dem. Arbeidstegningene, som er fysiske redskaper tilhørende programfaget, inneholder også flere tegn. Blant annet er nesten alle mål på boligens bestanddeler oppgitt som tall, eksempelvis er bredden oppgitt som 6600. Det er da underforstått at det egentlig er snakk om symbolet 6600 *mm*. Bredden på huset fremstilles som et matematisk tegn, en indeks, som indikerer denne bredden (Peirce, 1998). Andre tegn gitt i arbeidstegningene er merkingen av vinduene og dørene i boligen som henholdsvis *V* og *D*, for eksempel *V*15 og *D*2. De er kulturelt betingede tegn, altså tegn situerte i programfaget (Säljö, 2001). Steinar og Magnus bruker disse tegnene i Situasjon 3 når de skal finne arealet av de enkelte dørene og vinduene. De knytter da det aktuelle vinduet *V*15 med dens størrelse gitt i tilhørende tabeller på arbeidstegningene. På denne måten fungerer tegnene som merkelapper; de er indekser som indikerer noe om objektet de betegnet (Peirce, 1998), i dette tilfellet hvilket dør- eller vindusnummer den enkelte dør eller det enkelte vindu har. I den samme situasjonen benytter elevene og læreren seg av måleenheten modul, med én *M* lik ti centimeter. Modul er et lengdemål slik at *M* fungerer som et symbol, det inneholder i seg selv en indre relasjonell struktur (Steinbring, 2005). Størrelsene til vinduene og dørene er i tabellene på arbeidstegningene gitt i modul, og siden dette ikke er oppgitt vil det være skjult for utenforstående. I likhet med modellen til sykepleierne i studien til Pozzi et al. (1998) er ikke tabellen i seg selv forklarende, de matematiske strukturene i den er matematisert. For læreren er det selvforklarende at tallstørrelsene er oppgitt i modul, da det er en del av hans rutine på samme måte som for sykepleierne, mens for elevene er dette informasjon som er ukjent og det oppstår en konflikt når de prøver å forstå tabellen. Ifølge Pozzi et al. (1998) er det sånn at slike kulturelle redskaper fungerer som ressurser for å effektivisere jobben til arbeiderne innenfor denne konteksten. For å benytte tabellen i arbeidstegningen hensiktsmessig må elevene derfor forstå alle dens bestanddeler, inkludert dens skjulte måleenhet. I Situasjon 4 benytter læreren og

Steinar begrepet løpemeter, som står for pris per meter og betegnes med symbolet *LM*. I likhet med tegnene *V* og *D* er symbolene *M* og *LM* matematiske tegn som tilhører programfaget og dessuten yrkesbransjen.

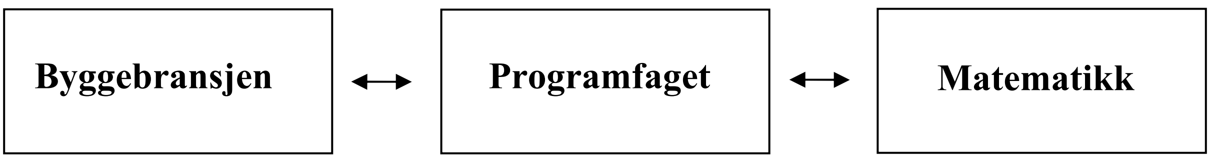
Nesten alle tegn og symboler som er blitt brukt av elevene og læreren har vært knyttet til måleenheter, både lengdeenheter som millimeter og meter, samt arealenheter som kvadrat-millimeter og kvadratmeter. Med andre ord har måleenheter vært meget sentralt i prosjekt-arbeidet. Jeg har observert flere tilfeller hvor både læreren og elevene utelater måleenheten på størrelsene de snakker om. For eksempel i Situasjon 4 bruker Steinar betegnelsen kvadrat om arealet han henviser til, hvor han egentlig mener kvadratmeter. Videre i samme situasjon snakker læreren om bredden på panelet til husveggen som en tallstørrelse, selv om han egentlig henviser til bredden gitt i millimeter. Jeg tolker det som at kulturen i programfaget tillater at måleenhet ikke oppgis på størrelser, da det synes å være underforstått for både elevene og læreren hvilke måleenheter de snakker om.

Utregningene til elevene bærer preg av å være målrettede og effektive. De benytter seg av det fysiske redskapet kalkulator for å gjennomføre prosedyrer som er knyttet til blant annet de trigonometriske funksjonene. Kalkulatoren fungerer som et medierende redskap (Säljö, 2001). Eksempelvis benytter Magnus seg av tangensfunksjonen på kalkulatoren i Situasjon 1. Ved å trykke på den aktuelle tasten, gjennomfører han operasjonen som trengs for å utføre handlingen, som går ut på å finne arealet av veggene til boligen (Leont'ev, 1979). Læreren fremstiller tangensfunksjonen som en tast på kalkulatoren i utregningen på hjelpetegningen. På denne måten vil tangensfunksjonen, som egentlig er et symbol ut fra definisjonen til Steinbring (2005), fremstå som et tegn. Magnus synes å koble tangensfunksjonen med dens tast på kalkulatoren og dermed som en indeks (Peirce, 1998). Jeg tolker situasjonen som at Magnus ikke innehar den underliggende kunnskapen knyttet til tangensfunksjonen som er innebygd i kalkulatoren. Det er ifølge Säljö (2001) ofte slik at de bakenforliggende prosedyrene er usynlige i vellykkede artefakter. Det matematiske innholdet kan være skjult for brukeren siden operasjonene er krystalliserte i redskapet, nettopp fordi det er laget for å effektivisere arbeidet (Pozzi et al., 1998). Et lignende tilfelle observerte jeg ved Steinars bruk av den inverse tangensfunksjonen i Situasjon 6. Det syntes som han knytter denne funksjonen med tastene ”shift” og ”tan” på kalkulatoren, og på denne måten fungerer de som indekser (Peirce, 1998). Operasjonene med å gjøre utregninger for deloppgavene er prosedyrer knyttet til kalkulatoren (Leont'ev, 1979). På denne måten vil det ikke være relevant for elevene å kjenne betydningen av symbolet tangens, i likhet med elevene og symbolet ”1/4 liter” i studien til Rønning (2010). Elevene behersker å anvende kalkulatoren med dens innebygde funksjoner på en hensiktsmessig måte knyttet til arbeidet med prosjektet. På denne måten kommer de frem til en korrekt løsning på deloppgavene på en tjenlig måte. På samme effektive måte benytter Steinar seg av en egen regel for å skifte mellom arealenheter i Situasjon 5. Ved å flytte kommaet to tallposisjoner frem når han for eksempel gjør om fra kvadratmillimeter til kvadratcentimeter klarer han å komme frem til korrekt tallstørrelse med tilhørende måleenhet på en meget kjapp måte. Jeg tolker det som at i kulturen for programfaget, og videre yrkesbransjen, så er målet å få korrekte svar med å bruke kortest mulig tid. På denne måten blir matematiske ressurser kun benyttet for å løse oppgaver og problemer, uten å gå i dybden og begrunne matematikken som ligger bak. Det er nettopp dette som kjennetegner elevenes og lærerens bruk av matematiske ressurser i prosjektarbeidet: de håndterer problemet på en mest mulig effektiv måte for å nå målet ved hjelp av medierende artefakter som blant annet kalkulatoren.

6.1.2 Forbindelser mellom matematikk og programfag i elevens arbeid med prosjektet

Resultatene fra de syv situasjonene i Kapittel 5 viser hvordan arbeidet med prosjektet avhenger av kunnskaper i både matematikk og programfag samtidig som det er nødvendig å kunne benytte tilhørende redskaper og matematiske ressurser. Ut fra analyse av dialogene mellom elevene, læreren og meg, i tillegg til det skriftlige arbeidet tilgjengelig, har jeg presentert epistemologiske trekantkjeder knyttet til elevenes fremgangsmåter for å løse deloppgavene dersom det var mulig. Elevene starter med å trekke ut relevant informasjon fra arbeidstegningene ved hjelp av sine kunnskaper i lesing av arbeidstegninger som de har tilegnet seg gjennom programfaget. Videre knytter de denne informasjonen til matematiske tegn og symboler ved bruk av kunnskaper de har i matematikk. Svaret de får ut fra matematiske utregninger knytter de så opp til programfaget igjen. Ved hjelp av de epistemologiske trekantkjedene viser jeg denne overgangen som skjer fra referansekonteksten med arbeidstegningene og oppgaven til matematiske tegn og symboler (Steinbring, 2005, 2006). Med andre ord skjer det en overgang fra programfag til matematikk; to forskjellige aktivitetssystemer med tilhørende motiv, mål og betingelser (Leont’ev, 1979). I de fleste situasjonene klarer elevene å bruke kunnskaper de har i matematikk i programfaget, og dette tolker jeg som at det skjer en overføring av kunnskaper mellom disse (Carraher & Schliemann, 2002). De epistemologiske trekantkjedene kan da ses på som en bro mellom de to praksisene (Evans, 1999). I Situasjon 7, samt siste del av Situasjon 6, skjedde det ikke en slik overføring av nødvendige kunnskaper mellom matematikk og programfag. Som en konsekvens av dette var at elevene ikke klarte å løse tilhørende prosjektoppgave. Med andre ord ble ikke broen mellom praksisene dannet (Evans, 1999).

Den første referansekonteksten i trekantkjedene vil egentlig være det reelle huset på byggeplassen, og dette erstattes av en fremstilling i arbeidstegningen. Tegningen av boligen blir erstattet med geometriske figurer i Situasjon 1, 2, 5 og 6. I Situasjon 3 medieres det mellom tegningen av boligen og tilhørende tabell over boligens vinduer og dører, mens det i Situasjon 4 skjer en mediering mellom tegningen av boligen og to panelbiter satt sammen. Det neste leddet er felles i de epistemologiske trekantkjedene, hvor matematiske utregninger er presentert ved hjelp av matematiske tegn og symboler. Siste ledd er svaret på deloppgaven oppgitt i tall med en tilhørende måleenhet. De konkrete objektene blir erstattet med mentale objekter i økende grad (Steinbring, 2005, 2006). Slik jeg tolker elevenes fremgangsmåter, skjer det med andre ord en mediering mellom: ”hus” - ”arbeidstegning” - ”matematiske tegn og symboler” - ”hus”. Huset befinner seg på byggeplassen tilhørende byggebransjen. På denne måten vil det være tre aktivitetssystemer som arbeidet med prosjektet berører: byggebransjen, programfag og matematikk. Jeg tolker det som at programfaget medierer mellom byggebransjen og matematikk. På denne måten lærer elevene å benytte seg av matematiske kunnskaper i byggebransjen. Se Figur 48 under for min fremstilling av de tre aktivitetssystemene, hvor pilene representerer medieringen mellom disse.



Figur 48: De tre aktivitetssystemene knyttet til prosjektarbeidet.

