



MALMÖ HÖGSKOLA
FAKULTETEN FÖR
LÄRANDE OCH SAMHÄLLE

Natur, miljö, samhälle

Examensarbete i fördjupningsämnet Teknik
15 högskolepoäng, avancerad nivå

Teknikämnet –

**Samverkan med matematik och fysik på
gymnasiet**

*Technology – Collaboration with mathematics and physics in upper
secondary school*

Marina Andersson

Kompletterande pedagogisk utbildning, 90
högskolepoäng
Slutseminarium: 2017-01-12

Examinator: Leif Karlsson
Handledare: Per Schubert

Sammanfattning

Ämnet teknik har många relationer med matematik och naturvetenskapliga ämnen, speciellt då med fysik. Syftet med denna studie är att kartlägga vilka krav och förutsättningar som finns för samverkan mellan ämnena teknik och matematik/fysik på gymnasiet. Frågeställningarna handlar därför om vilka krav och förutsättningar som styrdokumentet ger för samverkan mellan teknik och matematik/fysik och inom vilka teknikområden som det finns behov och möjligheter till samverkan med matematik/fysik. Studien baseras bl.a. på teorier om hur läroplaner formuleras, transformeras och realiserar samt vilka faktorer som påverkar hur intentionerna i läroplanen faktiskt kan realiserar. För att undersöka frågeställningarna används tre olika metoder: analys av styrdokument, analys av läroböcker och intervjuer med tekniklärare. Analysen visar att det finns stora krav på både rektorer och lärare att det ska ske samverkan mellan olika ämnen, kraven formuleras speciellt tydligt i matematikämnet. Hur detta ska göras lämnas till stora delar till de lokala aktörerna. Studien visar också att det finns många beröringspunkter mellan de tre ämnena, både vad gäller hur baskunskaper i matematik används i teknik och fysik och vad gäller större undervisningsområden i teknik och fysik. Möjligheterna till samverkan påverkas av ett antal ramfaktorer som t.ex. kursplanering, organisation, personliga kontakter och lärarnas erfarenhet och kunskap. Det finns ett behov av mer forskning kring hur teknik-, matematik- och fysikämnen kan stödja varandra och ge sammanhang.

Nyckelord: fysik, gymnasiet, infärgning, integration, matematik, naturvetenskap, samverkan, STEM, teknik, teknikprogrammet.

Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	5
2.	Syfte och frågeställningar.....	7
3.	Teoretiska perspektiv.....	8
3.1	Centrala begrepp.....	8
3.2	Läroplansteorier.....	9
4.	Tidigare forskning.....	11
4.1	Teknikämnet och relationen till matematik och fysik.....	11
4.2	Om litteratursökningen.....	11
4.3	Om STEM.....	11
4.4	Samverkan från lärarnas synvinkel.....	13
4.5	Betydelsen av samverkan för elevers lärande.....	14
5.	Metod.....	17
5.1	Begränsningar.....	17
5.2	Allmänt om metoderna.....	17
5.3	Innehållsanalys.....	17
5.3.1	Innehållsanalys av styrdokument.....	18
5.3.2	Innehållsanalys av läroböcker.....	19
5.4	Intervjuer med tekniklärare.....	19
5.5	Forskningsetik.....	20
5.6	Reliabilitet, validitet och trovärdighet.....	20
6.	Resultat.....	22
6.1	Granskning av styrdokument.....	22
6.2	Granskning av läroböcker.....	25
6.3	Intervjuresultat.....	27
7.	Analys.....	30
7.1	Styrdokument.....	30
7.2	Läroböcker.....	30
7.3	Intervjuer.....	31
7.4	Helheten.....	32
8.	Slutsatser och diskussion.....	33
8.1	Slutsatser.....	33
8.2	Koppling mellan teknik, matematik och fysik.....	33
8.3	Lärarnas roll.....	34
8.4	Lärdomar för min yrkesroll.....	35

8.5	Metoddiskussion	35
8.6	Förslag till framtida forskning	36
	Referenser	37
	Bilaga 1	41
	Bilaga 2	42
	Bilaga 3	43
	Bilaga 4	44
	Bilaga 5	46
	Bilaga 6	47
	Bilaga 7	50
	Bilaga 8	53
	Bilaga 9	55

1. Inledning

På gymnasiet teknikprogram ingår teknik, matematik, fysik och kemi som obligatoriska ämnen men vilken är relationen mellan teknik, matematik och naturvetenskap? Teknik kan definieras som något människan skapat för att lösa problem eller att tillgodose olika behov, till skillnad från naturvetenskap som beskriver hur naturen fungerar (Ginner, 2013; Blomdahl, 2009). En del menar att teknik kan vara tillämpad naturvetenskap (Hansson, 2013; Hagberg & Hultén, 2005). Samtidigt hör teknik tätt samman med det mesta i vårt samhälle som t.ex. ekonomi och politik. Naturvetenskap och teknik har dock under lång tid haft en nära relation till varandra; teknik kan användas som ett hjälpmedel för att utveckla naturvetenskap samtidigt som upptäckter inom naturvetenskap kan användas för teknikutveckling. Matematikkunskaper är ofta en förutsättning för att förstå och använda teknik, samtidigt kan insikter i teknik ge en bättre förståelse för matematik och vad dessa kunskaper kan användas till. Teknik, matematik och naturvetenskap har alltså många beröringspunkter och ibland går dessa ämnen in i varandra.

Under min praktik i teknik och matematik på gymnasiet har jag vid ett flertal tillfällen sett kopplingar till matematik och de olika naturvetenskapliga ämnena. När vi i teknik har gått igenom ett område med anknytning till andra ämnen har jag diskuterat med berörda lärare hur planeringen ser ut, som ett exempel kan nämnas mekanik. Jag antog att eleverna redan hade lärt sig grunderna i fysik innan mekanik togs upp i Teknik 1, men det visade sig att mekanik låg längre fram i fysikkursen och att planeringen dem emellan inte alls var synkroniserad. En genomtänkt och sammanhållen plan verkar saknas. Matematikens roll i förhållande till tillämpningar diskuteras kort i en rapport om regeringens matematiksatsning, där det konstateras att det inte är självklart i vilken ordning matematik och tillämpning ska läsas (Tengstrand, 2009). Under praktikperioden diskuterade jag med tre lärare i teknik, fysik och matematik för att få en inblick i hur de samarbetar och hur de ser på samverkan mellan teknik och övriga ämnen. Samtliga var positiva till samverkan och beskrev hur de arbetade, både med formella strukturer och med informellt samarbete. När jag testade Tengstrands uttalande ovan på lärarna hade de en helt annan syn än rapportförfattaren. Jag funderar därför över relationen mellan ämnet teknik, matematik och övriga naturvetenskapliga ämnen på gymnasiet.

Enligt *Gymnasieskola 2011* ska det ske en samverkan mellan olika ämnen: ”Rektorn har, enligt läroplanen för de frivilliga skolformerna, ett särskilt ansvar för att lärare i olika

kurser samverkar så att eleverna får ett sammanhang i sina studier.” (Skolverket, 2011a, s. 38). Ordet *samverkan* behöver definieras; i litteraturen används många olika ord för att beskriva samverkan och betydelsen varierar. Det finns inte mycket svensk forskning som handlar om samverkan mellan teknik, matematik och naturvetenskapliga ämnen, framförallt inte för högre stadier. Internationellt finns fler artiklar, och där används ofta termen STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eller STEAM där även ”Art” inkluderas (Park, Byun, Sim, Han & Baek, 2016; Berland, 2013). Majoriteten av studier är positiva och tar upp fördelar med samverkan mellan dessa ämnesfält, bl.a. Hurley (2001) och Kurt och Pehlivan (2013) presenterar forskning som pekar på att samverkan inom det naturvetenskapliga fältet ger positiva resultat för eleverna. Samtidigt kan det vara svårt för lärare med helt olika ämneskunskaper att genomföra samverkan.

Så vad menas då med *samverkan* och hur kan det genomföras i praktiken mellan teknik och andra naturvetenskapliga ämnen på gymnasiet? I mitt arbete utgår jag från tekniklärarens perspektiv och funderar kring vilka behov jag har som tekniklärare och vad jag konkret kan bidra med vad gäller samverkan med matematik och övriga naturvetenskapliga ämnen, speciellt då matematik och fysik eftersom det är de ämnen som jag är mest insatt i. Många artiklar tar upp vikten av samverkan och integration men kommer ofta till slutsatsen att det behövs mer tid, mer pengar och förändrad skolorganisation (Persson, Ekborg & Ottander, 2012; Park et al., 2016), vilket är yttre faktorer som är svåra att kontrollera som lärare och som inte ser ut att bli lösta. Det jag har läst i ämnet har gjort mig alltmer övertygad om att det är de små stegen som behövs. Teknikämnet är inte lika styrt av kursplanen som matematik och fysik, kursinnehållet är mer tolkningsbart och det saknas nationella prov vilket kan utnyttjas. Min tro är att teknikämnet kan vara sammanhållande, vilket uttrycks väl av Schaefer, Sullivan och Yowell (2003): ”... using *engineering as a vehicle to integrate math and science...*” (s. 4) och förhoppningen är att detta arbete kan bidra med att visa hur samverkan mellan teknik, matematik och fysik kan genomföras i praktiken.

2. Syfte och frågeställningar

Syftet med denna studie är att kartlägga vilka krav och förutsättningar som finns för att i teknikämnet samverka med matematik och fysik på gymnasiet. Frågeställningen handlar därför om samverkan i undervisning mellan dessa ämnen:

- Vilka krav och förutsättningar ger styrdokumentet för samverkan mellan teknik och matematik/fysik?
- Inom vilka ämnesområden i teknik finns behov och möjligheter till samverkan med matematik/fysik?

3. Teoretiska perspektiv

3.1 Centrala begrepp

Samverkan är det begrepp som används i *Läroplan för gymnasieskola, examensmål och gymnasiegemensamma ämnen för gymnasieskola 2011* (Lgy11), men vad samverkan innebär definieras inte närmare. I avsaknad av definition från Skolverket väljer jag att se samverkan som ett samlingsbegrepp för många olika former av samordning, allt från enkel samordning till en total integrering med många olika modeller däremellan (Persson, Ekborg och Garpelin, 2009). I litteraturen används oftast begreppet *ämnesintegration*; i den fortsatta texten kommer både *samverkan* och *ämnesintegration* att användas. Andra begrepp som används är *samarbete*, *ämnesövergripande* och *temaundervisning*. Termen *infärgning* användes i förra läroplanen, *Läroplan för de frivilliga skolformerna* (Lpf 94), för att beskriva kopplingen mellan *kärnämnen* och *karaktärsämnen* och sågs som ett sätt att säkerställa att de olika ämnena ger en helhet och gemensamt bidrar till programmålen (Skolverket, 2008). Kärnämnen benämns i Lgy11 som *gymnasiegemensamma ämnen* där matematik ingår, *karaktärsämnen* används för de ämnen som är specifika för ett visst program. Andersson (1994) använder följande definition för *integration*: ”Med integration menas, när det gäller undervisning och lärande om världen, att sammanfoga skilda delar till ett helt.” (s. 15). Han skiljer på *integrerad undervisning* och *integrerat lärande*. I det följande är det integrerad undervisning som avses men självklart är förhoppningen att integrerat lärande förstärks av integrerad undervisning.

På engelska används bl.a. *interdisciplinary*, *multidisciplinary*, *cross-disciplinary*, *cross-curricular*, *correlated*, *cooperation*, *coordinated*, *integrated*, *interactions*, *thematic*, *sequenced*; begrepp till stor del hämtade från Kurt och Pehlivan (2013) och som relaterar till olika varianter av samverkan. En vanlig term internationellt är STEM som avser någon form av integrering mellan Science, Technology, Engineering och Mathematics (ibland kallat SMET) där speciellt teknik och ingenjörsvetenskap ingår som ämnen (Brown, 2012; Berland, 2013; Kertil & Gurel, 2016). De Vries (2016) förklarar *Engineering* som att det handlar om utvecklingsdelen av teknik och därmed om den yrkesmässiga delen av ämnet.

Flera forskare noterar bristen på definition vad gäller området integration och pekar på att det då blir svårt att jämföra forskning och att dra rätt slutsatser (Persson et al., 2009; Hurley, 2001).

3.2 Läroplansteorier

Läroplansteorier är användbart för mitt arbete där bl.a. Linde (2012) beskriver vad som påverkar genomförandet av läroplanen; vad är tanken med läroplanen, hur blir det och vilka faktorer utöver läroplanen påverkar undervisningens genomförande. Enligt Linde tas läroplanens innehåll fram på *formuleringsarenan* där det finns olika koder både för urvalet och hur kunskapsstoffet ska organiseras. Lgy11 betonar starkare än Lpf 94 innehåll och kunskaper men detaljgraden är ändå inte särskilt stor (ibid.). En skrivning infördes också om att kärnämnen ska präglas av respektive program. När sedan läroplanen tolkas av berörda parter (lärare, skolledare, läroböcker, influenser från samhället etc.) sker det på *transformeringsarenan*. Det som slutligen händer i klassrummet benämns som *realiseringsarenan*, där bl.a. lärare och elevers kommunikation och aktiviteter påverkar genomförandet av läroplanen. Även hur eleverna tar till sig undervisningen räknas in här. De olika aktörerna i skolan har stor påverkan på transformering och realisering, t.ex. lärarens kunskaper och syn på undervisning (Lindblad, Linde och Naeslund, 1999). Linde (2012) benämner detta som *lärarens repertoar*.

När läroplanen ska användas ute på skolorna kommer dessutom andra faktorer att påverka genomförandet, så kallade *ramfaktorer*. Det kan gälla storleken på klasser eller tillgång till utrustning men kan också handla om beslut från andra delar av skolvärlden (Linde, 2012). Persson et al. (2012) visar t.ex. hur lärares intentioner med ämnesintegration påverkas av att nationella prov tar tid från undervisningen. *Ramfaktorteorin* försöker förklara hur dessa yttre faktorer påverkar undervisningen, vilket även beskrivs av Lundgren (2014) som tar upp hur faktorer som tid och elevsammansättning styr skolverksamheten, vilket egentligen bottnar i resursfördelning. Lindblad et al. (1999) tar upp kopplingen mellan ramfaktorer och de roller som de olika aktörerna i skolan har och menar att denna komplexitet måste beaktas i skolsammanhang. De kritiserar ramfaktorteorin för att inte ta upp detta samspel och menar att olikheter i bakgrund hos lärarna spelar stor roll för realiseringen.

