

SKOLPORTENS NUMRERADE ARTIKELSERIE
FÖR UNDERVISNING, LÄRANDE OCH LEDARSKAP

3D-MODELLERA MERA!

En undersökning av 3D-modellering
inom slöjdamnet

FÖRFATTARE:
Mikaela Assmundsson



SKOLPORTEN

LEDA & LÄRA

1/2017

SAMMANFATTNING

SYFTET MED ARTIKELN är att beskriva slöjdprojektet *3D-modellera mera!* som genomfördes inom slöjddämnet i åk 7–9, höstterminen 2016 på Myrsjöskolan. Avsikten var att utveckla slöjdens användning av digital teknik och 3D-modellering under lektionstid. Artikeln behandlar också 3D-skrivarens bakgrund samt det ökade behovet av digital kompetens i samhället i relation till slöjddämnet. Arbetet med 3D-modellering och 3D-skrivaren i undervisningen har på ett tydligt sätt bidragit till att utveckla elevernas lärande och kunskaper inom olika material och deras förmåga att självständigt hitta nya lösningar och vägar till kunskap. 3D-skrivaren finns numera tillgänglig som en lika naturlig del av slöjdsalarnas verktyg som våra broderi- och symaskiner. Det är tydligt att det finns ett starkt växande intresse för 3D-modellering hos eleverna och därmed grund för ytterligare utveckling av arbetsområdet.

Mikaela Assmundsson, lärare i slöjd och bild i åk 7–9 på Myrsjöskolan i Nacka kommun.
E-post: mikaela.assmundsson@nacka.se

Denna artikel har den 16 september 2017 accepterats för publicering i Skolportens numrerade artikelserie för utvecklingsarbete i skolan. Artikeln har granskats av en forskare som ingår i Skolportens granskargrupp.

Fri kopieringsrätt i ickekommersiellt syfte för kompetensutveckling eller undervisning i skolan och förskolan under förutsättning att författarens namn och artikelns titel anges, samt källa: Skolportens artikelserie. I övrigt gäller copyright för författaren och Skolporten AB gemensamt.

Denna artikel är publicerad i Skolportens artikelserie Leda & Lära:

www.skolporten.se/forskning/utveckling/

Aktuella Författaranvisningar & Skrivregler:

www.skolporten.se/forskning/skolutveckling/skolportens-utvecklingsartiklar/

Vill du också skriva en utvecklingsartikel? Mejla till redaktionen@skolporten.se

INNEHÅLL

INLEDNING	7
Bakgrund.....	7
Syfte.....	8
Metod.....	8
Avgränsning.....	9
HUVUDDDEL	11
3D-modellering och 3D-skrivaren.....	11
Ökat behov av digital kompetens.....	12
Teknisk slöjd, Elektroslöjd och Makerrörelsen.....	13
Att implementera digital teknik i slöjdämnet.....	14
RESULTAT OCH DISKUSSION	17
REFERENSER	19
BILAGOR	21
Bilaga 1: 3D-modeller SketchUp åk 8.....	21
Bilaga 2: Begrepp.....	22
Bilaga 3: Färdiga 3D-utskrifter åk 8.....	22
Bilaga 4: Tips vid arbete med 3D-modellering.....	22
Bilaga 5: Utbildningslänkar för 3D-modellering och 3D-printing.....	23

INLEDNING

BAKGRUND

ÅR 1878 BESLUTADE Sveriges riksdag att slöjd skulle bli en aktivitet som skulle bedrivas i skolans regi (Lindström, 2008). Ämnet var då inget obligatoriskt utan bedrevs som ett frivilligt skolämne som respektive skola fick välja hur de ville undervisa. Slöjdlärarna Hulda Lundin (1847–1921) och Otto Salomon (1849–1907) var båda övertygade om slöjdundervisningens betydelse för elevers utveckling och lyckades sedermera införa slöjden som ett obligatoriskt skolämne. Huvudsyftet för ämnet var från början att verka fostrande och väcka intresse för lusten till arbete, flit och noggrannhet, samt främja husbehovsslöjd. Den tidiga slöjdundervisningen, så kallade Nääs-modellen, karaktäriserades av en mycket styrd undervisningsform där slöjdläraren lärde ut ett antal givna tekniker och produkter som inte fick frångås. Detta kunde bland annat gestaltas genom att alla eleverna skapade identiska slöjdarbeten. De två slöjdarterna benämndes vid den tiden som gosslöjd och flickslöjd med syfte att lära pojkar respektive flickor vad som ansågs vara väsentliga kunskaper och förmågor för respektive kön vid den tiden (Borg, 2001).

Till skillnad från slöjdens början är syftet med dagens slöjd främst att lära sig att uttrycka sig, stärka sin tilltro till sig själv och arbeta lösningsfokuserat (Lgr II, 2011). Fokuset kan därmed sägas ha flyttat från det uppfostrande till att betona slöjdens kreativa och problemlösande sidor. Min vision med slöjdundervisningen är att möjliggöra en kreativ undervisningsmiljö där eleven självständigt får arbeta med formgivning och problemlösning med kopplingar till både hantverkstraditionen och digital teknik. I slöjdamnets kursplan kan man finna fyra långsiktiga mål där formgivning och framställning väger lika tungt som tillvägagångssätt, analys, arbetsprocess och tolkning av kulturella uttryck:

Genom undervisningen i ämnet slöjd ska eleverna sammanfattningsvis ges förutsättningar att utveckla sin förmåga:

- ★ att formge och framställa föremål i olika material med hjälp av lämpliga redskap, verktyg och hantverkstekniker,
- ★ välja och motivera tillvägagångssätt i slöjdarbetet utifrån syftet med arbetet och utifrån kvalitets- och miljöaspekter,
- ★ analysera och värdera arbetsprocesser och resultat med hjälp av slöjdspecifika begrepp, och
- ★ tolka slöjdföremåls estetiska och kulturella uttryck.

(ibid, s. 241)

Målen visar tydligt på den bredd av kunskap som slöjdamnet idag kräver. Man kan inte enbart vara kreativ utan måste också komma på nya sätt att formge föremål. Teknisk innovation har också inneburit att man inom slöjdamnet inte bara arbetar kroppsligt utan också digitalt, exempelvis genom att skriva slöjddagbok i i google drive samt utveckla skisser och 3D-baserade former i 3D-program såsom SketchUp. SketchUp är ett enklare ritprogram för 3D-modeller och finns anpassat både för vuxna som barn och ungdomar.