Programfaget baserer seg på kunnskaper tilhørende kulturen til både matematikk og byggebransjen. I disse kulturene inkluderer det da deres diskurs, redskaper, forventninger og fremgangsmåter (Säljö, 2001). Situasjon 4 viser at Steinar og læreren synes å befinne seg i hvert sitt aktivitetssystem, nemlig matematikk og byggebransjen. For å løse deloppgaven som gikk ut på å finne ut hvor mange løpemeter med panel som var nødvendig for å dekke boligens vegger, forsøkte Steinar å bruke kunnskaper knyttet til matematikk, mens læreren påpeker at han også må benytte kunnskaper knyttet til byggebransjen ved å måle overlappet på panelene. I likhet med studien til Williams et al. (2001), hvor en elev opplever motsetninger når hun prøver å skjønne en graf gitt i arbeidspraksisen på et industrielt kjemisk laboratorium ved å benytte matematikk, vil Steinar få vanskeligheter med å skjønne problemet tilhørende yrkespraksisen om han kun benytter matematikk. Steinar syntes å være styrt av målet å finne en korrekt matematisk løsning, uten å tenke på målet om å finne en riktig praktisk løsning. Dette kan ses i sammenheng med studien av snekkere og deres lærlinger hos Nunes et. al (1993). Snekkerne benyttet seg av sine erfaringer fra yrket for å løse problemet knyttet til praktisk matematikk, mens lærlingene som hadde erfaring med matematikk fra skolen prøvde å løse det med å benytte seg av skolealgoritmer. De representerte problemet på to forskjellige måter ved bruk av strategier nært knyttet til konteksten de hadde lært matematikk (Nunes et al., 1993), på samme måten som Steinar og læreren gjorde i denne situasjonen. Studien til Rønning (2010) betraktet elevenes og lærerens mål for handlingene som forskjellige på grunn av at undervisningsøkten opererte på grensen mellom skolepraksisen og hverdagspraksisen. Jeg tolker situasjonen med Steinar og læren som at deres handling er styrt av forskjellige mål fordi de befinner seg i to forskjellige praksiser, nemlig matematikk og byggebransjen (Leont'ev, 1979). Det vil være nødvendig for elevene som fagpersoner å inneha kunnskap fra alle tre kulturene (matematikk, programfag og byggebransjen) dersom det var snakk om reelle situasjoner hvor de for eksempel skulle bestilt et visst antall løpemeter til en bolig. I arbeidet med prosjektet kommer det også frem at elevene blant annet må oversette mellom symboler tilhørende programfaget/byggebransjen og matematikk, som for eksempel fra modul til millimeter, og må dermed kjenne alle kulturene. Situasjon 7 skiller seg som sagt fra de andre situasjonene da Jonas og Magnus ikke klarte å løse deloppgaven først fordi de ikke kjente til det yrkesfaglige begrepet overgurt, og videre fordi de ikke klarte å benytte seg av det intellektuelle matematiske redskapet Pytagoras' teorem. Men i likhet med de seks foregående situasjonene viser denne situasjonen at det ikke er nok å bare benytte seg av kunnskaper knyttet til matematikk eller programfag; elevene er nødt til å benytte seg av kunnskaper fra begge aktivitetssystemene. På denne måten mener jeg resultatene av disse situasjonene viser nødvendigheten av at elevene behersker dette samspillet mellom matematikk og programfag.

6.2 Resultatene fra intervjuene i studien

I Kapittel 5 analyserte jeg utdrag av intervjuene jeg har gjennomført med læreren og elevene. Resultatene blir nå sett i sammenheng med følgende forskningsspørsmål: *Hvilken opplevelse har elevene og læreren av bruken av matematikk i programfaget?* Lærerens og elevenes opplevelse blir da presentert hver for seg.

6.2.1 Lærerens opplevelse av bruken av matematikk i programfaget

Fra mine tolkninger av datamaterialet fra intervjuet med læreren, er motivet for prosjektet som aktivitet, at elevene selv skal få oppdage matematikkens rolle i programfaget. Oppgavene skulle knytte seg i størst mulig grad opp til virkelige handlinger i byggebransjen, slik at de ulike oppgavene i prosjektet, altså prosjektets handlinger, og deres relaterte mål, vil være tilnærmet lik som de for blant annet en byggmester. På denne måten vil altså aktiviteten, handlingene og operasjonene som elevene skal gjøre i programfaget være relatert til byggebransjen som aktivitetssystem med dens tilhørende motiv, mål og betingelser (Leont'ev, 1979). Det synes som læreren opplever at matematikk har nytteverdi i programfaget fordi matematikk er nødvendig for å gjennomføre handlinger i yrker som blant annet byggmester-yrket. Jeg tror han mener at gjennom prosjektet i programfaget kan han vise elevene hva de kan bruke matematikk til ved å relatere det til yrkesbransjen, og på denne måten vise hvor viktig det er her. Gjennom programfaget tilegner elevene seg kunnskaper de behøver videre til deres fremtidige yrker, og matematikk er en viktig del av disse kunnskapene. På denne måten vil elevene skaffe seg tilgang til informasjon og ressurser slik at de kommer ett steg nærmere på veien mot å bli fullverdige deltakere av yrkesfellesskapet de utdanner seg til (Lave & Wenger, 2003).

Ressurser fra matematikk som læreren trakk frem som spesielt viktig at elevene behersker, er bruken av måleenheter, målestokk og de trigonometriske funksjonene. Det syntes som læreren mente det er viktig å kunne skifte mellom måleenheter effektivt, ved å bruke regler for å skifte mellom lengdeenheter, arealenheter og volumenheter ved for eksempel å flytte kommaet på tallstørrelsen. Samtidig trekker han frem viktigheten av å kunne bruke tommestokken som fysisk redskap tilhørende programfaget, og denne baserer seg på måleenheter og posisjons-systemet i matematikk. Med andre ord er det å bruke matematikk i programfaget å kunne beherske omgjøring av, og behandling innen, måleenheter, fordi det er operasjoner som kreves i programfaget og videre yrkesbransjen. Samtidig vil bygningene i arbeidstegningene tilhørende disse aktivitetssystemene være gitt i målestokk. Det er altså nødvendig å beherske intellektuelle redskaper fra matematikk for å kunne knytte, eller mediere, arbeidstegningene av bygg med deres virkelige bygninger. Når det gjelder bruken av de trigonometriske funksjonene tolker jeg det som læreren mener at de kan utføres ved hjelp av kalkulatoren som fysisk redskap, da ved å trykke på tastene for å utføre operasjoner knyttet til trigonometriske utregninger. Jeg oppfatter det slik at lærerens opplevelse av bruken av matematikk i tilknytning til programfaget hovedsakelig består i å gjøre utregninger knyttet til problemer og oppgaver innen programfag- og yrkeskontekster. Det synes som det viktigste er å utføre disse utregningene på en effektiv måte ved hjelp av medierende redskaper. Det er konsistens med kulturen læreren representerer, da motivet for byggebransjen er å sette opp og renovere bygninger på en tilfredsstillende måte snarest mulig. Bruken av matematikk er da tilhørende operasjoner til handlinger som er med å muliggjøre dette (Leont'ev, 1979).

6.2.2 Elevenes opplevelse av bruken av matematikk i programfaget

Resultatene fra intervjuet med elevene indikerer at de synes å se nytteverdien av matematikk i yrkesfaget gjennom bruken i programfagsprosjektet. Slik jeg forstår det har det grunn i at oppgavene i prosjektet er relatert til reelle arbeidstegninger som er tatt fra byggebransjen, det vil si mulig fremtidig yrke. Slik jeg tolker elevene, synes det som det spesielle med bruken av matematikk i programfaget er det knytter seg til fysiske reelle ting, som blant annet arbeidstegningene og bygningene de representerer. Steinar trekker frem eksempel knyttet til det matematiske symbolet 50 kvadratmeter. Dette er da egentlig kun er et tall på papiret, mens han relaterer det til en husvegg. Med andre ord medierer han symbolet med referansekonteksten husvegg (Steinbring, 2005, 2006), og på denne måten vil bruken av matematikk være knyttet til fysiske ting han kjenner fra hverdags- og yrkessammenhenger. Jeg tolker det som at elevene synes det er lettere å forstå, og dermed kunne bruke, matematikk når det settes i en kjent kontekst som programfaget. En kontekst de kan bruke dens tilhørende redskaper for å mediere matematiske begreper for dem (Säljö, 2001).

6.3 Vurdering av metode benyttet i studien

I studien er det benyttet en kvalitativ tilnærming med observasjon og intervju som metode for å se på matematikk i prosjektarbeidet for programfaget Tegning og bransjelære. Jeg mener disse metodene har fungert godt siden målet med studien var å undersøke hvordan matematikk ble benyttet i programfaget. Studien har utviklet seg underveis, og det samme har forskningsspørsmålene. Når det gjelder intervjuspørsmålene jeg hadde laget til intervjuene med læreren og elevene, førte de dessverre til lite resultater i forhold til forsknings-spørsmålene mine. Jeg tror nok at istedenfor å gjennomføre intervjuene i samme periode som observasjonene, så kunne det vært mer hensiktsmessig å gjøre det i etterkant av disse. På denne måten ville jeg fått tid til å endre spørsmålene og tilpasse dem det jeg hadde observert.

Jeg har benyttet aktiv observasjon for å få elevene til å fortelle hva de gjorde i de enkelte deloppgavene knyttet til prosjektet. For å unngå å påvirke deres fremgangsmåter fokuserte jeg på å ikke hjelpe dem med deloppgavene. Både under observasjonene og intervjuene har jeg forsøkt å ha en nøytral holdning ved å gi alle svar lik verdi og unngå å stille ledende spørsmål, for å unngå å påvirke resultatene til studien. Allikevel har det oppstått situasjoner hvor jeg kanskje ledet elevene til hvordan de skulle gå frem, for eksempel med Magnus i Situasjon 1 (delkapittel 5.1.1, ytring S1.8 - S1.10):

Lise	Hva hadde skjedd om vi satt sammen de 2 trekantene?
Magnus	Da får vi en dobbelt så stor..trekant (spørrende tone).
Lise	Et rektangel?

Jeg var ute etter et visst svar, og spurte dermed et noe ledende spørsmål. På samme måte stilte jeg et ledende spørsmål under intervjuet med læreren (delkapittel 5.2.1, ytring IL.3): ”Synes du det er noen matematikkunnskaper elevene burde ha som de ikke har lært i matematikktimene? Det er vel kanskje litt med det her med cosinus og tangens?”. Slike tilfeller vil nok antagelig påvirke elevenes fremgangsmåter og bruk av matematiske tegn og symbol, samt lærerens svar i intervjuet. På denne måten vil det kunne påvirke studiens reliabilitet. Det er jeg som forsker som er måleinstrumentet, og dermed vil mine holdninger og meninger kunne ugjøre en trussel mot denne reliabiliteten. Allikevel vil jeg påstå at resultatene i studien er pålitelige med tanke på at jeg er grundig og ærlig i forskningen, og gjennom dokumentet skiller jeg mellom resultatene og tolkningene jeg har gjort.

Utvalget mitt bestod av tre elever valgt ut på bakgrunn av tillatelse til videofilming. Det kommer nok ganske klart frem at Steinar er mer fremtredende enn Jonas og Magnus både når det gjelder observasjonene og intervjuene. På denne måten ville det kanskje vært mer hensiktsmessig med et større utvalg, og samtidig heller intervjuet den enkelte elev istedenfor å ha gruppeintervju med dem. Videre er det kun Steinar sin besvarelse jeg har hatt tilgang til og kunne støttet meg til under analysene av dialogene fra observasjonene. Siden jeg ikke hadde Magnus og Jonas sine besvarelser har jeg vært nødt til å benytte min egen opplevelse av hva de mente dersom det trengtes til å fylle ut de epistemologiske trekantkjedene over situasjonen. Som nevnt i delkapittel 4.4.1 foregikk to av de ti skoletimene jeg observerte i matematikk-faget med matematikklæreren til elevene. På denne måten kan prosjektet ha blitt mer preget av matematikk enn det ellers ville ha blitt, da ved at elevenes fremgangsmåter kanskje i større grad er knyttet til teoretisk matematikk som matematikklæreren har presentert for dem. Det må da også sies at kun en av de syv situasjonene presentert i studien fant sted i denne matematikkfagøkten (det var Situasjon 7), men allikevel vil det være vanskelig å avgjøre hvorvidt matematikklæreren har påvirket elevenes fremgangsmåter i de andre situasjonene. Både den manglende tilgang til Jonas og Magnus sin skriftlige besvarelse, og det faktum at to av observasjonstimene fant sted i matematikktimen, er trusler mot den indre validiteten til studien. Selv om dette er faktorer jeg dessverre ikke kan styre over, mener jeg allikevel det er viktig å presisere dem slik at leseren er klar over disse. Når det gjelder studiens ytre validitet mener jeg resultatene i studien kan overføres til andre situasjoner ved at lærere kan kjenne seg igjen i mine grundige beskrivelser, og videre benytte seg av funnene for å utvikle sin egen matematikkundervisning for elever ved yrkesfaglige utdanningsprogrammer.