Lindes teorier (2012) kan användas som en bas för att analysera hur styrdokumentens krav på samverkan faktiskt kan genomföras, t.ex. hur kursplanering och läroböcker påverkar möjligheten till samverkan. Linde tar också upp traditionens roll, hur ett ämne har utvecklats genom åren, vilket påverkar såväl läroplanen som sådan men också hur

den genomförs. För ett ämne som teknik är det betydelsefullt eftersom det finns en stark tradition från teknologiämnet som tidigare ingick på 4-årig teknisk linje men där läroplanen numera har en annan och bredare inriktning (Hagberg & Hultén, 2005).

4. Tidigare forskning

4.1 Teknikämnet och relationen till matematik och fysik

Teknikämnet har inte samma traditioner som matematik och fysik (Skogh, 2002). Ämnet är brett, kursplanen ger utrymme för lärarnas egna tolkningar och kan anpassas efter lokala önskemål. Liksom fysik är teknik beroende av matematikkunskaper (ibid.). Hagberg och Hultén (2005) tar upp att banden mellan teknik och naturvetenskap sedan 1800-talet är starka och att det numera är allt svårare att skilja dem åt. De konstaterar att teknik både är en tillämpning av naturvetenskap och en yrkesinriktning. Claes Klasander på Centrum För Tekniken I Skolan (CETIS) förklarar att teknik ofta är ”själva gränssnittet mellan ”verkligheten”, naturvetenskapen och matematiken” (2015) och betonar vikten av att teknik har sin egen roll i förhållande till matematik och naturvetenskap. Andra ser teknik som dragloket vad gäller samverkan (Schaefer et al., 2003).

4.2 Om litteratursökningen

Litteratursökningen har resulterat i få svenska vetenskapliga artiklar som handlar om samverkan eller ämnesintegration. Flera examensarbeten belyser infärgning på yrkesprogram (Wikström Bennulf & Larsson, 2008; Berggren & Bergman, 2007; Karlsson & Gustafsson, 2011) men det är inte speciellt många artiklar som utgår från teknikämnet, det perspektiv jag vill undersöka närmare. Det verkar saknas svensk forskning vad gäller samverkan på högskoleförberedande program och specifikt teknikprogrammet. Den bilden bekräftas av Persson (2011) samt av Hagberg och Hultén (2005) som i en rapport om svensk skolforskning för teknikområdet pekar på att det behövs mer forskning inom teknikdidaktik. Jag har därför sökt artiklar inom ett brett område som har handlat om samverkan eller integration mellan några av ämnena teknik, matematik och naturvetenskap och har även tagit med forskning som berör lägre stadier i de fall resultaten har bedömts som relevanta för teknik och för gymnasiet. Sökningar på engelska ger betydligt fler träffar för ämnesintegration och teknikämnet och då ofta via termen STEM men även här saknas till stor del artiklar som berör gymnasienivå.

4.3 Om STEM

US department of education använder följande definition för STEM:

Science, Technology, Engineering, and Mathematics education programs are defined as those primarily intended to provide support for, or to strengthen, science, technology, engineering, or mathematics (STEM) education at the elementary and secondary through postgraduate levels, including adult education. (Refererat i Brown, 2012, s. 7)

Park et al. (2016) använder en liknande definition och betecknar STEAM som utbildning som betonar konvergens och interaktion mellan de ingående ämnena. Det finns dock en osäkerhet kring definitionen av STEM (Brown, 2012; Kertil & Gurel, 2016; Roehrig, Moore, Wang & Park, 2012) och kan avse många olika sorters samverkan eller ämnesintegration. De Vries (2016) betonar att teknik kan relateras till olika delar av verkligheten och att det därför är viktigt att läroplanerna inkluderar sammanhanget mellan teknik och övriga ämnen. Han pekar speciellt på samhörigheten mellan naturvetenskap, teknik och matematik, vilket uttrycks genom termen STEM. Enligt de Vries introducerades termen av politiker för att öka intresset och få fler elever som läser dessa ämnen, vilket bedöms som vara av stor vikt för samhället. Klasander (2015) förklarar STEM på följande sätt: ”Grundtanken med STEM är att eleverna ska få möta en tematisk och verklighetsbaserad undervisning där de fyra kunskapsområdena kompletterar och utvecklar varandra.” Här betonas alltså tematisk undervisning. Förutom detta argument nämner Klasander även den pedagogiska vinsten med att arbeta ämnesöverskridande.

Brown (2012) har i en översikt om vilken forskning som har publicerats om STEM-utbildning i USA undersökt artiklar från åtta vetenskapliga tidskrifter, utgivna från januari 2007 till oktober 2010. Från varje ämne i STEM valdes en tidskrift inriktad på forskning och en mer praktiskt inriktad. Totalt kategoriserades 60 artiklar som STEM och genom kvalitativ innehållsanalys granskades undersökningsmetod, deltagare, resultat samt vilket område inom STEM som undersökningen fokuserade på. Resultaten pekar på ett stort intresse för forskning relaterad till STEM, både rent akademiskt men också inriktat på praktisk undervisning. Begreppet används även i forskning i andra länder, med artiklar från bl.a. Sydkorea (Park et al., 2016) och Turkiet (Kurt & Pehlivan, 2013). I Europa arbetar flera organisationer med STEM: European schoolnet (u.å.) som är ett nätverk med 30 europeiska utbildningsdepartement inklusive Sverige med Skolverket som representant, inGenious (u.å.) samt EU STEM coalition (u.å.).

4.4 Samverkan från lärarnas synvinkel

Helena Persson (2011) har skrivit en doktorsavhandling om lärares och elevers syn på ämnesintegrering i naturvetenskapliga ämnen för åk 7-9 och i en av de ingående artiklarna undersöks lärares intentioner med ämnesintegration och hur de genomförs i praktiken genom en kvalitativ studie (Persson et al., 2012). Studien består av djupintervjuer med två lärare i åk 9 före och efter ett nytt arbetsområde i naturorienterande ämnen (NO), klassrumsobservationer samt skriftliga instruktioner från lärarna. Persson et al. visar att lärarna hade intentionen att ge både helhetssyn och vardagsanknytning. Den ena läraren påverkades mycket av yttre faktorer (lektioner som föll bort, prov som behövde prioriteras), vilket visar på att ramfaktorer spelar stor roll. Resultatet pekar också på ett större fokus på vardagsanknytning än till helheten jämfört med hur lärarna uttryckte sina intentioner. Artikeln är begränsad till enbart två lärare och enbart om integration mellan NO-ämnen på högstadiet, vilket gör det svårt att dra några långtgående slutsatser men ger ändå en inblick i hur lärare kan tänka och arbeta med ämnesintegrering. Studien visar på vikten av att studera både intentioner och utfall.

Park et al. (2016) har gjort en större kvantitativ undersökning för att analysera lärares syn på STEAM-undervisning. I undersökningen ingick 729 lärare som svarade på en enkät med frågor om hur de uppfattar STEAM-undervisning och hur de hanterar den i praktiken. Resultaten analyserades statistiskt och presenterades per kön, undervisnings-erfarenhet och skolnivå. Studien pekar på att majoriteten av lärare är positiva till STEAM, att det genomförs oftare i naturvetenskap än i matematik men att integration blir svårare på högre stadier. Gymnasielärare är mer negativa än lärare från lägre stadier. Kvinnor var mer negativa än män och äldre lärare mer positiva än yngre. Lång erfarenhet visade sig vara en viktig faktor för viljan att undervisa ämnesintegrerat. Ökad arbetsinsats och tidsbrist men också avsaknad av stöd från ledningen var de största hindren. Studien ger en tydlig bild av hur lärarnas bakgrund påverkar i vilken utsträckning ämnesintegrering används. Det är stora skillnader mellan det svenska och det sydkoreanska skolsystemet men svårigheterna verkar vara universella eftersom även Persson et al. (2012) visar på hinder i form av tidsbrist och ökad arbetsbörda. En styrka i undersökningen som Park et al. (2016) har gjort är att den ger en bild av hur ett större antal lärare ser på samarbete mellan ämnena jämfört med de två lärare som studerades av Persson et al. (2012). En svaghet i artikeln av Park et al. (2016) är dock att det inte tydligt framgår enligt vilka kriterier de deltagande lärarna bedömer att de genomför STEAM-undervisning.

Lindberg och Grevholm (2013) studerar i en dokumentanalys matematikämnets roll i förhållande till karaktärsämnena på yrkesprogram och pekar bl.a. på skillnader i kultur mellan matematiklärare och lärare i karaktärsämnena. Att det är enklare att integrera för lärare i naturvetenskap och teknik än i matematik belyses av följande citat från Samson 2014: "Although not obvious, it seems that in secondary school, integration is easier for sciences and technology teachers than for mathematics teachers" (s. 353). Samson behandlar integration mellan matematik, naturvetenskap och teknik i utbildning för lärare i "secondary school" och tar också upp att det kan vara lättare att samverka för lärare som undervisar i både matematik och naturvetenskap, det krävs goda kunskaper i båda ämnesområdena för att undervisa integrerat. En annan faktor som enligt Samson gör det svårt för lärare att undervisa integrerat är starka ämnestraditioner inom lärarutbildningen.

Kurt och Pehlivan (2013) presenterar i en litteraturgenomgång trender för integration mellan naturvetenskap och matematik, tyvärr redovisar de inte vilken metod de har använt för sitt urval. I de studier som de har valt så varierade integrationsgraden, från helt oberoende undervisning till total ämnesintegrering. Flera lärare i naturvetenskap klagar på avsaknad av koppling mellan deras ämne och matematik; matematik ses som ett redskap och det behövs matematikmoment som eleverna ännu inte lärt sig. Matematiklärare är inte alltid medvetna om behoven av matematik för naturvetenskap och teknik. Andra synpunkter som kom fram var att samarbete lämpar sig bäst för några utvalda områden och att lärare i naturvetenskap gärna driver ämnesintegration. Deras slutsats var att ett av de största hindren är lärares brist på kunskap och erfarenhet och att det är för lite träning i att undervisa integrerat under lärarutbildningen.

4.5 Betydelsen av samverkan för elevers lärande

Det finns betydligt fler artiklar som beskriver hur och varför det ska bedrivas ämnesöverskridande undervisning än vilka resultat som uppnås. Den här studien syftar inte till en utvärdering av olika typer av samverkan men det är ändå viktigt att ta upp denna aspekt. Hurley (2001) valde i en metastudie ut 31 studier från 1935 till 1997, där olika definitioner av ämnesintegration inom naturvetenskap och matematik togs fram genom en narrativ analys. Hurley kom fram till följande varianter:

1. *Sequenced*, planering och undervisning sker sekventiellt, där det ena ämnet föregår det andra
2. *Parallel*, planering och undervisning samtidigt genom parallella koncept

3. *Partial*, delvis tillsammans och delvis som separata ämnen
4. *Enhanced*, det ena ämnet är huvudämnet med det andra ämnet ”närvarande”
5. *Total*, undervisningen genomförs helt och hållet tillsammans

Studier från 1935 kan tyckas irrelevanta men Hurley studerade trender för integrationen och fann en jämn fördelning av olika typer även under senare år. Hurley presenterar en utvärdering av effekterna som i stort sett mättes via betyg. Resultaten visar att sekventiell undervisning ger störst nytta i matematik men även förbättrar resultaten i naturvetenskap. ”Enhanced” och ”Total” gav bra resultat för naturvetenskap men små effekter för matematik. ”Parallel” gav sämst resultat av de olika typerna, till och med sämre än traditionell undervisning för båda ämnen. Hurley varnar dock för alltför långtgående slutsatser och tar upp möjligheten att det blev förbättringar på grund av bättre planering från lärarnas sida. I artikeln är det svårt att urskilja om resultaten är beroende av stadium. Flera artiklar berör just svårigheten med att integrera för högre stadier (Park et al., 2016; Persson et al., 2009), argumenten är bl.a. att ämnena behöver undervisas mer abstrakt och kräver djupare kunskap hos den enskilde läraren. Kurt och Pehlivan (2013) pekar i sin litteraturgenomgång på empiriska studier som visar att integration har en positiv effekt, dock varnar de för att det inte har gjorts så stora utvärderingar.

Flera undersökningar visar på svårigheten att genomföra ämnesintegrering så att eleverna verkligen utvecklar den vetenskapliga förmågan (Rennie, Venville & Wallace, 2011; Berland, 2013). Rennie et al. genomförde en studie i åk 9 på en skola i Australien där eleverna fick bygga en båt driven av solceller. Utvärderingen gjordes med tre olika metoder: integrerat perspektiv, sett ur respektive disciplin samt hur eleverna sökte och använde kunskap (*source-of-knowledge*). Slutligen användes triangulering med samtliga tre perspektiv, resultatet blev att de fick en mer balanserad syn på integrering. Från ett integrationsperspektiv var det effektivt, det gav ett sammanhang för eleverna: ”the whole ... was greater than the sum of the parts” (Rennie et al., 2011, s. 151). Samtidigt gav det också upphov till en del funderingar. Vid en granskning ur ett ämnesperspektiv där elevernas förståelse för ämnena följdes upp via ett frågeformulär visade det sig att eleverna hade en icke-vetenskaplig förståelse för delar av begreppet *ström*. Ur det tredje perspektivet visade sig eleverna ha en pragmatisk syn. De letade upp en tillräckligt bra metod och använde flera olika källor. När forskarna kombinerade dessa tre sätt kunde de se att eleverna var nyfikna och intresserade, lärde sig för att de ville och utvecklade ett naturvetenskapligt förhållningssätt. Artikeln handlar om att arbeta med ett tema vilket

begränsar applicerbarheten men visar ändå på nödvändigheten av att utvärdera ämnesintegration utifrån flera aspekter.

Berland (2013) studerade hur design kan användas för integration inom STEM när elever på högstadiet konstruerade en titthålskamera, även här visade det sig att eleverna kunde genomföra projektet utan att ha en djupare naturvetenskaplig kunskap. Att gå från hur och varför i naturvetenskap till att i ingenjörsvetenskap möta en specifikation kan skapa konflikter hos eleverna. Samma sak påpekas av Roehrig et al. (2011), det är lätt att teknikprojekt missar att få fram det naturvetenskapliga budskapet.