Som ett sätt att utveckla slöjdundervisningen och elevernas digitala kunskap och nyfikenhet för digitala designverktyg fick jag hösten 2016 möjlighet att köpa in en 3D-skrivare. Jag har personligen alltid varit intresserad av ny teknik och har med bakgrund av min utbildning som bild- och medialärare för gymnasiet också haft en god grund för att ta mig an ny teknik och digitala arbetssätt. 3D-tekniken är i dagens läge gränsöverskridande och passande för samarbeten mellan ämnen som bild, slöjd, teknik och matematik vilket gör den till ett spännande område att utforska inom grundskolans senare årskurser.

SYFTE

SYFTET MED ARTIKELN är att beskriva slöjdprojektet *3D-modellera mera!* som genomfördes inom slöjddämnet i åk 8 på Myrsjöskolan under höstterminen 2016. Avsikten var att utveckla slöjdens användning av di-

gital teknik och 3D-modellering under lektionstid. Artikeln kommer också behandla 3D-skrivarens bakgrund samt samhällets ökade behov av digital kompetens i relation till slöjddämnet.

METOD

UPPGIFTEN 3D-MODELLERA MERA! genomfördes under fem lektioner med en årskurs 8 hösten 2016. Som ett sätt att få kunskap om 3D-modellering och 3D-skrivare studerades Creative Tools (2017) initiativ *3D i Skolan*, en hemsida och webbshop med pedagogiska instruktioner om 3D-teknik inom skolans ramar, och det CAD-baserade programmet SketchUp. Besök gjordes också på diverse öppna källsidor, så kallad *open source*, där man gratis kunde ladda hem skisser på 3D-modeller. 3D-skrivaren, en Flashforge Finder, utforskades också vad gäller kalibrering av byggyta, byte av filament och utskrift. Relevant litteratur och artiklar studerades också.

Eleverna hade sedan tidigare arbetat med SketchUp inom bildämnet och hade därmed en god förförståelse av programmet. För att friska upp elevernas kunskaper av SketchUp fick de göra fyra grundläggande uppstartsuppgifter med genomgång av programmets verktyg. Uppgifterna var utvecklade av SketchUp själva med pedagogisk utgångspunkt för ungdomar men passar även vuxna.

Första 3D-uppgiften var att designa ett halsband eller hänge. I uppgiften fick eleverna instruktioner att designa en modell i SketchUp och sedan skriva ut den med hjälp av 3D-skrivaren. Uppgiftens inramning gjordes för att begränsa elevernas storlek av 3D-modell men också för att göra det möjligt för eleverna att fundera över deras 3D-modells proportioner och användningsområde. Första lektionen introducerades eleverna till uppgiften med hjälp av en presentation med bildexempel och arbetsinstruktioner. De fick sedan utveckla fem olika skisser som de skissade upp för hand och sedan fortsätta designa sin favoritskiss i SketchUp (se bilaga 1). Var eleverna tog inspiration ifrån var valfritt men de uppmuntrades att leta inspiration på internet, exempelvis

Youtube och Google. Under andra och tredje lektionen visades i helklass diverse instruktionsfilmer på 3D-modeller från Youtube. Problem som eleverna stött på under deras designprocess diskuterades och olika typer av lösningar visades också på projektor. Inspirationsfilmer med exempel på 3D-printingens användningsområden inom medicin, mode och teknik visades också för att återkoppla till teknikens relation till industrin och övrig teknikanvändning.

Tredje och fjärde lektionen utvecklade eleverna sina modeller och de första exemplaren började skrivas ut. 3D-modellerna sparades och exporterades till ett .stl-format med hjälp av ett tillägg från SketchUp Extension Warehouse. SketchUp sparar filerna automatiskt i ett .skp-format (se bilaga 2 för definition av begrepp) men för att kunna skriva ut dem behöver man exportera dem vidare till .stl. Modellerna blev uppdelade efter den filamentfärg eleverna ville ha sina arbeten i och skrevs sedan ut i programmet Flashprint, en mjukvara som kom med 3D-skrivaren. Då modellerna var små tog varje utskrift mellan tio till tjugominuter. Beroende på storlek och svårighetsgrad kan en 3D-modell ta mellan tio minuter till tio timmar. Femte och sista lektionen skrevs de sista modellerna ut. Ett flertal elever utvecklade även en andra 3D-modell som också de skrevs ut. I vissa fall hade felaktigheter och utvecklingsmöjligheter upptäckts efter att första modellen skrivits ut, vilket var ett av skälen till att en andra modell utvecklades. Uppgiften utvärderades slutligen och diskuterades med eleverna. 3D-utskrifterna ställdes slutligen ut på Myrsjöskolan under vårterminen (se bilaga 3).

AVGRÄNSNING

ARTIKELN KOMMER INTE beskriva hur man rent konkret 3D-modellerar, arbetar i 3D-baserade mjukvaror eller skriver ut med 3D-skrivare. Då tekniken är relativt ny och ändras i snabb takt rekommenderas vid

intresse hellre internetbaserade källor och hemsidor för den som vill lära sig hur man arbetar med det i praktiken (se bilaga 4 och 5).

HUVUDEDEL

3D-MODELLERING OCH 3D-SKRIVAREN

3D-SKRIVAREN SKRIVER UT objekt genom att skriva ut skikt av plast lager på lager. Vanliga engelska benämningar är *3D printing*, *additive manufacturing*, *rapid prototyping*, *free form fabrication*, eller *layer manufacturing*. Man kan skriva ut i de flesta material såsom trä, lera, silikon, flexiplast och ABS- och PLA-plast beroende på skrivaren. Tekniken benämns som tidigare FDM (Fused Deposition Modeling) men också som FFF (Fused Filament Fabrication) och går ut på att tunna skikt av filament pressas ut genom skrivarens munstycke mot bottenplattan. Skikten överlappar varandra och fästs med hjälp av värmen från munstycket, vanligtvis runt 220 grader varmt.

Den första 3D-skrivaren utvecklades år 1984 av den amerikanska ingenjören Charles Hull. Han hade studerat fotopolymer, det vill säga plaster, som stelnar då de kommer i kontakt med ljus och utvecklade en apparat som kunde bygga ett objekt genom att tillsätta tunna skikt av plast på varandra (Lundin, 2016). Andra ingenjörer som Scott Crump var också ledande med att utveckla tekniken med FDM och patenterade idén 1989 (MakerBot, 2015). Flera olika 3D-skrivartekniker har utvecklats sedan 1980-talet men 3D-skrivarna var ursprungligen stora, dyra och begränsade till vissa användningsområden. Adrian Bowyer utvecklade i början av 2000-talet en ny typ av 3D-skrivare där skrivaren var mindre till storleken och enklare att konstruera. Skrivaren utvecklades inom projektet RepRap med stöd av innovatörer och ingenjörer, så kallade *makers*, som delade med sig av delarna under öppna källkoder med General public license, så kallad *GPL* (Lundin, 2016). Priserna och användarvänligheten har förbättrats de senaste åren vilket gjort det möjligt för skolor att nu köpa in tekniken.