6.4 Vurdering av analyseverktøy benyttet i studien

Analyseverktøyet jeg bruker i studien baserer seg hovedsakelig på den epistemologiske trekanten til Steinbring (2005, 2006), aktivitetsteori med tilhørende begreper utviklet av Leont'ev (1979) og medierende verktøy som en del av den sosiokulturelle læringsteorien Säljö (2001) har beskrevet. Samtidig er tegn/symboler og overføring av kunnskaper mellom kontekster sentrale. Da jeg ikke lyktes i å finne lignende studier vil jeg ikke kunne ha andre resultater å sammenligne mot, og det samme gjelder analyseverktøyet. Allikevel mener jeg at analyseverktøyet har fungert godt i denne studien. Jeg mener jeg har fått belyst mine forskningsspørsmål ved hjelp av dette verktøyet, da det har hjulpet meg til å forstå hvordan elevene og læreren benytter seg av matematikk i programfaget.

Kapittel 7

Avslutning og perspektivering

I denne studien har jeg hatt fokus på matematikk i programfaget Tegning og bransjelære for det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk. Målet med studien har vært å synliggjøre matematikken som ligger til grunn for programfaget og vise hvordan denne brukes i kombinasjon med kunnskaper knyttet til programfaget. I forskningsperioden ble det arbeidet med et prosjekt i praksisrelatert matematikk for yrkesfaget. To av forskningsspørsmålene i studien går ut på hvilke matematiske ressurser læreren og elevene benytter i prosjektarbeidet, hvordan disse brukes og videre hvilke forbindelser mellom matematikk og programfag som kommer frem i elevenes arbeid med prosjektet. Det tredje forskningsspørsmålet handler om hvilken opplevelse elevene og læreren har av bruken av matematikk i programfaget. For å belyse mine forskningsspørsmål har jeg gjennomført en kvalitativ studie med metodene observasjon og intervju. Ved å ta utgangspunkt i et sosiokulturelt læringssyn har jeg med bruk av aktivitetsteori, semiotisk teori, samt teori om overføring av kunnskap, analysert det innsamlede datamaterialet. Matematikk og programfag betraktes her som to forskjellige aktivitetssystemer, og jeg har sett på elevenes og lærerens ytringer og handlinger i sammenheng med disse. Videre har jeg hatt fokus på medierende redskaper, både intellektuelle og fysiske, knyttet til matematikk og programfag. Spesielt har matematiske tegn og symboler vært sentrale, også i form av språk. Et analyseverktøy jeg har brukt for å analysere datamaterialet er en tilpasning av den epistemologiske trekanten til Steinbring (2005, 2006). Ved hjelp av dette verktøyet viser jeg hvordan elevene benytter kunnskaper knyttet til matematikk for å løse prosjektoppgavene. På denne måten har jeg forsøkt å identifisere områder hvor praksisen i programfaget overlapper med eller relaterer seg til matematikk.

Resultatene fra observasjonene viser at elevene og læreren benytter seg av en rekke matematiske ressurser i arbeidet med prosjektet gitt i programfaget. Hovedsakelig er det geometri i form av figurer og vinkler, arealberegninger, Pytagoras' teorem og de trigonometriske funksjonene som er fremtredende når det gjelder bruken av intellektuelle redskaper. Arbeidstegningene som er brukt i prosjektet er fysiske redskaper knyttet til programfaget, og disse inneholder flere matematiske tegn. Det er hovedsakelig tall og indekser i form av merking av deler i boligen med bokstaver. Samtidig benyttes symbolet *M* for modul og *LM* for løpemeter, som begge er situerte matematiske ressurser i programfagskonteksten. Nesten alle tegn og symboler som har blitt brukt av elevene og læreren har vært knyttet til måleenheter. I arbeidstegningene er ikke disse gitt, og ofte utelater elevene og læreren måleenheten på tall de sier. Det synes å være underforstått i kulturen tilhørende programfaget hvilke måleenheter det refereres til. Det som kjennetegner elevenes og lærerens bruk av matematiske ressurser i prosjektarbeidet er at de håndterer problemene i oppgavene på en målrettet og effektiv måte, og de benytter seg av det medierende redskapet kalkulatoren for å gjennomføre operasjoner som er nødvendige for å gjøre utregninger tilhørende disse. Matematikk begrunnes ikke; den anvendes kun som et redskap i prosjektarbeidet.

Videre viser resultatene av observasjonene nødvendigheten av at elevene behersker samspillet mellom matematikk og programfag, siden arbeidet avhenger av kunnskaper og redskaper knyttet til begge disse kontekstene. Elevene løser deloppgavene ved å trekke ut relevant informasjon fra arbeidstegningene og knytter den til matematiske tegn og symboler. Svaret gitt fra matematiske utregninger knytter de så opp til arbeidstegningen. Ved hjelp av epistemologiske trekantkjeder viser jeg denne overgangen fra referansekonteksten med prosjektoppgavene og arbeidstegningene til matematiske tegn og symboler, med andre ord viser kjeden overføringen av kunnskaper mellom matematikk og programfag. Den samlede kjeden fremstiller da broen mellom de to aktivitetssystemene matematikk og programfag, og med denne viser jeg på hvilken måte elevenes arbeid med prosjektet forbinder disse. Siden den første referansekonteksten knyttet til prosjektarbeidet egentlig er bolighuset på byggeplassen, vil arbeidet med prosjektet også berøre et tredje aktivitetssystem: byggebransjen. Det vil være nødvendig for elevene som fagpersoner å inneha kunnskaper fra alle tre kulturene.

Når det gjelder resultatene fra intervjuene med læreren og elevene reflekterer de deres opplevelse av bruken av matematikk i programfaget. Læreren sine ytringer indikerer at han opplever at matematikk har nytteverdi i programfaget fordi det er nødvendig for å gjennomføre handlinger knyttet til yrker som blant annet byggmesteryrket. Ressurser fra matematikk som læreren trakk frem som spesielt viktig at elevene behersker, er bruken av måleenheter, målestokk og de trigonometriske funksjonene. Det er altså nødvendig å beherske disse redskapene fra matematikk for å kunne gjennomføre operasjoner som kreves i programfaget og videre i yrkesbransjen. Jeg oppfatter det slik at lærerens opplevelse av bruken av matematikk i programfaget hovedsakelig består i å gjøre utregninger knyttet til problemer og oppgaver innen programfag- og yrkeskontekst. Resultatene fra intervjuet med elevene indikerer at de ser nytteverdien av matematikk i yrkesfaget gjennom bruken i programfagprosjektet. Det synes å ha grunn i at prosjektoppgavene er relatert til reelle arbeidstegninger som er tatt fra byggebransjen og dermed et mulig fremtidig yrke. Elevenes opplevelse av bruken av matematikk i programfaget fremstår som at det knytter seg til fysiske reelle ting, som blant annet bygningene som arbeidstegningene representerer. Bruken av matematikk ses på som knyttet til fysiske ting de kjenner fra hverdags- og yrkessammenhenger, og på denne måten settes det i en kjent kontekst som programfaget, en kontekst de kan bruke tilhørende redskaper for å mediere matematiske begreper.

Studien bidrar til innsikt i hvordan matematikk benyttes i programfaget Tegning og bransjelære. Jeg håper at disse resultatene vil føre til kunnskap om hvordan matematikk og programfag henger sammen, og at den økte innsikten kan medvirke til å se hvor det er naturlig å gjøre koblinger til programfaget i matematikkundervisningen. Andre matematikklærere kan benytte seg av funnene i denne studien for å utvikle sin egen undervisning for elever ved yrkesfaglige utdanningsprogrammer. Jeg mener at en matematikklærer som er bevisst på hvilken rolle matematikk har i programfag som elevene følger, vil kunne tilrettelegge undervisningen for dem i større grad. På denne måten kan matematikkundervisningen legges opp til å fremme elevenes læring med å relatere til programfaget, og dessuten knytte matematikken til deres fremtidige yrkesliv.

Resultatene fra studien viser kun bruken av matematikk i prosjektet knyttet til programfaget Tegning og bransjelære. En mulig fortsettelse av studien kunne vært å se på programfaget i sin helhet. Samtidig ville det vært interessant og sett på bruken av matematikk i det andre programfaget for Bygg- og anleggsteknikk, det vil si Produksjon. Det ville da gitt innblikk i hvordan en kan yrkesrette matematikk for dette utdanningsprogrammet. En mulig problemstilling kunne da vært følgende: *Hva kjennetegner bruken av matematikk i felles programfag for utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk?* Videre ville det vært interessant å studere på hvilken måte en kan tilrettelegge matematikkundervisningen ut fra disse resultatene knyttet til bruken av matematikk i felles programfag.

Referanseliste

Adams, R. A. (2006). *Calculus: a complete course* (6. utg.). Toronto, Ontario: Pearson Education Canada Inc.

Bolig-abc. (udatert). *Ord og uttrykk i byggesaker*. Hentet 3. mai 2012, fra http://boligabc.no/ordliste/

Carraher, D. & Schliemann, A. D. (2002). The transfer dilemma. *The Journal of the Learning Sciences, 11*(1), 1-24.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7. utg.). Abingdon, Oxon: Routledge.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 61,* 103-131.

Dysthe, O. (2001). Sosiokulturelle teoriperspektiv på kunnskap og læring. I O. Dysthe (Red.), *Dialog, samspel og læring* (s. 33-72). Oslo: Abstrakt forlag as.

Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work, 14*(1), 133-156.

Evans, J. (1999). Building bridges: Reflections on the problem of transfer of learning in mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 39*(1/3), 23-44.

Farrugia, M. T. (2007). The use of a semiotic model to interpret meanings for *multiplication* and *division.* I D. Pitta–Pantazi & G. Philippou (Red.), *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (s. 1200-1209). Larnaca, Cyprus: ERME. Hentet 29. april 2012, fra http://ermeweb.free.fr/CERME5b/

Kunnskapsdepartementet. (2008a). *Fagopplæring for fremtida*. NOU 2008:18. Oslo: Kunnskapsdepartementet.

Kunnskapsdepartementet. (2008b). *Utdanningslinja*. St.meld. nr. 44 (2008-2009). Oslo: Kunnskapsdepartementet.

Kunnskapsdepartementet. (2011). *Yrkesretting og relevans*. Hentet 8. mars 2012, fra http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/kampanjer/ny-giv/overgangsprosjektet/yrkesretting-og-relevans.html?id=667523

Kursbeskrivelser. (udatert). Hentet 2. mai 2012, fra http://vilbli.no/4daction/WA_Kursbeskrivelser?Niva=V&Return=WA_Kursbeskrivelser&TP=02.05.12&Kurs=V.BABAT1----

Lave, J. & Wenger, E. (2003). Situeret læring. I J. Lave & E. Wegner (Red.) (B. Nake, overs.), *Situeret læring - og andre tekster* (s. 13-103). København: Hans Reitzels Forlag A/S.