Både Rennie et al. (2011) och Berland (2013) redovisar hur lärare kan arbeta tematiskt, vilket skiljer sig från den vanligaste formen av undervisning på gymnasiet. Resultaten bör därför användas med försiktighet, men erfarenheterna från de projekt som redovisas är tänkvärda vad gäller hur kunskap från olika discipliner kan integreras. Studien av Roehrig et al. (2011) granskade 41 lektioner med STEM-integration efter att lärarna fått utbildning om integrering av STEM-ämnen, och här handlar det till största delen om olika designprojekt inom ett ämne. Även här handlar det om speciella projekt men en av slutsatserna är att det är viktigt att lärare inom olika discipliner samarbetar för att ge eleverna en större helhet i undervisningen.

5. Metod

5.1 Begränsningar

I studien saknas kemi och biologi i frågeställningen, dels för att begränsa omfattningen av arbetet, dels för att mina kunskaper är begränsade. En annan begränsning är valet att utgå från Teknik 1 då kursen är obligatorisk på teknikprogrammet till skillnad från Teknik 2. I Teknik 2 finns tydliga kopplingar mellan alla tre ämnena i bl.a. ellära, men kursinnehållet är mindre preciserat och kursböcker saknas, vilket skulle gjort en analys betydligt mer komplex. Trots detta anser jag att resultaten uppfyller syftet med studien eftersom krav, behov och möjligheter är likartade för övriga kurser.

5.2 Allmänt om metoderna

För att belysa samverkan mellan teknik och matematik/fysik valde jag att närma mig området från flera olika håll. Tekniken att använda flera metoder för att studera ett område kallas *triangulering* (Bryman, 2011). Rennie et al. (2011) studerade t.ex. hur elever lär sig naturvetenskap genom ämnesintegrerad undervisning; data analyserades utifrån tre olika perspektiv där helheten gav nya insikter. Alvehus (2013) är kritisk till metaforen *triangulering* eftersom termen används för att närmare ringa in ett fenomen. Han föreslår istället termen *kristallisering* och menar att användandet av flera metoder snarare ger en mer komplex och nyanserad bild av det som observeras. Arbetet består därför av tre delar:

- 1) analys av styrdokument eftersom de är styrande för all skolpersonal
- 2) analys av läroböcker angående vilket innehåll som är gemensamt för de tre ämnena eftersom läroböckerna till stor del styr undervisningen
- 3) intervjuer med tekniklärare för att få deras röst hörd.

Slutligen jämfördes resultaten från de tre undersökningsmetoderna med varandra och den totala bilden analyserades. Det blev därmed möjligt att följa hela läroplansprocessen från formulering, via transformering, till realisering av samverkan.

5.3 Innehållsanalys

Innehållsanalys innebär att på ett systematiskt sätt utforska en text och undersöka det som är relevant för frågeställningen (Bryman, 2011). Genomförandet måste vara *objektivt* och *systematiskt*, det ska vara tydligt hur analysen är gjord och ska gå att upprepa. *Kodningen*

är väsentlig, det som undersöks måste klassificeras. Ett *kodningsschema* behövs med klassificeringen gjord på förhand. En innehållsanalys är ofta *kvantitativ* där ord, begrepp eller företeelser räknas (Boréus & Bergström, 2012). Det är också möjligt att lägga in mer tolkande moment och koda innehållet efter tema eller ämnesområden (Bryman, 2011).

5.3.1 Innehållsanalys av styrdokument

De avsnitt i texten som på något sätt tolkades som *samverkan*, t.ex. *tvärvetenskaplig* och *sammanhang* identifierades och analyserades. En innehållsanalys av Lgy11 (Skolverket, 2011b) gjordes med avseende på krav och förutsättningar för samverkan. Analysen var av kvalitativ karaktär med syftet att lyfta fram hur samverkan används i texten även om det framkom hur ofta begreppet förekom. Johansson och Wickman studerade 2012 olika läroplaner med avseende på vad elever ska lära sig om naturvetenskap. De identifierade det i texten som beskrev målen för naturvetenskaplig verksamhet och diskuterade sedan likheter, skillnader samt tendenser mellan läroplanerna. I min studie analyserades istället likheter och skillnader inom läroplanen men metoden är applicerbar även i detta fall. Texten måste tolkas för att förstå vad som avses med formuleringarna och för att relatera det till frågeställningarna (Boréus & Bergström, 2012).

Läroplanen och **examensmålen** för teknikprogrammet analyserades, examensmålen jämfördes med Skolverkets kommentarer i *Gymnasieskola 2011* (Skolverket, 2011a). **Ämnesplanerna** för teknik, matematik och fysik (Skolverket, 2011c, 2011d, 2011e) analyserades och jämfördes med de förklarande texter som getts ut om respektive ämne (Skolverket, 2011f, 2011g, 2011h). För **kursplanerna** gjordes en jämförelse mellan det centrala innehållet och kunskapskraven för Teknik 1, Matematik 1c/2c och Fysik 1a med avseende på samverkan eller ämnesöverskridande. Dessa kurser är de som i praktiken kan ges under samma läsår även om det varierar mellan olika skolor. För fysik och matematik har enbart skrivningar som på något sätt berör samverkan eller motsvarar innehållet i Teknik 1 tagits med. För kunskapskraven redovisas enbart betyget A för överskådlighetens skull. Skolverket har gett ut ett **Utvecklingspaket** om examensmålen (Skolverket, 2012) som analyserades för att ge en belysning av det förväntade lokala arbetet på skolorna. För en jämförelse med hur begreppen användes i Lpf 94 studerades Skolverkets övergripande beskrivning **Hur hänger allt ihop?** (Skolverket, 2008).

5.3.2 Innehållsanalys av läroböcker

För att granska vilka behov och möjligheter som finns för samverkan mellan teknik, matematik och fysik valde jag att utgå från läroböcker. Det centrala innehållet i framförallt teknik beskrivs vagt i styrdokumentet, det var därför inte en framkomlig väg att enbart jämföra dessa texter. Mekanik nämns t.ex. inte specifikt i kursplanen för Teknik 1 utan ryms i momentet *Tekniska begrepp, teorier och modeller innefattande beräkningar och rimlighetsbedömningar* men området tas upp i läroböckerna i teknik och många tekniklärare bedömer området som en väsentlig del av kursen. Mekanik var en del av teknikkursen i tidigare läroplaner. Att läroböcker och lärarnas traditioner spelar en viktig roll för hur läroplanen genomförs påpekas av bl.a. Linde (2012), dessa aspekter är en del av transformeringen av läroplanen.

För Teknik 1 finns två läroböcker, *Teknik 1* (Frid, 2011) och *Teknik* (Nyberg, 2011), vilka analyserades. Moment med koppling till matematik respektive fysik plockades ut och jämfördes med innehållet i läroböcker i Fysik 1 respektive Matematik 1c/2c. För fysik och matematik valdes några få men vanliga kursböcker för att begränsa omfånget av arbetet. Målet var att få fram områden lämpliga för samverkan och att se i vilken mån bakgrundskunskaper från de olika ämnena underlättar eller förutsätts i teknikkursen, inte att analysera och jämföra olika matematik- och fysikböcker. För jämförelsen användes *Heureka Fysik Kurs 1* (Alphonse et al., 2011), *Impuls Fysik 1* (Fraenkel, Gottfridsson & Jonasson, 2011) samt *Matematik 5000 1c* och *Matematik 5000 2c* (Alfredsson, Bråting, Erixon & Heikne, 2011a, 2011b). Momenten kodades med avseende på gemensamt innehåll och vilka bakgrundskunskaper från fysik och matematik som underlättar eller förutsätts, se bilaga 6 och 7. Kodningen baserades på mina ämneskunskaper och erfarenheter från praktiken. Baskunskaperna togs upp på nytt för varje ämnesområde eftersom jag ville visa vilka behov som finns av dessa. Bedömningen diskuterades också med en erfaren matematik- och fysiklärare.

5.4 Intervjuer med tekniklärare

En kvalitativ metod valdes då syftet var att låta tekniklärares röst höras i förhållande till styrdokument och läroböcker. Som alternativ övervägdes en enkät till en större grupp lärare men målet var inte att göra en statistiskt säkerställd bedömning av vad ett antal lärare tycker och hade inte gett möjlighet till en diskussion med lärarna. Tre tekniklärare valdes ut från tre kommunala gymnasieskolor i Skåne. Urvalet skedde i två av fallen via

ansvarig skolledare som gav förslag på namn, i det tredje fallet tog jag hjälp av min bekantskap med en matematiklärare på skolan, vilket kan klassificeras som ett bekvämlighetsurval (Bryman, 2011). Under praktiken gjorde jag intervjuer i mindre skala med tre lärare på min praktikskola och utnyttjade erfarenheterna från dessa, bl.a. vikten av att formulera frågorna väl och att dokumentera svaren noga. Ett semistrukturerat sätt valdes därför och en intervjuguide togs fram för att för att få struktur på frågorna (Bryman, 2011), se bilaga 8, och skickades ut i förväg. Intervjuerna gjordes på respektive skola och spelades in med syfte att säkerställa att alla svar uppfattades korrekt. Svaren skrevs ut och texterna bearbetades flera gånger för att få fram olika teman (ibid.) som korrelerade med studiens två frågeställningar.

Urvalet av lärare var inte helt slumpmässigt eftersom rektorerna valde ut två av lärarna, vilket kan ha medfört ett urval av mer positiva personer. Å andra sidan var den tredje läraren utvald på annat sätt. Det främsta målet var att få fram olika synpunkter och efter den tredje intervjun började ett mönster upprepas sig, vilket Bryman kallar *mättnad* (2011). Det hade varit intressant att hitta lärare som arbetar aktivt med samverkan men hade krävt betydligt mer insatser än vad som ryms inom detta arbete.

5.5 Forskningsetik

Vetenskapsrådets forskningsetiska principer (Vetenskapsrådet, 2002) följdes vad gäller de fyra huvudkraven på information, samtycke, konfidentialitet och vem som får använda materialet. Intervjudeltagarna fick skriftlig information om syftet med intervjuerna, att deltagandet var frivilligt och att de hade rätt att när som helst avbryta intervjun. De informerades om att intervjuerna skulle spelas in men enbart hanteras av mig, att innehållet skulle raderas efter examensarbetets godkännande och enbart användas för detta arbete. Namn, kön, ålder, bakgrund eller annat som kunde peka ut deltagarna användes inte i redovisningen. Intervjudeltagarna kommer att få en kopia på examensarbetet. För övriga delar av undersökningen såg jag inget som riskerade att bryta mot de forskningsetiska principerna.

5.6 Reliabilitet, validitet och trovärdighet

För delen med studier av styrdokumentet bedömer jag *reliabiliteten* som hög. Alvehus (2013) beskriver reliabilitet som ett mått på om resultaten är upprepningsbara och även

om det fanns ett visst mått av tolkning när det gäller samverkan i styrdokumenterna är det ändå troligt att det hade blivit ett likartat resultat om någon annan gjort samma undersökning. *Validiteten*, om det som mäts är det avsedda (ibid.), är också hög, styrdokumenterna finns där och ska följas. När det gäller vilka förutsättningar som ges i styrdokumenterna finns större utrymme för både urval och tolkning. Resultaten ger svar på frågan vilka krav som styrdokumenterna ställer på samverkan och är därför *relevanta*.

Reliabiliteten bedöms hög även för jämförelsen mellan läroböckerna. En annan granskare hade troligen hittat samma moment av matematik och fysik, dock med lite större risk för subjektiv tolkning vad gäller vissa av fysikmomenten, främst kapitlen om energiteknik. Kodningen av de olika momenten blev till viss del subjektiv men genom att stämma av med en erfaren lärare avvek den rimligen inte allt för mycket från vad en majoritet av lärare tycker. När det gäller relevansen så visade det sig att läroböckerna inte används så mycket i praktiken men de områden som lärarna tar upp återfinns i böckerna. Granskningen ger därför ändå en klar indikation på vilka områden i teknikämnet som har beröring med matematik och fysik.

Begreppet *reliabilitet* är inte lika relevant för kvalitativ forskning (Bryman, 2011; Alvehus, 2013) och går därför inte att använda på samma sätt för intervjuerna. Det är naturligtvis svårt att upprepa intervjuerna och få samma resultat; hur mycket påverkar jag som intervjuare och skulle respondenterna ge samma svar varje gång? Genom intervjuguiden försökte jag få en likvärdighet. Bryman (2011) använder begreppet *extern validitet* för att värdera om resultaten är representativa. Det begränsade antalet intervjuer gör det svårt att dra några slutsatser om vad teknicklärare i allmänhet anser men visar ändå på hur lärare kan förhålla sig till styrdokument, läroböcker och den dagliga verksamheten. Fler intervjuer kunde ha gett andra infallsvinklar, framförallt om jag hittat lärare som systematiskt arbetar med samverkan. Risken är dock att det hade behövts många intervjuer för att hitta rätt deltagare. En annan viktig aspekt när det gäller intervjuerna är att vara *transparent* med hur de har analyserats (Bryman, 2011).

Analysen av de olika delarna baseras på min egen kunskap och erfarenhet och är präglad av vad jag sett under praktiken. Alvehus tar upp *poängfullhet* (2013) och genom *kristallisering* har jag försökt att ge en bild av den komplexitet som finns i skolans värld, det räcker inte att enbart studera vad som uttrycks i styrdokumenterna. Det var viktigt att hela processen studerades och att lärarna fick komma till tals. Det som inte rymdes inom detta arbete är hur matematik- och fysiklärare ser på frågeställningarna.

6. Resultat

6.1 Granskning av styrdokument

Läroplan

I Lgy11 förs en del allmänna resonemang under rubriken *Skolans värdegrund och uppgifter* som leder in på behovet av samverkan mellan olika ämnesområden, t.ex. att ”det behövs gränsöverskridanden mellan olika yrkesområden...” och att eleverna behöver ”se samband” (s. 7 resp. s. 8). Under rubriken *Övergripande mål och riktlinjer* anges att *målet* är att eleverna ska kunna använda sina kunskaper för att lösa praktiska problem. I riktlinjerna slås det sedan fast att läraren bl.a. ska:

- *samverka med andra lärare i arbetet med att nå utbildningsmålen,*
- *organisera och genomföra arbetet så att eleven*
 - ...
 - *får möjligheter till ämnesfördjupning, överblick och sammanhang,*
 - ...
 - *får möjlighet att arbeta ämnesövergripande. (s. 10-11)*

Här krävs explicit att lärarna ska samverka, att undervisningen ska ge sammanhang och att eleverna ska ges möjlighet till ämnesövergripande arbete. Det slås också fast att rektor har ”ett särskilt ansvar för att ... samverkan mellan lärare i olika kurser kommer till stånd så att eleverna får ett sammanhang i sina studier...” (s. 15–16). Vad samverkan ska bestå i, hur den ska genomföras eller mellan vilka ämnen definieras inte i denna del. Utöver samverkan mellan kurserna ska samverkan även ske med arbetsliv och hemmet. Samtliga textavsnitt som berör samverkan finns samlade i bilaga 1.