3D-processen är i grunden inte mer komplicerat än en vanlig pappersskrivare men skriver ut fysiska objekt på höjden istället för platt på ett papper:

3D printing is the process of taking a digital model and making it a physical object. When you write a document on your computer, you create a digital version, then press "Print" to create a physical copy. 3D printers work the same way, with one more dimension.
(MakerBot, 2015, s 9)

Från att vara något man främst använt inom industrin för prototyputveckling så används 3D-skrivare idag även av läkare, konstnärer och hobbykreatörer. Den brittiska skulptören Anish Kapoor har exempelvis skrivit ut massiva cementskulpturer med hjälp av 3D-skrivare medan forskare på Chalmers experimenterat med att skriva ut mänskliga kroppsdelar (Fors, 2014). Den israeliska konstnären Noam Dover har också undersökt 3D-printing i relation till hantverkets arbetsätt. I sitt arbete har han undersökt hur man med hjälp av CAD-verktyg och 3D-skrivare kan arbeta med hantverk på ett professionellt och digitalt plan:

Trots att persondatoren har funnits i flera årtionden används den inom de flesta hantverk fortfarande mest som ett hjälpmedel och vi verkar inte se den som ett professionellt verktyg utan snarare som ett hantverksverktyg. Nya tillverkningsmetoder existerar. Idag behöver vi två olika verktygslådor: vår traditionella och vår nya, digitala. Vi kan redan använda CAD-verktyg för våra koncept, kontrollera maskiner med CNC-koder och bygga 3D-skrivare anpassade till vår framväxande praktik.

(Dover, 2017)

Dover har utvecklat glasurnor med inspiration av antikens Grekland och 3D-printat gjutformen man blåser själva glaset i. Den nya tekniken bör inte ses som ett hot mot hantverket utan snarare som en möjlighet till utveckling och individualisering inom området, så kallad *customizing*. Med hjälp av 3D-printing kan

vi som konsumenter tillverka unika och individuella produkter istället för att köpa en massproducerad produkt som kanske inte representerar det vi behöver men det vi har att välja på. Digitaliseringen öppnar

också upp den digitala och globala världen och gör det möjligt för kreatörer att mötas i öppna plattformar där man kan dela med sig av filer, skisser och konstruktiv kritik.

ÖKAT BEHOV AV DIGITAL KOMPETENS

Behovet av digital kompetens i samhället är stort och bör med tanke på det också vara en del av skolans uppdrag. Regeringen tog därför i mars 2017 beslut om att förstärka skolans uppdrag av att stärka elevernas digitala kompetens. Ändringarna berör rektorers och lärares uppdrag samt undervisningen i enskilda ämnen som slöjd, teknik och matematik. Främst ska ändringarna bidra till att öka elevernas problemlösningsförmåga samt förståelse för digitaliseringens påverkan på individ och samhälle (Regeringen, 2017). För slöjddämnet centrala innehåll innebär det en förstärkning av hur material kan kombineras med digital teknik:

Slöjdens material, redskap och hantverkstekniker i årskurs 7–9: Metall, textil och trä, deras kombinationsmöjligheter med varandra och med andra material, till exempel nyproducerade och återanvända material. Hur material kan kombineras med digital teknik.

(Regeringen, 2017)

Det kursiva indikerar den nya formuleringen och förstärker också kraven på ämnet att utvecklas mot att inte bara undervisa om hantverk utan också om digitala designverktyg och deras koppling till dagens samhälle. Skolans ökade krav på att lära ut om digitaliseringen och digital kompetens kommer i längden förändra och utveckla sätten vi ser på kunskap och hur vi lär oss (Wyndhamn, 2002). Han anser att datorn och de digitala verktyg man använder idag för evigt har förändrat hur vi lär oss:

Datorn har likt en trojansk häst tagit sig in i våra klassrum och påverkat vår filosofi rörande lärande. Datorn som representant för informationstekniken utmanar vårt sätt att se på kunskap och våra sätt att gestalta undervisningen och läroprocesser beträffande såväl innehåll och form.

(Wyndhamn, 2002, s 117)

Där man i slöjden tidigare visade upp ett arbetsmoment i taget för en klass kan man i dagens digitala undervisningsmiljö be eleverna följa en instruktionsvideo där de på en individuell nivå kan driva på sitt arbete istället för att invänta slöjdpedagogens instruktioner.

En av de första slöjdlärarna att utveckla och använda digitala verktyg inom slöjddämnet var Inger Degerfält. Hon började utveckla videobaserade instruktioner under 1990-talet och lanserade 1999 internetsidan slöjd.nu, en webbaserad slöjdportfolio till förmån för elever och slöjdlärare (Degerfält & Porko-Hudd, 2008). Slöjdens arbetsprocesser har traditionellt sett inte varit beroende av digitala verktyg utan idéutveckling, överväganden, framställning och värdering har skett utifrån ett analogt arbetssätt med sin grund i hantverkstraditionen. Skolverkets nationella utvärdering i slöjd från 2015 visar dock att majoriteten av slöjdlärare numera använder digitala verktyg som en integrerad del av sin undervisning (Skolverket, 2015).

Diskussionen om slöjddämnet ställning och behov i samhället har diskuterats i medier och pedagogiska forum de senaste åren. Ann-Charlotte Marteus har i två artiklar i Expressen ifrågasatt huruvida slöjden borde vara kvar som ett obligatoriskt ämne i åk 7–9 (Marteus, 2016 a, 2016 b). Marteus fick sedermera motargument på dessa åsikter utav flera företrädare för estetiska ämnen, däribland Konstfacks rektor Maria Lantz. Lantz kommenterade Marteus artiklar på Skolvärldens hemsida där hon påpekade de sinnliga och kroppsliga erfarenheter vi utvecklar inom ämnet samt förståelse av produktion och designutveckling:

I en tid då behovet av återvinning är fundamentalt, är lagandet och omgörandet en del av slöjdens väsen som är mer aktuellt än någonsin. Med detta sagt är det med stor oro jag ser att slöjddämnet hotas av att ersättas med programmering eller fuskas bort genom att till exempel intensivläsas i workshop-form eller att

låta barnen välja ett enda material. Det var inte så Solomon tänkte sig slöjdamnet i skolan. Sammanfattningsvis är slöjdamnet en fundamental kulturbärare som resulterar i såväl innovation som rekreation.