Leont'ev, A. N. (1979). The problem of activity in psychology. I J. W. Wertsch (Red.), *The concept of activity in Soviet psychology* (s. 37-71). New York: M. E. Sharpe.

MAXBO. (2012). *Produktkatalog*. Hentet 3. mai 2012, fra http://www.maxbo.no/Produktkatalog/Trelast/Utvendig-kledning/Dobbelfals-19x148-kl-1-ny-type/

Mertens, D. M. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (2. utg.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.

NESH – Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora. (2009). Hentet 20. april 2012, fra http://www.etikkom.no/no/Forskningsetikk/Etiske-retningslinjer/Samfunnsvitenskap-jus-og-humaniora/B-Hensyn-til-personer-5---19/

Nunes, T., Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics.* Cambridge: Cambridge University Press.

Nührenbörger, M. & Steinbring, H. (2009). Forms of mathematical interaction in different social settings: examples from students', teachers' and teacher-students' communication about mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education, 12*(2), 111-132.

Peirce, C. S. (1998). The essential Peirce. I *The Peirce Edition Project* (Red.)*,* (s. 4-26). Bloomington, IN: Indiana University Press.

Pozzi, S., Noss, R., & Hoyles, C. (1998). Tools in practice, mathematics in use. *Educational Studies in Mathematics*, *36*, 105-122.

Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner - researchers* (2. utg.). Oxford: Blackwell Publishing.

Rolfsen, C. N. (2006). *Bransjelære og tegning: Vg1 bygg- og anleggsteknikk*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Rønning, F. (2010). Tensions between an everyday solution and a school solution to a measuring problem. I V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Red*.), Proceedings of the Sixth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education.* January 28th - February 1st 2009, Lyon (France) (s. 1013-1022). Lyon: INRP. Hentet 29. april 2012, fra http://ife.ens-lyon.fr/editions/editions-electroniques/cerme6/working-group-6

Steinbring, H. (2005). *The construction of new mathematical knowledge in classroom interaction: An epistemological perspective*. New York, NY: Springer.

Steinbring, H. (2006). What makes a sign a mathematical sign? - An epistemological perspective on mathematical interaction. *Educational Studies in Mathematics, 61*, 133-162.

Store norske leksikon. (2011). *Semiotikk*. Hentet 5. mai 2012, fra http://snl.no/semiotikk

Säljö, R. (2001). *Læring i praksis. Et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: J. W. Cappelens forlag a.s.

Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i felles programfag i vg1 bygg- og anleggsteknikk*. Hentet 3. mai 2012, fra http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=0&gmi=16328&v=4

Utdanningsdirektoratet. (2010a). *Karakterstatistikk for videregående opplæring skoleåret 2009-2010.* Hentet 8. mars 2012, fra http://www.udir.no/Upload/Statistikk/Karakterer/Karakterstatistikk_vgo_2009_2010.pdf?epslangu

Utdanningsdirektoratet. (2010b). *Læreplan i matematikk fellesfag*. Hentet 3. mai 2012, fra http://www.udir.no/no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=0&lpk=MAT1-03

Utdanningsdirektoratet. (2011). *Tilbudsstrukturen i Kunnskapsløftet*. Hentet 3. mai 2012, fra http://www.udir.no/Upload/Rundskriv/2011/Udir-1-2011-Tilbudsstruktur.pdf

Utdanningsdirektoratet. (2012). *Grunnleggende ferdigheter for grunnskolen*. Hentet 8. mars 2012, fra http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=2

Venema, G. A. (2006). *The foundations of geometry* (1. utg.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Wedege, T. (2005). Matematik i arbejdet hvad er det for noget? *Nämnaren*, *32*(4), 8-11.

Williams, J. & Wake, G. (2002). *Understanding workplace practice with college mathematics: a chain of signs mediated by metaphor, discourse genres and models,* *linking two semiotic practices.* Hentet 21. mai 2012, fra http://www.lta.education.manchester.ac.uk/conferences/aera2004/

Williams, J. & Wake, G. (2007a). Black boxes in workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 64*, 317-343.

Williams, J. & Wake, G. (2007b). Metaphors and models in translation between college and workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 64,* 345-371.

Williams, J. S., Wake, G. D., & Boreham, N. C. (2001). School or college mathematics and workplace practice: An activity theory perspective. *Research in Mathematics Education*, *3*(1), 69-83.

Vedlegg 1: Samtykkeerklæring

Lise Wærstad Utvik
Telefonnummer: xx xx xx xx
E-post: lisewars@stud.ntnu.no

Trondheim, 6. februar 2012

Til foreldre/foresatte for elever på VG1 Bygg- og anleggsteknikk ved Solstad videregående skole

Anmodning om tillatelse til observasjon og intervju av elever i undervisningen.

Jeg er student på Lektorutdanning i realfag ved NTNU. Dette studieprogrammet har som mål å utdanne lærere som vil være i stand til å gi en god matematikkundervisning for elever i skolen, og det fokuserer på hva som er nødvendig kunnskap å ha når det gjelder undervisning og læring av matematikk. Jeg skal nå gjennomføre mitt masterprosjekt som handler om matematikk for det yrkesfaglige utdanningsprogrammet Bygg- og anleggsteknikk.

For å få så godt dokumentert datamateriale som mulig, har jeg i samråd med min veileder kommet til at det vil være ønskelig å gjøre videoopptak av undervisningssekvenser og intervjuer med elever. Derfor ber jeg om tillatelse fra dere til å kunne gjøre videoopptak av elever i programfagsundervisningen ved Solstad videregående skole. Det er snakk om noen timer over en periode på ett par uker. Forutsetningen for tillatelsen er at alt innsamlet materiale blir behandlet med respekt for de involverte og blir anonymisert, og at prosjektet ellers følger gjeldende retningslinjer for personvern. Det er naturligvis helt frivillig å delta og man kan til enhver tid trekke seg fra deltakelse uten å måtte oppgi noen grunn til det.

Observasjonene vil være basert på normale undervisningssituasjoner i klassen, og opptakene vil bli lagt til rette slik at de i minst mulig grad skal kunne påvirke elevenes læring. Intervjuene vil omhandle hvordan elevene bruker matematikk i sammenheng med programfagsundervisningen. Opptakene vil kun bli sett av meg, min veileder og eventuelt av andre masterstudenter i matematikk og deres veiledere ved universitetet. I materiale som skrives eller på annen måte presenteres for andre vil det ikke være mulig å spore tilbake til enkeltindivider ettersom involverte personer vil bli anonymisert. Etter at masteroppgaven er fullført, etter planen juni 2012, vil det innsamlede datamaterialet bli slettet.

Hvis noen vil vite mer om dette, eller hva det innsamlede materialet skal brukes til, så er det bare å ta kontakt med meg på telefon eller e-post (se øverst for detaljer). Min veileder er Frode Rønning ved NTNU, og han kan også kontaktes på frode.ronning@math.ntnu.no

Jeg håper dere synes dette er interessant og viktig, og at dere er villige til å la deres barn være med på det. Jeg ber foreldre/foresatte om å fylle ut svarslippen på neste side om hvorvidt dere gir eller ikke gir tillatelse til videoopptak der deres barn er med.

På forhånd takk!

Vennlig hilsen

Lise Wærstad Utvik

SVARSLIPP

Jeg/vi gir/gir ikke (stryk det som ikke passer) tillatelse til at det kan bli foretatt videoopptak i programfagsundervisning og intervjuer der ____ (elevens fornavn og etternavn) er med.

Jeg/vi har snakket med vårt barn om dette, og hun/han har også gitt sitt samtykke.

____
(Sted og dato)

____
(underskrift fra foresatte/foreldre)

Vennligst returner svarslippen til lærer så snart som mulig.

Vedlegg 2: Prosjektoppgaven

Miniprosjekt i praksisrelatert matematikk
for bruk i yrkesfag for bygg- og anleggsteknikk

Oppgave 1

Ta for dere tegningene fra "Solstad prosjekter". Benytt fasade-, snitt- og plantegninger til å finne ut av følgende:

A Hvor mange kvadratmeter vegg har nord-, øst-, vest- og sørside på eneboligen?

B Regn ut hvor høyt det er fra topp toppsvill til topp møne.

C Hvor høyt blir det fra etasjeskilleren og opp under høyeste punkt i himlingen?

D Hvor mange kvadratmeter vindu og dør går bort i hver av fasadene?

E Finn ut hvor mange LM med (19x148)mm dobbelfals utvendig kledning som går med på hver av fasadesidene. (Her kan dere se på panel som jeg legger ut i klasserommet).

F Regn ut grunnflaten på boligen.

G Finn så ut hvor mange kvadratmeter ytterveggtykkelsen "stjeler" av grunnflata på bygget.

H Diagonallengden i bygget er oppgitt. Dere skal nå vise hvordan dere kan komme fram til denne ved regning. Beskriv metoden dere benytter.
Er det flere måter å beregne dette på?

I Hvilken form har bygningskroppen?

J Se bort fra trapp og innervegger i plan 1. Beregn hvor mange kubikkmeter luft plan 1 rommer.

K Prøv å regne ut hvor lang overgurten i saksetakstolen er. (Vanskelig)

L Lastene på taket (egenlast/snølast). Diskuter og kom fram til en enighet om hvordan disse fordeles i bygget.

M Skorsteinen skal stikke 80 cm over møne. Hvor lang blir da den totale høyden på pipa da den starter på gulvplan i plan 1?