Examensmål

I *Examensmål för Teknikprogrammet* (Lgy11) behandlas de olika ämnena som enskilda discipliner. Matematik inom teknikområdet beskrivs som ”ett språk och ett redskap för att förstå, uttrycka och analysera sammanhang” (s. 51). En skrivning som direkt pekar på samverkan är att utbildningen ska ”innehålla kreativa och problemlösande arbetsformer samt ge förutsättningar för eleverna att utveckla ett tvärvetenskapligt förhållningssätt” (s. 51). I kommentarer till programstrukturen för teknikprogrammet (Skolverket, 2011a) förtydligas vikten av samspel mellan de olika ämnena och specifikt att det i ämnena fysik, kemi och matematik ska betonas tekniska processer. I kommentarerna till examensmålen

(ibid.) poängteras åter teknikprogrammets tvärvetenskapliga karaktär. Samtliga textavsnitt som berör samverkan finns samlade i bilaga 2.

Ämnesplaner

I ämnesplanerna konkretiseras de olika ämnena (Skolverket, 2011c, 2011d, 2011e), de textavsnitt som berör samverkan i de tre ämnena finns samlade i bilaga 3. För **teknik** betonas åter det ämnesöverskridande: ”Ämnet teknik är till sin karaktär tvärvetenskapligt” (s. 1). Någon mer explicit skrivning finns inte men i beskrivningen av vad teknikämnet ska ge eleverna kan det mellan raderna tolkas in att kunskaper inom andra ämnen behövs. För **fysik** tas vikten av tillämpningar inom andra områden upp, och här nämns relationen till teknikämnet specifikt. För ämnet **matematik** beskrivs relationen till andra områden betydligt utförligare; matematik är ”ett verktyg inom vetenskap och för olika yrken” (s. 1) och ska ge eleverna förmåga att använda matematiken i andra sammanhang. Problemlösningsförmåga nämns speciellt. Dessutom anges att i matematikundervisningen ska eleverna ”ges möjlighet att utveckla sin förmåga att använda digital teknik, digitala medier och även andra verktyg som kan förekomma inom karaktärsämnena” (s. 1). Några exempel ges inte men jag tänker speciellt på en matematiklektion under min praktik där jag såg möjligheten att åskådliggöra rotationsvolymerna med CAD (Computer-aided design) eftersom jag precis varit med på ett moment med CAD i teknik. Bland förmågorna tas matematiska modeller upp som ett område av speciell vikt och som behövs som redskap i andra ämnen.

Skolverkets kommentarer till ämnena

Skolverket har också gett ut en förklarande text om respektive ämne. I *Om ämnet Teknik* (Skolverket, 2011f) lyfts bl.a. teknikens koppling till kunskaper om naturen och vår miljö fram, vilket ger en viss relation till andra naturvetenskapliga ämnen. Dock är inte naturkunskap eller biologi obligatoriska ämnen för elever på teknikprogrammet. I övrigt nämns ingenting om samverkan med fysik, kemi eller matematik. I *Om ämnet fysik* betonas det gemensamma mellan fysik, biologi och kemi; de har ”ett gemensamt vetenskapligt ursprung”, men inget nämns om relationen till teknik (Skolverket, 2011h). I *Om ämnet matematik* betonas hur viktigt ämnet är för andra vetenskapliga ämnen och att kunskaperna ska kunna användas i situationer utanför matematikundervisningen, eleverna ska se ”...matematik som verktyg, hjälpmedel, språk och logik” (Skolverket, 2011g). Problemlösningsförmåga tas upp, något som är mycket användbart i teknik.

Koppling till karaktärsämnena görs vad gäller relevansförmåga. Begreppet *infärgning* används endast i kommentarerna till matematik. För Matematik 1a och 2a som ingår på yrkesprogrammen nämns explicit kopplingen till karaktärsämnena men inte för Matematik 1b/2b eller 1c/2c, vilket är lite märkligt med tanke på den starka betoning som finns på samverkan i ämnesplanen för matematik.

Kursplaner

I bilaga 4 finns en tabell med hela det centrala innehållet för Teknik 1 jämfört med de delar i Matematik 1c/2c och Fysik 1 som avser samverkan. En jämförelse visar att det finns flera stora områden inom både Fysik 1 och Matematik 1c/2c som berör områden som ingår i Teknik 1. För matematik handlar det till stor del om grundläggande områden som taluppfattning, aritmetik, algebra och geometri, vilka behövs för att kunna hantera uppgifter i Teknik 1 samt problemlösning. Samma behov finns även i Fysik 1. Flera områden i Fysik 1 berör Teknik 1 som t.ex. ”Rörelse och krafter” och ”Energi och energiresurser”, här finns stora möjligheter att låta de två ämnena stödja varandra och ge eleverna sammanhang. Även grundläggande frågeställningar som hantering av modeller och hållbar utveckling är gemensamma. För Ma 1c tas relationen till karaktärsämnena upp vad gäller metoder för beräkningar. För fysik refereras mer svepande till ”fysikens betydelse för individ och samhälle” och i teknik refereras enbart till ”samhället”.

I tabellen i bilaga 5 redovisas de kunskapskrav för betyget A som berör de andra ämnena. Formuleringarna från centrala innehållet återkommer; i Teknik 1 ska eleven kunna värdera teknik i förhållande till samhället och i Fysik 1 kunna diskutera betydelsen av fysik. I kunskapskraven för matematik nämns användning i karaktärsämnena explicit och att eleverna kan visa att de behärskar matematiken även i dessa, vilket medför att de måste ges tillfälle till träning och visa sina kunskaper.

Något som inte tas upp i kursplanerna men som styr relationen mellan ämnena och inom vilka områden det går att samverka är när de olika kurserna ligger i tiden. Teknik ges på många skolor under första läsåret liksom Matematik 1c och 2c. Fysik 1 brukar ges antingen i åk 1 eller i åk 2, vilket jag återkommer till i redogörelsen av intervjuresultaten.

Utvecklingspaket om examensmålet

Utöver styrdokumentet finns på Skolverkets hemsida utvecklingspaketet *Om examensmålet* (Skolverket, 2012) som beskriver relationen mellan examensmål och de enskilda ämnena och är tänkt att användas som diskussionsunderlag vid planering ute på

skolorna. Tanken är att arbetslaget med hjälp av detta underlag ska komma fram till hur samverkan ska genomföras för att stärka ”känslan för programmet och dess karaktär”.

Under rubriken *Arbetsgång* formuleras följande frågor till den enskilde läraren:

- *Vad behöver jag tänka på för att undervisningen i mitt ämne ska bidra till examensmålet? Vilka delar av examensmålet har mitt ämne särskilt ansvar för?*
- *Hur ska vi samverka kring examensmålet i fortsättningen?*
- *Hur ska vi samverka med till exempel det lokala programrådet, företag samt högskolor och universitet?*
- *Hur ska vi följa upp och utvärdera vår samverkan kring examensmålen?*

Förhållande till tidigare läroplan

Avsikten med denna studie är inte att analysera skillnader mellan olika läroplaner men det finns anledning att granska texten under ”Hur hänger allt ihop” (Skolverket, 2008) som beskriver hur programmålen för Lpf 94 skulle uppnås. Där beskrivs vikten av ”samarbete mellan ämnesgränserna” (ordet *samverkan* används inte) och att skolan ska arbeta ”programinriktat”. Här poängteras både kärnämneslärarens roll (”ska variera undervisningen efter programmålen”) och karaktärsämneslärarens roll (”måste visa på vilka möjligheter till **samverkan** som finns”). Hur de olika ämnena kan integreras beskrivs och termen *infärgning* används. Infärgning definieras som att karaktärsämnen kan ”bidra med innehåll till undervisningen i kärnämnen” och konkreta exempel ges. Begreppet *infärgning* är borta från Lgy11 förutom i en mening i *Om ämnet matematik*. Annars används termen *samverkan* genomgående i Lgy11.

6.2 Granskning av läroböcker

En detaljerad genomgång av innehållet i *Teknik 1* (Frid, 2011) och *Teknik* (Nyberg, 2011) redovisas i bilaga 6 respektive 7 tillsammans med en bedömning av i vilken mån innehållet återfinns i fysik respektive matematikkurserna. I tabell 1 och tabell 2 redovisas en sammanfattning. Innehållet i böckerna överensstämmer ganska väl även om kapitelindelningen är något olika. Frid behandlar t.ex. krafter, hållfasthetslära och pneumatik/hydraulik i kapitlet om mekanik när Nyberg delar upp dessa områden på flera olika kapitel, vilket gör det svårare att jämföra rakt av i tabellerna. Ett område som Nyberg tar upp men inte Frid är *Grundläggande eltekniska begrepp* såsom *ström*, *spänning*, *resistans*, *Ohms lag* och elektroniska komponenter samt något lite om *växelspänning* där en sinuskurva visas.

Tabell 1 Områden i Ma 1c/2c jämfört med Teknik 1 och/eller Fysik 1.

Matematik – gemensamt med teknik och fysik
Avrundning, storhet, enhet
Formler, lösa ut variabel
Prefix, potenser
Enhetsomvandling
Diagram, grafer
Vektorer
Ekvationslösning
Matematik – gemensamt med teknik
Binärt/hexadecimalt
Matematikområde som saknas i Ma 1c/2c
Trigonometriska kurvor (ingår i Matte 4)

Tabell 2 Områden i Fysik 1a jämfört med Teknik 1.

Fysik 1a – gemensamt med Teknik 1
Mindre område:
Mätetal
Densitet
Längdutvidgningsförmåga, Värmeledningsförmåga etc.
Hookes lag
Mätteknik
Större område:
Krafter
Energi – effekt
Energiteknik
Ellära (Enbart Nyberg)
Fysikområde som saknas i Fysik 1a
Vridmoment, tvärkrafts- och momentdiagram (ingår i Fysik 2)

Jämförelsen visar att det finns rikligt med relationer mellan Teknik 1 och Ma 1c, Ma 2c och Fysik 1. I teknikämnet behöver eleverna en hel del baskunskaper, framförallt i matematik, för att kunna tillgodogöra sig undervisningen. En ständig fråga är om teorin eller tillämpningen ska komma först (se Tengstrand, 2009). Vissa baskunskaper är ett måste för att kunna tillgodogöra sig teknikämnet, t.ex. aritmetik, algebra, procenträkning samt att tolka och förstå diagram och grafer. Algebra är ett viktigt område för att kunna hantera och lösa ut formler och trigonometri behövs för att kunna räkna på krafter. Det behövs också grundläggande kunskap i trigonometri och vektorer. Andra områden som t.ex. binära tal är så pass begränsade att det är möjligt att introducera dem innan de kommer i matematiken. Sedan finns flera större moment som behandlas i både teknik och fysik, även om det kan skilja i framställningen. Genomgången av grundläggande mekanik och tryck är t.ex. betydligt noggrannare i fysikkursen, i teknik behövs grundkunskaperna mer för att förstå tillämpningarna. Moment och tvärkraftsdiagram tas upp i Teknik 1 men återfinns först i Fysik 2, vilket försvårar möjligheterna till samverkan. Energiteknik är ett område som behandlas rikligt i både teknik och fysik. Materiallära är ett större avsnitt i teknik och här används en del begrepp från fysiken som t.ex. värmeisoleringsförmåga och ledningsförmåga, vilket är bra om eleverna har klart för sig sedan tidigare. Tryck är ett annat område som går igenom i detalj i fysikkursen och som återkommer i teknik med mer tillämpningar som t.ex. hydraulik och pneumatik.

6.3 Intervjuresultat

De tre lärarna har 3, 10 respektive 25 års erfarenhet som lärare och undervisar på Teknikprogrammet. Förutom teknikämnen har två av dem erfarenhet av att undervisa i matematik och en har dessutom undervisat i fysik tidigare. Endast en av dem undervisar i matematik nu. Centrala citat från intervjuerna redovisas per tema i bilaga 9.

Styrdokumentens krav och förutsättningar vad gäller samverkan

Lärarna verkar inlästa på att samverkan är ett krav i styrdokumentet. Två av lärarna tar upp att de samverkar med icke-naturvetenskapliga ämnen, främst språk där eleverna får träna på att skriva eller hålla tal om teknik, medan den tredje säger att det vore bra men att de inte har någon direkt samverkan på deras skola. Samverkan behövs också med andra teknikämnen som t.ex. Konstruktion 1 och 2. Någon strukturerad samverkan med övriga naturvetenskapliga ämnen verkar inte finnas på någon av skolorna. En av lärarna använder begreppet *infärgning* och nämner också att programvalet ska avspeglas i andra ämnen, t.ex. att teknikeleverna ska ha en annan typ av kemi än naturvetarelever.

Det nämns inte klart ut av lärarna men det kommer upp flera gånger under intervjuerna att hur kurserna ligger i tid styr möjligheterna till samverkan. Till exempel att mycket tid måste läggas på mekanik eftersom den inte tas upp i fysiken förrän i årskurs 2 eller att det är bra att de i fysiken redan har kommit igång med formler. En av lärarna tar också upp att det är så stor tidsbrist i matematikkurserna att det inte känns rätt att störa med samverkan.

Inom vilka områden i Teknik 1 finns behov och möjligheter till samverkan med matematik/fysik?

Förutom att det finns en del enklare beräkningar där matematik från grundskolan räcker så nämns områdena algebra, trigonometri (sinus och cosinus), vektorer och vektoraddition samt formler och att lösa ut ur formler som en grund som behövs för Teknik 1. Från fysiken nämner alla tre mekanik och formler, en av lärarna tar också upp ellära som ingår i Teknik 1 på den skolan. För en av lärarna är algebra, förmåga till abstraktion och att se matematik som ett språk en viktig punkt där många elever har problem och där ett bättre samarbete med både matematik- och fysiklärare hade varit bra. De andra två lärarna upplever inte samma problem med algebran, de uppger att eleverna

redan har lärt sig detta i matematiken. Här kan elevernas förkunskaper spela in, en annan förklaring kan vara lärarnas bakgrund.