(Lantz, 2016)

I artikeln påpekade hon också behovet av slöjd för att utveckla kreativiteten med kopplingar till ingenjörskonsten och innovation. Frida Boisen har också diskuterat slöjdamnets vara och icke vara i i Expressen (Boisen, 2017). I artikeln uppmanade Boisen utbildningsministern Gustav Fridolin att ersätta sylvslöjden (numera benämnt textilslöjd, förf.:s anm) med programmering, men tog också upp hur vi i dagens läge lär oss genom digitaliseringen. Artikeln replikerades

även den av Lantz (2017) där hon påpekade hur det svenska musikundret, de många internationella data-spelsframgångarna och företagsidéer som Spotify och Skype kanske just har utvecklats tack vare grundskolans slöjdundervisning. Enligt Lantz är slöjden "... nämligen både ett filosofiskt ämne och en förutsättning för innovation och ett hållbart tänkande." (ibid). För att upprätthålla slöjdens status som design- och innovationsämne behöver man dock fundera över hur ämnet kan utveckla sin hantverkstradition i relation till den pågående digitalisering vi lever i. En lösning och sätt att närma sig den digitala tekniken kan exempelvis vara arbete med digitala tekniker och framställningssätt såsom 3D-modellering och 3D-skrivare.

TEKNISK SLÖJD, ELEKTROSLÖJD OCH MAKERRÖRELSEN

Intresset för att använda 3D-modellering och 3D-skrivare inom utbildning har vuxit kraftigt de senaste åren och man har i dagens läge börjat prata om *teknisk slöjd* eller *elektroslöjd* för att beskriva den slöjdutveckling som berör delar av teknikämnet eller modern ingenjörskonst. Den tekniska slöjden har sin bakgrund i Finlands utbildningssystem där slöjden delats upp i textilslöjd och teknisk slöjd, en blandning av trä- och metallslöjd och teknik. Ändringen av slöjdens uppdelning och benämning i Finland kan förklaras med att den nya läroplanen satt mer fokus på innovationsförmåga och företagsamhet men också på problemlösning och programmering (Danielsson G, 2016). Enligt Linda Mannila, forskare i datavetenskapens didaktik och utbildningsteknologi på Åbo Akademi, utvecklar den nya kursplanen elevernas datalogiska tänkande, främjar kreativiteten och jämställdheten:

Det är inte bara den fysiska världen vi lever i dag. Vi har ett alltmer intimt förhållande till den digitala världen. Ett sista argument är jämställdhet. Det är få tjejer inom it. Om man börjar i ett tidigt skede kan vi få bort den stereotypa bilden.

(Mannila, 2015)

En utveckling av slöjdamnet där trä- och metallslöjden närmar sig digital teknik kan enligt Mannila

verka progressivt för jämställdhet och öka mängden kvinnor inom it-området på sikt.

Den tekniska slöjden har också undersökts inom projektet *Elektroslöjd* genom Högskolan för design och Konsthantverk (HDK) i samarbete med Konstnärernas Kollektivverkstad (KKV) och Vinnova. Projektet som benämns Elektroslöjd ska syfta till att undergräva idén om att hantverk och teknik är motsatser till varandra och istället se det som olika delar av samma praktik:

Elektroslöjd presenterar konstnärernas olika sätt att skapa gränssnitt mellan tekniker, maskiner och de formella respektive underförstådda kunskaper som praktiseras och produceras inom ramen för KKV. Medan vissa konstnärer använder sig av datorbaserade medier och processer, arbetar andra med material som kräver specifika hantverkskunskaper. Men oavsett om en konstnär arbetar med en 3D-skrivare eller en glasugn, måste hen förlita sig på teknologi.

(Essvik & Gyllerfelt, 2016)

Oavsett vilket material eller teknik man väljer att arbeta i använder sig majoriteten av konstnärer i dagens läge av digital teknik på ett eller annat sätt. Frayling (s 80, 2012) menar att "färdigheter går förlorade om de inte omfördelas och omformas". För att färdighe-

ter och hantverksmässig kunskap inte ska gå förlorad behöver den därför utvecklas och användas inom nya områden. Utbytet av kunskap och färdigheter mellan olika samhällsområden som teknik, design och konst har genom historien möjliggjort att samhället har utvecklats och hittat nya arbetsmetoder och uttryck, exempelvis utvecklandet av spinnmaskinen Spinning Jenny och den industriella revolutionen under 1800-talet där man gick från handgjorda till maskinella och industriella tekniker (Vihma, 2003).

Bland de första att ta åt sig 3D-modellering och användandet av 3D-skrivare utanför industrin var makerrörelsen. Makerrörelsen startade i början av 2000-talet och är också känd under namnet *The Maker Movement*. Rörelsen inkluderar alla former av hantverk och teknik i en gör-det-själv anda med viljan att undersöka hur saker fungerar och sitter ihop. Rörelsen organiserar sig i olika *Makerspaces* eller *Fab labs* både på nätet och i verkligheten och för med sig insikter om att ny teknik och traditionellt hantverk är två sidor av samma mynt (Malmgård, se Olsson Jeffery, 2013). Enligt Malmgård (2013), är makerrörelsen en bro mellan teknik och traditionellt hantverk:

Jag skulle säga att makerrörelsen är en insikt om att teoretiskt tänkande och praktiskt görande går hand i

hand och att det verkligen kan slå gnistor om man för ihop dem på ett bra sätt. /.../ Makerrörelsen för med sig insikter om att ny teknik och traditionellt hantverk är två sidor av samma mynt, och det är i gränslandet mellan dem som vi kommer att hitta de idéer och innovationer som behövs för att möta samtidens och framtidens utmaningar.

(ibid.)

I dagens läge är makerrörelsen representerad med makerspaces i flera svenska städer men också verkssamma på nätet. Den ska dock inte liknas vid slöjdämnet med sin grund i slöjdpedagogiken och grundskolans kursplan utan ses mer som ett sätt att inspirera till utforskande av teknik, hantverk och innovation. Vid diskussion om teknisk slöjd, elektroslöjd eller slöjd med anknytning till digital teknik är det därför viktigt att inte ersätta de grundläggande tankarna med slöjd med digital teknik utan snarare se den digitala tekniken som ett komplement och utveckling av ämnet. Undervisningen i ämnet ska syfta till att eleverna utvecklar kunskaper i olika hantverk och utveckla deras förmåga att arbeta med olika material och uttrycksformer i en process där tanke, sinnesupplevelse och handling samverkar, vilket inte kan ersättas med enbart programmering eller teknikuppgifter (Lgr 11, 2011).