Vedlegg 3: Arbeidstegningene tilhørende prosjektoppgaven

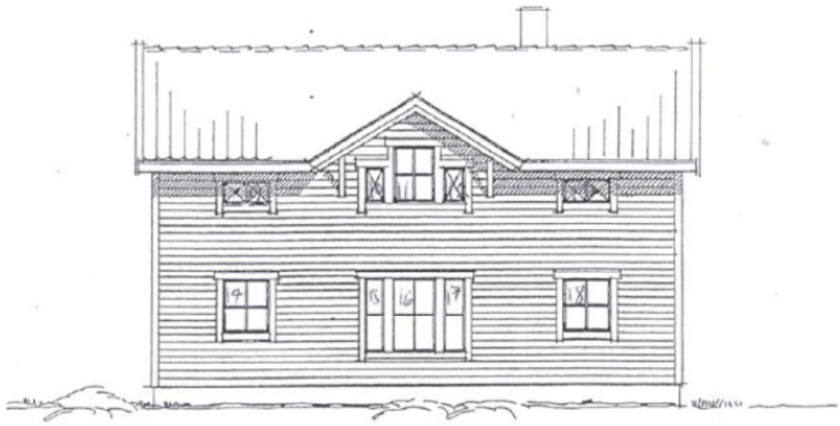
Arbeidstegning 1

FASADE MOT ØST

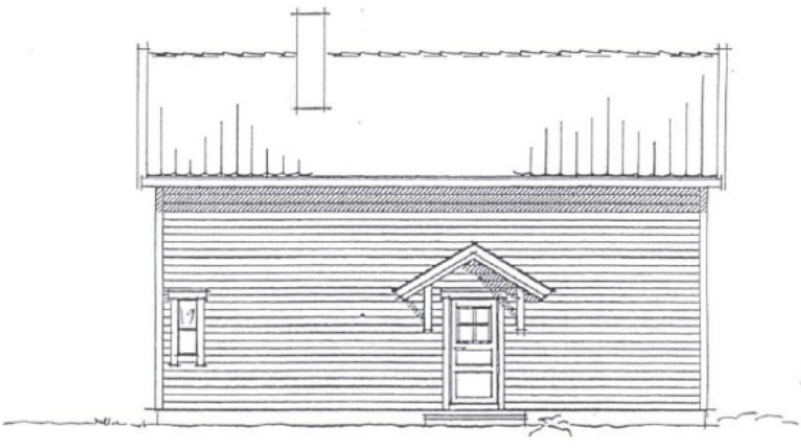
FASADE MOT VEST

Arbeidstegning 2

2



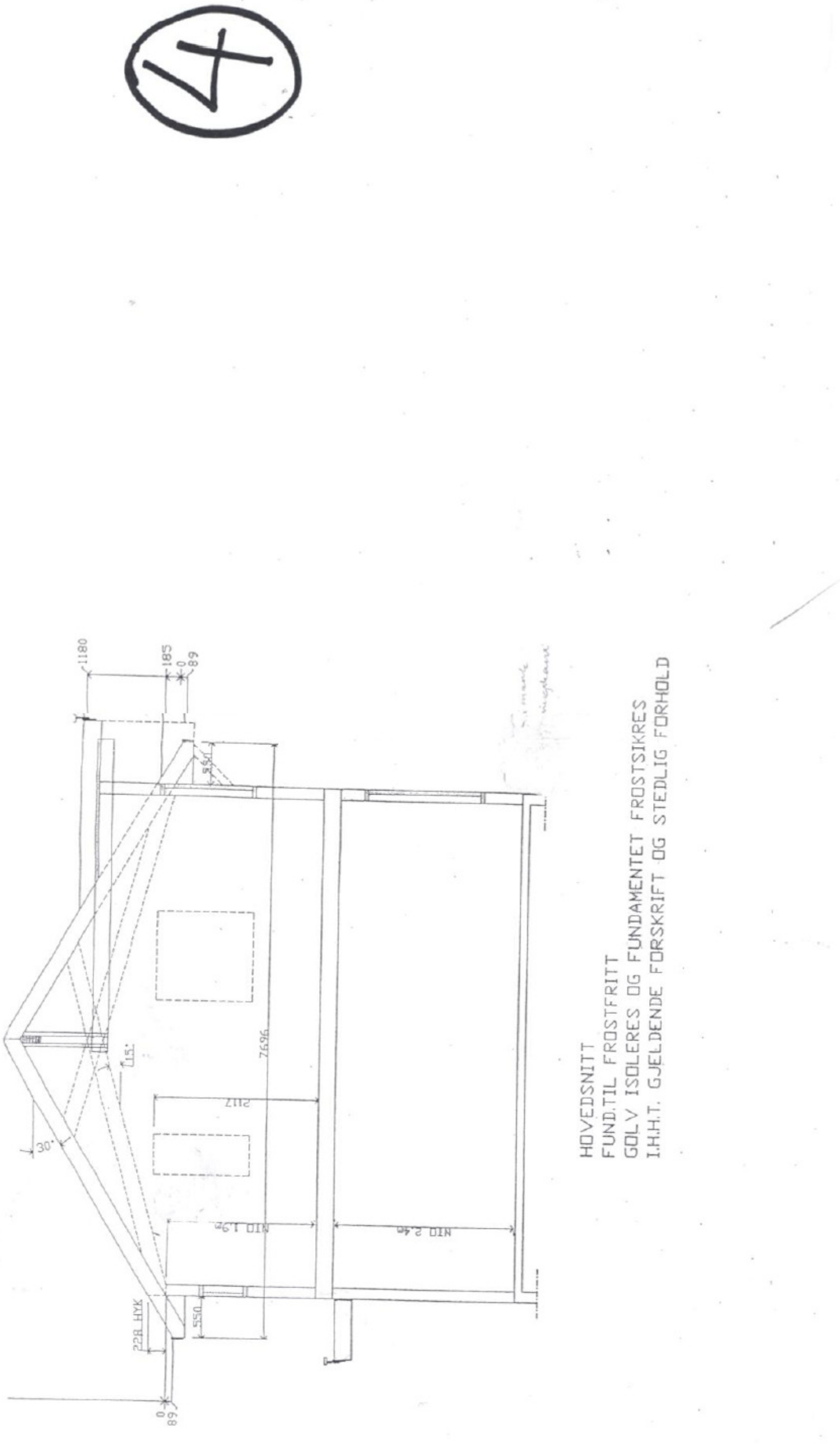
FASADE MOT NORD



FASADE MOT SØR

Arbeidstegning 3

Arbeidstegning 4



Arbeidstegning 5

5

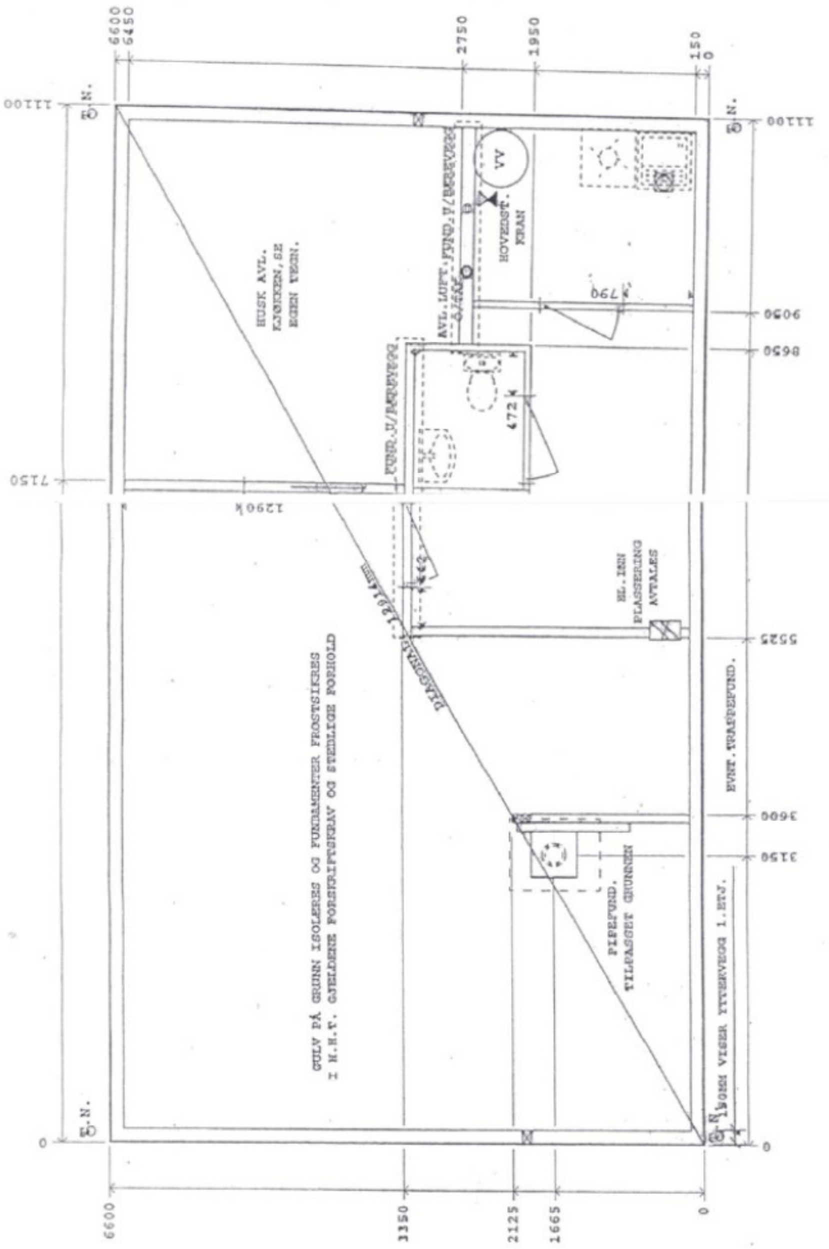


PLATE PÅ MARK

Arbeidstegning 6

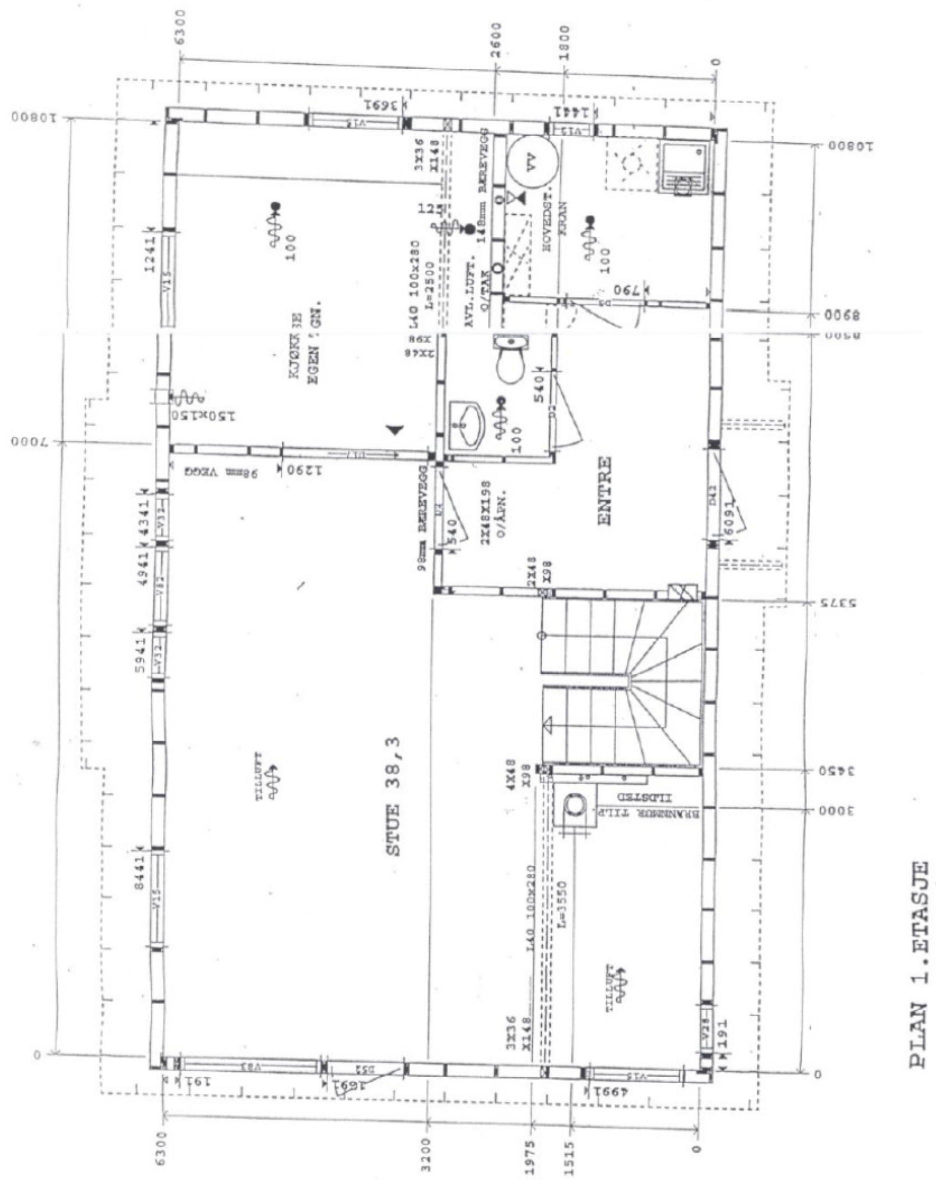
6

Dører i 1.etj.