I diskussionen om tillämpning bör komma före teori eller tvärtom skiljer sig synpunkterna åt. En av lärarna ser matematik som ett sätt att abstrahera och att eleverna behöver dessa kunskaper först, sedan är det bra om eleverna ser att det finns tillämpningar. De övriga svarar att det inte är lika nödvändigt och att tillämpningar banar väg för matematiken. Alla tre lärarna verkar vana vid att anpassa sig efter om ett område kommer först i deras ämne, som t.ex. mekanik, och de berättar om hur de då anpassar kursen. En kommentar är att teknikeleverna tjänar på att mekaniken ligger senare i fysiken jämfört med elever från naturvetarprogrammet.

Sker samverkan mellan teknik och matematik/fysik?

Enligt de tre intervjuerna finns det inte mycket organiserad samverkan mellan dessa ämnen. Det verkar t.o.m. som om det är mer samverkan med språkämnerna. Samtidigt kanske lärarna underskattar det de gör i det tysta. En av tekniklärarna använder fysik- och matematikböckerna för att hålla sig informerad om när de olika momenten går igenom. En hel del sker också genom informella kontakter och att lärarna själva har kunskap eller till och med undervisar i det andra ämnet. En av lärarna upplever dock inte mycket spontan samverkan på sin skola. Det kom också upp de kopplingar som finns mellan Teknik 1 och övriga teknikkurser som är väl så viktiga vad gäller samverkan.

Positivt/negativt med samverkan

Lärarna uttrycker att det är bra att eleverna får höra om samma sak i flera ämnen, men det ger eleverna mer om lärarna har synkroniserat sin undervisning. Annars är det en risk att eleverna uppfattar samma fenomen som två olika. En lärare menar att det är positivt med samarbete med svenska, då eleverna får skriva om något som är angeläget för dem.

Nackdelar som kommer upp är att samverkan kräver mycket arbete, det tar mer tid att planera och är mindre flexibelt. Olika bedömningskriterier i de olika ämnena kan vara ett problem. Det finns också en risk att vissa moment missas i kurserna då vissa saker måste väljas bort p.g.a. tidsbrist. En av lärarna menade att temaarbete är för mycket grundskola och att det inte blir tillräckligt effektivt.

Ramfaktorer

Flera faktorer kring kurserna och deras utformning styr möjligheterna till samverkan. Det kom fram synpunkter på hur kurserna ligger i tiden, t.ex. hur man kan samverka i mekanik om Teknik 1 ligger i åk 1 och Fysik 1 i åk 2 men också att tidsbrist i matematikkurserna gör det svårare att samverka.

Om samma lärare undervisar i flera ämnen, så blir det per automatik lättare att hitta områden att samverka kring. Informella faktorer som t.ex. fysisk placering av arbetsplatser eller fikarum påverkar hur lätt det är att spontant samarbeta. Bra personliga relationer påverkar samverkan positivt. En av lärarna nämner att fysiklärare oftare följer läroböckerna mer strikt, vilket försvårar möjligheterna till samverkan. Gemensamma prov för både teknik- och naturvetarprogrammet ger fördelar vad gäller likvärdighet men kan göra att det inte går att ha teknikexempel på proven.

Ledarskap och organisation av arbetet, t.ex. hur arbetslag och ämneslag fungerar, nämns som något som påverkar. Samtidigt är lärarna medvetna om att det inte är enkelt eftersom de kan tillhöra många olika arbetslag och samverkan behövs med flera ämnen. En lärare nämner specifikt att cheferna är frånvarande, de har för många underställda och ägnar sig mer åt elevärenden än åt det som har med undervisningen att göra.

En av lärarna tar upp att personliga relationer, hur arbetsrummen ligger, ekonomi och hur konferenser är utformade påverkar mer än Skolverkets direktiv.

Läromedlens roll

Läromedlen i Teknik 1 spelar inte så stor roll enligt dessa lärare. Två av skolorna använder sig av *Teknik 1* (Frid, 2011) men i mindre omfattning, de använder mycket eget material. På den tredje skolan används enbart eget material. En av lärarna påpekar att det inte finns särskilt många uppgifter eller exempel i teknik i matematikböckerna. Svårigheten för läroboksförfattare tas upp eftersom kursplaneringen ser så olika ut på olika skolor, framförallt fysikkursen kan ges vid olika tidpunkter på olika skolor.

7. Analys

7.1 Styrdokument

Styrdokumenterna ställer stora krav på samverkan mellan olika ämnen och ansvaret läggs på både rektorer och lärare. Teknikprogrammet är tvärvetenskapligt och matematik och fysik ska ta upp tekniska processer. Kraven är stora på matematikämnet vad gäller att relatera till karaktärsämnena och hur kunskaperna kan användas i olika sammanhang. För teknik och fysik finns inte motsvarande krav, där uttrycks kopplingen till andra ämnen mera svepande. Det hade varit möjligt att i ämnesplanerna för teknik och fysik peka på vikten att visa hur matematik används inom området, frågan är om denna differentiering är avsiktlig. En mer balanserad fördelning av ansvaret passar bättre in i grundtanken för STEM (de Vries, 2016; Klasander, 2015).

En annan kommentar är att det är klart utskrivet att de olika kurserna inom ett ämne bygger på varandra men ingenting om relationen mellan kurser i olika ämnen. Här funderar jag på om det är viktigt i vilken ordning de olika kurserna kommer i förhållande till varandra. Uppenbarligen anser inte författarna av läroplanen att det behövs några speciella förkunskaper från Fysik 1, Matematik 1c eller 2c för att läsa Teknik 1 eller att kurserna bör läsas parallellt.

Förutsättningarna behandlas inte på något tydligt sätt och det finns ingen styrning av när de olika kurserna ska ligga i förhållande till varandra. Det skulle kunna tolkas som att det viktigaste med samverkan är att ge sammanhang, vilket också uttrycks i riktlinjerna. Inom vilka områden eller hur det ska samverkas spelar inte lika stor roll. Lgy11 är en i stora delar decentraliserad läroplan (Linde, 2012) och realiseringen av samverkan lämnas till respektive skola, vilket bl.a. kommer till uttryck i utvecklingspaketet *Om examensmålet* (Skolverket, 2012).

7.2 Läroböcker

Genomgången av läroböckerna i Teknik 1 visar att det förutsätts baskunskaper i matematik men också att det finns flera större områden där det behövs djupare kunskap i matematik (algebra, trigonometri, vektorer). Flera av dessa områden behövs även i Fysik 1. Dessutom är flera större områden gemensamma för både teknik och fysik även om de behandlas något olika i de två ämnena. Det finns alltså stora möjligheter att samverka och

därmed förstärka inläringen i alla tre ämnena. Lindborg och Grevholm (2013) fann ett sådant samarbete givande för elever på yrkesprogram, vilket även borde gälla elever på teknikprogrammet.

7.3 Intervjuer

Intervjuerna ger en bild av skolans värld där många ämnen har beröring med varandra och att det finns behov av samverkan. Samstämmigheten är ganska stor även om det finns variationer mellan de tre lärarna, t.ex. huruvida förkunskaperna i matematik är ett problem i Teknik 1 eller inte. De intervjuade lärarna menar att det är positivt att visa tillämpningar. Det är viktigt att eleverna upplever en helhet, vilket är ett av motiven som Persson et al. (2012) visar på och som också stämmer med läroplanens riktlinjer. Ingen av dem nämner vardagsanknytning, vilket troligen är mer aktuellt på högstadiet även om det nämns i Lgy11. En annan erfarenhet är att många olika ramfaktorer styr vad som är möjligt och som det verkar mer än vad styrdokumentet gör. Park et al. (2016) kom fram till att ämnesintegration på gymnasienivå upplevs som svårare, en slutsats som dessa intervjuer stödjer.

Om intervjuerna är representativa, så genomförs inte mycket samverkan mellan teknik och matematik/fysik. Det verkar saknas en aktiv strategi på skolorna trots att skollärdarna fått en allt viktigare roll på transformeringsarenan (Linde, 2012), vilket inte utnyttjas. Det är också tydligt att flera ramfaktorer påverkar möjligheten till samverkan. Till exempel tidsbrist i matematikkurserna, när de olika kurserna ligger i tiden och även hur arbetsplatser och arbetslag är utformade. Ramfaktorerna påverkas alltså av både centrala och lokala beslut.

Lärarnas egen roll på både transformeringsarenan och realiseringsarenan blir tydlig. De ger uttryck för att det är lättare att samverka om man undervisar i olika ämnen, vilket även styrks av Samson (2014). Det är heller inte självklart vad som ska komma först, teori eller tillämpning? Här har jag fått omvärdera min egen uppfattning, jag har tidigare varit helt säker på att det bästa vore om mekanik undervisas först i fysik och sedan som tillämpning i teknik men tekniklärarna ger en mer nyanserad bild.

7.4 Helheten

När de olika delresultaten kombineras träder en komplex bild fram vad gäller samverkan, precis som Alvehus kommenterar då han föredrar metaforen *kristallisering* (2013). Läroplanen uttrycker krav från skolpolitiskt håll att det ska ske en samverkan mellan ämnen men ger inte något svar på hur det ska gå till och den är kanske inte tillräckligt kopplad till vad som är möjligt att uppnå (Lindblad et al., 1999). Att behoven och möjligheterna finns syns tydligt i analysen av läroböckerna, det finns flera områden som är intressanta för samverkan och att samma moment kommer tillbaka i flera ämnen kan förstärka lärandet. Viktiga baskunskaper är gemensamma för alla tre ämnena. Algebra nämns som speciellt viktigt och är även i högsta grad aktuellt för kommande högskolestudier (Thunberg & Filipsson, 2005). Större moment som berör både teknik och fysik är mekanik, tryck, energiteknik och i vissa fall ellära.

Lärarna ser också behoven men organisation, tidsbrist och kursupplägg gör att det blir svårt att genomföra. Tyvärr visar ingen entydig forskning på hur samverkan ska genomföras för att nå bästa resultat (Hurley, 2001). I vissa fall kan integration till och med motverka syftet genom att eleverna missar viktig ämneskunskap (Berland, 2013; Roehrig et al., 2011), något som ämneslärarna på min praktikskola uttryckte och som kanske kommit fram mer om matematik- och fysiklärare också hade intervjuats.

Skillnaden i bakgrund hos lärare påverkar både viljan och förmågan att genomföra samverkan (Samson, 2014; Kurt & Pehlivan, 2013). Roehrig et al. (2012) visar på att det kan vara svårt för teknicklärare att integrera matematik och naturvetenskap. För de intervjuade teknicklärarna som har erfarenhet av att undervisa även i matematik märks att de ser en tydligare koppling mellan ämnena.

Den komplexa bild som uttrycks av de tre lärarna visar att det finns många lokala förhållanden att ta hänsyn till, allt från elevernas kunskapsnivå till vilken bakgrund respektive lärare har, vilket påverkar hur väl de kan arbeta med integrering. Organisatoriska val påverkar också möjligheterna till samverkan.

8. Slutsatser och diskussion

8.1 Slutsatser

Resultaten visar vilka krav och förutsättningar som finns för samverkan mellan teknikämnet och matematik/fysik på gymnasiet genom att kartlägga formuleringsarenan, transformeringsarenan och realiseringsarenan via analys av styrdokument och läroböcker samt genom intervjuer med tekniklärare.

Det finns klart uttalade krav i styrdokumenterna att samverkan ska ske och med en extra betoning på att matematikämnet ska spegla programmens karaktär, vilket blir extra tydligt då ämnes- och kursplanerna jämförs direkt med varandra. Däremot ges inga speciella förutsättningar i styrdokumenterna och ansvaret för hur det ska genomföras lämnas till aktörerna för anpassning till lokala förhållanden.

Behoven och möjligheterna till samverkan är stora. Baskunskaper i matematik behövs i både teknik och fysik, något som kan samordnas för att förstärka inläringen och det finns rikligt med tillfällen i Teknik 1 att visa på matematiktillämpningar. Det finns flera större moment som berör både teknik och fysik. Intervjuerna visar på ett antal olika ramfaktorer som begränsar möjligheterna att realisera samverkan mellan teknik och matematik/fysik. Hur kurserna planeras i förhållande till varandra kan begränsa möjligheterna till samverkan. Det handlar också om organisatoriska val som hur arbetslagen organiseras men också om personliga kontakter över ämnesgränserna gynnas eller inte. Kunskap och erfarenhet hos enskilda lärare påverkar förmågan och viljan att samverka. Det är lätt att efterfråga mer direktiv från styrdokumenterna men den komplexa bild som uttrycks av de tre lärarna visar att det finns många lokala förhållanden att ta hänsyn till.

8.2 Koppling mellan teknik, matematik och fysik

Studien visar vilka områden som är gemensamma mellan Teknik 1, Matematik 1c/2c och Fysik 1. Det finns rikligt med områden där samverkan kan användas för att eleverna ska kunna se sammanhang. Att kopplingen är stark mellan teknik, matematik och naturvetenskapliga ämnen är inte förvånande. Det finns en naturlig samhörighet mellan ämnena samtidigt som deras respektive särart måste respekteras (Hagberg & Hultén, 2005).

Frågan om infärgning har varit mer aktuell på yrkesprogrammen (Lindberg & Grevholm, 2013), vilket också syns i skillnaderna i ämnesplanerna för Matematik 1a/2a jämfört med Matematik 1c/2c. Teknikämnet är både yrkesinriktat och teoretiskt inriktat (Hagberg & Hultén, 2005) och beroende på elevens val kan programmet vara antingen högskoleförberedande eller mer yrkesinriktat. Teknikprogrammet har därför en problematik som till viss del är likartad med yrkesprogrammen och forskningen om infärgning är i högsta grad relevant även för detta program. Internationellt, framförallt i USA, är diskussionen om STEM intensiv och det är förvånande att STEM inte tas upp mer i svensk skoldebatt och inte heller märks i styrdokumentet. Att tänka i termerna av STEM stärker bilden av att kurserna hänger ihop och har ett gemensamt syfte (Roehrig et al., 2012). Teknik kan användas för att överbrygga klyftorna mellan flera ämnen och passar bra som den sammanhållande länken.

Forskningen visar också på behoven men ger inte några entydiga svar på hur det ska göras. Meningen är att eleverna ska få en bättre undervisning men det är svårt att mäta effekten och vad avses egentligen med ”bättre resultat”? Många forskningsprojekt jämför olika saker. Hurley (2001) och Kurt & Pehlivan (2013) visar med sina genomgångar av olika studier att det inte är självklart vilken metod som är bäst. Ofta redovisas tematiska arbeten eller mer ambitiösa projekt i forskningen, det är mer sällan som den grå vardagen uppmärksammas vilken kan vara väl så effektiv för att ge eleverna ett sammanhang. Flera av studierna pekar på att ämnesintegration kräver mer av organisationen (Persson et al., 2009; Park et al., 2016) och tar mycket tid och kraft, något skolan redan har brist på. Det gäller därför att hitta resurssnåla vägar.