ATT IMPLEMENTERA DIGITAL TEKNIK I SLÖJDÄMNET

Genom att arbeta med olika material och tekniker i undervisningen når man som slöjdpedagog mängden av elever och inte bara ett fåtal. Ett flertal teoretiker inom pedagogik, såsom Lev Vygotskij, har uppmärksammat behovet av utmaning för att utvecklas. Vygotskijs teorier om den proximala utvecklingszonen uppmanar till en undervisning med en svårighet över elevens nuvarande förmåga som ett sätt att utvecklas (Vygotskij, se Nottingham, 2013). För slöjdämnet kan det innebära att man har en progression i svårighetsgrad över årskurserna men också arbetar både med analoga och digitala tekniker. I undervisningen kan man till exempel visa hur de vanligaste materialen i vår vardag har utvecklats i olika länder över tid och hur teknisk innovation påverkat vårt synsätt, framställ-

ningsmetoder och användningsområden för designföremål idag. Man kan också visa på teknisk utveckling i form av smart textiles och hur ny formgivningsteknik, som 3D-skrivaren, har påverkat utformandet av nya uttryck och design. Slöjdämnet har en nära relation till andra skolämnen som teknik, bild och till viss del samhällskunskap vilket man som slöjdpedagog kan knyta an till.

Då 3D-modellering och 3D-printing är en relativt ny teknik med en accelererande utveckling inom branschen är litteraturen och den pedagogiska forskningen knapp. De flesta källorna för 3D-printing är nätbaserade och inte utforskade till fullo i relation till undervisning och forskning. Den amerikanska organisationen NMC Technology Outlook (New Media

Consortium) släpper dock årligen rapporten NMC Horizon Project där de tittar på kommande digitala tekniker för skolan och förutspår att 3D-skrivare kommer vara utbredd i skolvärlden inom tre–fyra år i årskurserna F–9. De menar att fördelarna med tekniken bland annat är att man kan skriva ut 3D-modeller till en låg kostnad, arbeta kreativt och experimentellt samt får fram en fysisk slutprodukt (NMC Horizon Outlook, 2017).

Länder som England och Finland har redan satsat stort på 3D-tekniken genom statliga bidrag till skolor och utbildningsinstitutioner och svenska grundskolor är även på god väg att implementera tekniken (UR Skola, 2014). En av de svenska grundskolor som var tidiga med 3D-tekniken var Viktor Rydbergs högsta-dieskola i Danderyd. De var inspirerade av makerrörelsen och de första som använde tekniken på skolan var NO-lärarna (Nöjd, 2014). Enligt teknikläraren Christina Lindborg på skolan är ”den stora vinsten /.../ att eleverna utvecklar sina matematiska förmågor genom att arbeta med 3D-program. Att kunna skriva ut är en rolig belöning på slutet.” (Lindborg, se Alpman, 2014). Den nya tekniken kan också öppna upp intresset för lågpresterande elever att delta i undervisningen (Specialpedagogiska skolmyndigheten, 2015).

För att kunna implementera 3D-tekniken i slöjdämnet är det dock väsentligt att tekniken ses som tillgänglig och förståelig av pedagoger och elever. Annars är risken att tekniken endast blir en del av inredningen i en arbetssal istället för att ses som ett arbetsredskap och möjlighet till teknisk utveckling. För att 3D-skrivaren och 3D-modellering ska bli en integrerad del av undervisningen i grundskolan behöver undervisande pedagoger få utbildning och kompetensutveckling i tekniken. I en nationell utvärdering i slöjd presenteras en bild av att slöjdlärare i högre grad än sina övriga skolkollegor efterfrågar kompetensutveckling:

Att en så stor andel elever undervisas av lärare som svarat att de önskar kompetensutveckling gällande det centrala innehållets fyra kunskapsområden tyder snarare på att många slöjdlärare uppfattar att de saknar kompetens att undervisa kring delar av ämnets nya innehåll.

(Skolverket, 2015, s 85)

Slöjdlärare upplever att de generellt saknar eller brister i kunskaper att bedöma elevernas kunskap utifrån den nya kursplanen Lgr 11 (Skolverket, 2015). Då utvärderingen gjordes gällde kompetensutvecklingen främst betygssättning och bedömning men man kan också hävda att det med de nya kraven på digital teknik även kommer behövas kompetensutveckling inom den digitala tekniken. För att regeringens nya krav på att undervisa om material i möte med digital teknik ska kunna tillmötesgå behövs utbildning i hur dessa möten kan ske inom en slöjdbaserad undervisningspraktik. Högskolor som HDK, Linköpings Universitet och Konstfack har alla utvecklat 3D-baserade verkstäder där lärarstudenter kan utveckla sina kunskaper inom tekniken men för de lärare som sedan tidigare är utbildade behövs det troligtvis större insatser än en enstaka föreläsning för att få in tekniken i slöjdsalarna. På Myrsjöskolan gavs textilslöjden chansen att närma sig 3D-tekniken tack vare det långtgående arbetet med IKT och digital teknik som förts på skolan. Som ett resultat av arbetet med IKT var också eleverna insatta i att arbeta med dator och hade en grundläggande förförståelse av 3D-modellering efter att ha arbetat med SketchUp inom bildämnet. Användandet av 3D-skrivaren ska dock inte vara ett självändamål utan som pedagog bör man fundera på hur och i vilka sammanhang 3D-skrivaren kan bidra till den pågående slöjdundervisningen. 3D-skrivaren står för eleverna för något nytt och spännande och liksom den brittiska läraren David White så tror jag att om man kan fånga upp elevernas fantasi, så kan man också fånga deras uppmärksamhet (White, se UR Skola, 2014).

RESULTAT OCH DISKUSSION

RESULTATET AV ARBETET med 3D-skrivaren i slöjddämnet är tydligt. Elevernas upplevelse av projektet har varit i stort positivt. 84,7% av eleverna upplevde vid utvärderingen projektet som *roligt* eller *ganska roligt* medan 15,3% upplevde projektet som *ganska tråkigt*. Vissa elever tyckte det var svårt att förstå programmet och att arbeta i ett 3D-baserat format medan andra elever upplevde det som positivt att få lära sig om 3D-modellering och 3D-skrivaren. Dessa elever utvecklade i snabb takt andra modeller de ville ha i sin vardag som mobilställ, figurer och armband. Flera elever utanför den klass som genomförde uppgiften har dessutom tagit kontakt med mig och på egen hand designat 3D-modeller för deras slöjdprodukter, exempelvis knappar och dekorationer.