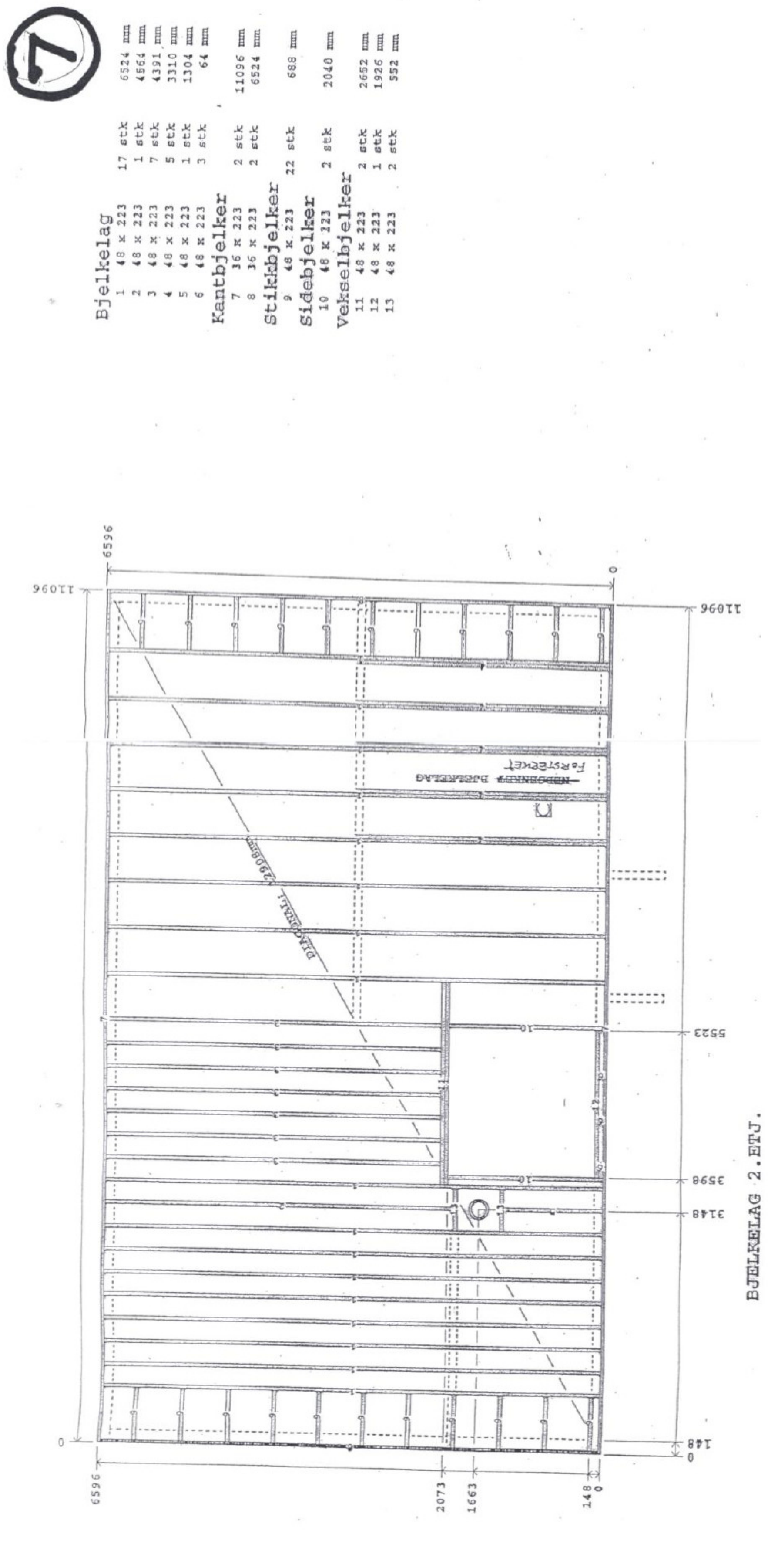
Nr	Stk	Beskrivelse
D2	2	9x21 H spalte
D5	1	9X21 V spalte
D17	1	17x21 skyved.
D42	1	10x21 H
D52	1	9x21 H

Vinduer i 1.etj.

Nr	Stk	Beskrivelse
V12	1	5x12
V15	4	11x12
V28	1	5x12 F
V32	2	5x16 F
V82	1	9x16 F
V83	1	14 x16 F



Arbeidstegning 7



Arbeidstegning 8

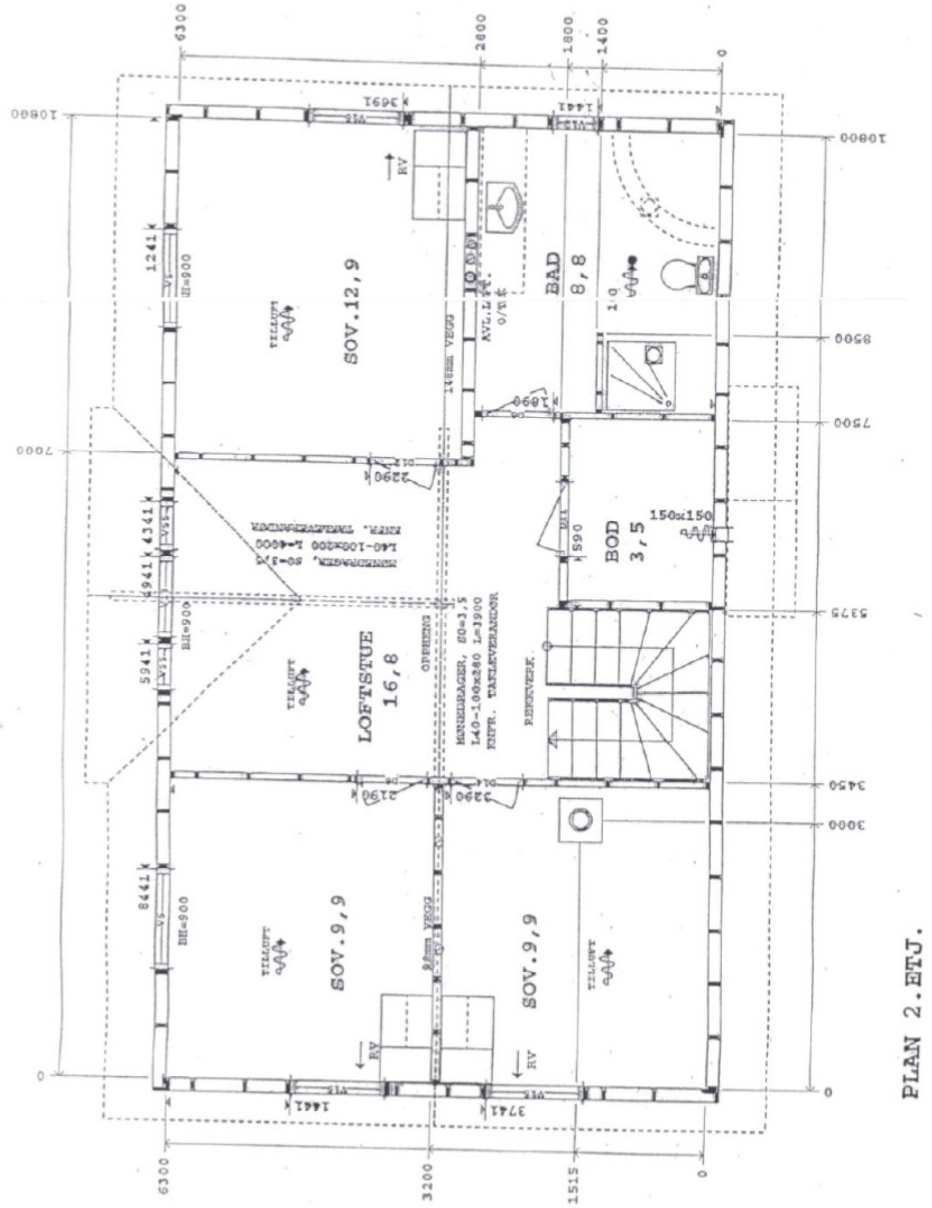
8

Dører i 2.etj.

Nr	Stk	Beskrivelse
D8	2	8x21 H spalte
D11	1	8x21 V
D12	1	8x21 V spalte
D14	1	8x20 V spalte

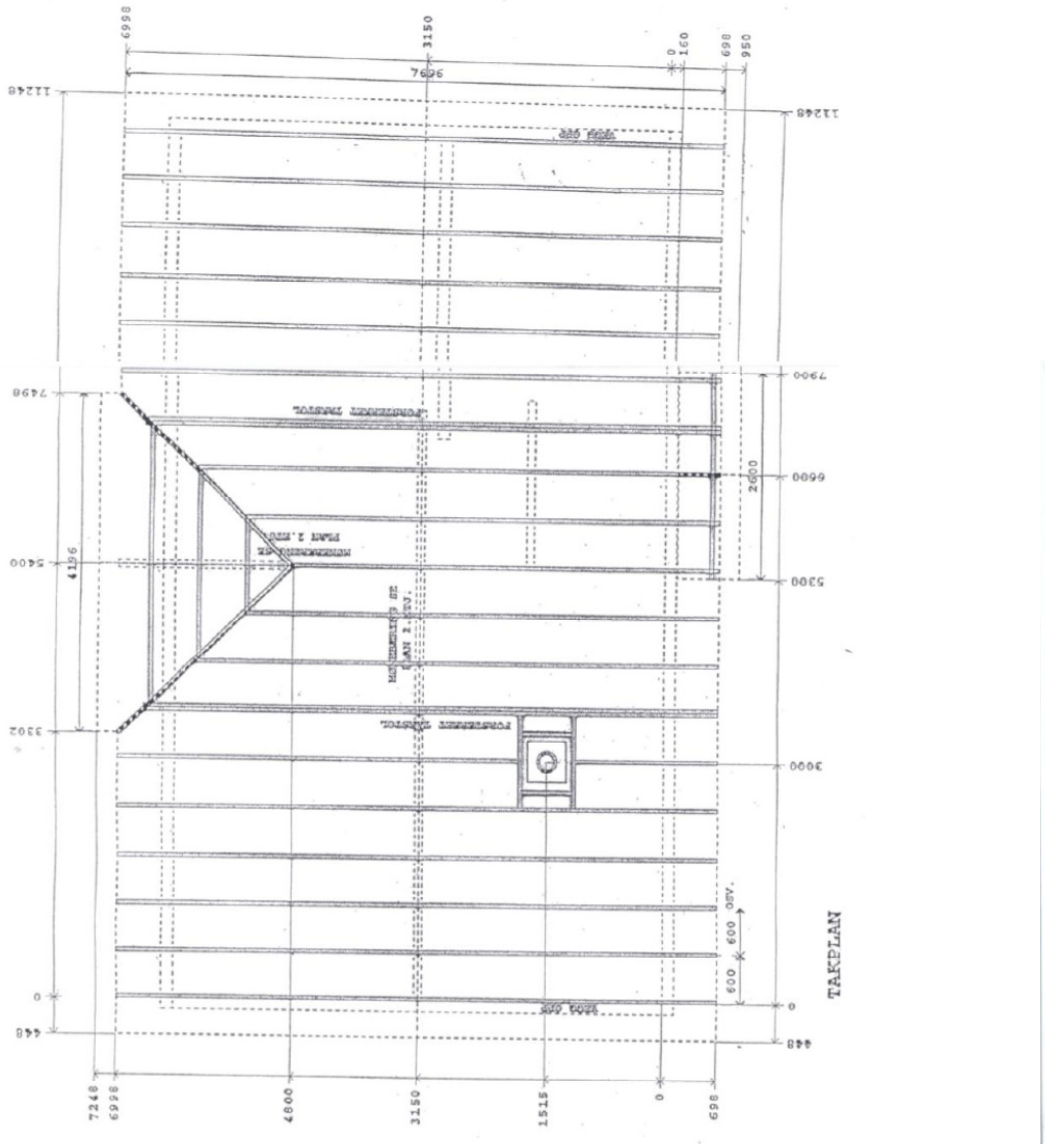
Vinduer i 2.etj.