8.3 Lärarnas roll

Lärarnas bakgrund spelar stor roll för i vilken utsträckning samverkan sker. Park et al. (2016) visar att längre lärarerfarenhet ökar möjligheterna att undervisa ämnesintegrerat. Lindberg och Grevholm (2013) pekar på att många matematiklärare saknar arbetslivserfarenhet utanför skolan, vilket kan vara ett hinder för infärgning. Olika akademiska traditioner inverkar, ofta används olika terminologi och för att kunna samverka behövs goda kunskaper i både naturvetenskap och matematik (Samson, 2014). Styrdokumentet ställer stora krav på matematiklärarna men fungerar detta i praktiken? I matematik och fysik styrs lärarna hårdare av kursplaner och nationella prov. Tekniskunskaperna är ofta begränsade i övriga lärares repertoar, vilket gör det svårt att

ta upp tillämpningar. Tekniklärarna arbetar med helheten och kan se vad som är användbart från de andra ämnena och kan därför hjälpa till med att lyfta fram lämpliga områden och bra exempel. Både den forskning jag har läst och intervjuerna har stärkt mina funderingar från praktiken om att teknikämnet kan ha en sammanhållande roll.

En av de intervjuade lärarna använde sig av kursböcker i de andra ämnena för att synkronisera undervisningen, något jag också använde mig av under praktiken, vilket är ett enkelt sätt att synkronisera undervisningen. Det kan vara så lite som påverkar om intentionerna genomförs eller inte. När jag under praktiken skulle introducera sinusvågor i matematik frågade jag min praktikkollega i fysik som satt bredvid mig i lärarummet om de hade gått igenom svängningsrörelse, av en slump visade det sig att de precis höll på med det i fysiken. Utan att göra någon större insats kunde vi koppla undervisningen i de två ämnena till varandra. Ett öppet klimat som möjliggör både organiserade och spontana möten mellan olika kategorier av lärare är därför betydelsefullt. Om det är enkelt så blir det av.

8.4 Lärdomar för min yrkesroll

Studien har gett svar på vilka områden som är gemensamma för teknik, matematik och fysik men det jag framförallt tar med mig är vikten av att samverka i det lilla. Det gäller att hitta de enkla vägarna till samverkan över ämnesgränserna. Att vara nyfiken på vad kollegerna håller på med och att ha en bra relation till dem gör stor skillnad. Som tekniklärare har jag en unik position och kan vara den som initierar samverkan med matematik och fysik, en synpunkt som också förs fram av Schaefer et al. (2003).

8.5 Metoddiskussion

Resultatet av litteratursökningen blev tyvärr begränsad vad gäller svensk forskning, den teknikforskning som finns handlar till största delen om åk 7-9 eller om yrkesprogram. Internationellt finns desto mer forskning om teknikämnet och det blev därför nödvändigt att försöka dra relevanta slutsatser utifrån dessa. Därför fyller den här studien ett viktigt syfte i och med att teknikprogrammet på gymnasiet belyses.

Metoden att analysera styrdokumentet genom att välja ut relevanta textstycken medförde att kraven på samverkan framgick tydligare. Trots att jag läst det centrala innehållet och kunskapskraven många gånger tidigare så blir skillnaderna mellan ämnena

mer påtagliga vid en direkt jämförelse. För intervjuerna valde jag att utgå från tekniklärare, det hade troligen kommit fram andra intressanta aspekter om jag även intervjuat matematik- och fysiklärare, vilket hade gett en bättre helhet. Analysen av läroböckerna fungerade som en strukturerad bild av vilka områden som berör varandra och kunde användas som en jämförelse med intervjuerna med tekniklärarna. Med fler intervjuer hade jag kunnat få fram andra synpunkter men jag fick ändå fram flera intressanta aspekter av hur intentioner från styrdokumentet kan realiseras och exempel på hur samverkan kan ske i praktiken. Metoden att använda *kristallisering* gav en helhetsbild över området.

8.6 Förslag till framtida forskning

Det som jag vid summeringen känner saknas är vad eleverna tycker om samverkan. Här finns ett viktigt område att utforska närmare och gärna då utifrån perspektivet vad elever på teknikprogrammet tycker om samverkan mellan teknik och matematik/fysik. Hur upplever de att lärarna samverkar i dessa ämnen och hur vill de att upplägget ska se ut?

I samband med analysen av läroböckerna funderade jag också kring vilken koppling matematik- och fysikböcker gör till teknik. Det finns temasideor och uppgifter som tar upp andra ämnen men en av de intervjuade lärarna ansåg att det var väldigt lite teknik som togs upp och det är förmodligen mer fysikuppgifter i matematikböckerna. Därför skulle det vara intressant att gå igenom några matematik- och fysikböcker för att se hur teknik är representerat och även för att ge förslag på vad som borde tas upp. Här är det också intressant att studera vilka skillnader som finns i upplägg av ett visst område i de olika ämnena. Hur behandlas t.ex. området mekanik i teknik respektive fysik och vilket är det optimala sättet att samverka för att ge eleverna maximal förståelse av området? Vilka forskningsresultat finns vad gäller relationen mellan teknik, matematik och fysik? Har Tengstrand (2016) rätt i att tillämpning kan komma före teori eller är det viktigare att eleverna är väl bekanta med grundkunskaperna innan tillämpningen presenteras?

Referenser

Alfredsson, Lena; Bråting, Kajsa; Erixon, Patrik & Heikne, Hans (2011a). *Matematik 5000 1c*. Stockholm: Natur & Kultur.

Alfredsson, Lena; Bråting, Kajsa; Erixon, Patrik & Heikne, Hans (2011a). *Matematik 5000 2c*. Stockholm: Natur & Kultur.

Alphonse, Rune; Bergström, Lars; Gunnvald, Per; Ivarsson, Jenny; Johansson, Erik & Nilsson, Roy (2011). *Heureka Fysik Kurs1*. Stockholm: Natur & Kultur.

Alvehus, Johan (2013). *Skriva uppsats med kvalitativ metod: En handbok*. Stockholm: Liber AB.

Andersson, Björn (1994). Om kunskapande genom ämnesintegration. Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet. *NA-Spektrum 10*. Hämtad 13 dec. 2016 från <http://naserv.did.gu.se/nadpub/naspdf/nas10.pdf>

Berggren, Ivan & Bergman, Robert (2007). *Infärgning ur lärares perspektiv*. (Examensarbete, Luleå tekniska universitet, Institutionen för Utbildningsvetenskap).

Bergström, Göran & Boréus, Kristina (2012). Innehållsanalys. I Bergström, Göran & Boréus, Kristina (Red.) *Textens mening och makt Metodbok i samhällsvetenskaplig text- och diskursanalys* (3:e uppl., s. 49-90). Lund: Studentlitteratur AB.

Berland, Leema K. (2013). Designing for STEM Integration. *Journal of Pre-College Engineering Education Research* 3(1), 22-31.

Blomdahl, Eva (2009). Vad är Teknik? I Per Gyberg & Jonas Hallström (Red.) *Världens gång - teknikens utveckling: Om samspelet mellan teknik, människa och samhälle*. (s. 29–39). Lund: Studentlitteratur AB.

Brown, Josh (2012). The Current Status of STEM Education Research. *Journal of STEM education* 13(5), 7-11.

Bryman, Alan (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder* (2:a uppl.). Stockholm: Liber AB.

De Vries, Marc J. (2016). *Teaching about Technology An Introduction to the Philosophy of Technology for Non-philosophers* (2. uppl.). Dordrecht: Springer International Publishing.

European schoolnet (u.å.). *Science, Technology, Engineering and Mathematics* Hämtad 1 dec. från <http://www.eun.org/focus-areas/stem;jsessionid=031E6D5F3C1CA27187D050E1B3376787>

EU STEM coalition (u.å.). Hämtad 15 dec. 2016 från <http://www.stemcoalition.eu/members>

Fraenkel, Lars; Gottfridsson, Daniel & Jonasson, Ulf (2011). *Impuls Fysik 1*. Malmö: Gleerups Utbildning AB.

Frid, Johnny (2011). *Teknik 1*. Malmö: Gleerups Utbildning AB.

Ginner, Thomas (2013). *Allt är inte teknik – men mycket*. Hämtad 11 nov. 2016 från <http://www.lararnasnyheter.se/forskolan/2013/01/17/allt-ar-inte-teknik-mycket>

Hagberg, Jan-Erik och Hultén, Magnus (2005). *Skolans undervisning och elevers lärande i teknik – svensk forskning i internationell kontext*. Stockholm: Vetenskapsrådet.

Hansson, Sven Ove (2013). What is Technological Knowledge? I: Skogh, I-B. & de Vries, M.J. (Red.) *Technology Teachers as Researchers*. Rotterdam (s. 178-188). The Netherlands: Sense Publishers.

Hurley, Marlene M. (2001). Reviewing Integrated Science and Mathematics: The Search for Evidence and Definitions From New Perspectives. *School Science and Mathematics 101*(5). 259-268. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x

inGenious (u.å.). Hämtad 11 nov. 2016 från <http://www.ingenious-science.eu>

Johansson, Annie-Maj & Wickman, Per-Olof (2012). Vad ska elever lära sig angående naturvetenskaplig verksamhet? – En analys av svenska läroplaner för grundskolan under 50 år. *NorDiNa* 8(3), 197-212.

Karlsson, Peter & Gustafsson, Camilla (2011). *Infärgning Lärares syn på att arbeta med infärgning*. (Examensarbete, Högskolan i Halmstad, Sektionen för lärarutbildning).

Kertil, Mahmut & Gurel, Cem (2016). Mathematical Modeling: A Bridge to STEM Education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 44-55.

Klasander, Claes (2015). T:et i STEM. *CETIS nyhetsbrev nr 3, oktober 2015*. Hämtad 27 okt. 2016 från <https://www.liu.se/cetis/nyhetsbrev/2015-3-t-stem.shtml>

Kurt, Kürşat & Pehlivan, Mustafa (2013). Integrated Programs for Science and Mathematics: Review of Related Literature. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* 1(2), 116-121.

Lindberg, Lisbeth och Grevholm, Barbro (2013). Mathematics in VET programmes: The tension associated with reforms in Sweden. *International journal of training research* 11(2), 150-165.

Lindblad, Sverker; Linde, Göran & Naeslund, Lars (1999). Ramfaktorteori och praktiskt förnuft. *Pedagogisk Forskning i Sverige* 4(1) s. 93–109.

Linde, Göran (2012). *Det ska ni veta!: en introduktion till läroplansteori* 3:e uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

Lundgren, Ulf P. (2014). Läroplansteori och didaktik – framväxten av två centrala områden. I Lundgren, Säljö & Liberg (Red.). *Lärande skola bildning: grundbok för lärande (3:e utgåvan)*, s. 139 - 221. Stockholm: Natur & Kultur.

Nyberg, Yngve (2011). *Teknik*. Stockholm: Liber AB.

Park, HyunJu; Byun, Soo-yong; Sim, Jaeho; Han, Hyesook & Baek, Yoon Su (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753. DOI: 10.12973/eurasia.2016.1531a.

Persson, Helena; Ekborg, Margareta & Garpelin, Anders (2009). Ämnesintegrerad undervisning i naturvetenskap – Vad är det? *NorDiNa* 5(1), 47-60.

Persson, Helena (2011). *Lärares intentioner och kunskapsfokus vid ämnesintegrerad naturvetenskaplig undervisning i skolår 7–9* (Doktorsavhandling, Umeå universitet, Institutionen för naturvetenskapernas och matematikens didaktik).

Persson, Helena; Ekborg, Margareta & Ottander, Christina (2012). En studie av lärares intentioner med och genomförandet av ämnesintegrerad naturvetenskaplig undervisning i skolår 9. *NorDiNa* 8(1), 73-88.

Rennie, Léonie J.; Venville, Grady & Wallace, John (2011). Learning science in an integrated classroom: Finding balance through theoretical triangulation. *Journal of Curriculum Studies* 43(2), 139-162. DOI: 10.1080/00220272.2010.509516

Roehrig, Gillian H.; Moore, Tamara J.; Wang, Hui-Hui; Park, Mi Sun (2012). Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration. *School Science and Mathematics* 112(1) s. 31-44

Samson, Ghislain (2014). From Writing to Doing: The Challenges of Implementing Integration (and Interdisciplinarity) in the Teaching of Mathematics, Sciences, and Technology. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education* 14(4), 346-358.

Schaefer, Malinda R.; Sullivan, Jacquelyn F. & Yowell, Janet L. (2003). Standards-Based Engineering Curricula as a Vehicle for K-12 Math and Science Integration. *Proceedings, 2003 Frontiers in Education Annual Conference, Boulder, Colorado, November 2003*. Hämtad 29 okt. Från https://itll.colorado.edu/images/uploads/about_us/publications/Papers/FIE03%20Curriculum%201375%20FINAL.pdf

Skogh, Inga-Britt (2002). Teknik – ämnet som intresserar många men som väljs av få. I: Falkevall, B. & Selander, S. (Red.) *Skolämne i kris* (s. 21-36). Stockholm Library of Curriculum Studies 10. HLS Förlag.

Skolverket (1994). *Läroplan för de frivilliga skolformerna*. Stockholm: Skolverket.

- Skolverket (2008). *Hur hänger allt ihop?* Hämtat 30 nov. 2016 från <http://www.skolverket.se/skolformer/gymnasieutbildning/gymnasieskola/fore-ht-2011/program/teknikprogrammet/hur-hanger-allt-ihop-1.25584>
- Skolverket (2011a). *Gymnasieskola 2011*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011b). *Läroplan, examensmål och gymnasiegemensamma ämnen för gymnasieskolan 2011*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011c). *Ämnesplan Teknik 1*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011d). *Ämnesplan Fysik*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011e). *Ämnesplan Matematik*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011f). *Om ämnet teknik*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011g). *Om ämnet matematik*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2011h). *Om ämnet fysik*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2012). *Examensmålet: Ämnen i relation till examensmålet – samverkan i programarbetslaget*. Hämtad 18 dec. 2016 från http://www.skolverket.se/polopoly_fs/1.177073!/Utvecklingspaket%20-%20Examensm%C3%A5let.pdf
- Tengstrand, Anders (2009). *Regeringens satsning på matematik 2006–2008*. Hämtad 15 sept. 2016 från <http://www.ncm.gu.se/media/mattebron/RapportMattebron.pdf>
- Thunberg, Hans & Filipsson, Lars (2005). *Förväntade och önskade förkunskaper i Matematik vid KTHs civilingenjörsutbildningar*. KTH. Hämtat 16 dec. från <http://www.math.kth.se/gmhf/forvantakunskaper.pdf>
- Vetenskapsrådet (2002) *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Hämtad 15 sept. 2016 från <http://www.codex.vr.se/texts/HSFR.pdf>
- Wikström Bennulf; Christer & Larsson, Lars (2008). *Infärgningens nyanser - Tolkningar av infärgning vid kärn- och karaktärsämnen på gymnasiet ur ett lärarperspektiv*. (Examensarbete, Högskolan i Skövde, Institutionen för kommunikation och information).