De positiva aspekterna av att arbeta med 3D-skrivare i undervisningen är att man öppnar upp nya sätt att formge och framställa föremål samt ger eleverna erfarenhet av digitala designverktyg. Jag upplevde att merparten av eleverna klarade av uppgiften och på eget bevåg fördjupade sig i 3D-modellering genom att hjälpa varandra eller titta på videoinstruktioner på internet. Det kändes också som att intresset för slöjd och digital formgivning ökade för framförallt pojkar i klassen. Även för mig som pedagog har arbetet med 3D-modellering och 3D-skrivare varit en resa och process där insikter kommit under arbetets gång. Exempelvis har vissa problem eller frågor fått besvarats lektionen efter då jag själv på rak hand inte kunnat besvara frågan eller lösa problemet.

De negativa aspekterna av att arbeta med 3D-skrivare i undervisningen är att 3D-skrivare tar, liksom all annan ny teknik, tid att lära sig och kräver ett djupare engagemang för att man ska kunna förstå de olika arbetsmomenten. Det var till en början ett äventyr bara att förstå hur man kalibrerar byggytan, byter filament eller varför abs-plasten krympte runt hörnen på vissa 3D-utskrifter. Det var också en utmaning att hjälpa elever med SketchUp och försöka lösa alltifrån för-

svunna undersidor till hål som inte ville bli till samt rätta till proportioner som var för tunna för att kunna skrivas ut. Vissa elever tyckte också att det var svårt att förstå programmet och behövde både uppmuntran och hjälp för att komma igång.

Uppgiften att designa ett halsband eller hänge var passande då det var första gången klassen arbetade med 3D-modellering men kan med lite mer erfarenhet göras mer avancerad. Uppgiftslängden på fem lektioner var passande men kan med fördel utökas till fler för att på så sätt hinna med fler modelleringsuppgifter. Nu hann eleverna skriva ut en till två modeller som de flesta var enkla i formgivningen men med längre undervisningstid bör eleverna kunna göra svårare och mer genomarbetade arbeten. Jag tänker också att man väldigt lätt kan göra samarbeten mellan bild, teknik och slöjd i ämnesintegrerade projekt för att utveckla elevernas kunskaper och förståelse av digital formgivning och teknik. Jag vidhåller dock att arbetet med 3D-skrivare inte ska vara ett självändamål i sig utan måste kunna knytas till slöjdens centrala innehåll och ses som en teknik som snarare utvecklar slöjddämnet än utvecklar den till ett teknikämne.

Arbetet med 3D-modellering och 3D-skrivare i undervisningen har på ett tydligt sätt bidragit till att utveckla elevernas lärande och kunskaper inom olika material och deras förmåga att självständigt hitta nya lösningar och vägar till kunskap. 3D-skrivaren har också avsevärt bidragit till att öppna upp elevernas intresse för digital teknik och framställningstekniker samt effektivt sammankopplat slöjdvärlden med industriella branscher. 3D-skrivaren finns numera tillgänglig som en naturlig del av slöjdsalarnas verktyg i liknelse med våra broderi- och symaskiner och kommer fortsätta användas både i 3D-projekt samt den dagliga undervisningen. Det är tydligt att det finns ett starkt växande intresse för 3D-modellering hos eleverna och därmed grund för ytterligare utveckling av arbetsområdet.

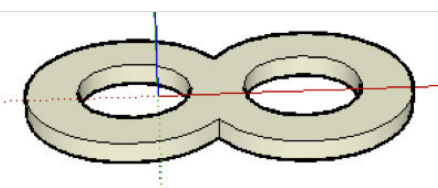
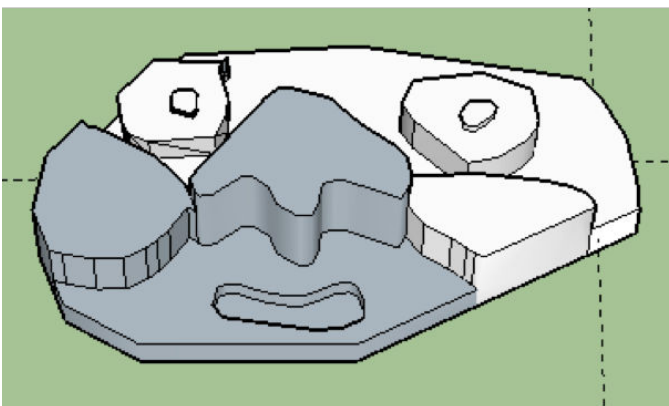
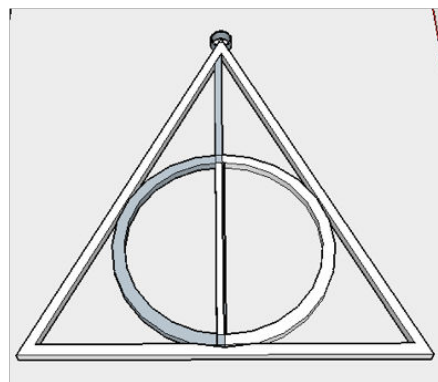
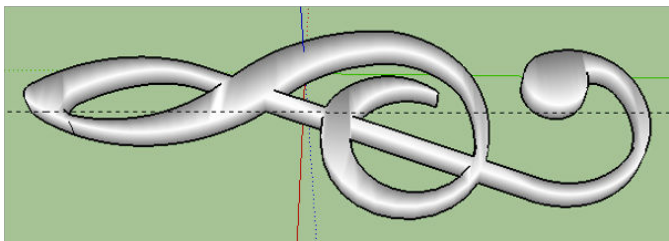
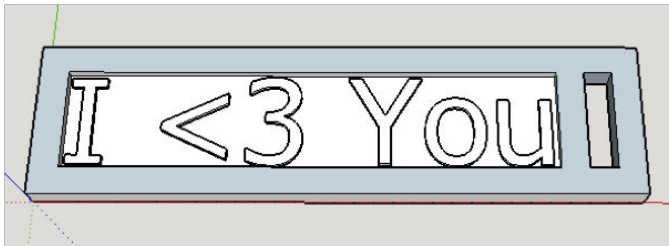
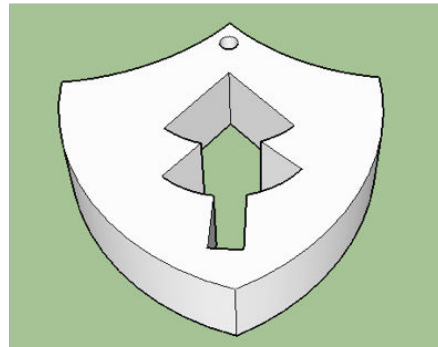
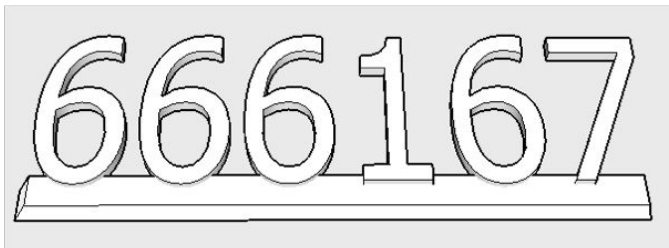
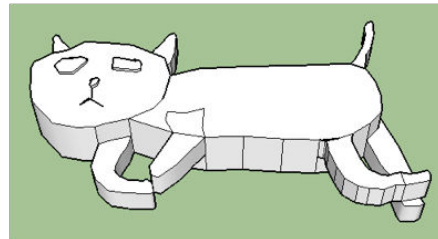
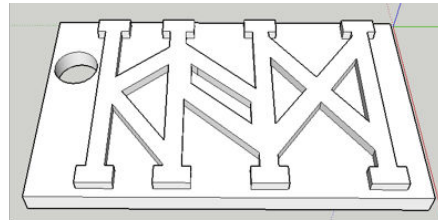
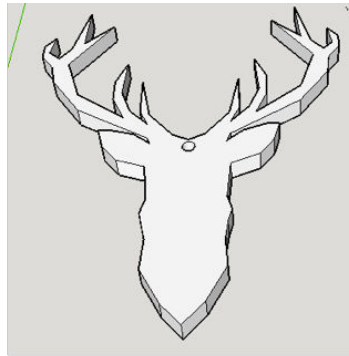
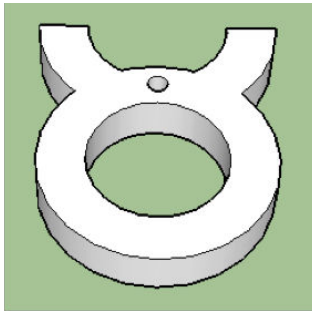
REFERENSER