Nr	Stk	Beskrivelse
V5	2	11x6
V12	1	5x12
V13	1	9x12
V15	3	11x12
V55	2	5x8

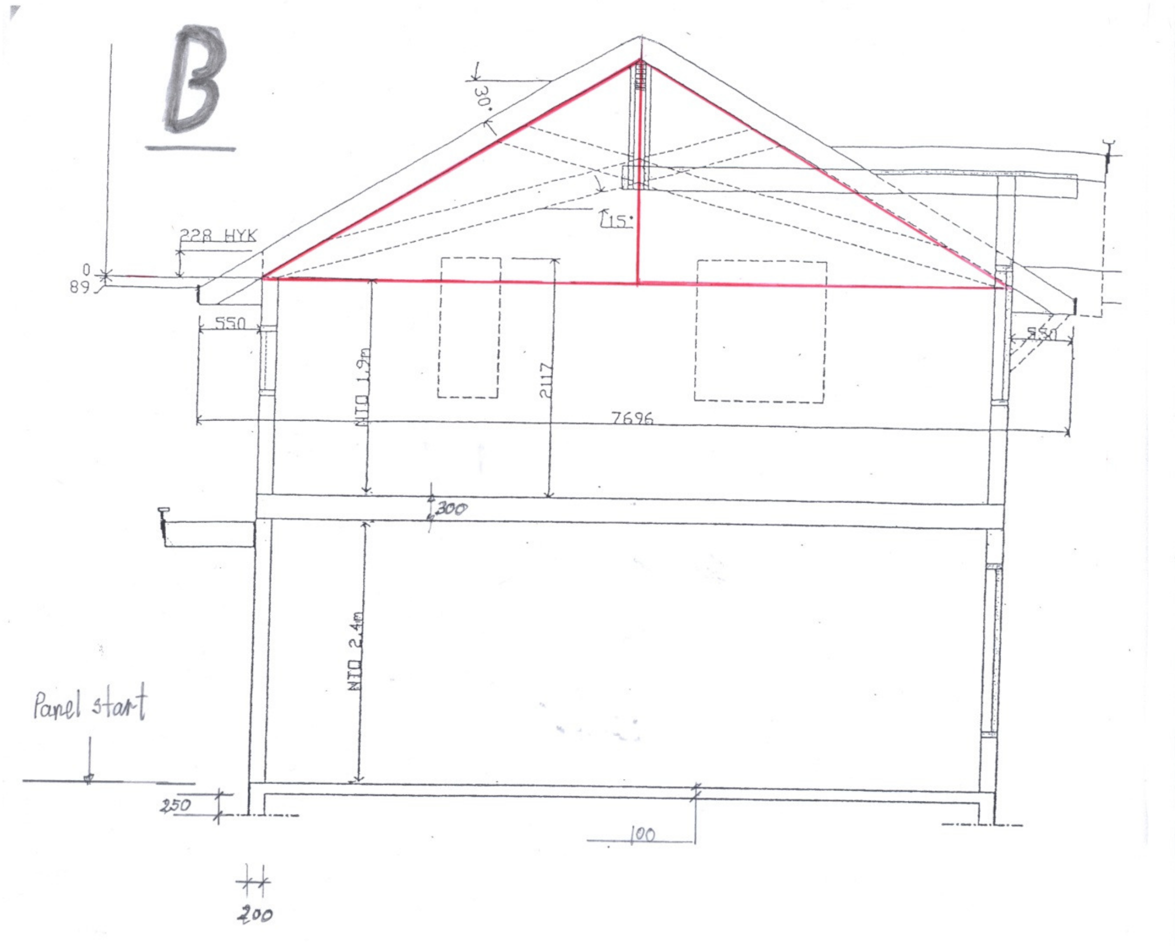


Arbeidstegning 9

9



Hjelpetegningen



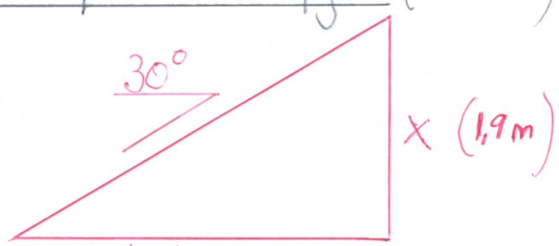
Vi vil finne ut m² veggflate på kort vegg ! (TREVERK)

Panel start	=	0
+ Netto romhøyde	=	2,4 m
+ Etasjeskiller	=	0,3 m
+ Netto topp toppsvill	=	1,9 m
= Høyde toppsvill		4,6 m

4.6m × 6.6m (bredde hus) = 30,36 m²

+ Gavl (rød)

= m² veggflate (Øst) = m²



Halv husbredde (3,3m) $\frac{6,6}{2}$

Utregning:

3,3m · tan 30 = 1,9m

Areal △ = $\boxed{\frac{\text{Grfl} \times \text{høyde}}{2}}$

Vedlegg 4: Utregninger til deloppgave A, B, D, E, G, H og K i prosjektet

Deloppgave A

Sørvegg
Aktuelle mål er hentet fra arbeidstegning 5 og hjelpetegningen.
Lengde: 11100 mm = 11,1 m
Høyde: 2,4 m (første etasje) + 1,9 m (andre etasje) + 0,3 m (etasjeskiller) = 4,6 m
Areal sørvegg: 11,1 m · 4,6 m = 51,06 m^2

Nordvegg
Ser på arealet av veggen som bestående av arealet til ett rektangel og arealet til en trekant.
Areal rektangel er lik areal på sørvegg, det vil si 51,06 m^2
Lengde til grunnlinje i trekant: 4196 mm = 4,196 m (Mål hentet fra arbeidstegning 9)
Høyde trekant: 3,3 m · tan(15) = 0,884 m (Mål hentet fra arbeidstegning 4)
Areal trekant: 0,5 · 4,196 m · 0,884 m = 1,855 m^2
Areal nordvegg: 51,06 m^2 + 1,855 m^2 = 52,92 m^2

Vestvegg
Aktuelle mål er hentet fra arbeidstegning 5 og hjelpetegningen.
Ser på arealet av veggen som bestående av arealet til ett rektangel og arealet til en trekant.
Bredde rektangel: 6600 mm = 6,6 m
Høyde rektangel er lik høyde til sørvegg, altså 4,6 m
Areal rektangel: 6,6 m · 4,6 m = 30,36 m^2
Høyde trekant: 3,3 m · tan(30) = 1,905 m
Lengde til grunnlinje i trekant er lik husbredde, altså 6,6 m
Areal trekant: 0,5 · 6,6 m · 1,905 m = 6,286 m^2
Areal vestvegg: 30,36 m^2 + 6,286 m^2 = 36,65 m^2

Østvegg
Areal østvegg er lik areal vestvegg, altså 36,65 m^2

Deloppgave B

Høyde fra topp toppsvill til underkant møne
Skisserer trekant slik som gitt i Figur 5 i delkapittel 3.3.2.
Høyden til denne er lik: 3,3 m · tan(30) = 1,905 m

Høyde fra underkant møne til topp møne
Skisserer trekant *A* slik som gitt i Figur 9 i samme delkapittel.
Den lengste kateten i denne er 0,3 m (bredde på takbjelke oppgitt av læreren)
For å finne hypotenusen, det vil si svaret, kan man bruke den trigonometriske funksjonen cosinus.
Hypotenusen = $\frac{0,3\ m}{\cos(30)}$ = 0,346 m

Høyde fra topp toppsvill til topp møne blir da: 1,905 m + 0,346 m = 2,251 m

Deloppgave D

Mål for første etasje er hentet fra arbeidstegning 6 og mål for andre etasje er hentet fra arbeidstegning 8. Disse målene står i modul, M, og regnes om til meter: $1M = 100$ mm = 0,1 m. I parentes er vindu- eller dørnummer oppgitt.

Sørvegg
1. etasje
  Areal dører: 1,0 m · 2,1 m (D42) = 2,1m^2
  Areal vinduer: 0,5 m · 1,2 m (V28) = 0,6 m^2
2. etasje
  Areal dører: 0
  Areal vinduer: 0
Totalt areal dører og vinduer for begge etasjene på sørveggen: 2,1 m^2 + 0,6 m^2 = 2,70 m^2

Nordvegg
1. etasje
  Areal dører: 0
  Areal vinduer: 2 · 1,1 m · 1,2 m (V15) + 2 · 0,5 m · 1,6 m (V32) + 0,9 m · 1,6 m (V82) = 5,68 m^2
2. etasje
  Areal dører: 0
  Areal vinduer: 2 · 1,1 m · 0,6 m (V5) + 2 · 0,5 m · 0,8 m (V55) + 0,9 m · 1,2 m (V13) = 3,2 m^2
Totalt areal dører og vinduer for begge etasjene på nordveggen: 5,68 m^2 + 3,2 m^2 = 8,88 m^2

Vestvegg
1. etasje
  Areal dører: 0,9 m · 2,1 m (D52) = 1,89 m^2
  Areal vinduer: 1,1 m · 1,2 m (V15) + 1,4 m · 1,6 m (V83) = 3,56 m^2
2. etasje
  Areal dører: 0
  Areal vinduer: 2 · 1,1 m · 1,2 m (V15) = 2,64 m^2
Totalt areal dører og vinduer for begge etasjene på vestveggen: 1,89 m^2 + 3,56 m^2 + 2,64 m^2 = 8,09 m^2

Østvegg
1. etasje
  Areal dører: 0
  Areal vinduer: 0,5 m · 1,2 m (V12) + 1,1 m · 1,2 m (V15) = 1,92 m^2
2. etasje
  Areal dører: 0
  Areal vinduer: 0,5 m · 1,2 m (V12) + 1,1 m · 1,2 m (V15) = 1,92 m^2
Totalt areal dører og vinduer for begge etasjene på østveggen: 1,92 m^2 + 1,92 m^2 = 3,84 m^2

Deloppgave E

Målte overlappet mellom to panel med linjal. De overlapper hverandre med 18 millimeter, det vil si 0,018 meter. Panelets størrelse er 19 mm · 148 mm, det vil si 19 mm tykt og 148 mm bred. Panelets bredde er altså 0,148 m. Bredde panel uten overlapp: 0,148 m - 0,018 m = 0,13 m. Lengden på panelet er ikke oppgitt. Regner dermed ut hvor mange panel med lengde en meter som går på en kvadratmeter.

Antall løpemeter panel på en kvadratmeter er det samme som antall meter panel på en kvadratmeter: $\frac{1\,m^2}{0{,}13\,m}$ = 7,69 m. Altså går det ca 7,7 løpemeter panel på en kvadratmeter.