Bilaga 1

Läroplan Gy11	
Skolans värdegrund och uppgifter	<i>Utvecklingen i yrkeslivet innebär bland annat att det behövs gränsöverskridanden mellan olika yrkesområden och att krav ställs på medvetenhet om såväl egen som andras kompetens. Detta ställer i sin tur krav på skolans arbetsformer och arbetsorganisation. (s. 7)</i>
	<i>Elevernas kunskapsutveckling är beroende av om de får möjlighet att se samband. Skolan ska ge eleverna möjligheter att få överblick och sammanhang. Eleverna ska få möjlighet att reflektera över sina erfarenheter och tillämpa sina kunskaper. (s. 8)</i>
Övergripande mål och riktlinjer	<p><i>Det är skolans ansvar att varje elev</i></p> <p>...</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>kan använda sina kunskaper som redskap för att</i> <ul style="list-style-type: none"> – <i>formulera, analysera och pröva antaganden och lösa problem,</i> – <i>reflektera över sina erfarenheter och sitt eget sätt att lära,</i> – <i>kritiskt granska och värdera påståenden och förhållanden, och</i> – <i>lösa praktiska problem och arbetsuppgifter (s. 9)</i>
	<p><i>Läraren ska</i></p> <p>...</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>samverka med andra lärare i arbetet med att nå utbildningsmålen (s.10),</i> • <i>organisera och genomföra arbetet så att eleven</i> <ul style="list-style-type: none"> – <i>får möjligheter till ämnesfördjupning, överblick och sammanhang,</i> – <i>får möjlighet att arbeta ämnesövergripande. (s. 11)</i>
	<p><i>Som pedagogisk ledare för skolan och som chef för lärarna och övrig personal i skolan har rektorn ansvar för skolans resultat och har, inom givna ramar, ett särskilt ansvar för att</i></p> <p>....</p> <p><i>samverkan mellan lärare i olika kurser kommer till stånd så att eleverna får ett sammanhang i sina studier, (s. 15-16)</i></p>

Sammanställning av textavsnitt i Läroplanen, Gy11 (Skolverket, 2011b), som täcker in samverkan.

Bilaga 2

Examensmål Teknikprogrammet (Gy11)	Kommentarer till program- strukturen, Teknikprogrammet (Gymnasieskola 2011)	Kommentarer till examensmålen, Teknikprogrammet (Gymnasieskola 2011)
<i>Teknikprogrammet är ett högskoleförberedande program. Efter examen från programmet ska eleverna ha kunskaper för högskolestudier inom främst teknik- och naturvetenskap men även inom andra områden. (s. 51)</i>	<i>... elevernas kunskaper utvecklas i samspel mellan alla ämnen som ingår i programmet. Därför är det viktigt att behandla de gymnasiegemensamma ämnena dels i förhållande till de generella läroplansmålen, dels i förhållande till examensmålen för programmet. Examensmålen för teknikprogrammet ska alltså prägla de gymnasiegemensamma kurserna, liksom de andra kurserna, som läses inom programmet. (s. 276)</i>	<i>Teknikprogrammet har en tydligt tvärvetenskaplig karaktär. Ett exempel på det är att eleverna i fysik och kemi ska undersöka, beskriva och systematisera olika företeelser i naturen samt göra kopplingar till tekniska processer. (s. 271)</i>
<i>Den ska också belysa teknikens roll i samspelet mellan människa och natur med hänsyn till hållbar utveckling. (s. 51)</i>		<i>I begreppet hållbart samhälle ingår tre perspektiv: det ekonomiska, sociala och ekologiska. Det ekonomiska perspektivet handlar bland annat om att tydliggöra hur utvecklingen av produkter och tjänster lokalt och globalt kan ske på ett resurseffektivt sätt. Det sociala perspektivet handlar bland annat om människors olika förutsättningar i förhållande till teknik och teknikutveckling. Det ekologiska perspektivet handlar bland annat om samspelet mellan människa och natur. (s. 271)</i>
<i>Vidare ska utbildningen utveckla elevernas kunskaper om fysik, kemi och matematik med fokus på tekniska processer. (s. 51)</i>	<i>Ämnena fysik, kemi och matematik ska på teknikprogrammet betona tekniska processer. (s. 277)</i>	
<i>Matematik är inom teknikområdet ett språk och ett redskap för att förstå, uttrycka och analysera sammanhang (s. 51)</i>	<i>Matematiken ska också vara ett språk och ett redskap för att förstå, uttrycka och analysera sammanhang. (s. 277)</i>	
<i>Utbildningen ska också innehålla kreativa och problemlösande arbetsformer samt ge förutsättningar för eleverna att utveckla ett tvärvetenskapligt förhållningssätt (s. 51)</i>		<i>I examensmålen betonas att teori och praktisk tillämpning ska samverka i utbildningen, vilket innebär att eleverna ska arbeta med problemlösning både teoretiskt och praktiskt. Det kan till exempel ske i form av projektarbeten som genomförs tillsammans med ett företag, en organisation eller en högskola, eller i form av studiebesök och praktikinslag. (s.271)</i>

Sammanställning av textavsnitt i Examensmålen, Gy11 för Teknikprogrammet (Skolverket, 2011b) jämfört med kommentarer i Gymnasieskola 2011 (Skolverket, 2011a) som täcker in samverkan.

Bilaga 3

Ämnesplaner			
	Teknik	Matematik	Fysik
Inledning	<i>Ämnet teknik är till sin karaktär tvärvetenskapligt.</i>		
Ämnets syfte		<i>Matematik är även ett verktyg inom vetenskap och för olika yrken.</i>	<i>Den ska bidra till att eleverna utvecklar kunskaper om fysikens olika tillämpningar inom till exempel teknik, medicin och hållbar utveckling och därigenom förståelse av fysikens betydelse i samhället.</i>
		<i>Det innefattar att utveckla förståelse av matematikens begrepp och metoder samt att utveckla olika strategier för att kunna lösa matematiska problem och använda matematik i samhälls- och yrkesrelaterade situationer. I undervisningen ska eleverna ges möjlighet att utmana, fördjupa och bredda sin kreativitet och sitt matematikkunnande. Vidare ska den bidra till att eleverna utvecklar förmåga att sätta in matematiken i olika sammanhang och se dess betydelse för individ och samhälle.</i>	
		<i>När så är lämpligt ska undervisningen ske i relevant praxisnära miljö.</i>	
		<i>Undervisningen ska stärka elevernas tilltro till sin förmåga att använda matematik i olika sammanhang samt ge utrymme åt problemlösning som både mål och medel.</i>	
		<i>I undervisningen ska eleverna dessutom ges möjlighet att utveckla sin förmåga att använda digital teknik, digitala medier och även andra verktyg som kan förekomma inom karaktärsämnena.</i>	
		<i>Undervisningen i ämnet matematik ska ge eleverna förutsättningar att utveckla förmåga att:</i> <i>4. tolka en realistisk situation och utforma en matematisk modell samt använda och utvärdera en modells egenskaper och begränsningar</i> <i>7. relatera matematiken till dess betydelse och användning inom andra ämnen, i ett yrkesmässigt, samhällligt och historiskt sammanhang</i>	

Sammanställning av textavsnitt i Ämnesplanerna för respektive ämne, Gy11, som täcker in samverkan (Skolverket, 2011c; Skolverket, 2011d, Skolverket, 2011e)

Bilaga 4

Kursplaner, Centralt innehåll			
Teknik 1	Ma 1c	Ma 2c	Fysik 1a
<i>Teknikutvecklingsprocessens alla delar från idé och modell, produkt eller tjänst till användning och återvinning med praktisk tillämpning av teknik och teknikutveckling inom ett eller flera teknikområden.</i>			
<i>Entreprenörskap och entreprenörskapets villkor med utgångspunkt i innovativa och kreativa processer.</i>			
<i>Materials tekniska egenskaper, till exempel termiska, elektriska, mekaniska och kemiska samt materialens möjligheter och begränsningar utifrån olika användningsområden.</i>			Rörelse och krafter <ul style="list-style-type: none"> • Orientering om aktuella modeller för beskrivning av materiens minsta beståndsdelar och av de fundamentala krafterna samt om hur modellerna har vuxit fram.
<i>Teknikens och teknikerns roll med fokus på framtidens teknik och ett hållbart samhälle, till exempel med utgångspunkt i energieffektivisering</i>			Energi och energiresurser <ul style="list-style-type: none"> • Energiresurser och energianvändning för ett hållbart samhälle.
<i>Kvalitetsarbete, till exempel kvalitetssäkring, miljösäkring, arbetsmiljö och riskanalys.</i>			
<i>Ritningsläsning och skiss- och ritteknik med introduktion i hur man hanterar cad-program.</i>			
<i>Projektarbets-, kommunikations-, presentations- och modellteknik, till exempel digitala medier och programvaror, manualer och instruktioner, muntliga och skriftliga framställningar samt digitala och manuella tekniker för att skapa modeller</i>			
<i>Tekniska begrepp, teorier och modeller innefattande beräkningar och rimlighetsbedömningar.</i>	Taluppfattning, aritmetik och algebra <ul style="list-style-type: none"> • Metoder för beräkningar inom vardagslivet och karaktärsämnena med reella tal skrivna på olika former, inklusive potenser med reella 	Problemlösning <ul style="list-style-type: none"> • Matematiska problem av betydelse för samhällsliv och tillämpningar i andra ämnen. 	Strålning inom medicin och teknik <ul style="list-style-type: none"> • Tillämpningar inom medicin och teknik Fysikens karaktär, arbetssätt och matematiska metoder

	<p><i>exponenter samt strategier för användning av digitala verktyg.</i></p> <p>Geometri</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Matematisk argumentation med hjälp av grundläggande logik inklusive implikation och ekvivalens samt jämförelser med hur man argumenterar i vardagliga sammanhang och inom naturvetenskapliga ämnen.</i> <p>Sannolikhet och statistik</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Granskning av hur statistiska metoder och resultat används i samhället och inom vetenskap.</i> <p>Problemlösning <i>Matematiska problem av betydelse för privatekonomi, samhällsliv och tillämpningar i andra ämnen.</i></p>		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Vad som kännetecknar en naturvetenskaplig frågeställning.</i> • <i>Hur modeller och teorier utgör förenklingar av verkligheten och kan förändras över tid.</i> • <i>Ställningstaganden i samhällsfrågor utifrån fysikaliska förklaringsmodeller, till exempel frågor om hållbar utveckling</i>
<i>Teknikens historia och teknikutvecklingens betydelse för samhället samt introduktion i aktuella utvecklingsområden inom teknik.</i>			
<i>Grundläggande teknikfilosofi: etiska värderingar och genusstrukturer samt hur de har påverkat och påverkar tekniken, dess användning och tillgänglighet. Hur teknik och teknikens attribut könsmärks.</i>			
<i>Kommunikations-, dator- och nätverksteknik för lärande och förmedling av teknik och information.</i>			

Centralt innehåll för kursplanen i Teknik 1 jämfört med motsvarande innehåll i Ma 1c, Ma 2c och Fysik 1a som täcker in samverkan (Skolverket, 2011c, 2011d, 2011e). För Teknik 1 redovisas hela det centrala innehållet, för fysik och matematik enbart de delar som explicit uttrycker ämnesöverskridande eller har en direkt koppling områdesmässigt.

Bilaga 5

Kunskapskrav			
Teknik 1	Ma 1c	Ma 2c	Fysik 1a
<p>Betyget A</p> <p>Dessutom värderar eleven, med nyanserade omdömen och utifrån ett etiskt förhållningssätt, teknikens funktion, användning och tillgänglighet i samhället.</p>	<p>Betyget A</p> <p>Eleven kan med säkerhet använda begrepp och samband mellan begrepp för att lösa komplexa matematiska problem och problemsituationer i karaktärsämnen.</p> <p>Genom att ge exempel relaterar eleven något i några av kursens delområden till dess betydelse inom andra ämnen, yrkesliv, samhällsliv och matematikens kulturhistoria. Dessutom kan eleven föra välgrundade och nyanserade resonemang om exemplens relevans.</p>	<p>Betyget A</p> <p>Eleven kan med säkerhet använda begrepp och samband mellan begrepp för att lösa komplexa matematiska problem och problemsituationer i karaktärsämnen.</p> <p>I arbetet gör eleven om realistiska problemsituationer till matematiska formuleringar genom att välja, tillämpa och anpassa matematiska modeller</p> <p>Genom att ge exempel relaterar eleven något i några av kursens delområden till dess betydelse inom andra ämnen, yrkesliv, samhällsliv och matematikens kulturhistoria. Dessutom kan eleven föra välgrundade och nyanserade resonemang om exemplens relevans.</p>	<p>Betyget A</p> <p>Eleven diskuterar utförligt och nyanserat komplexa frågor som rör fysikens betydelse för individ och samhälle. I diskussionerna för eleven fram välgrundade och nyanserade argument och redogör utförligt och nyanserat för konsekvenser av flera tänkbara ställningstaganden. Eleven föreslår också nya frågeställningar att diskutera.</p>

Sammanställning av de kunskapskrav för betyget A i Teknik 1, Ma 1c, Ma 2c och Fysik 1a som täcker in samverkan eller ämnesövergripande. (Skolverket, 2011c; Skolverket, 2011d; Skolverket, 2011e).