- ★ Alpman, M. (2014). *3d-skrivare tar plats i skolan*. <http://www.nyteknik.se/digitalisering/3d-skrivare-tar-plats-i-skolan-6398950> (2017-06-11)
- ★ Boisen, F. (2017). *Kom igen nu, Fridolin! Byt ut syslörd mot programmering*. <http://www.expressen.se/kronikorer/frida-boisen-1/kom-igen-nu-fridolin-byt-ut-syslörd-mot-programmering/> (2017-06-11)
- ★ Borg, K. (2001). *Slöjdämnet: intryck – uttryck – avtryck*. Linköping: Linköpings universitet.
- ★ Creative Tools (2017). *3D i Skolan*. <https://www.creativetools.se/3d-i-skolan>, (2017-02-16)
- ★ Danielsson G, S. (2016). *Nya tidens slöjd*. <http://tidningenuttryck.net/nya-tidens-slörd/> (2017-06-11)
- ★ Degerfält, I. & Porko-Hudd, M. (2008). "Informationsteknik – ett redskap i slöjden". I Borg, K. & Lindström, L. (red.) *Slöjda för livet – Om pedagogisk slöjd*. Stockholm: Lärarförbundets Förlag, ss. 113-123.
- ★ Dover, N. (2017). *Embracing the Digital to the Handmade*. <http://www.konstfack2017.se/master/macg/noam-dover/> (2017-06-11)
- ★ Essvik, S. & Gyllerfelt, E. (2016). *Elektroslöjd*. <http://slöjdlararportalen.se/elektroslörd/> (2017-06-11)
- ★ Fors, A. (2014). *Mänskliga kroppsdelar skrivs ut i 3D*. <https://www.chalmers.se/sv/nyheter/Sidor/Manskliga-kroppsdelar-skrivs-ut-i-3D.aspx> (2017-06-11)
- ★ Frayling, C. (2012). *On Craftmanship. Towards a new Bauhaus*. London: Obreon Masters
- ★ Lantz, M. (2016) *Slöjden är mer aktuell än någonsin*. <http://skolvarlden.se/artiklar/slörden-ar-mer-aktuell-någonsin> (2017-06-11)
- ★ Lantz, M. (2017). *Slöjdmotståndarna borde slöjda lite oftare*. <http://www.expressen.se/debatt/slöldmotstandarna-borde-slörda-lite-oftare/> (2017-06-11)
- ★ Lgr 11 (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet* (Reviderad 2016). http://www.skolverket.se/om-skolverket/publikationer/visa-enskild-publikation?_xurl_=http%3A%2F%2Fwww5.skolverket.se%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2Fblob%2Fpdf2575.pdf%3Fk%3D2575 (2016-09-12) Stockholm: Skolverket.
- ★ Lindström, L. (2008). "...slöjden såsom medel att uppfostra människor". I Borg, K. & Lindström, L. (red.) (2008). *Slöjda för livet – om pedagogisk slöjd*. Lärarförbundets Förlag.