Fra deloppgave A vet jeg arealet til hver av de fire sidene på boligen. Fra deloppgave D vet jeg hvor mye areal vinduene og dørene på hver av disse sidene utgjør. Siden det kun er veggflaten som skal dekkes med panel, trekker jeg fra arealet til dørene og vinduene av det totale arealet:
Sørvegg: 51,06 m^2 - 2,70 m^2 = 48,36 m^2
Nordvegg: 52,92 m^2 – 8,88 m^2 = 44,04 m^2
Vestvegg: 36,65 m^2 - 8,09 m^2 = 28,56 m^2
Østvegg: 36,65 m^2 - 3,84 m^2 = 32,81 m^2

Sørvegg
Antall løpemeter panel på veggen er lik antall meter panel på veggen: $\frac{48{,}36\,m^2}{0{,}13\,m}$ = $\underline{\underline{372{,}00\text{ m}}}$

Nordvegg
Antall løpemeter panel på veggen er lik antall meter panel på veggen: $\frac{44{,}04\,m^2}{0{,}13\,m}$ = $\underline{\underline{338{,}77\text{ m}}}$

Vestvegg
Antall løpemeter panel på veggen er lik antall meter panel på veggen: $\frac{28{,}56\,m^2}{0{,}13\,m}$ = $\underline{\underline{219{,}69\text{ m}}}$

Østvegg
Antall løpemeter panel på veggen er lik antall meter panel på veggen: $\frac{32{,}81\,m^2}{0{,}13\,m}$ = $\underline{\underline{252{,}38\text{ m}}}$

Deloppgave G

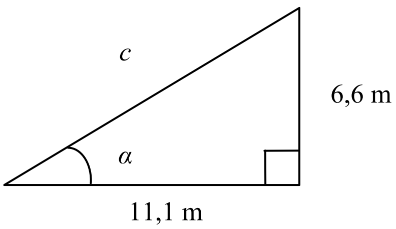
Mål er hentet fra arbeidstegning 5 og 6.
Boligens bredde er 6,6 meter og dens lengde er 11,1 meter. Ytterveggtykkelsen er 0,15 m.

Fremgangsmåte 1
Grunnflaten på boligen: 6,6 m · 11,1 m = 73,26 m^2
Areal på grunnflaten uten ytterveggene: 6,3 m · 10,8 m = 68,04 m^2
Ytterveggenes areal: 73,26 m^2 - 68,04 m^2 = $\underline{\underline{5{,}22\text{ m}^2}}$

Fremgangsmåte 2
Ytterveggens areal: 2 · 0,15 m ·11,1 m (langveggene) + 2 · 0,15 m · 6,3 m (kortveggene) = $\underline{\underline{5{,}22\text{ m}^2}}$

Deloppgave H

Diagonallengden er oppgitt i arbeidstegning 5 som 12914 mm. Tegningen skiller rektangelet som boligen former i to rettvinklede kongruente trekanter. De to katetene i disse trekantene måler 11100 mm og 6600 mm, altså 11,1 m og 6,6 m. Får da følgende trekant:



Fremgangsmåte 1
Bruker Pytagoras' teorem for å finne diagonalen *c*:
$(11{,}1\text{ m})^2 + (6{,}6\text{ m})^2 = 166{,}77\text{ m}^2 = c^2$
$c = \sqrt{166{,}77\text{m}^2} = 12{,}914\text{ m} = \underline{\underline{12914\text{ mm}}}$

Fremgangsmåte 2
Bruker inversfunksjonen til tangens for å finne vinkelen *α*:
$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{6{,}6\text{ m}}{11{,}1\text{ m}}\right) = 30{,}735$
Bruker så cosinus funksjonen for å finne diagonalen *c*:
$c = \frac{11{,}1\text{m}}{\cos(30{,}735)} = 12{,}914\text{ m} = \underline{\underline{12914\text{ mm}}}$

Deloppgave K

Mål er hentet fra arbeidstegning 4. Tar utgangspunkt i trekanten gitt i Figur 14 fra delkapittel 3.3.7.
Lengde på grunnlinjen i denne trekanten er lik: 3,3 m (halve husbredde) + 0,55 m (utstikket) = 3,85 m
Vinkelen *α* til trekanten i figuren er 30 grader. Kan da benytte cosinusfunksjonen for å finne hypotenusen:
$\text{hypotenusen} = \frac{3{,}85\text{ m}}{\cos(30)} = \underline{\underline{4{,}446\text{ m}}}$
Lengden på overgurten er lik lengden på hypotenusen. Lengden på overgurten er da lik 4,446 m.

Vedlegg 5: Intervjuguide elever

Intervjuguide: Første intervju med elevene

Informasjon
Denne våren holder jeg på å skrive masteroppgave om hvordan matematikk brukes i undervisningen i programfaget Tegning og bransjelære. I den forbindelse ønsker jeg å stille dere noen spørsmål. Det er deres oppriktige svar jeg ønsker, så si det som måtte falle dere inn. Jeg ønsker å bruke videoopptak, er det greit for dere? Det er kun jeg og eventuelt min veileder som kommer til å se på det i ettertid. Intervjuet er anonymt, og jeg kommer ikke til å bruke navnene deres i oppgaven min.

Spørsmål
Først ønsker jeg å stille noen spørsmål som handler om deres forventninger og forhold til utdanningsprogrammet og matematikkfaget.

- Hvorfor valgte dere Bygg- og anleggsteknikk?
- Hvilke forventninger hadde dere til utdanningsprogrammet før dere begynte?
    - Hvordan ble forventningene innfridd / ikke innfridd?
- Hvilket forhold har dere til matematikk?
    - Har det alltid vært sånn?
    - Hvordan var det på ungdomsskolen?
    - Har dere noen tanker om hvorfor dere liker / ikke liker matematikk?
- Hvilke forventninger hadde dere til matematikkfaget på utdanningsprogrammet før dere begynte?
    - Hvordan ble forventningene innfridd / ikke innfridd?

Nå tenkte jeg å stille noen spørsmål om undervisningen i programfaget denne uka.
- Syns dere selv at dere brukte matematikk i disse timene?
    - Kan dere fortelle litt om det?
    - Hva brukte dere?
    - Hvordan ble matematikken brukt?

Til slutt vil jeg gjerne stille noen spørsmål om bruken av matematikk både på videregående og på ungdomsskolen.

- Er det noen forskjell i hvordan dere bruker matematikk i programfaget og hvordan dere bruker det i matematikktimene?
- Det dere gjør i matematikktimene; minner noe av det dere om noe dere gjør i dette programfaget?
    - Er matematikkpensum knyttet til reelle problemer dere støter på i programfaget? Hvordan? Hvis ikke, hvordan kunne det blitt gjort?
- Er det noen forskjell i hvordan dere bruker matematikk nå på videregående mot hvordan dere brukte matematikk på ungdomsskolen? Både når det gjelder matematikktimene / programfagtimene.

Avslutning
Da har jeg spurt om det jeg lurte på. Er det noe annet dere kunne tenkt dere å si?

Om dere ønsker det, så kan jeg sende dere intervjuet på e-post etter jeg har skrevet det på PC-en min. Dette er for at dere skal ha anledning til å stryke utsagn dere ikke vil jeg skal bruke i oppgaven min. I oppgaven kommer jeg ikke til å benytte navnene deres, så alt er anonymt.

Tusen takk for at dere stilte opp på intervjuet i dag, så ses vi torsdag etter vinterferien!

Intervjuguide: Andre intervju med elevene

Informasjon

Som jeg sa sist intervju, holder jeg på å skrive masteroppgave om hvordan matematikk brukes i undervisningen i programfaget Tegning og bransjelære. Det er deres oppriktige mening og tanker jeg ønsker, så si det som måtte falle deg inn. I likhet med sist intervju ønsker jeg å bruke videoopptak, er det fortsatt greit for dere? Det er kun jeg og eventulet min veileder som kommer til å se på det. Husk at dette intervjuet er anonymt, og navnene deres kommer ikke til å bli brukt.

Spørsmål

- Når jeg sier matematikk, hva tenker dere da? Hva er det?
- Hva vil dere si matematikk i matematikkfaget er? Hva handler det om?
- Hva vil dere si matematikk i programfaget Tegning og bransjelære er?
    - Hva handler det om?
    - Når du bruker matematikk i programfaget føles det slik som når du bruker matematikk i matematikktimene?
- Er det noen forskjell i hvordan dere bruker matematikk i programfaget og hvordan dere bruker det i matematikktimene?
- Handler matematikk for dere mer om å forstå enn å huske det?
- Hvordan lærer dere matematikk?

Nå ønsker jeg å stille noen spørsmål om undervisningen i programfaget denne uka.

- Syns dere selv at dere brukte matematikk i disse timene?
    - Kan dere fortelle litt om det?
    - Hva brukte dere?
    - Hvordan ble matematikken brukt?
    - Hvordan argumenterer dere for at utregningene dere gjør er riktig?
- Hvordan tenkte du da du løste denne oppgaven?

Nå tenkte jeg å stille noen spørsmål som handler om matematikkens rolle i deres fremtid.

- Hvilke planer har dere for neste år?
    - Dette året kommer dere ikke til å ha matematikkundervisning, hva tenker dere om det?
    - Hvilken rolle tror dere matematikk vil komme til å ha neste år?
- Har dere tenkt på fremtidig yrke?
    - Hvilke tanker har dere om matematikkens rolle for det dere utdanner dere til?
    - Tror dere matematikk vil være viktig og relevant for dere i deres fremtidige yrke? Hvorfor?

Avslutning
Da har jeg spurt om det jeg lurte på. Er det noe annet dere kunne tenkt dere å si?

Om dere ønsker det, så kan jeg sende dere intervjuet på e-post etter jeg har skrevet det på PC-en min. Dette er for at dere skal ha anledning til å stryke utsagn dere ikke vil jeg skal bruke i oppgaven min. I oppgaven kommer jeg ikke til å benytte navnene deres, så alt er anonymt. Tusen takk for at dere har stilt opp på intervjuene, det har vært til stor hjelp for meg!

Vedlegg 6: Intervjuguide lærer

Spørsmål

- Fortell litt om miniprosjektet dere har hatt.
    - Hensikt/mål?
    - Hvordan synes du det har det gått?
- Hva legger du i den grunnleggende ferdigheten å regne i programfaget?
- Hvordan brukes denne grunnleggende ferdigheten i undervisningen av programfaget?
- Kan du fortelle om matematikkens rolle i programfaget?
- Hvordan blir kompetanser fra matematikkfaget brukt og kommer til nytte i opplæringen i programfaget?
- Hvilken kunnskap og forståelse for matematikk kreves av elevene i programfaget?
    - Begrepskunnskap/prosedyrekunnskap?
- Hva faller vanskelig for elevene når det gjelder matematikk i programfaget?
    - Hva tar elevene lett?
- Noen matematikkunnskaper elevene burde inneha som de ikke lærer i matematikktimene?
- Når det gjelder beskrivelse av den grunnleggende ferdigheten å regne i de felles programfagene vil du si den er dekkende?
    - Noe du ville fjernet? Lagt til?
- Har du erfaring fra undervisning i matematikk?
    - Er det/ville det vært en fordel?
- Hvilke likheter og forskjeller tror du det er i bruken av matematikk i matematikkfaget og programfaget?
    - Motiv/mål?
    - Betingelser?
    - Fremgangsmåter/løsningsstrategier?
    - Aktiviteter?
- Hvilket potensial ser du for kobling mellom matematikkfaget og programfaget?

Avslutning

Da har jeg spurt om det jeg lurte på. Er det noe annet du kunne tenkt deg å si?

Om du ønsker det, så kan jeg sende deg transkripsjonen av intervjuet på e-post, sånn at du får anledning til å stryke utsagn du ikke vil at jeg skal bruke i oppgaven min.