Bilaga 6

Jämförelse läroböcker								
Teknik 1 - Johnny Frid				Matematik			Fysik	
Kapitel	Innehåll		Kommentarer	Ma 1c	Ma 2c	Kommentarer	Fysik 1	Kommentarer
Teknikutveckling								
Projektarbete								
Design								
Rit teknik	Skala	○	För att hantera ritningar	Grundskolematematik bör räcka	▲	Ma 2c: repetition längdskala. Nytt area- och volymskala		
	Diameter	●		Grundskolematematik bör räcka				
	Toleranser	▲	Koppling till avrundning	▲		Avrundning och gällande siffror	●	
Mätteknik	Storhet, enhet, mätetal	▲		▲		Storhet och enhet	▲	Behandlas noggrant
	SI-enheter	▲					▲	
	Prefix, potenser	●		▲			●	
	Längdmått, Ytmått, Rymdmått, Vikt	●		Grundskolematematik bör räcka			●	
	Enhetsomvandling	●		▲			●	
	Elektroniska mätningar	▲					Δ	Multimeter
	Mätnoggrannhet, mätfel	▲		▲		Avrundning	▲	
Teknisk kommunikation	Tekniska rapporter	▲					▲	Skriva labrapporter
Materiallära			Kopplingar till Kemi!					
	Procent	●		Grundskolematematik bör räcka			●	
	Densitet	▲					▲	
	Värmeisoleringsförmåga, ledningsförmåga	▲					▲	
Produktionsteknik								
Tillverkningsmetoder	Formler, lösa ut variabel	●	För varvtal	▲			●	
	Diagram och grafer	●		●				

Ekonomi och marknadsföring	Procent	•		Grundskole-matematik bör räcka			•	
Idéskydd och lagar								
Teknik och miljö								
Datorn och datorkommunikation	Binära talsystem	○		▲		Talsystem med olika baser		
	Prefix, potenser	•		▲			•	
	Klockfrekvens	▲					Δ	Frekvensbegreppet Fysik 2
Mekanik	Formler, lösa ut variabel	•		▲			•	
	Prefix, potenser	•		▲			•	
	Enhetsomvandling	•		▲			•	
	Kraft	▲	Reaktionskraft, tyngd, massa, tyngdpunkt, jämvikt, normalkraft, friktion, lutande plan				▲	Behandlas mer noggrant i fysikkursen
	Rita krafter	•	Vektorer, vektoraddition	▲		Vektorer	•	
	Kraftuppdelning	•	Trigonometri: sinus och cosinus	▲	▲	Ma 1c: Endast rätvinkliga trianglar	•	
	Vridmoment	▲						Fysik 2
	Hållfasthet	▲						
	Hookes lag	▲					▲	
	Tvårsnittareor	•	Area olika geometriska former	▲			•	
	Tvärkrafter- och momentdiagram	▲						Fysik 2
	Ekvationslösning	•		▲				
	Tryck (gas, vätska)	▲	Pneumatik, hydraulik				▲	
Energiteknik	Formler, lösa ut variabel	•		▲			•	
	Prefix, potenser	•		▲			•	
	Procent	•		Grundskole-matematik bör räcka			•	
	Diagram och grafer	•		▲	▲	Ma 2c: Andragradsfunktioner	•	
	Enhetsomvandling	•		▲			•	

	Energitransport	▲	Strålning, konvektion, värmeledningsförmåga				▲	Delvis överlappande
	Jordens energibalans	▲					▲	
	El- och värmeproduktion	▲					▲	
	Värmepump	▲					▲	Behandlas mer noggrant i fysikkursen
	Omvandling av energi	▲	Bränsleceller, fission, fusion, värmepump				▲	
	Energi och effekt	▲					▲	
	Verkningsgrad	▲					▲	
Nanoteknik								
Teknik, historia och samhälle								

● = Baskunskaper förväntas

○ = Baskunskaper men av mindre omfattning och kan undervisas i teknik för första gången

△ = Område som undervisas i mindre omfattning inom ämnet

▲ = Område som undervisas i större omfattning inom ämnet

Kommentar till kodningsschemat: För kodningen av innehållet gjordes en bedömning av om det är baskunskaper eller om det är ett större moment för kursen. Baskunskaper är sådant som jag som lärare förutsätter att eleverna redan kan. I några fall är dessa moment så små och fullt möjliga att gå igenom före en introduktion i huvudämnet, vilket fick en egen kod. Till gruppen större moment för kursen räknas sådant som är väsentligt för kursen.

Bilaga 7

Jämförelse läroböcker								
Teknik Yngve Nyberg				Matematik			Fysik	
Kapitel	Innehåll		Kommentarer	Ma 1c	Ma 2c	Kommentarer	Fysik 1	Kommentarer
Introduktion								
Energi och energihushållning	Procent	•		Grundskolematematik bör räckas			•	
	Enhetsomvandling	•		▲			•	
	Formler, lösa ut variabel	•		▲			•	
	Energiproduktion	▲					▲	
	Energi och effekt	▲					▲	
	Jordens energibalans	▲					▲	
	Densitet	▲					▲	
	Proportionalitet	○		▲				
	Diagram och grafer	•		▲	▲	Ma 2c: Andragsgradsfunktioner	•	
	Prefix, potenser	•		▲			•	
	Kraft	▲					▲	
	Moment	▲						Fysik 2
	Verkningsgrad	▲					▲	
Teknik, människa och samhälle								
Entreprenörskap								
Rit teknik och CAD	Skala	○	För att hantera ritningar		▲	Grundskolematematik bör räckas Ma 2c: repetition längdskala. Nytt area- och volymskala		
	Diameter	•		Grundskolematematik bör räckas				
	Toleranser	▲	Koppling till avrundning	▲		Avrundning och gällande siffror	•	
Allmän materiallära			Kopplingar till kemi					

	Procent	•		Grundskole- matematik bör räcka			•	
	Densitet	▲					▲	
	Längdutvidgning, längdutvidgningskoefficient, värmeledningsförmåga och resistivitet	▲					▲	
Allmän hållfasthetslära	Formler, lösa ut variabel	•		▲			•	
	Diagram, grafer	•		▲	▲	Ma 2c: Andragsgradsfunktioner	•	
	Hookes lag	▲					▲	
	Tvårsnittareor	•	Area olika geometriska former	Grundskole- matematik bör räcka			•	
	Tryckbelastning	▲	Kraft/area				▲	Tryck
	Kraft	▲	Dragkraft, tyngdkraft				▲	
Elementär mekanik	Kraft	▲	Krafter, friktion, tyngd, massa, tyngdkraft, tyngdpunkt, normalkraft, jämvikt				▲	Behandlas mer noggrant i fysikkursen
	Rita krafter	•	Vektorer, vektoraddition	▲		Vektorer	•	
	Moment	▲						Fysik 2
	Formler, lösa ut variabel	•		▲			•	
	Kraft- och momenträkning	▲						Fysik 2
	Ekvationslösning	•	För kraft- och moment		▲			
	Problemlösning	▲		▲	▲		▲	
Produktionsteknik	Mätnoggrannhet, mätfel	▲	Noggrannhet, Avrundning	▲		Avrundning	▲	
Konstruktionselement	Formler, lösa ut variabel	•		▲			•	
	Verkningsgrad	▲					▲	
Elektronik och elteknik	Likspänning, ström och Ohms lag	▲					▲	

	Växelström	△	Begreppet nämns					Växelström nämns i visa böcker
	Sinuskurva	○	Växelspänning			Ma 4: Trigonometriska kurvor		
	Frekvens	○	Växelspänning			Ma 4	△	Frekvensbegreppet Fysik 2
	Storhet, enhet, mätetal	▲		▲		Storhet och enhet	▲	Behandlas noggrant
	Formler, lösa ut variabel	●		▲			●	
	Binära tal	○		▲				
	Effekt, energi	▲						
Styr- och reglerteknik	Diagram, grafer	●		▲	▲	Ma 2c: Andragradsfunktioner	●	
	Binärt, hexadecimalt	○		▲				
Projekt- och projektarbete								
Presentation och dokumentation	Tekniska rapporter	▲					▲	Skriva labrapporter
Dator teknik, datorkommunikation och internet								

● = Baskunskaper förväntas

○ = Baskunskaper men av mindre omfattning och kan undervisas i teknik för första gången

△ = Område som undervisas i mindre omfattning inom ämnet

▲ = Område som undervisas i större omfattning inom ämnet

Kommentar till kodningsschemat: För kodningen av innehållet gjordes en bedömning av om det är baskunskaper eller om det är ett större moment för kursen. Baskunskaper är sådant som jag som lärare förutsätter att eleverna redan kan. I några fall är dessa moment så små och fullt möjliga att gå igenom före en introduktion i huvudämnet, vilket fick en egen kod. Till gruppen större moment för kursen räknas sådant som är väsentligt för kursen .

Intervjuguide

Bakgrundsfrågor

1. Vilka program undervisar du på?
2. Vilka ämnen undervisar du i nu?
3. Har du undervisat i andra ämnen tidigare?
4. Hur länge har du arbetat som lärare?

Frågor om samverkan Teknik – Matematik/Fysik

5. Hur ligger följande kurser tidsmässigt i förhållande till varandra på er skola: Teknik 1, Teknik 2, Matematik 1c, 2c, 3c, 4, 5 samt Fysik 1 och 2? Hur ser du på kursplaneringen?
6. Planerar ni kursinnehållet i Teknik 1 tidsmässigt med Matematik/Fysik-kurserna? Hur i så fall?
7. För vilka områden i Teknik 1 tycker du att eleverna behöver kunskaper i matte först? Kan du ge exempel?
8. För vilka områden i Teknik 1 tycker du att eleverna behöver kunskaper i fysik först? Kan du ge exempel?
9. Vad anser du om följande citat?

Det är inte alltid självklart att matematikkurser skall läsas före de kurser där innehållet används. Många som är intresserade av naturvetenskap och teknik tycker att matematiken är tråkig om de inte ser att den kan tillämpas.

Matematikkurser kan ofta med fördel läsas parallellt eller till och med efter tillämpningarna. På det sättet kan matematiken bli mer levande och dess generalitet mer uppenbar. Tillämpningarna kan för många vara en väg in i matematiken. (Mattebron)

10. Hur tolkar du läroplanens krav på samverkan mellan olika ämnen?
11. Vilken typ av samverkan finns mellan kurserna Teknik 1 och Matematik/Fysik hos er idag?
12. Finns det några områden där du skulle vilja att ni har mer samverkan?
13. Hur ser du på samverkan mellan ämnena? Positiva/negativa effekter?

14. Finns det några andra ramfaktorer än de vi har pratat om som påverkar möjligheterna till samverkan?

Frågor om vilket stöd läromedlen ger för samverkan mellan Teknik och Matematik/Fysik?

15. Vilka läromedel använder ni för Teknik 1?

16. På vilka sätt ger läromedlen i Teknik, Matematik och Fysik stöd för samverkan?

Avslutningsvis

17. Är det något du vill tillägga?

Bilaga 9

Tema	Citat
Styrdokumentens krav på samverkan	<p>”Med teknik så samverkar vi lite med språklärarna”</p> <p>” Gamla infärgningen som det hette före Gy, det har de kvar i dokumenten. Och det har de ju fortfarande om man tittar på vad som står på teknikprogrammet. Det ska ju vara annan kemi om man går på teknikprogrammet jämfört med naturprogrammet men tänker jag mig inte heller är lätt”</p> <p>” Har läst läroplanen noga, sökt på samverkan. Har varit diskussion kring relationen Teknik/fysik tidigare, ej varit inblandad.”</p>
Förutsättningar från styrdokumentet	<p>”Vill inte störa matematiklektionerna --- Stor tidsbrist i matematik gör det svårt”</p> <p>”Ett problem: Tar upp mycket som kommer igen i fysiken. På bekostnad av hållfasthetsläran. Måste lägga lite tid på grunden [mekanik]. I år: ville förenkla mekaniken för att komma in snabbare på hållfasthetsläran. Samma med elläran för att få mer tid till programmering och problemlösning”</p>
Inom vilka områden i Teknik 1 finns behov och möjligheter till samverkan med matematik/fysik?	<p>”Viktigt att få in matematik som ett språk, att eleverna kan abstrahera. Försöker få in det i Teknik 1”</p> <p>”Eleverna behöver mycket algebra, hjälper till med det i Tekniken. Alltmer abstrakta uppgifter”</p> <p>”Bra att ett område tas upp vid flera tillfällen”</p> <p>”inga problem att ta mekaniken först, bra men fysiken tjänar på det”</p>
Sker samverkan mellan teknik och matematik/fysik?	<p>”Samarbetar genom att hålla koll på när olika moment sker, synergi ibland före – ibland efter”</p> <p>”Behöver hitta tillfällen att prata”</p> <p>”Sunt förnuft”</p> <p>Angående att planera tidsmässigt: ”Hur man än vänder sig så har man ändan bak. Svårt att få ihop perfekt”</p> <p>”Mer tillfälligheter. Den som undervisar kursens omtänksamhet om eleverna avgör”</p> <p>”fysiklärare har sina böcker, ska inte ändra på någonting”</p>
Positivt/negativt med samverkan	<p>”Temaarbete – blir för mycket grundskola”</p> <p>”förstås trevligt om man har en tillämpning”</p> <p>”Kräver mycket arbete.”</p> <p>”Positiv effekt för eleverna när de ser att vi drar åt samma håll”</p> <p>”Bra att ett område tas upp vid flera tillfällen”</p> <p>”Om man inte samverkar så finns ju risken att eleverna, det som vi vill att de ska uppfatta som samma fenomen blir för dem två olika för de dyker ju upp i två olika kurser. Å andra sidan om man då samarbetar och inte riktigt har koll på vad den andra säger så finns det ju risk för att man i någon liten detalj motsäger sin kollega.”</p>
Ramfaktorer	<p>”Det här sättet att organisera på. Har all respekt för att det är svårt att göra på andra sätt, många olika resurser som ska kombineras ihop ... Dåligt ledarskap i skolan ...”</p> <p>”Hinner inte prata strategiska saker”</p> <p>”stor tidsbrist i matematik gör det svårt [att samverka]”</p> <p>” fysisk placering av arbetsplatsen eller skrivbordet”</p> <p>”Har man fika och konferenser ihop om de här gemensamma eleverna är det ju lättare att hitta gemensamma projekt.”</p>
Läromedlens roll	<p>”Bra att som tekniklärare ha läst igenom matte/fysikboken. Vet vad kurserna handlar om”</p> <p>”Nej, det har jag inte. Har inte tittat i matteböckerna så vet inte”</p> <p>”Eftersom vi inte har något läromedel i teknik så är det ju bara vad vi själva har förmåga att känna till, är man då också nytexaminerad och följer böckerna så tycker jag att det finns inget helhetsgrepp”</p> <p>”Jag upplever inte att matteböckerna kommer in på tekniken riktigt.”</p>

Centrala citat från intervjuer med tekniklärare redovisade per tema.