- ★ Lundin, F. (2016). *3D-skrivarens tillämpning i undervisningen – Undervisningsmetod i teknisk slöjd*. Helsingfors: Arcada
- ★ MakerBot (2015). *MakerBot In The Classroom*. New York: MakerBot Publishing.
- ★ Mannila, L. (2015). *Slöjd + kod = sant i Finland*. <http://lararnastidning.se/slojd-kod-sant-i-finland/> (2017-06-11)
- ★ Marteus, A. (2016 a). *Hur många smörknivar tål Sverige?*. <http://www.expressen.se/ledare/ann-charlotte-marteus/hur-manga-smorknivar-tal-sverige/> (2017-06-11)
- ★ Marteus, A. (2016 b). *Skolan är inte till för slöjdlärarna*. <http://www.expressen.se/ledare/ann-charlotte-marteus/skolan-ar-inte-till-for-slojdlararna-1/> (2017-06-11)
- ★ NMC Horizon Outlook (2017). *NMC Horizon Report – 2017 Higher Education Edition*. <http://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-horizon-report-he-EN.pdf> (2017-06-11)
- ★ Nottingham, J. (2013). *Utmanande undervisning i klassrummet*. Stockholm: Natur & Kultur.
- ★ Nöjd, M. (2014). *Framtidens lärande*. <http://tidningenuttryck.net/framtidens-larande/> (2017-06-11)
- ★ Olsson J, M. (2013). *Tre röster om maker-rörelsen*. <https://internetworld.idg.se/2.22802/1.502455/tre-roster-om-maker-rorelsen> (2017-06-11)
- ★ Regeringen (2017). *Stärkt digital kompetens i läroplaner och kursplaner*. <http://www.regeringen.se/493c41/contentassets/acd9a3987a8e4619bd6ed95c26ada236/informationsmaterial-starkt-digital-kompetens-i-skolans-styrdokument.pdf> (2017-08-17)
- ★ Skolverket (2015). *Slöjd i grundskolan. En nationell ämnesutvärdering i årskurs 6 och 9*. http://www.skolverket.se/om-skolverket/publikationer/visa-enskild-publikation_xurl_=http%3A%2F%2Fwww5.skolverket.se%2Fwtpub%2Fws%2Fskolbok%2Fwpubext%2Ftrycksak%2Fblob%2Fpdf3499.pdf%3Fk%3D3499 (2017-06-11)
- ★ Specialpedagogiska skolmyndigheten (2015). *3D-skrivaren får Alfred att gå till skolan*. <https://www.spsm.se/kurser--aktiviteter/nyheter/nyheter/3d-skrivaren-far-alfred-att-ga-till-skolan/> (2017-06-11)
- ★ UR Skola (2014). *Föreläsning 3D-printing – Ett verktyg för skolan*. <https://urskola.se/Produkter/186507-UR-Samtiden-Skolforum-2014-3D-printing-ett-verktyg-for-skolan> (2017-06-05)
- ★ Vihma, S. (2003). *Designhistoria – en introduktion*. Helsingfors: Raster Förlag
- ★ Wyndhamn, J. (2002). “Att lära med ett datorprogram- En explorativ studie”. I Säljö, R. & Linderoth, J. (red.). *Utm@ningar och e-frestelser: IT och skolans lärkultur*. Prisma, ss.97-119.

BILAGOR

BILAGA 1: 3D-MODELLER SKETCHUP ÅK 8



BILAGA 2: BEGREPP

ABS – Acrylonitrile Butadiene Styrene, en plast man också använder till lego

EXTRUDER – 3D-skrivarens motor för utskrift där filamentet smälts ner och omformas

EXTRUDERA – att skriva ut filament genom 3D-skrivarens munstycke

FDM – Fused deposition modeling, en teknik där 3D-skrivaren skriver ut ett lager plast i taget

FFF – Fused Filament Fabrication, samma teknik som FDM

FILAMENT – namn för materialet man använder vid 3D-printing

GPL – General Public License är en upphovsrättslicens för fri programvara på internet

NOZZLE – Extruderns munstycke där filamentet kommer ut

PLS – Polylactic Acid, en typ av bioplast man gör av majsstärkelse och som under rätt förutsättningar är nedbrytbar

SKP – SKetchUp Document, SketchUps eget filformat för sparande av modeller

STL – STereoLithography, format använt av 3D-skrivare för att kunna skriva ut

BILAGA 3: FÄRDIGA 3D-UTSKRIFTER ÅK 8



BILAGA 4: TIPS VID ARBETE MED 3D-MODELLERING

★ Studera och fördjupa dig i 3D-skrivaren och mjukvaran eleverna kommer designa i. Utveckla några egna 3D-modeller av olika slag och lär dig hur man arbetar med proportioner, gör hål och vilka detaljer som går att skriva ut.

★ Planera i god tid vad du vill instruera, hur och vilka begrepp som ska tas upp under arbetets gång.

★ Gör en tydliga presentation med bakgrunds-information där du visar professionella 3D-arbeten samt elevexempel.

- ★ Åldersanpassa exemplen utifrån din elevgrupp. Ju äldre elever, ju svårare tekniker, moment och längre instruktionsfilmer och genomgångar.
- ★ Förbered prover på det du vill visa.
- ★ Be eleverna att ladda ner SketchUp innan lektionen. Beroende på elevdator så kan det ta lång tid innan programmet är nedladdat och installerat.
- ★ Tänk på att 3D-skrivare skriver ut från bottenlagret och uppåt till topplagret. Elevernas 3D-modeller kan därför vanligtvis inte vara smala nertill och bli bredare upptill utan 3D-modellen behöver en stabil botten.
- ★ För att få en stabil utskrift rekommenderas en höjd på minst 2 mm. Om man vill skriva ut en bokstav bör den alltså vara minst 2 mm hög för att få en stabilitet och inte bli för bräcklig.
- ★ Olika typer av filament fungerar på olika sätt. PLA-plast har en tendens att krympa och resa sig från byggytan vid hörnorna men jag upplever att även ABS-plast gör det vid större, platta ytor. Om utskriften reser sig från byggytan kan man tvätta ytan med handsprit samt stryka den med papperslim innan utskrift. Anledningen till att utskriften släpper och kryper är på grund av filamentet som expanderar vid värme och krymper något när den återgår till vanlig rumstemperatur. Lösningen kan vara ändring av skrivarens utskriftstemperatur samt en uppvärmd byggyta.
- ★ Avsätt tid för att skriva ut 3D-modellerna. Vissa modeller tar längre tid och ibland blir utskrifterna felaktiga och behöver skrivas ut igen.
- ★ Man behöver inte köpa in den mest avancerade och dyra 3D-skrivaren utan fokusera istället på att välja en användarvänlig maskin som både du och eleverna förstår och kan använda.
- ★ Om man är ovan vid digital teknik så kan man efterfråga kompetensutveckling på sin arbetsplats alternativt kompetensutveckling genom kurser och workshops.
- ★ Skapa nätverk med andra 3D-intresserade pedagoger, både på nätet och i verkligheten.

BILAGA 5: UTBILDNINGSLÄNKAR FÖR 3D-MODELLERING OCH 3D-PRINTING

- ★ <https://www.creativetools.se/3d-i-skolan>
- ★ <http://www.sketchup.com/>
- ★ <https://www.tinkercad.com/>
- ★ <https://urskola.se/Produkter/186507-UR-Samtiden-Skolforum-2014-3D-printing-ett-verktyg-for-skolan>
- ★ <http://3dverkstan.se/>
- ★ <https://i.materialise.com/blog/3d-printing-with-sketchup/>
- ★ <http://www.makersofsweden.se/>
- ★ <http://3dp.se/> (Har också 3D-mässa)
- ★ <https://www.xenter.se/> (Har också 3D-mässa)

